



# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **Ingeniería Industrial**.

“PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA OPERATIVA EN UNA EMPRESA ALIMENTARIA, CAJAMARCA 2024”

**Tesis para optar al título profesional de:  
Ingeniero Industrial**

**Autores:**

Julio Augusto Villalobos Delgado

Walter Idelso Atalaya Cruzado

**Asesor:**

Ing. Oscar Alberto Goicochea Ramirez

0000-0002-0657-4596

**Cajamarca - Perú**

2025

**Jurado evaluador**

Jurado 1 Presidente(a)	<b>Erick Humberto Rabanal Chavez</b>
	Nombre y Apellidos

Jurado 2	<b>Eluard Alexander Mendoza Zenzain</b>
	Nombre y Apellidos

Jurado 3	<b>Oscar Alberto Goicochea Ramirez</b>
	Nombre y Apellidos

## Informe de Similitud

 Página 2 of 109 - Descripción general de integridad Identificador de la entrega: tmsoid::13212901195

### 10% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

#### Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 8 palabras)

---

#### Fuentes principales

- 9%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 4%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

---

#### Marcas de integridad

**N.º de alertas de integridad para revisión**  
No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

### **Dedicatoria**

La elaboración de la investigación está dedicado a mis padres, hermana, amigos, por todo el apoyo constante y sacrificio que hicieron para que yo alcanzara y cumplieras mis metas trazadas. A mis profesores, por su guía, su conocimiento que pusieron en mi formación académica. A todos lo que creyeron en mí y me motivaron a seguir adelante.

*Walter Cruzado*

Con todo mi amor a mi hermano Enzo, mi compañero de vida, que, sin saberlo, ha sido mi mayor fuente de fortaleza. Gracias a Dios y a la vida por regalarme un hermano maravilloso, cuya ternura y sabiduría han iluminado mis días más grises. Aunque siendo el menor, muchas veces fuiste tú, quien me dio la fuerza para seguir adelante. Esta tesis es de ambos, porque sin tu amor y compañía, el camino habría sido mucho más incierto. Gracias por enseñarme lo que es el verdadero amor fraternal, un amor que me ha dado paz y fortaleza.

*Julio Villalobos*

### **Agradecimiento**

Agradecer a Jehová Dios, por el regalo de vivir un nuevo día, que me permite disfrutar de la vida y seguir aprendiendo.

Agradecer a mis padres, por su amor, paciencia y sacrificio y enseñarme el valor del esfuerzo y perseverancia. A mi hermana, por motivarme a ir por el buen camino de la vida.

Agradecer a mi Asesor de la Universidad, por orientarme y guiarme a lo largo de este proceso y elaboración de este trabajo de investigación.

Para concluir, quiero agradecer a todos aquellos que, sin recibir una mención particular, contribuyeron con su apoyo incondicional durante todo este proceso.

*Walter Cruzado*

A Dios, fuente de toda sabiduría, por haber iluminado mi mente en la incertidumbre y sostenido mi espíritu en el cansancio. Por enseñarme, en silencio, que los procesos toman tiempo y que la fe es más fuerte que el miedo.

A mi madre, por su amor constante, su comprensión en los momentos de ausencia y su apoyo que nunca dejó de sostenerme.

A mi asesor, por su guía atenta, su paciencia y por confiar en este trabajo incluso en los momentos más complejos. Gracias a cada uno.

En este logro también está su huella.

*Julio Villalobos*

## Índice de contenido

Dedicatoria.....	4
Agradecimiento .....	5
Índice de contenido .....	6
Índice de tablas .....	7
Índice de figuras .....	9
Resumen.....	11
Abstract .....	12
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN .....	13
1.1. Realidad problemática.....	13
1.2. Formulación del problema .....	32
1.3. Objetivos .....	32
1.4. Hipótesis.....	33
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA .....	35
CAPÍTULO 3. RESULTADOS.....	42
CAPÍTULO 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....	86
REFERENCIAS.....	95
ANEXOS .....	102

## Índice de tablas

Tabla 1.	Técnicas e instrumentos para recolectar información.....	38
Tabla 2.	Técnicas e instrumentos de recolección de los datos.....	40
Tabla 3.	Detalle presupuestal de materia prima mensual.....	51
Tabla 4.	Presupuesto mano de obra directa.....	52
Tabla 5.	Tabla para Diagrama de Red.....	54
Tabla 6.	Fallas principales en la maquinaria de la empresa.....	56
Tabla 7.	Causas de baja eficiencia operativa en la maquinaria de la organización.....	56
Tabla 8.	Indicadores de falla.....	58
Tabla 9.	Eficacia.....	58
Tabla 10.	Indicadores de Producción y mantenimiento.....	59
Tabla 11.	Listado de Criticidad para Mantenimiento.....	61
Tabla 12.	Listado de Criticidad por Seguridad.....	63
Tabla 13.	Listado de Criticidad por Producción.....	63
Tabla 14.	Listado de Criticidad por Producción.....	64
Tabla 15.	Clasificación de equipos.....	65
Tabla 16.	Gestión de repuestos y costos.....	66
Tabla 17.	Frecuencia de Inspecciones.....	72
Tabla 18.	Plan de Inspecciones.....	73
Tabla 19.	Programa o Plan de Mantenimiento.....	74

“Propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia operativa en una empresa alimentaria, Cajamarca 2024”

Tabla 20.	Horas invertidas por la Jefatura - Supervisores .....	75
Tabla 21.	Horas invertidas del planificador .....	76
Tabla 22.	Horas invertidas de los técnicos.....	76
Tabla 23.	Costo por horas del personal involucrado.....	77
Tabla 24.	Costo por horas del personal involucrado.....	77
Tabla 25.	Inversión total para la adaptar e implementar el TPM.....	78
Tabla 26.	Monto para producir 1 kg de chocolate.....	78
Tabla 27.	Tasa de inflación histórica .....	82
Tabla 28.	Flujo de Caja Económico .....	84
Tabla 29.	Flujo de Caja Económico .....	84

## Índice de figuras

Figura 1.	Proceso de mejora en el ciclo de vida de una máquina. ....	27
Figura 2.	Procedimiento para el desarrollo del estudio en la empresa.....	41
Figura 3.	Diagrama de flujo correspondiente al Proceso Productivo del Chocolate. ..	42
Figura 4.	Seleccionadora de cacao.....	45
Figura 5.	Tostadora de cacao. ....	46
Figura 6.	Descascarilladora de cacao.....	46
Figura 7.	<i>Molino</i> .....	47
Figura 8.	Marmita de 500 kg.....	47
Figura 9.	Marmita de 200 kg.....	48
Figura 10.	Dosificadora .....	48
Figura 11.	Moldes Delipack.....	49
Figura 12.	Mesa vibradora de moldes.....	49
Figura 13.	Cámara de frío. ....	50
Figura 14.	Empacadora. ....	51
Figura 15.	Flujograma del Proceso de Chocolate .....	53
Figura 16.	Diagrama de Gantt.....	54
Figura 17.	Diagrama de Red .....	55
Figura 18.	Diagrama de Ishikawa .....	56
Figura 19.	Diagrama de Pareto. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

“Propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia operativa en una empresa alimentaria, Cajamarca 2024”

Figura 20.	Propuesta de Mejora. ....	60
Figura 21.	Resumen de clasificación de equipos. ....	66

## Resumen

El mantenimiento se considera como el pilar de relevancia en los procesos productivos de las empresas y resulta fundamental garantizar la continuidad del proceso de producción. Objetivo. Diseñar un sistema de mantenimiento productivo total (TPM), para aumentar la eficiencia operativa de la maquinaria en una empresa alimentaria de chocolate, Cajamarca, 2024. Metodología. Respecto al tipo de estudio fue aplicado, referente a su enfoque fue cuantitativo, en cuanto al diseño que se usó este estudio fue el no experimental. El tamaño de la población se conformó por el total de máquinas que posee la empresa alimentaria. Resultados. Se realizó una propuesta de mantenimiento TPM, en base a la criticidad de equipos, considerando la periodicidad de las actividades de mantenimiento. En cuanto al análisis obtener el beneficio – costo se obtuvo  $B/C = 1,93$ , asimismo el VAN fue S/. 19 448,14, COK fue 20,36% y la TIR fue 40,99%. Conclusiones. Como el valor del TIR es mayor o superior al COK, es decir  $TIR > COK$  ( $40,99\% > 20,36\%$ ), acorde con el criterio de inversión, se considera que la propuesta es rentable y aceptable, lo cual concuerda con el valor de  $B/C = 1,93$ , lo cual sugirió que sería mayor el beneficio, respecto al costo.

**Palabras Claves:** Mantenimiento TPM, Chocolate, Eficiencia Operativa, Máquinas, Criticidad.

### **Abstract**

Maintenance is considered a key pillar of a company's production processes, and ensuring the continuity of the production process is critical. Objective: To design a total productive maintenance (TPM) system to increase the operational efficiency of machinery at a chocolate food company in Cajamarca, 2024. Methodology: The type of study applied was quantitative, while the design used was non-experimental. The population size was based on the total number of machines owned by the food company. Results: A TPM maintenance proposal was developed based on the criticality of the equipment and the frequency of maintenance activities. The benefit-cost analysis yielded  $B/C = 1.93$ , the NPV was S/. 19,448.14, the COK was 20.36%, and the IRR was 40.99%. Conclusions. Since the IRR value is greater than or equal to the COK, i.e.,  $IRR \geq COK$  (40.99%, 20.36%), consistent with the investment criteria, the proposal is considered profitable and acceptable. This is consistent with the B/C value of 1.93, which suggested that the benefit would be greater than the cost.

**Keywords:** TPM Maintenance, Chocolate, Operational Efficiency, Machines, Criticality.

## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

En la escena contemporánea mundial, la intensa competencia, la automatización y las rigurosas normas de calidad han generado una gran preocupación en las empresas a nivel global y local. Como resultado, los equipos de mantenimiento han tenido que buscar activamente sistemas, procedimientos y técnicas que les permitan aplicar estrategias efectivas para reducir o evitar fallas frecuentes y complicada (Pacheco y Larissa, 2018).

Un factor que genera ahorros económicos es que el proporcionar un adecuado sistema de gestión de mantenimiento, permite el alargamiento en la vida útil, es así que el presidente de Copiman de México, señaló que “No contar con estrategia alguna para el mantenimiento, tiene un costo que influye en la reputación de la empresa y el retorno de inversión” (Alcantara, 2019).

La aplicación de este enfoque de gestión es crucial para garantizar el funcionamiento ininterrumpido de las instalaciones y sistemas de planta. Esto implica anticiparse a posibles fallas, programando reemplazos preventivos de componentes que muestren signos de deterioro, en lugar de esperar a que se produzcan averías. De esta manera, se asegura la eficiencia y se maximiza la disponibilidad de los equipos. La disponibilidad es un aspecto fundamental del mantenimiento, ya que impacta directamente en la productividad (Holguín y Real, 2021).

Las tareas de mantenimiento son fundamentales en los procesos productivos de cualquier empresa, ya que garantizan la continuidad y eficiencia de la producción. Dado que la maquinaria es crucial para la manufactura de productos, cualquier falla puede generar pérdidas significativas, no solo económicas. Por lo tanto, implementar una gestión efectiva de mantenimiento es clave para minimizar costos y maximizar la productividad (Pinedo, 2018, como se citó en Pachas, 2023).

La historia del mantenimiento a escala global comienza con la 1era Revolución Industrial del siglo XVIII, cuando Inglaterra lideró un cambio que se propagó por Europa y América del Norte entre 1750 y 1840. Conforme la maquinaria industrial se volvió más sofisticada, las fábricas necesitaron departamentos especializados en mantenimiento. Más tarde, durante la Segunda Guerra Mundial (1936-1945), se desarrolló el concepto de disponibilidad, que mide la probabilidad de que una máquina opere sin problemas en un período y condiciones determinadas (Pinedo, 2018, como se citó en Pachas, 2023).

Para el ámbito nacional, acorde con lo señalado por el INEI (2021), en el primer trimestre de 2021, Perú contaba con aproximadamente 214 749 empresas manufactureras. Esto genera un entorno altamente competitivo que exige políticas de gestión de recursos bien definidas. En este contexto, una planificación efectiva de mantenimiento es crucial para implementar buenas prácticas de manufactura (BPM) e incrementar la productividad. La confiabilidad y disponibilidad en las máquinas tienen un impacto directo y proporcional en la productividad (Pachas, 2023).

En la actualidad, el mercado del chocolate, se encuentra dominado ampliamente por productos sucedáneos, los cuales poseen elementos desfavorables para la salud de los consumidores: aditivos, azúcar refinada, edulcorantes, gluten, grasas trans, preservantes u organismos que han sido modificados genéticamente, los cuales de acuerdo con gran cantidad de estudios señalan que pueden ser el motivo de consecuencias tóxicas para el hígado o complicaciones hepáticas, asimismo que afectan al páncreas o provocan problemas pancreáticos, problemas renales e inclusive reproductivas, los cuales pueden alterar parámetros hematológicos, bioquímicos e inmunológicos (Dona y Arvanitoyannis, 2009; como se citó en Romero y Ward, 2018). Una clara ejemplificación representa los chocolates nacionales e importados, los cuales lideran el mercado: Snickers y Sublime, los cuales contienen ingredientes como jarabe de maíz, el

cual tiene elevados niveles en fructosa, grasas hidrogenadas y saborizantes (Romero y Ward, 2018).

En el ámbito local, actualmente, la empresa objeto de estudio, posee 1 planta de producción, dedicada a la fabricación de chocolates, el cual cuenta con 9 subprocesos productivos que permiten la elaboración del producto final de la organización empresarial, dichos subprocesos son los siguientes:

El producto principal de la entidad objeto de estudio, es el cacao, para ello la materia prima principal, consta principalmente de 9 subprocesos de producción, adicionalmente cuenta con un área de recepción de materiales, almacén y una estación para el empaquetado. Las 9 principales etapas son las siguientes: 1) Selección de grano de cacao: En esta estación se realiza la selección de grano de cacao en los tamaños (grande y pequeño), 2) Tostado: En esta estación se realiza el tostado del cacao aproximadamente 50 Kg, 3) Descascarado: En esta estación se realiza el descascarado del cacao ya tostado, 4) Molienda: En esta estación se realiza la molienda del cacao ya sin cascara y pasa hacer licor de cacao. 5) Pesado: Para esta fase se realiza el pesado de materia prima (licor cacao), 6) Calentamiento: En esta estación se realiza el calentamiento del licor de cacao en las marmitas, 7) Moldeado: En esta estación se coloca el licor cacao en sus respectivos moldes de 90 gr, 8) Enfriamiento: En esta estación pasan los moldes de licor de cacao por una cámara de enfriamiento, 9) Pesado y seleccionado: En esta estación se pesan los moldes de chocolate para tasa, por el motivo que tiene que pesar 90 gr cada barra.

En cuanto al tiempo de operación de las máquinas, es de 8 horas diarias, el costo por operación es de 4905 soles, respecto a los costos indirectos de operación, son de 19, 246 aproximadamente, respecto a la maquinaria empleada en su proceso de productivo emplean: 1) Seleccionadora de grano de cacao, 2) Tostadora de grano de cacao, 3) Descascarilladora de cacao,

“Propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia operativa en una empresa alimentaria, Cajamarca 2024”

4) Molino del grano de cacao, 5) Marmita DELIPACK inox., de 500 kg, 6) Marmita DELIPACK inox, de 200 kg, 7) Dosificadora electroneumática DELIPACK inox, 8) Máquina para calentamiento de moldes DELIPACK inox., 9) Mesa Vibradora de moldes DELIPACK inox., 10) Cámara De Frio DELIPACK inox, 11) Empacadora de chocolate DELIPACK inox.

Las dimensiones de la planta son de 20 m de largo x 9.5 m de ancho Ubicado en Jr. Reyna Farge 140 Barrio la Florida - Cajamarca, la capacidad de producción de la planta es de 110000 unidades de chocolate por mes acorde la mano de obra (3 operarios) y tiempo de trabajo (8 horas diarias). Cada lote de 5500 unid. tiene un tiempo de producción de 4 días que equivale a 32 horas según la observación plasmada en el diagrama de flujos.

La empresa diariamente emplea 20 toneladas de cacao para 110 000 unidades de chocolate, las cuales tendrán un precio de S/. 3,20, tuvo una inversión inicial de S/. 847 276,00, posteriormente los costos por operación o de producción son de S/. 278 763,00 mensual y finalmente respecto al mantenimiento

Adicionalmente, dentro del proceso productivo cuenta con las siguientes zonas: 1) Recepción de materiales naturales o productos básicos: Recibimiento e inspección de la materia prima (cacao), 2) Empaquetado y Sellado: Se empaca y se sella correctamente las barras de chocolate para en la empresa, 3) Almacén: El producto es almacenado hasta su venta.

Respecto al mantenimiento en específico en la empresa alimentaria, esta actualmente no cuenta con un registro de mantenimiento, ni registro de fallas de las máquinas, ni tampoco una identificación clara y documentada respecto a los problemas raíz que suele sufrir la maquinaria, además es preciso señalar que no cuenta con un planeamiento para realizar el mantenimiento, ni con un sistema de gestión de mantenimiento para sus maquinaria, adicionalmente tampoco llevan un control de tiempos por actividades de mantenimiento, que permitiría conocer realmente la

cantidad de pérdidas económicas y/o de producción, en adición a esto las unidades actividades de mantenimiento las realizan cuando comienzan las fallas de la maquinaria, es decir usualmente mantenimiento correctivo, tampoco cuentan con stock disponible de los repuestos principales, en caso de fallas críticas y para finalizar respecto al tema del mantenimiento, no todo el personal se encuentra capacitado para realizar la reparación de las máquinas con las que cuenta la empresa alimentaria, es por ello que aquí radica el problema central, dado que el único mantenimiento que realizan es el preventivo (generalmente limpieza), más no uno de inspección periódica de elementos de las máquinas (mantenimiento preventivo).

Considerando que la organización empresarial no cuenta con un planeamiento de mantenimiento escrito, ni tampoco con registros de mantenimiento de equipos, el presente estudio es estrictamente necesario, para lograr una mejora no solo en el mantenimiento y rendimiento de los equipos, sino que también contribuye en disminución de costos innecesarios por mantenimiento, el cual se puede desarrollar por parte de los colaboradores de dicha organización empresarial, sin necesidad de contratar una empresa externa para realizar dicho proceso.

En concordancia a lo previamente señalado, a continuación, se expondrán los estudios previos del presente estudio:

En cuanto al contexto internacional, se contó el estudio de Carayol Del Pino (2016), en su estudio recogió las mejoras que se aplicaron al sistema de mantenimiento para una organización empresarial que se encarga de obtener productos que derivan del cacao, por ejemplo: chocolate, pasta, manteca y polvo. Se implementó la metodología 5S's, que les permitió obtener una mejor gestión de recursos y en los puestos laborales, consecuentemente se tendrá una mejora para el desarrollo de operaciones en mantenimiento. Otro aspecto para mejorar será el plan de mantenimiento preventivo, así como la gestión de indicadores del mantenimiento, para ello se

estudiaron las operaciones existentes en su plan, es decir que se actualizará y se completará con el área operativa, con el talento técnicos y humanos y emitirán nuevas órdenes para componentes que no cuenten, partiendo del estudio de mantenimiento correctivo. Se realizó un análisis de en las operaciones establecidas como principales, que ocasionan un pare en una sección, que sea de tiempo prolongado, así como los recursos con los que cuenta el personal de mantenimiento y finalmente los requerimientos o la demanda de producción actual, las cuales evidentemente no serán las mismas, que cuando se realizó inicialmente su plan, en tal sentido operativa debe ser diferente. Concluyó que aplicando las mejoras adaptadas al sistema de mantenimiento de Natra Cacao, se consiguió un control y orden desde la perspectiva operacional y adicionalmente se demostró eficacia del plan de mantenimiento.

Guilbeaux (2017), el cual es el reflejo de la problemática en cuanto al funcionamiento de cómo desarrollan las actividades de mantenimiento a la maquinaria y/o equipos pertenecientes a una empresa que procesa chocolate en Baracoa. Debido a la avería constante de equipos, lo cual se refleja en su corta vida útil y acarreando costos excesivos en cuanto al presupuesto para el mantenimiento, se hizo una búsqueda de bibliografía que se asocie al tema, para lo cual se encontró una cantidad escasa de trabajos, los cuales no estuvieron argumentados adecuadamente. Se elaboró una descripción breve descripción del mantenimiento realizado en las distintas máquinas de empresa. Para el desarrollo se propuso una mejora al sistema de mantenimiento, que permita la evaluación de parámetros operacionales de los equipos por medio de cálculos y gráficos.

Rossino (2018), en su estudio, el cual se centró en diseñar un plan de mantenimiento preventivo dirigido a una organización empresarial de Chocolates Best, el cual contempló los equipos críticos (bombas, calderas, compresores, equipo de refrigeración, horno, etc), en la línea 3 de galleta Best, que pertenece a la organización empresarial, al interior del proceso productivo

de la misma. Se hizo un análisis financieramente si el proyecto, comprobando una mejora en cuanto a eficiencia en la utilización del talento humano y los materiales o repuestos disponibles en bodega. Se hizo el análisis del tiempo perdido por actividades en mantenimiento correctivo, previo a la instalación no adaptación del plan de mantenimiento preventivo de los equipos, el cual fue del 6%. De modo posterior se analizó haciendo una comparativa con la duración o el lapso temporal que demora un colaborador al desarrollar las mismas actividades, contando con una guía procedimental y los repuestos disponibles. Como resultado, se evidenció un 3.5% debido a tiempos muertos por mantenimiento de acuerdo al plan de mantenimiento propuesto, quedando evidenciado también una reducción de 2.5% para los tiempos muertos por mantenimiento, así como un incremento productivo del 38%, porque operaron a una rapidez de producción de 35 obleas/min, comparado con una velocidad de 27 obleas/min que fue previo al mantenimiento por prevención.

Miró (2019), en su producto académico, cuya meta central fue diseñar e implementar un sistema de mantenimiento centrado en procesos de la organización empresarial Textiles Pascual S.A. Sus resultados revelaron que con el diseño e implementación del sistema de mantenimiento sustentado en sus procesos fue altamente relevante y los beneficios económicos que reporta a la organización empresarial. Se puede verificar en dicho estudio que, de los procesos seleccionados, resultan relevantes 3 de ellos, siendo los mantenimientos: correctivo, preventivo y predictivo. Los demás procesos son de soporte para que estos 3 tipos de mantenimiento puedan funcionar a la perfección y se realice el control y seguimiento que resulte necesario para continuar con una mejora continua. Finalmente, concluyó que el sistema centrado en procesos es una herramienta útil de diseño de planes de mantenimiento, lo mismo que aporta en la generación de mejoras

grandes, las cuales se reflejan en los procesos productivo, lo que conlleva a los beneficios en la organización.

Anaya (2020), en su estudio realizado en Colombia, el cual fue cuantitativo de enfoque, en cuanto al nivel fue descriptivo y sustentado en la óptica documental, facilitó responder las preguntas y los propósitos, fue de diseño no experimental y de corte transversal, se empleó la encuesta como técnica, la cual agrupaba en 8 pilares del TPM. Como resultados se evidenció que una cantidad superior al 50% de colaboradores no tienen conocimiento o desconocen de la metodología TPM; Asimismo, los pilares que son de mayor dominio o conocimiento por los colaboradores fueron el pilar 8 SST y medio ambiente, pilar 4 Polivalencia y progreso de habilidades, pilar 2 mantenimiento autónomo y finalmente el pilar 7 Mantenimiento en las áreas que proporcionan soporte al pilar. Finalmente, los pilares con más oportunidades de mejora, cuyo grado de desconocimiento es superior al 80%, fueron los pilares 6 Mantenimiento de calidad y pilar 0 Aspectos generales.

Santana y Macías (2023), establecieron como propósito evaluar las maneras y efectos de fallo y el nivel de criticidad en diversas áreas de operación al interior del proceso de faenamiento del ganado mayor en un matadero del municipio de Guayaquil, para posteriormente diseñar y plantear un plan de mantenimiento anual para dicha área, por medio del análisis y diagnóstico del área escogida, tomando en desde el enfoque de la metodología (AMEF), y de las 5S para un lapso temporal de 6 meses (12/2021, hasta el 05/2022). Como conclusión señalaron que: El implementar la metodología 5S demostró ser todo un reto para el área de faenamiento de ganado mayor, debido a que los factores de clasificación, limpieza, orden y disciplina evidenciaron un grados de cumplimiento bastante inferiores que el nivel de estandarización. Por ende se debe poner

énfasis en la instauración de una cultura de calidad, que abarque a los colaboradores de dicha área, con la finalidad de lograr una mejora en la eficiencia y seguridad del proceso productivo.

Vargas y Vargas (2024), en su estudio tuvo como meta principal: Establecer el diseño de la metodología de mantenimiento sustentado en la gestión del riesgo para organizaciones empresariales metalmeccánicas. Como resultados, señalaron que es notoria la necesidad imperante de obtener mayor conocimiento acerca del mantenimiento sustentado en la gestión de riesgos en las organizaciones empresariales del rubro metalmeccánico. El implementar este enfoque de mantenimiento proporciona beneficios significativos, debido a que aborda de modo efectivo los problemas recurrentes que a menudo se ignoran o no se contempla, aportando a la preservación y fortalecimiento de la organización empresarial. Finalmente concluyeron que: el carecer de estímulos o tener un déficit de ellos en la incorporación de prácticas de mantenimiento basadas en la gestión del riesgo resalta lo necesario de plantear políticas organizaciones en donde se valore y premie la el desarrollo exitoso de estos enfoques, así como desarrollar un ambiente estimulante de compromiso e innovación, debido a que con mejora continua se puede incentivar a las organizaciones empresariales a implementar acciones proactivas, garantizando la confiabilidad y prolongando la vida útil de sus activos.

En el ámbito nacional se tiene el estudio de Pineda y Vargas (2015), en el cual la meta central fue diseñar un sistema de gestión de TPM para incrementar la disponibilidad y productividad en los equipos de producción en la organización empresarial “Molino Don Julio S.A.C”. En tal sentido se definieron indicadores de control que permitieron la reducción en cuanto al índice de frecuencia en los stop de producción de los equipos, para de ese modo incrementar la productividad y disponibilidad; por medio de capacitaciones, mantenimiento planificado, mantenimiento autónomo, y la implementación de las 3s, para así lograr concientizar a los

“Propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia operativa en una empresa alimentaria, Cajamarca 2024”

colaboradores en la metodología TPM. Respecto a las técnicas para recolectar la información que emplearon: análisis de documentos, entrevista individual, observación directa y registros. La implementación adecuada fue de utilidad para la obtención correcta de información y lograr una mejora en la gestión del mantenimiento al interior de la organización empresarial empleando de modo eficiente sus recursos. Al implementar la propuesta de diseño de un sistema de gestión de mantenimiento, incrementó la productividad en un 52% y un incremento del 85% para la eficiencia global en las máquinas (OEE), produciendo mejoras en la confiabilidad de los equipos y minimizando el índice de paradas de operación.

Perez (2021), en su estudio tuvo por meta central: “Diseñar un modelo de Gestión para el Mantenimiento constituido en TPM y RCM, para mejora en los costos de operación en una organización empresarial del rubro agroindustrial”. En tal sentido se desarrolló la metodología RCM de modo que se han establecieron 8 fases del modelo de Gestión de Mantenimiento propuesto, implementando en estas fases los pilares TPM, de modo que se estableció un programa con perspectiva de análisis de fallas, mantenimiento preventivo, un modelo de seguimiento y control de indicadores. Concluyó que con lo planteado en el diseño del modelo de gestión, se obtuvo una reducción en los tiempos de operación en tareas de mantenimiento básicas, con soporte de la herramienta SMED de modo que se obtuvo una mejora notable en los indicadores de Disponibilidad, Confiabilidad, MTTR, MTTF y OEE.

Cuadros (2021), en su estudio que tuvo como meta central Instalar un sistema de gestión para el mantenimiento que proporcione un mejoramiento de la efectividad global en las máquinas (OEE) en la organización empresarial Record S.A. Establecieron un enfoque cuantitativo, respecto al tipo de investigación fue aplicada, referente al nivel fue explicativa y por último referente al diseño fue Cuasi - Experimental. Sus resultados evidenciaron que al implementar el Sistema de

gestión para el mantenimiento en dicha organización empresarial, después de un periodo de 6 meses, lo cual se reflejó un mejoras de las cifras para la Efectividad Global en las máquinas, debido a que anterior a la implementación fue del 51% y posteriormente ascendió al 75%, en tal sentido hubo un incremento por mejora de un 24%; Asimismo con la implementación del plan de mantenimiento preventivo incrementó la disponibilidad en las máquinas del 76% a 89%, una mejora del 23%, la cual resulta de alta relevancia para un incremento en la capacidad productiva en horas-maquina disponibles y finalmente con la adaptación del plan de mantenimiento autónomo, se demostró un mejoramiento en la productividad de equipos desde un 67% hasta un 84%, lo que indicó que aumentó una cantidad de 17%. Concluyó que se logró un aumento respecto a la velocidad productiva, haciendo una revisión sistemática de las maquinarias por parte de los operarios, logrando una detección de fallas inminentes que sirvieron para la programación de un mantenimiento correctivo, en lo que se conoce como paradas por déficit de programación o feriados y fines de semana.

Pachas (2023), en su estudio tuvo como meta central elaborar el diseño de una propuesta para mejorar la gestión del mantenimiento en maquinaria de refrigeración en una organización industrial de lácteos. En el cual se diagnosticó la problemática actual, logrando identificar los problemas principales, por medio del diagrama Ishikawa o de pescado, el déficit en la actualización en los planes para el mantenimiento, la asignación no adecuada en los recursos para el mantenimiento, en el que se incluyen los repuestos que son críticos y que no se encontraban disponibles o no habían en stock, adicionalmente el déficit de formatos para evaluar el mantenimiento y además para instalar las máquinas a proveedores nuevos de recursos básicos (leche fresca), se evidenció un 56,41% de cumplimiento en el mantenimiento, los mismos se solucionaron en la propuesta de mejora, asimismo se logró mejorar el sistema eléctrico para la

“Propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia operativa en una empresa alimentaria, Cajamarca 2024”

funcionalidad de 12 máquinas obsoletas y finalmente se logró una mejora en los costos, logrando una reducción del 23,72% al año, en cuanto al impacto económico. Finalmente, sus resultados al evaluar económicamente arrojaron para el valor del VAN fue S/ 16 456,33, el valor para la TIR fue 20%, siendo superior al valor del COK (15% estimado), un valor de 1,26 en cuanto al beneficio/costo y el PRI del dinero de 3 años con 6 meses posteriores a la inversión.

Diaz (2023), tuvo por meta central: Elaborar el diseño de un sistema de gestión para el mantenimiento preventivo que permita aumentar la disponibilidad en los equipos de ITV, para la organización empresarial ORTEV SAC, es por ello que se utilizó un diseño no experimental, considerando como tamaño muestral al proceso de mantenimiento de la organización empresarial en el periodo temporal desde noviembre del 2021, hasta el mes de agosto 2022. Respecto a los resultados 10 problemas raíz tuvieron incidencia en la disponibilidad baja de las máquinas, evidenciando un 70% del cumplimiento en los procesos, cantidad excesiva de horas en reparaciones o mantenimiento correctivo y un 87,6% de disponibilidad, ocasionando perjuicios en la rentabilidad, es así que las pérdidas fueron de S/ 110 106,90, en base a lo referido, diseñó una propuesta para el sistema de gestión del MP, en función a formatería para funciones y procesos, estandarización de actividades por medio de diagramas de flujo, formatería para inspecciones y gestión logística para los repuestos y lograr un mantenimiento autónomo, con ello se estimó una mejora del 5,40% para la disponibilidad en los equipos críticos, adicionalmente se realizó la valoración económica a la propuesta planteada, en tal sentido el valor del VAN fue S/ 26 049.45, el valor para la TIR fue de 28,8% y finalmente al analizar los beneficios/costos se obtuvo un valor de 1,10, Por último concluyó que implementar el MP en la organización empresarial, tiene rentabilidad y viabilidad.

En el ámbito local Cerquin (2023), en su estudio, tuvo por propósito central “Determinar cómo TPM logrará una reducción en los costos de mantenimiento para la entidad empresarial”. Referente a su metodología fue de diseño aplicada, en cuanto a su enfoque fue cuantitativo y de tipo fue preexperimental. Posterior al implementar las propuestas para mejorar, mejoró de manera notable la disponibilidad de la máquina sierra circular, evidenciando un incremento desde el 64%, hasta el 94%. Esto a su vez permitió un ahorro monetario significativo de S/. 2336,75. La OEE tuvo un incremento desde el 65% al 81% y se tuvieron mejoras significativas en el rendimiento, del 80% al 94%. Asimismo, se evidenció una diferencia a favor del ahorro económico fue de 9.620 minutos, los cuales se representaron en 160,33 horas laborales, implicando un ahorro que asciende a S/. 1202,50. En cuanto a la calidad del producto, incrementó el cumplimiento porcentual en los estándares de calidad, los cuales fueron desde el 90% hasta el 96%. En cuanto a lograr la reducción considerable del costo total, menorando desde S/. 25 007,62 a S/. 13 707,62. Asimismo, esta mejora produjo un ahorro de S/. 11 300,00 debido a que la reducción fue en los costos totales. En lo que los costos unitarios, se evidenció una reducción de S/. 6,45 a S/. 0,38. Además, en cuanto a la valoración económica, determinaron el valor del VAN, el cual fue S/. 47 035,25, En cuanto al Índice de Rentabilidad (IR) tuvo un valor de 3.61, poniendo en evidencia que al invertir cada tendrá una ganancia de S/. 2.61.

En cuanto a las bases teóricas que proporcionan un sustento a las variables de estudio fueron:

**Mantenimiento Productivo Total – TPM:** El implementar de modo exitoso y sostenible al TPM, se debe considerar como una prioridad para cualquier jefatura o gerencia de mantenimiento de planta de producción (Gómez, 2016). TPM se refiere a una metodología

japonesa que conlleva a tener tiempos reducidos de inactividad, menor cantidad de averías y pares en la producción, en tal sentido implica una probabilidad menor que los productos finales resulten defectuosos o de mala calidad, en el transcurso de su manufactura. El TPM se fundamenta en la elaboración de estrategias que suelen actuar en función con la ideología de que cada funcionario participe y contribuya con las actividades que comprenden al mantenimiento y no asignar todo al personal de dicha área. Adicionalmente, utiliza o prioriza la utilización de las destrezas de la totalidad de trabajadores en la organización empresarial y su pretensión es la incorporación del mantenimiento en el desarrollo cotidiano de las organizaciones empresariales (Cuatrecasas, 2012).

El propósito del TPM se fundamenta en que los sistemas productivos optimicen de modo universal la eficiencia de una máquina, minimizando o erradicando defectos, accidentes y averías con la colaboración de todos los miembros de la entidad empresarial.

Para Cuatrecasas y Torrel (2010), el TPM se considera como una gama de procesos conectados, para la utilización trabajadores, máquinas, equipos y procesos de que sirvan de respaldo y de ese modo lograr una mejora y mantener los estándares de calidad en los sistemas y la capacidad productiva. Para lo cual contempla los siguientes objetivos:

Involucrar a la totalidad de trabajadores, desde los operadores, hasta las jefaturas o directivos, todo ello con el propósito de lograr sus metas con mucho éxito.

Instalar y adaptar un sistema de gestión para las áreas de producción que proporcione ayuda para eliminar las pérdidas, antes de que puedan presentarse y lograr los siguientes propósitos :

- Crear cultura organizacional orientada a lograr una mayor eficiencia para la gestión de máquinas y el sistema de producción:  $\text{Eficiencia global} = \text{Gestión de máquinas} + \text{Producción}$ .

“Propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia operativa en una empresa alimentaria, Cajamarca 2024”

- Implementar el mantenimiento preventivo de modo que permita cumplir con los propósitos y metas de obtener pérdida cero por medio de tareas que se puedan integrar en pequeños grupos laborales y que contribuyen un apoyo para el mantenimiento autónomo.
- Utilizar los sistemas de gestión en todas las áreas y contextos de producción, para lo cual se tienen que incluir al desarrollo, dirección, diseño y ventas.

### Figura 1.

Proceso de mejora en el ciclo de vida de una máquina.



Acorde con lo señalado por Rey (2001), los programas de TPM contienen como mínimo 8 ideas básicas que desempeñan un papel preponderante que sirven para determinar el éxito de dicho programa. Los 8 conceptos se mencionan a continuación:

Mantenimiento autónomo: un pilar clave del TPM que consiste en dotar a los operadores de máquinas y los colaboradores de mantenimiento de las habilidades necesarias para gestionar y realizar tareas de mantenimiento rutinario de manera independiente.

Mejora enfocada: un enfoque proactivo del mantenimiento que implica analizar exhaustivamente los procesos actuales que permitan la identificación de oportunidades que a su vez proporcionen mejora y optimización en su funcionamiento.

**Mantenimiento planificado:** un enfoque sustentado en datos que emplea análisis históricos y predictivos para anticipar y programar tareas de mantenimiento críticas, reduciendo así los tiempos muertos o inactivos y logrando mejorar la eficiencia.

**Mantenimiento de calidad:** Consiste en el proceso que se enfoca en garantizar que las tareas de mantenimiento se desarrollen de un modo efectivo, para detectar errores, prevenir defectos y garantizar la calidad en general.

**Gestión temprana de equipos:** un enfoque que aprovecha la experiencia práctica de los operadores para diseñar equipos nuevos que maximicen su vida útil, accesibilidad y productividad, desde el inicio.

**Formación y capacitación:** un componente esencial de cualquier programa de TPM que busca educar y capacitar tanto a operadores como a gerentes para maximizar su eficiencia y efectividad.

**Seguridad y salud ocupacional:** un aspecto fundamental en la implementación de TPM que prioriza la protección de los operadores y empleados, garantizando un entorno laboral saludable y seguro.

**Gestión orientada a TPM:** un enfoque integral que considera tanto los aspectos mecánicos como administrativos, como la gestión de pedidos y cronogramas, para optimizar la eficiencia y apoyar la producción.

Al implementar TPM, el objetivo es lograr un incremento en la producción y la productividad, logrando optimizar y/o minimizar tiempos muertos o de inactividad y mejorando la efectividad del equipo (OEE) con el tiempo. Esto requiere priorizar el mantenimiento preventivo en toda la organización, cambiando la mentalidad de "arreglar cuando se rompa" a una enfocada en la disponibilidad y optimización de la maquinaria. El programa TPM se estructura en cuatro

etapas clave: estabilizar y restaurar la maquinaria, midiendo las pérdidas, eliminarlas y lograr un mejoramiento en el diseño.

### **Eficiencia Operativa.**

Para Schiraldi y Varisco (2020), los cuales concordaron con Rojas et al. (2023), la efectividad global en OEE, es considerada como un reflejo en la operatividad en determinadas máquinas al momento de funcionar, teniendo en cuenta el rendimiento o eficiencia en la operación, disponibilidad y abarcando también calidad. Mientras que para Moreira (2022), la OEE, se considera como un indicador el cual facilita la medición de la eficiencia y rendimiento, adicionalmente facilita saber la eficiencia en cuanto a la producción en sus distintos niveles (organizacional, equipo, departamento) (Gamarra y Marquina, 2022).

Sin embargo, desde la perspectiva de Cuatrecasas (2012), la OEE se entiende como la manera de buscar la eficiencia óptima de una máquina por medio de la ejecución de las tareas que permitan un mejoramiento en factores tales como: Calidad, disponibilidad y efectividad.

Seminario (2017) sostiene que la eficiencia OEE se logra identificando, reduciendo y eliminando las 6 pérdidas las cuales se detectan luego de implementar al TPM, lo que mejora el rendimiento operacional. Para lograr la eficiencia global de las máquinas, se consideran factores como el coeficiente de disponibilidad, que considera las pérdidas debido a fallas y averías, así como las pérdidas por ajustes y preparación de los equipos. La minimización de estas pérdidas es crucial para alcanzar la eficiencia máxima.

Desde la perspectiva de Seminario (2017), los factores que poseen influencia en poder lograr la eficiencia global en las máquinas son:

El coeficiente de efectividad toma en consideración los pares de producción en las máquinas causadas por tiempos muertos, paros cortos y pérdidas generadas por disminuir la

velocidad debido al déficit de conocimiento de las capacidades de operación y la ausencia de un programa de mantenimiento adecuado. Por otro lado, el coeficiente de calidad se enfoca en las pérdidas ocasionadas por deficiencias en la calidad del producto, causadas por equipos defectuosos, procesos inadecuados y manipulaciones incorrectas debido a la falta de capacitación.

Por último, Torrel y Cuatrecasas (2010), indicaron que para obtener un rendimiento eficiente desde la perspectiva operacional, los coeficientes referidos previamente deben superar el 95%. Esto garantiza que no ocurran pérdidas significativas y se asegure la eficiencia operacional. La evaluación de estos coeficientes es altamente relevante para la identificación de las áreas de mejora y optimización del rendimiento de los equipos.

**Beneficio/Costo:** Se considera como una herramienta de utilidad para la gestión de procesos, debido a que su enfoque va hacia la medición en la asociación entre los costos productivos y el beneficio obtenido por la comercialización de un producto (Vásquez, 2016).

**Diagrama de Ishikawa:** Conocido también como diagrama de pescado, la cual permite la identificación en las causas raíz de un determinado problema que se presenta en las máquinas y analiza los factores que hacen su intervención en el proceso productivo (Burgasí et al., 2021).

**Falla:** Una falla se refiere al deterioro o daño ocasionado ya sea en 1 o más elementos que constituyen una máquina o equipo, lo que produce deficiencias en la operación (Olarte et al., 2010).

**Indicadores de Gestión.** Estos indicadores son herramientas que expresan de modo numérico (cuantitativo) y con medición verificable, el desempeño en los procesos, permitiendo la toma de decisiones de prevención o correctivas, o acciones en concreto (Da Silva, 2021).

**Metodología 5S:** Es considerada de alta utilidad en el proceso de mejora continua, el cual tiene por pretensión la creación de contextos laborales ergonómicos, eficientes y limpios (Falkowski y Kitowski, 2013, como se citó en Piñero et al., 2018).

Operatividad de equipos. Se refiere al periodo de una máquina o equipo del sector industrial, previo a los trabajos o actividades de algún tipo de mantenimiento en específico que le corresponda (Rodríguez, 2019).

Parada de máquina. Se considera como una interrupción en sus actividades o funcionamiento, ocasionada por una gama de fallas que se manifiestan en las máquinas que son parte del proceso productivo (Olarte et al., 2010).

Plan de capacitaciones. Se trata de una diversidad de procesos que tienen la finalidad que los colaboradores intervinientes, es decir operarios, adquieran o aprendan aptitudes nuevas, habilidades y conocimientos en función a metas claramente definidas, frecuentemente se dan en el corto plazo y de manera sistemática y organizada (Chiavenato, 1999).

Reparación de máquina: Se sustenta en recomponer algunas de las funciones de operatividad de un determinado equipo o máquina, por medio de actividades de mantenimiento orientadas para tal fin (Olarte et al., 2010).

Tiempo total de línea. Se refiere al tiempo que tarda que una pieza al recorrer las diversas fases operativas de producción, hasta lograr convertirse en producto concluido.

Tiempo improductivo planificado. Se refiere a la programación para realizar la medición del rendimiento de los equipos, inspeccionar y realizar actividades de mantenimiento predictivo u otros tipos de mantenimiento.

Tiempo improductivo no planificado. Se refiere a cualquier eventualidad que no se ha previsto y los cuales ocasionan interrupciones y afectan a la cadena productiva, calidad y costo de los productos (Tavares, 2020).

“Propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia operativa en una empresa alimentaria, Cajamarca 2024”

Tasa Interna de Retorno (TIR). Se refiere a la tasa de rentabilidad o interés que es ofrecido en cualquier proyecto de negocio o inversión. En otras palabras, se trata del porcentaje de beneficio o pérdida que se puede obtener en algún proyecto de inversión (Sevilla, 2017).

VAN: Se trata de la medición de la viabilidad en un determinado proyecto o propuesta de mejora, la cual se realiza calculando la cantidad total que incrementa un determinado monto capital, producto consecuente del desarrollo o implementación de dicha propuesta de mejora o proyecto (Pasqual, 2007).

## **1.2. Formulación del problema**

¿La propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento TPM, permitirá incrementar la eficiencia operativa en una empresa alimentaria, Cajamarca 2024?

## **1.3. Objetivos**

### **Objetivo General**

Diseñar un sistema de mantenimiento TPM, para aumentar la eficiencia operativa de la maquinaria en una empresa alimentaria de chocolate, Cajamarca, 2024.

### **Objetivos Específicos**

Identificar y analizar los procesos de fabricación, máquinas empleadas en los procesos productivos de la empresa alimentaria.

Determinar las horas de funcionamiento en los equipos utilizados para el proceso de producción.

“Propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia operativa en una empresa alimentaria, Cajamarca 2024”

Establecer las fallas principales de la maquinaria y equipos, así como el stock de repuestos para mantenimiento de las mismas.

Elaborar el diseño un sistema de mantenimiento TPM, para aumentar la eficiencia operativa de la maquinaria.

Desarrollar el análisis económico del VAN, TIR, Beneficio/Coso y el COK, para la propuesta planteada.

#### **1.4. Hipótesis**

La propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento TPM, incrementa la eficiencia operativa en una empresa alimentaria, Cajamarca 2024.

#### **Justificación**

Respecto a la justificación del actual estudio, se consideró 3 criterios: metodológico, teórico, práctico.

Para el aspecto metodológico, el actual estudio, es desarrollado con un enfoque cuantitativo, el cual recolectó la información de manera numérica, para el tipo de estudio se consideró un estudio aplicado, debido a que permitió emplear el método científico, para la resolución de un problema en particular y finalmente su diseño fue no experimental, debido a que no se realizó manipulación de alguna variable.

En cuanto a la justificación teórica, se contribuirá un conocimiento científico, en función al uso de las herramientas que se tienen en la ingeniería, con el propósito de aumentar los índices de operatividad en maquinarias y de manera específica en la organización empresarial del rubro agroindustrial.

“Propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia operativa en una empresa alimentaria, Cajamarca 2024”

Respecto a la justificación práctica, se pretendió diseñar un plan de mantenimiento productivo total, cuyo propósito fue incrementar la operatividad en los equipos de una industria alimenticia ubicada en la región Cajamarca, identificando motivos principales y proporcionando distintas alternativas para la solución en cada una de ellas.

Atendiendo y considerando los estudios previos manifestados y en pro de sustentar de modo teórico las variables que intervienen en la investigación, se elaboró un marco teórico.

## **CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA**

### **2.1. Enfoque.**

Se sustentó en un enfoque cuantitativo, el cual se basa en medir objetivamente. Dicho enfoque facilita y permite la examinación de la información de modo numérico y el análisis documental estadístico de los datos recopilados por medio de cuestionarios, encuestas, entrevistas, para poder abordar preguntas de estudio, posteriormente probar hipótesis planteada y finalmente la confirmación y validación de teorías (Hernández y Mendoza., 2018). En este caso, se sustenta en el método Hipotético – Deductivo, el cual es método que utilizan los investigadores para la creación de hipótesis, poder diseñar experimentos y concluir de manera exitosa y significativa (Hernández y Mendoza, 2018).

### **2.2. Nivel de estudio**

Acorde con lo indicado por Hernández y Mendoza (2018), se planteó el nivel explicativo, debido a que plantearon que el alcance referido, posee características particulares que permiten establecer causa – efecto entre las variables de estudio, suelen ser de profundidad y son estructuradas. En tal sentido, se plantean variables independientes (conocidas como las causas) y también las variables dependientes (conocidas como efectos) y finalmente las hipótesis pueden ser planteadas de modo que pueda establecerse alguna causalidad.

Acorde con Castro et al. (2023), refirieron que los estudios de alcance aplicativo, suelen basarse en los conocimientos previamente logrados, o en los que se lograron por medio de un estudio básico para que de modo posterior se puedan orientar o dirigir hacia el logro de los propósitos específicos; En tal sentido, este tipo de estudios suele tomar en consideración a todos

los conocimientos que pudiese existir en un ámbito en concreto y que por último será dirigido hacia el intentar o buscar una solución a determinada problemática específica.

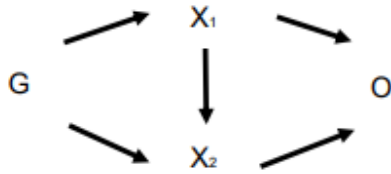
Es así que los resultados de un estudio de alcance aplicativo tienen la pretensión de tener un enfoque en la validación de una probable implementación de propuestas, prototipos o modelos que se materializan en los diversos niveles de transferencias y madurez tecnológica. El estudio aplicado suele realizar la exploración y concretar las ideas en una situación operativa; Es así que las aplicaciones que puedan obtenerse suelen ser susceptibles para protección por medio de instrumentos de propiedad del intelecto I (Castro et al., 2023).

### **2.3. Tipo de estudio.**

En cuanto al tipo de estudio que se empleó fue aplicado, el cual se sustenta en emplear el método científico en la resolución de diversas problemáticas aplicando los diversos conocimientos respecto a un fenómeno o campo específico (Hernández y Mendoza, 2018). Es así que el presente producto académico estudio utiliza los conocimientos que ya se encuentran vigentes y trabaja en base a los mismos, para resolver los problemas de operatividad en la maquinaria usada por la empresa.

### **2.4. Diseño.**

En cuanto al diseño que se usó este estudio fue el no experimental, en los cuales se desarrollan sin manipulación deliberada alguna de las variables, lo cual sugiere que son estudios en los cuales únicamente se observan los acontecimientos o sucesos en su ámbito natural para posteriormente someterlos a un análisis riguroso (Hernández y Mendoza, 2018).



Donde:

G: Empresa de Industria Alimentaria

X1: Diseño de un plan de mantenimiento TPM

X2: Incremento en la operatividad en la maquinaria.

O: Observaciones de las variables en base a sus dimensiones

## 2.5. Población.

Se le conoce como un conjunto de personas o cosas sometidos a investigación, los cuales además comparten criterios similares para inclusión como un rasgo (Hernández y Mendoza., 2018). En cuanto al actual producto académico, la población se constituyó por el total de máquinas que posee la empresa industrias alimentarias.

## 2.6. Muestra.

Se le conoce así a una parte extraída de la población, a la cual se le puede llevar a cabo una investigación de manera específica, con la finalidad de representar, comprender y determinar las características de la población (Hernández y Mendoza, 2018). Con fines prácticos, el actual producto académico se tomó en cuenta la misma cantidad que la población.

## 2.7. Muestreo.

Los objetos de estudio fueron seleccionados por medio del muestreo considerado como no probabilístico y por conveniencia debido a que eligieron únicamente las máquinas que cumplan los criterios establecidos y sean mayor facilidad de acceso.

### 2.7.1. Técnicas.

A continuación, se evidencian las técnicas que se utilizaron para el presente producto académico.

**Tabla 1.**

*Técnicas e instrumentos para recolectar información.*

Objetivo	Técnica	Justificación	Instrumentos	Fuentes
Diagnosticar la situación actual en la organización empresarial alimentaria y determinar la operatividad actual de los equipos	Observación	Permitió realizar la observación del área laboral, ejecución de actividades, operatividad en los equipos y el desempeño de los procesos productivos.	Guía de observación	Colaboradores de diversas áreas de la entidad empresarial (Guía de observación)
Diseñar el plan de mantenimiento TPM para el área de producción	Análisis de documentos	Permitió profundizar en la información interna, respecto a la información que gestiona la entidad organizacional respecto al mantenimiento de máquinas.	Registro de contenido del documento del mantenimiento de las máquinas	Área de producción de la empresa de industria alimenticia
Determinar la operatividad de las máquinas después del plan de mantenimiento TPM	Análisis de documentos	Permitió profundizar en la información interna, referente a los datos que gestionan la entidad empresarial respecto a la operatividad en los equipos.	Cronómetro	Área de producción de la empresa de industria alimenticia

“Propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia operativa en una empresa alimentaria, Cajamarca 2024”

Objetivo	Técnica	Justificación	Instrumentos	Fuentes
Determinar la viabilidad económica financiera del plan de mantenimiento TPM	Análisis de documentos	Permitió realizar un análisis a la valoración financiera y económica después implementar el plan de TPM	Hoja de Cálculo en Microsoft Excel	Empresa de industria alimenticia

### 2.7.2. Observación.

Para ello se aplicó una guía de observación para las diferentes áreas en la empresa alimentaria, por medio de la observación directa para establecer su estado situacional y el modo en que se desarrollan las tareas o actividades.

### 2.7.3. Análisis documental.

El instrumento utilizado fue la documentación obtenida de la organización empresarial alimentaria bajo el propósito de identificar y recolectar la información de manera cuantitativa, la información histórica que tiene en sus archivos la entidad empresarial.

## Instrumentos.

A continuación, se describen los instrumentos utilizados en la investigación.

**Tabla 2.**

*Técnicas e instrumentos de recolección de los datos.*

<b>Objetivo</b>	<b>Técnica</b>	<b>Instrumentos</b>	<b>Proceso</b>	<b>Indicador</b>
Diagnosticar la situación actual de la empresa alimentaria y determinar la operatividad actual de los equipos	Observación	Guía de observación	Extracción de información	Causas de la baja operatividad de las máquinas
Diseñar el plan de TPM para el área de producción	Análisis de documentos	Registro de contenido del documento del mantenimiento en los equipos	Análisis de los datos	Porcentaje de cumplimiento
Determinar la operatividad de los equipos posterior a la implementación plan de TPM	Análisis de documentos	Cronómetro	Análisis de los datos	Operatividad de máquinas, tiempos muertos, número de fallas, etc.
Determinar la viabilidad financiera y económica del plan de TPM	Análisis de documentos	Hoja de Cálculo en Microsoft Excel	Análisis de los datos	VAN, TIR, B/C

## Procedimientos.

Se procedió en detallar el procedimiento realizado en el actual estudio:

**Figura 2.**

Procedimiento para el desarrollo del estudio en la empresa.



## Aspectos éticos

Con el transcurrir de investigación, se garantizó la confidencialidad en los datos recolectados, protegiendo los datos confidenciales de la empresa. La investigación también se llevó a cabo con respeto a la autoría, citando adecuadamente a los autores y referenciando acorde con las normas APA 7ma edición.

“Propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia operativa en una empresa alimentaria, Cajamarca 2024”

### CAPÍTULO 3. RESULTADOS

#### **OE 1. Identificar y analizar los procesos de fabricación, máquinas empleadas en los procesos productivos de la empresa alimentaria.**

Como es un proceso productivo por estaciones, se realizará una cierta cantidad de chocolate para, según la cantidad de demanda del mercado.

**Figura 3.**

*Diagrama de flujo correspondiente al Proceso Productivo del Chocolate.*



Clasificación: En esta fase se contempla la remoción de cuerpos extraños o ajenos al metal, como lo son las piedras, vidrio, trozos de madera etc. Luego de desarrollar las operaciones, pueden quedar residuos, que se eliminan a mano.

Tostado: En este proceso, los granos resaltan su color, sabor y olor en el producto final que es el chocolate, y se realiza a diferentes temperaturas y tiempos según el tipo de grano que se encuentre procesando y el tipo de producto deseado o tipo de chocolate que se tenga planificado elaborar.

Descascarillado: Se trata del proceso en el cual se erradica la cáscara en los granos de cacao, a este proceso se le conoce por el nombre descascarillado. Al margen de la utilización en la industria, los granos en su totalidad son sometidos en un primer momento al proceso de descascarillado, previo a ser convertidos en licor o pasta de cacao. Esto puede hacerse a bajas temperaturas, o las judías pueden secarse mediante radiación infrarroja.

Descascarillado: Proceso de eliminación de la cáscara de los granos de cacao, también conocido como descascarillado. Independientemente de su uso en la industria, todos los granos de cacao deben someterse primero a un proceso de descascarillado antes de poder ser transformados en pasta o licor de cacao. Para ello, esto puede realizarse a temperaturas bajas, o para el caso particular de las judías pueden realizar el secado por medio de radiación infrarroja.

Molienda: Al realizar el proceso de molienda se puede producir el licor de cacao, que se suspende en manteca de cacao derretida. Este proceso de molienda al estar el cacao ya tostado y limpio se puede realizar con un rodillo; Antiguamente se empleaban rodillos de granito y en la actualidad frecuentemente se utilizan rodillos fabricados a base de acero.

“Propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia operativa en una empresa alimentaria, Cajamarca 2024”

Calentamiento: se considera una operación de alta relevancia, principalmente por la cantidad natural de agua que existe, la cual mezclarse con el calentamiento, se ocasionan una serie de reacciones químicas en donde intervienen los compuestos precursores formados en el transcurso del proceso de fermentación y secado, que posteriormente producen el aroma y sabor característicos del chocolate.

Prensado: Se trata del proceso en el cual el líquido o la masa de cacao son sometidos a la prensa; en esta etapa se da la separación de la grasa en el líquido o en la masa, acorde al porcentaje que se desee obtener, y el residuo que se forma durante el proceso se conoce como torta de cacao. Cuando se desea producir pasteles con distintos porcentajes de grasa, es el fabricante quien posee el control de la cantidad de mantequilla que se extrae del licor. Asimismo, se realiza el procesamiento de molienda a la torta para obtener cacao en polvo, el cual es altamente usado en las industrias alimentarias.

Elaboración del chocolate: La elaboración del chocolate implica realizar la mezcla del licor con manteca elaborados del cacao, leche, azúcar y emulsionantes. La mezcla es sometida a un proceso de refinado y amasado con el propósito de su calidad y textura. Las cantidades de las proporciones de ingredientes suele variar acorde al tipo de chocolate que se desea obtener.

Como una empresa seria, realizaremos gran parte de los procesos, con equipos necesarios para la producción de chocolate, la cual detallamos a continuación:

“Propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia operativa en una empresa alimentaria, Cajamarca 2024”

### **Maquinaria empleada en el proceso productivo.**

#### **Seleccionadora de grano de cacao: Deli pack.**

Esta máquina se utiliza para la separación de cacao, según su peso por gravedad, adicionalmente hace la separación de los defectos de manera rápida y permite el mejoramiento en la calidad del producto. Ventajas: Operación simple. Bajo consumo energético. Mínimo ruido.

#### **Figura 4.**

Seleccionadora de cacao.



Nota. Empresa Alimentaria.

#### **Tostadora de grano de cacao: Deli pack.**

Con capacidad de 50 kg, este equipo cuenta con un sistema para distribuir el calor entre las semillas de cacao, realizando un intercambio de modo vertical hacia la zona superior y luego hacia la zona inferior. Ventajas: Se garantiza un secado uniforme de acuerdo a su distribución de calor, en tal sentido sirve para orear y secar a la vez, consumo energético bajo y sencilla instalación y operación.

**Figura 5.**

*Tostadora de cacao.*



Nota. Empresa Alimentaria.

**Descascarilladora de cacao:**

Este equipo es el encargado de separar la cascarilla del cacao que ue previamente tostado. Es decir, pela granos de cacao sin ocasionar dañarlos, es de sencilla operación y mantenimiento, posee un mecanismo de un rodillo forrado de jebe corrugado lo cual permite no dañar ni maltratar al cacao durante el proceso de funcionamiento, su material es a base de acero inoxidable ISO 304, posee un motorreductor de 2 HP y su ventilador es de 0.75 HP.

**Figura 6.**

*Descascarilladora de cacao*



Nota. Empresa Alimentaria.

“Propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia operativa en una empresa alimentaria, Cajamarca 2024”

### **Molino de grano de cacao:**

Se encarga de la molienda de los granos de cacao secados previamente. La molienda de granos de cacao se da de manera forma homogénea, su diseño y composición de materiales no permite la adherencia del grano a la máquina, también es de sencilla operación y mantenimiento.

### **Figura 7.**

*Molino.*



Nota. Empresa Alimentaria.

### **Marmita DELIPACK inox, de 500 kg.**

Marmita de 500 kg, construida totalmente en acero inoxidable. Combustible: GLP. Agitador con motor (botón de encendido/apagado en el tablero). Enchaquetado para agua o aceite industrial. Sistema de volcado manual y motorizado (botoneras en el tablero de control). Posee control de temperatura (el actuador es una electroválvula de gas-GLP). Switch para chispero en el tablero de control.

### **Figura 8.**

Marmita de 500 kg



Nota. Empresa Alimentaria.

“Propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia operativa en una empresa alimentaria, Cajamarca 2024”

### **Marmita DELIPACK inox, de 200 kg.**

Construida totalmente en acero inoxidable. Combustible: GLP; Agitado con motor (botón de encendido/apagado en el tablero). Enchafetado para agua o aceite industrial. Sistema de volcado manual y motorizado (botoneras en el tablero de control). Posee control de temperatura (el actuador es una electroválvula de gas-GLP). Switch para chispero en el tablero de control.

#### **Figura 9.**

*Marmita de 200 kg*



Nota. Empresa Alimentaria.

### **Dosificadora electroneumática DELIPACK inox.**

Dosificadora Electroneumática por peso lineal de 4 celdas para medir y dispensar productos con gran exactitud y velocidad con la línea de escalas lineales.

#### **Figura 10.**

*Dosificadora*



Nota. Empresa Alimentaria.

“Propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia operativa en una empresa alimentaria, Cajamarca 2024”

### **Máquina para calentamiento de moldes DELIPACK inox.**

La máquina para calentamiento de moldes DELIPACK inox., tiene un funcionamiento cuya temperatura máxima es de 400 °C, Sistema de volcado manual y motorizado (botoneras en el tablero de control). Las pistolas poseen control de temperatura.

#### **Figura 11.**

*Moldes Delipack*



Nota. Empresa Alimentaria.

### **Mesa Vibradora de moldes Delipack inox.**

Esta máquina vibradora de moldes se emplea fundamentalmente en el proceso de chocolate, es de acero inoxidable eléctrico vibración.

#### **Figura 12.**

*Mesa vibradora de moldes.*



Nota. Empresa Alimentaria.

“Propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia operativa en una empresa alimentaria, Cajamarca 2024”

### **Cámara de Frio Delipack inox.**

Se trata del túnel para enfriamiento del chocolate, posee una extensión longitudinal de 8m y cuya capacidad de procesamiento es de 100 kg/hora, esta máquina es empleada para proporcionar brillo y firmeza posterior del atemperado, se constituye por 2 zonas o áreas, las cuales tienen independencia en temperatura. Con esta cámara de frío se podrá dar un terminado a la perfección, brillante y libre de sugar bloom a las cubiertas de chocolates y los chocolates en sí.

#### **Figura 13.**

*Cámara de frío.*



Nota. Empresa Alimentaria.

### **Empacadora de chocolate Delipack inox.**

Esta máquina sirve para empaquetar al chocolate horizontal, es utilizada principalmente para el proceso de embalaje para una gama de elementos sólidos, tales como: artículos de uso diario, bandejas, cajas, chocolates, dulces, medicamentos, pan, pasteles de luna, galletas, piezas de hardware, etc. Se considera de sencilla operación y mantenimiento

**Figura 14.**

*Empacadora.*



Nota. Empresa Alimentaria.

### **Determinación de la materia prima**

Como una empresa, en busca de desarrollo, empezaremos realizar el proceso con la materia prima indispensable que es el cacao y la bobina (envoltura)

Suelen emplear 20 toneladas de cacao para 110000 unidades de chocolate cada tableta de chocolate tendrá un precio de S/. 3.2.

**Tabla 3.**

*Detalle presupuestal de materia prima mensual.*

Materia Prima	Unidad de Medida	Número de Unidad	Costo de Unidad	Costo Total	Porcentaje
Cacao	Tn	20	S/. 12,000.00	S/. 240,000.00	96,9%
Bobina kg	Kg	25	S/. 312.00	S/. 7,800.00	3,1%
Total				S/. 247,800.00	100,00%

Nota. Empresa.

“Propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia operativa en una empresa alimentaria, Cajamarca 2024”

**Determinación de la Mano de Obra directa:**

Será especializada, se trabajará de lunes a sábado, 48 horas semanales

1 operario que desempeña la labor de transportar la materia prima a las maquinas (Seleccionadora de grano, Tostadora de grano de cacao, Descascaradora de cacao)

1 operario que se encarga de la labor de transporte de materia prima a las maquinas (Molino de grano de cacao, Marmita para 500 kg, Dosificadora)

1 operario que es encargado de la calibración de las Pistolas y calentamiento de máquinas, colocar moldes en la mesa vibradora y Empaquetadora.

**Tabla 4.**

*Presupuesto mano de obra directa.*

<b>M.O.D.</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Sueldo Mensual</b>	<b>(+) ESSALUD</b>	<b>Costo Total</b>
Operadores	3	S/. 1 500,00	S/. 135,00	S/. 4 905,00
			<b>Total</b>	<b>S/. 4 905,00</b>

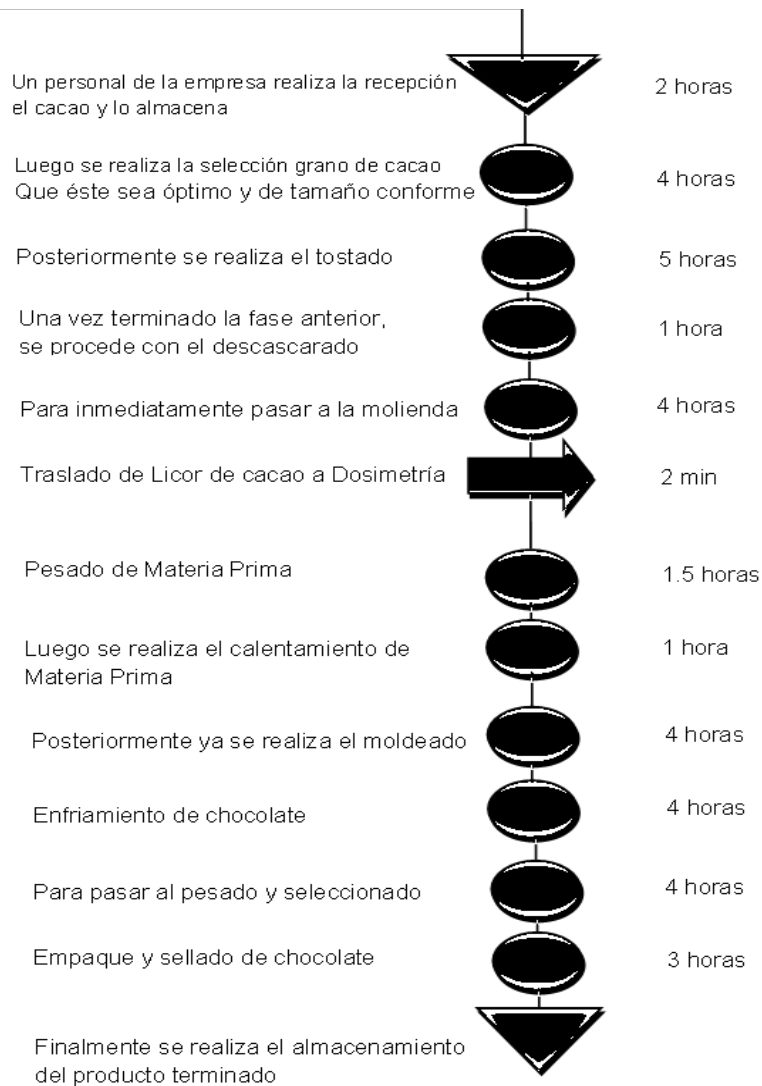
Nota. Empresa.

**OE 2. Determinar las horas de funcionamiento en los equipos utilizados para**

**el proceso de producción.**

**Figura 15.**

*Flujograma del Proceso de Chocolate*



**Diagrama de Gantt**

Herramienta que se emplea en la programación para la producción de cualquier producto y/o de la ejecución de proyectos en general, cada tarea se escribe sobre un eje vertical. El tiempo se ubica o representa por el eje horizontal y la duración prevista para cada tarea, así como su duración real, están representados con una barra con su longitud

“Propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia operativa en una empresa alimentaria, Cajamarca 2024”

respectiva. El gráfico señala además el tiempo más próximo posible al inicio de cada tarea.

Se presenta el proceso de producción, las actividades realizadas y el tiempo que demanda ejecutar cada actividad, a continuación:

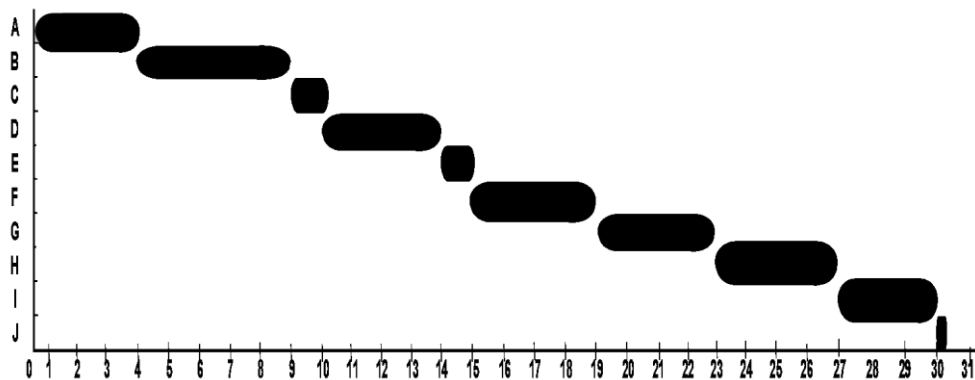
**Tabla 5.**

*Tabla para Diagrama de Red.*

Actividad	Descripción	Predecesor	Duración (Hrs)
A	Selección de cacao	-	4
B	Tostado	A	5
C	Descascarillado	B	1
D	Molienda	C	4
E	Calentamiento de M.P.	D	1
F	Pesado y Moldeado	E	4
G	Enfriamiento	F	4
H	Pesado y Seleccionado	G	4
I	Empaque y Sellado	H	3
J	Almacenamiento	I	0,25

**Figura 16.**

*Diagrama de Gantt*



**Diagrama de Red.**

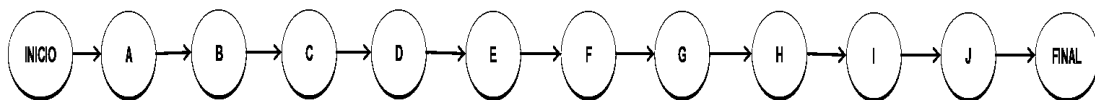
Todas las tareas se representan por una flecha denominada arco o rama; El inicio y el fin para cada tarea se indican por un vínculo, que se conoce como nodos. Cada tarea tiene inicio en el nodo donde sus predecesores inmediatos concluyeron.

“Propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia operativa en una empresa alimentaria, Cajamarca 2024”

A continuación, se presenta las actividades que se programan para la elaboración del chocolate, las actividades relacionadas y el tiempo que demanda ejecutar cada actividad para 400 kg de chocolate, cabe resaltar que estas actividades van paralelas unas a las otras.

**Figura 17.**

*Diagrama de Red*



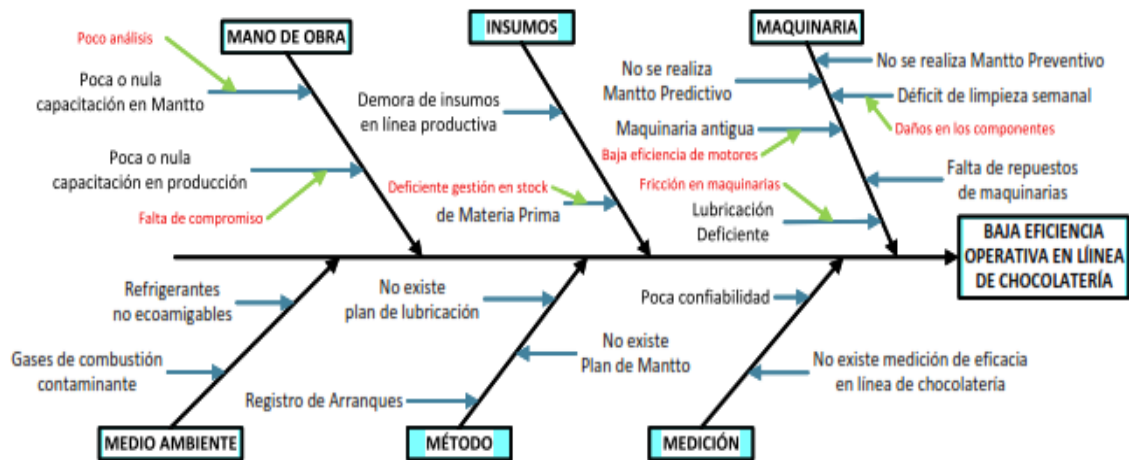
**OE 3. Establecer las fallas principales de la maquinaria y equipos, así como el stock de repuestos para mantenimiento de las mismas.**

En la empresa alimentaria, posee eficiencia operativa baja evidenciada en la línea de chocolatería, cuya problemática está en la manufactura, gran parte de las causas se deben al mantenimiento preventivo con baja frecuencia y el análisis de los colaboradores que operan los equipos. En tal sentido se evidencia el diagrama Ishikawa con causas centrales que ocasionan la baja eficiencia operativa en la línea de producción de chocolates o chocolatería, tal como se puede apreciar en la figura 19.

“Propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia operativa en una empresa alimentaria, Cajamarca 2024”

**Figura 18.**

*Diagrama de Ishikawa*



Entre las diversas fallas, se destacan las siguientes:

**Tabla 6.**

*Fallas principales en la maquinaria de la empresa.*

Item	Fallas principales en eficiencia operativa de chocolatería	%
1	Mordaza, sellado	42,05
2	Templador	23,28
3	Envasadora TBB 900	12,16
4	Swicht dosificador	8,24
5	Pistón dosificador	6,29
6	Compresor	4,68
7	Codificador	3,3

Según con la tabla 6, se evidenciaron las fallas principales en la eficiencia operativa en la línea de chocolatería.

**Tabla 7.**

*Causas de baja eficiencia operativa en la maquinaria de la organización.*

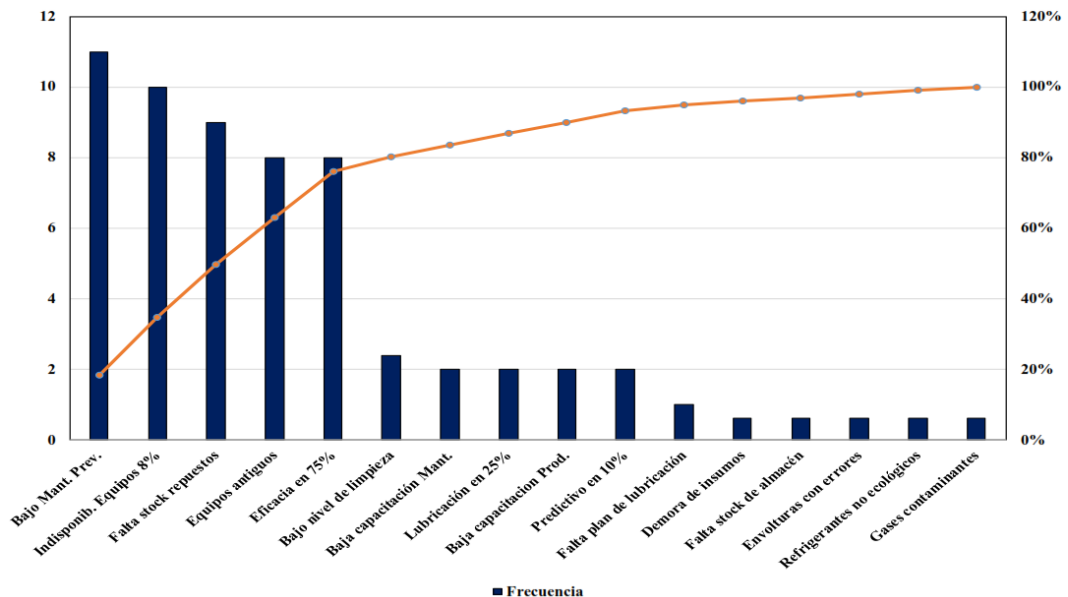
Item	Causas de baja eficiencia operativa en chocolatería	Frecuencia	%
1	Bajo Mantenimiento Preventivo	11	17,74
2	Indisponibilidad Equipos	10	16,13
3	Déficit de stock repuestos	9	14,52
4	Máquinas antiguas	8	12,90
5	Eficacia al 75%	8	12,90
6	Déficit o nivel bajo de limpieza	2	3,23
7	Déficit de capacitación en Mantenimiento	2	3,23

“Propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia operativa en una empresa alimentaria, Cajamarca 2024”

Item	Causas de baja eficiencia operativa en chocolatería	Frecuencia	%
8	Lubricación al 25%	2	3,23
9	Déficit de capacitación para Producción	2	3,23
10	Mantenimiento Predictivo al 10%	2	3,23
11	Inexistencia o déficit de un plan para lubricación	1	1,61
12	Demora en la gestión de insumos	1	1,61
13	Déficit de stock de almacén	1	1,61
14	Envolturas erróneas	1	1,61
15	Refrigerantes ecológicamente no amigables	1	1,61
16	Gases contaminantes	1	1,61
<b>Total Acumulado</b>		<b>62</b>	<b>100</b>

**Figura 19.**

*Diagrama de Pareto.*



Acorde lo evidenciado con la figura 19 y tabla 7, en la cual se visualiza el diagrama Pareto, se determinó que el factor mantenimiento y gestión tiene un impacto en un 80% y son las causas centrales en dicha problemática.

De acuerdo con la tabla 7, se evidenciaron las causas para la baja eficiencia operativa en dicha área producción.

En ese sentido, resulta relevante mostrar la fiabilidad actual de la empresa, en tal sentido se presentan los valores MTBF (en horas) y MTTR (en horas), tomado como

“Propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia operativa en una empresa alimentaria, Cajamarca 2024”

muestra de la empresa, con la finalidad de conocer el estado situacional de los indicadores de mantenimiento.

**Tabla 8.**

*Indicadores de falla.*

<b>Dia</b>	<b>MTBF (Horas)</b>	<b>MTTR (Horas)</b>	<b>Dia</b>	<b>MTBF (Horas)</b>	<b>MTTR (Horas)</b>
1	7,55	0,76	8	11,5	0,8
2	8,52	2,2	9	7,87	0,65
3	10,45	1,56	10	12,5	1,2
4	21	1,5	11	7,65	0,64
5	7,75	4,9	12	2,91	1,09
6	19,5	2,45	13	4,5	1,3
7		Domingo	14		Domingo
15	5,5	0,75	22	2,4	0,58
16	5,75	0,5	23	11,5	0,5
17	7,47	1	24	3,75	1,66
18	4,18	0,6	25	2	3,25
19	7,53	0,55	26	1,35	1,5
20	3,45	0,45	27	4,3	2,35
21		Domingo	28		Domingo
			29	6,5	3,15
			30	8,5	1,75

Según tabla 8, se verificó el valor promedio del 7,53 en el MTBF (Tiempo promedio entre fallas), lo cual sugiere que el equipo se detiene cada 7,53 horas. En tal sentido, se evidenció un promedio del 1.45 en el MTTR (Tiempo promedio para actividades de reparación). Estos resultados resultaron preocupantes, por tanto se deben mejorar.

**Tabla 9.**

*Medición de eficacia en 30 días.*

<b>Dia</b>	<b>Eficacia</b>	<b>Dia</b>	<b>Eficacia</b>	<b>Dia</b>	<b>Eficacia</b>	<b>Dia</b>	<b>Eficacia</b>	<b>Dia</b>	<b>Eficacia</b>
1	93,15	7	Domingo	13	91,59	19	88,72	25	83,07
2	89,27	8	87,43	14	Domingo	20	91,43	26	92,55
3	90,69	9	90,31	15	80,13	21	Domingo	27	93,25
4	92,23	10	85,25	16	81,61	22	79,82	28	Domingo
5	87,29	11	90,85	17	86,41	23	91,58	29	92,14
6	91,25	12	81,31	18	91,58	24	88,29	30	77,15

“Propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia operativa en una empresa alimentaria, Cajamarca 2024”

De la tabla 9, para la eficacia se evidenció que el 88.01%, los Kg planificados no se produjo el total, ocasionado por diversos problemas con el área de ventas, la eficiencia se calcula en función a la razón de lo producido entre el total programado. En ese sentido, resulta de alta utilidad poder subir el valor obtenido, con el propósito de incrementar la producción con un respectivo mantenimiento e inspección a la maquinaria productiva.

**Tabla 10.**

*Indicadores de Producción y mantenimiento.*

<b>Año</b>	<b>Productividad (Tn/HH)</b>	<b>MTBF (Hrs)</b>	<b>MTTR (Hrs)</b>	<b>Producción (Kg/HH maq)</b>
<b>2020</b>	0,25	9,75	0,9	90,25
<b>2021</b>	0,27	13,5	0,75	95,5
<b>2022</b>	0,3	7,75	1,35	90,8
<b>2023</b>	0,29	8,25	2,15	96,4
<b>2024</b>	0,28	13,2	0,95	93,9
<b>Promedio</b>	<b>0,278</b>	<b>10,49</b>	<b>1,22</b>	<b>93,37</b>

De acuerdo con la tabla 10, que los factores como MTBF (Tiempo medio entre fallos), obtuvo un valor promedio de 10,49 y MTTR (Tiempo medio en reparación) un valor promedio de 1,22.

**Tabla 11.**

*Indicadores de Eficiencia Operativa (OEE).*

<b>Año</b>	<b>Confiabilidad (%)</b>	<b>Rendimiento (%)</b>	<b>Calidad (%)</b>	<b>Eficiencia Operativa</b>
<b>2020</b>	90,55	87,65	88,50	74,61
<b>2021</b>	92,05	89,3	90,25	78,09
<b>2022</b>	91,15	88,7	92,00	75,19
<b>2023</b>	89,9	81,15	93,00	70,77
<b>2024</b>	88,5	92,45	89,25	76,09
<b>Promedio</b>	<b>90,43</b>	<b>87,85</b>	<b>90,60</b>	<b>74,95</b>

De acuerdo con la tabla 11, se verificó que la confiabilidad de las máquinas estuvo en 90,43%, la eficacia en promedio fue de 87,85%, el promedio de calidad fue del 94,40% y finalmente la eficiencia operativa actual obtuvo un valor de 74,95%.

En cuanto al Stock, la organización empresarial no tiene con un stock de repuestos, por lo que únicamente compran cuando se presentan las fallas, algo que sin duda representa un problema en cuanto a la optimización de tiempos y gestión del mantenimiento, en tal sentido, en el diseño de TPM, se detallará las piezas requeridas que si o si deberán contar con stock, para reducir tiempos en cuando al mantenimiento en las máquinas y lograr mejorar la producción en la empresa.

**OE 4. Elaborar el diseño un sistema de mantenimiento TPM, para aumentar la eficiencia operativa de la maquinaria.**

Es así que se inicia con la propuesta de diseño de un sistema TPM, para lograr un incremento en la eficiencia operativa de la maquinaria, en tal sentido resulta relevante detallar las actividades, tal como se muestra:

**Figura 20.**

*Propuesta de Mejora.*



**Tabla 12.**

*Listado de Criticidad para Mantenimiento.*

Detalle	Descripción	Prioridad	DETALLES
CLASE A	Mantenimiento Prioritario	ALTA	Maquinaria o equipos cuya falla detiene la producción en su totalidad. Riesgo de Explosión, eléctrico, mecánico Afectan al producto en cuanto a la inocuidad. Afectación a la calidad del producto. Contaminación al ambiente
CLASE B	Mantenimiento Preventivo	MEDIA	Maquinaria o equipos cuya falla no llega a detener la línea de producción y su sustitución, reparación y/o mantenimiento es fácil. Riesgo de accidentes menores, con baja médica. No afecta a la continuidad en la línea de producción
CLASE C	Mantenimiento Autónomo	BAJA	Maquinaria o equipos cuyas fallas no son tan críticas, sencillez de reparación y/o mantenimiento u autónomo. Pequeños incidentes sin baja médica

Las máquinas cuya clasificación sea tipo “A”, se denominaron “Equipos críticos”, esto se debe porque ante cualquier eventualidad de falla, la detención en la producción es al 100%, impactando en los costos y productividad. Un funcionamiento malo o inadecuado en estas máquinas impacta negativamente tanto en la inocuidad, como en la calidad del producto final, adicionalmente impacta en la integridad de los clientes y en la seguridad de los colaboradores, por motivo que puede atentar o poner en riesgo su vida ante cualquier evento de falla. En cuanto a las máquinas que posean clasificación del tipo “B”, se les denominó “Equipos con mantenimiento preventivo”, esto se debe a que, si llegasen a tener eventualidad que acarree fallas, estas máquinas no detienen la producción en su totalidad y puede reemplazarse con otro equipo o adecuar otro sistema para tal fin, variar estas máquinas puede ocasionar incidentes y/o accidentes de menor severidad, es decir que no atenta contra la vida de los colaboradores operativos y técnicos. Por último,

“Propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia operativa en una empresa alimentaria, Cajamarca 2024”

las máquinas con la clasificación tipo “C”, fueron denominados “Equipos con mantenimiento autónomo”, lo cual implica que, ante cualquier eventualidad de falla de las mismas, no genera impacto en la producción, son de reparación fácil y sencilla por los colaboradores de mantenimiento o también por mantenimiento autónomo, cuando se presentan fallas no impactan ni generan accidentes con implicaciones médicas.

“Propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia operativa en una empresa alimentaria, Cajamarca 2024”

Adicionalmente se clasificó la maquinaria por seguridad.

**Tabla 13.**

*Listado de Criticidad por Seguridad.*

CATEGORÍA	CRITERIOS
CLASE A	Riesgo de la persona. Riesgo de Explosión Riesgo de Electrocuci3n Quemaduras de segundo y tercer grado
CLASE B	Riesgo de golpes menores con baja m3dica. Apretones. Quemaduras menores. Cortes menores
CLASE C	Golpes sin baja m3dica

Acorde con la tabla 14, estos criterios fueron obtenidos como un análisis de la severidad y frecuencia en su ocurrencia, que tienen el potencial de ocasionar estos equipos, mayormente, las máquinas que operan y/o requieren de vapor o alta tensi3n se les consideró en una clasificaci3n como críticos.

Adicionalmente se clasificó la criticidad por producci3n.

**Tabla 14.**

*Listado de Criticidad por Producci3n*

Categoría	Criterios
CATEGORÍA A	La falla en la máquina, detiene la línea de producci3n en su totalidad.
CATEGORÍA B	La falla en la maquinaria o equipo, solo causa una detenci3n menor.
CATEGORÍA C	La falla en la maquinaria o equipo, no detiene el proceso.

“Propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia operativa en una empresa alimentaria, Cajamarca 2024”

Según con la tabla 15, la operatividad un equipo crítico, no es realizada por cualquier colaborador y peor aún si dicho personal es relativamente nuevo, para ello los colaboradores deben tener instrucción y/o entrenamiento o capacitación previa, debido a que un mal manejo operacional tiene el potencial de causar graves consecuencias que a su vez acarrearán pérdidas en cuanto a la producción y económicas que son significativas. Un ejemplo claro, no es lo mismo la operación de una caldera pirotubular de 60 BHP, que operar una faja transportadora, en la cual sólo se requiere de un panel de operación con un display, teniendo en cuenta que si esta falla, no ocasiona retraso alguno en la producción. Adicionalmente se clasificó la criticidad por producción.

**Tabla 15.**

*Listado de Criticidad por Producción*

<b>Categoría</b>	<b>Criterios</b>
CATEGORÍA A	<ul style="list-style-type: none"> <li>El tiempo de reparación del equipo es superior a 1 hora.</li> <li>La frecuencia de fallas es superior a 2 veces a la semana o interdiario.</li> <li>El costo de los repuestos supera los mil dólares</li> </ul>
CATEGORÍA B	<ul style="list-style-type: none"> <li>La duración del tiempo de reparación es menor a 1 hora.</li> <li>La frecuencia de falla es inferior a 2 veces a la semana</li> </ul>
CATEGORÍA C	<ul style="list-style-type: none"> <li>La reparación lo es sencilla.</li> <li>Los costos de mantenimiento son inferiores a 500 dólares.</li> </ul>

Acorde con la tabla 16, se evidenciaron los criterios por mantenimiento, alineados por su costo, tiempo en la reparación y frecuencia mantenimiento. Una máquina que posee un tiempo de inspección y actividades de reparación que implica muchas semanas en pocos casos, días u horas se consideraron como críticos, por motivo del tiempo de demora,

“Propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia operativa en una empresa alimentaria, Cajamarca 2024”

de la misma manera considerando la premisa que contempla los costos asociados, una reparación que implique un monto superior a los US \$ 1,000, debe contar con un mejor trato, especialmente estableciendo inspecciones preventivas que pueda prevenir o identificar cualquier posible futura falla, así como el establecimiento del en sus repuestos de mayor relevancia.

**Tabla 16.**

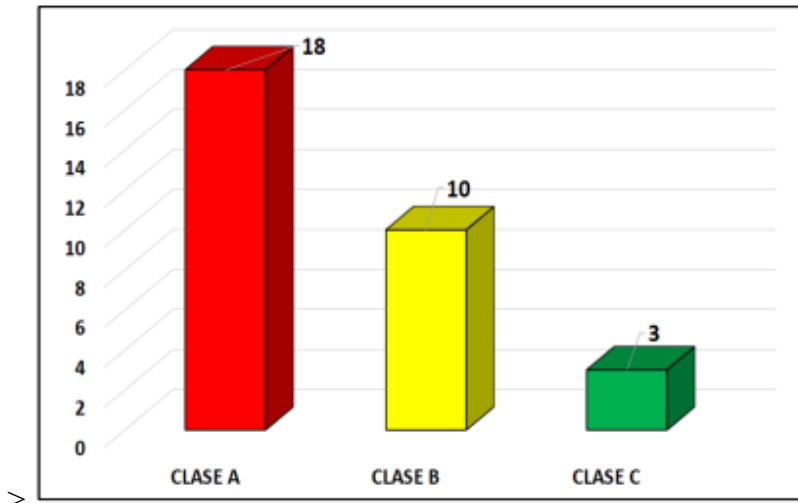
*Clasificación de equipos*

<b>Equipo</b>	<b>Código</b>	<b>Clase</b>	<b>Observaciones</b>
Caldera Piro-tubular de 60 Hp	CAL-60HP-001	A	Crítico
Tanque de Agua Caliente	TK-AGUA-001	A	Crítico
Tanque Buhler	TK-BUH-001	A	Crítico
Tanque Diluidor de Manteca	TK-DIL-001	A	Crítico
Templadora	TEM-CHO-001	A	Crítico
Dosificador de Taza	DOS-TAZ-001	A	Crítico
Dosificador de Pasta	DOS-PAS-001	A	Crítico
Faja Transportador de Moldes 1	FAJ-TRAN-001	A	Crítico
Faja Transportador de Moldes 2	FAJ-TRAN-002	A	Crítico
Túnel de Enfriamiento	TUN-FRIO-001	A	Crítico
Compresor de Frío # 1	COM-FRIO-001	A	Crítico
Compresor de Frío # 2	COM-FRIO-002	A	Crítico
Compresor de Frío # 3	COM-FRIO-003	A	Crítico
Envasadora Tbb 900	ENV-TBB-001	A	Crítico
Codificador Citronix # 1	COD-CITR-001	A	Crítico
Codificador Citronix # 2	COD-CITR-002	A	Crítico
Detector de Metales	DET-LOM-001	A	Crítico
Tablero de Fuerza	TAB-ELE-001	A	
Tanque de Cobertura	TK-COB-001	B	
Tanque Mezclador Reyna	TK-REYNA-001	B	
Tanque Mezclador Rey	TK-REY-001	B	
Molino De Azúcar	MOL-AZUC-001	B	
Zaranda	ZAR-CHOC-001	B	
Faja Modular	FAJ-MOD-001	B	
Equipo de Aire #1 – 60 000 Btu	AIR-ACOND-004	B	
Equipo de Aire #2 – 60 000 Btu	AIR-ACOND-002	B	
Equipo de Aire #3 – 60 000 Btu	AIR-ACOND-003	B	
Equipo de Aire de Reposo – 40 000 Btu	AIR-ACOND-004	B	
Calentador De Moldes	CAL-MOL-001	C	
Faja Codificadora	FAJ-COD-001	C	
Apilador Manual	APIL-MAN-001	C	

“Propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia operativa en una empresa alimentaria, Cajamarca 2024”

**Figura 21.**

*Resumen de clasificación de equipos.*



De acuerdo con la tabla 17 y figura 20, se cuenta con una cantidad total de 31 máquinas en la línea de chocolatería, al contar con esta clasificación e inventariado de las máquinas, se procedió a la creación de fichas técnicas de las máquinas críticas (18), considerando sus sistemas de funcionamiento, codificación, etc.

### Gestión de repuestos y costos.

**Tabla 17.**

*Gestión de repuestos y costos*

Clase	Código	Equipo	Repuestos	Costo (Soles)
A	CAL-60HP-001	Caldera Piro-tubular de 60 Hp	Transformador de ignición 220V	150,00
			Motor de 0,5 HP	120,00
			Válvula solenoide de 1"	350,00
			Modulador Belimo Amx 24	120,00
			Válvula de bola de ½"	20,00
			Contactador de 10A	250,00
			Relé de 7,5 A – 13 A	98,00
			Trampa de condensado	100,00
			Tubería de ingreso de GLP	30,00

“Propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia operativa en una empresa alimentaria, Cajamarca 2024”

Clase	Código	Equipo	Repuestos	Costo (Soles)
			Válvula reguladora de gas	220,00
			Grifos de sistema de agua	25,00
			Presostato Honeywell	200,00
			Válvula de seguridad de ½”	140,00
			Empaquetadura	50,00
A	TK-AGUA-001	Tanque de Agua Caliente	Válvula de ½”	15,00
			Tubería de ½”	60,00
			Motor de 0,5 HP	100,00
A	TK-BUH-001	Tanque Buhler	Reten doble labio 140x170x15	18,00
			Reten doble labio 210x250x16	40,00
			Brida cédula 40	50,00
			Válvula de bola de ½”	20,00
			Preonsoestopa de ¼”	60,00
			Bornera	5,00
A	TK-DIL-001	Tanque Diluidor de Manteca	Motor Sew Eurodrive de 1,5 kW	300,00
			Válvula de bola de ½”	20,00
			Faja A 41	25,00
			Sensor de temperatura PT 100	150,00
			Aceite de Transmisión	50,00
			Tubería cédula 40	30,00
A	TEM-CHO-001	Templadora	Rodamiento de bolas 6004 2Z	18,00
			Rodamiento de bolas 6008 C3	25,00
			Pernos de anclaje	4,00
			Aceite de Transmisión	50,00
			Bornera	5,00
A	DOS-TAZ-001	Dosificador de Taza	Motor WEG de 1,5 kW	300,00
			Sensor inductivo CP 18	180,00
			Chumacera SY 507	300,00
			Tuercas tipo mariposa	9,00
			Unidad de Mantenimiento Festo	540,00
			Selector de 2 posiciones	40,00
			Válvula de ½”	45,00
			Bornera	20,00
A	DOS-PAS-001	Dosificador de Pasta	Rodamiento de rodillo 3004	140,00
			Chumacera UC 205	180,00
			Válvula de ½”	45,00
			Resorte jalador de producto	60,00
			Motor de 1 HP Weg	250,00
			Manguera sanitaria de 1”	120,00
			Rele de 8 pines 220 V	55,00
			Switch límite de carrera	65,00

“Propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia operativa en una empresa alimentaria, Cajamarca 2024”

Clase	Código	Equipo	Repuestos	Costo (Soles)
A	FAJ-TRAN-001	Faja Transportador de Moldes 1	Rodamiento de bolas 6202 2Z	13,00
			Motor de 0,5 HP	150,00
			Chumacera UCF 205	53,00
			Sprocket	50,00
			Reten doble labio 30x47x7	2,50
			Reten doble labio 42x62x8	5,00
			Sensor DM 18	50,00
A	FAJ-TRAN-002	Faja Transportador de Moldes 2	Rodamiento de bolas 6202 2Z	13,00
			Motor de 0,5 HP	150,00
			Sprocket	50,00
			Chumacera UCF 205	53,00
			Reten doble labio 30x47x7	2,50
			Reten doble labio 42x62x8	5,00
			Resorte	20,00
A	TUN-FRIO-001	Túnel de Enfriamiento	Rodamiento de bolas 6203	15,00
			Rodamiento de bolas 6206	24,00
			Rodamiento de bolas 6207	36,00
			Rodamiento de bolas 6307	60,00
			Motorreductor	150,00
			Faja Optibelt B 78	30,00
			Faja Optibelt B 80	30,00
			Faja BX 75	25,00
			Pernos inoxidables	5,00
A	COM-FRIO-001	Compresor de Frío #1	Codos y conexiones de cobre	30,00
			Manómetro de alta y de baja	100,00
			Refrigerante R 22	50,00
			Presostato diferencial	220,00
			Aceite suniso 3 GS	30,00
			Relé diferencial	45,00
			A	COM-FRIO-002
Manómetro de alta y de baja	100,00			
Refrigerante R 22	50,00			
Presostato diferencial	220,00			
Aceite suniso 3 GS	30,00			
Relé diferencial	45,00			
A				

“Propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia operativa en una empresa alimentaria, Cajamarca 2024”

Clase	Código	Equipo	Repuestos	Costo (Soles)
		Compresor de	Manómetro de alta y de baja	100,00
		Frío #3	Refrigerante R 22	50,00
	COM-FRIO-003		Presostato diferencial	220,00
			Aceite suniso 3 GS	30,00
			Relé diferencial	45,00
			Rodamiento de bolas 6001 2RS	12,00
			Rodamiento de bolas 6002 2RS	14,00
			Rodamiento de bolas 6004 2RS	18,00
			Rodamiento de bolas 6005 2RS	21,00
			Rodamiento de bolas 6202 2RS	13,00
			Rodamiento de bolas 6203 2RS	15,00
			Rodamiento de bolas 6205 2RS	17,00
			Rodamiento de bolas 6902 2RS	16,00
		Envasadora TBB	Polines inoxidables	50,00
A	ENV-TBB-001	900	Rodamiento de bolas 6904 2RS	19,00
			Rodamiento de bolas 16005 2RS	23,00
			Reten doble labio 25x47x7	5,00
			Resistencia 140 mm 300 W 220 V	200,00
			Resorte inox. De 6 mm x 29 mm	20,00
			Faja Optibel 450 L	55,00
			Faja Optibel 570 L	60,00
			Faja Optibel 367 L	47,00
			Conect Racor M8	6,00
			Cilindro neumático	50,00

“Propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia operativa en una empresa alimentaria, Cajamarca 2024”

Clase	Código	Equipo	Repuestos	Costo (Soles)
			Sensor de taca	158,00
			Microswitch	22,00
A	COD-CITR-001	Codificador Citronix #1	Aditivo técnico	50,00
			Solvente de limpieza	30,00
			Tinta	40,00
A	COD-CITR-002	Codificador Citronix #2	Aditivo técnico	50,00
			Solvente de limpieza	30,00
			Tinta	40,00
A	DET-LOM-001	Detector de metales	Pernos inoxidables	5,00
			Estabilizador de 50 W	80,00
A	TAB-ELE-001	Tablero de fuerza	Llave tripolar principal	600,00
			Borneras	40,00
			Contactores	540,00
			Cable vulcanizado 4 x 8 AWG	591,00
B	TK-COB-001	Tanque de cobertura	Motor de 0,5 HP	180,00
			Válvula de bola de ½”	45,00
			Tuberías de ½”	45,00
B	TK-REYNA-001	Tanque Mezclador Reyna	Motor de 0,5 HP	180,00
			Válvula de bola de ½”	45,00
			Tuberías de ½”	60,00
B	TK-REY-001	Tanque Mezclador Rey	Motor de 0,5 HP	180,00
			Válvula de bola de ½”	45,00
			Tuberías de ½”	60,00
B	MOL-AZUC-001	Molino de azúcar	Motorreductor	180,00
			Malla inoxidable	180,00
			Extractor	150,00

“Propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia operativa en una empresa alimentaria, Cajamarca 2024”

Clase	Código	Equipo	Repuestos	Costo (Soles)
B	ZAR-CHOC-001	Zaranda	Rodamiento de bolas 6004 2Z	36,00
			Rodamiento de bolas 6206 2Z	28,00
			Motor de 0,5 HP	120,00
B	FAJ-MOD-001	Faja Modular	Chumacera	160,00
			Motor de 0,5 HP	180,00
B	AIR-ACOND-001	Equipo de Aire #1 – 60 000 Btu	Refrigerante R 22	350,00
			Llave monofásica de 10 A	180,00
B	AIR-ACOND-002	Equipo de Aire #2 – 60 000 Btu	Refrigerante R 22	350,00
			Llave monofásica de 10 A	180,00
B	AIR-ACOND-003	Equipo de Aire #3 – 60 000 Btu	Refrigerante R 22	350,00
			Llave monofásica de 10 A	180,00
B	AIR-ACOND-004	Equipo de Aire de reposo – 40 000 Btu	Refrigerante R 22	350,00
			Llave monofásica de 10 A	180,00
C	CAL-MOL-001	Calentador de	Tubería de ½”	60,00
		Moldes	Interruptor de 10 A	180,00
C	FAJ-COD-001	Faja Codificadora	Chumacera	180,00
			Faja sanitaria	160,00
			Selector de 2 posiciones	90,00
C	APIL-MAN-001	Apilador Manual	Batería de 10 V	300,00
			Manubrio de manejo	250,00
<b>MONTO TOTAL DE REPUESTOS EN SOLES</b>				<b>15 835,00</b>

La tabla 18, posee información respecto a los de los costos, cuyo monto total fue de S/. 15,835.00, cabe precisar que este monto suele tener variación en base a las frecuencias de inspección preventiva. Es decir, para una inspección bimensual en la envasadora TBB 900 no necesariamente y no siempre se contempla ni se realiza los cambios en los cilindros neumáticos, esto tendrá dependencia según la vida útil del

“Propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia operativa en una empresa alimentaria, Cajamarca 2024”

repuesto, sin embargo, lo que si se debe ejecutar es el proceso de mantenimiento

preventivo y limpieza de la máquina.

### Frecuencia de Inspecciones.

Se procedió a definir la frecuencia de inspección de las máquinas en base a lo siguiente: Costos, para ello la priorización en las inspecciones, debe darse de acuerdo al presupuesto existente y a la hora de las inspecciones y/o intervenciones, realizar el cambio de repuestos que sean necesarios o ameriten dicho cambio. Fallas, realizando un análisis adecuado de fallas, esto permite gestionar de un modo eficiente la frecuencia de inspecciones, se debe tener especial énfasis en las máquinas que fallan de manera continua y realizar una gestión de mantenimiento que permita alargar su vida útil.

**Tabla 18.**

*Frecuencia de Inspecciones.*

Equipo	Código	Clase	Observaciones	M	B	T	S	A
Caldera Pirotubular de 60 Hp	CAL-60HP-001	A	CRÍTICO			X		
Tanque de agua caliente	TK-AGUA-001	A	CRÍTICO				X	
Tanque Buhler	TK-BUH-001	A	CRÍTICO			X		
Tanque diluidor de manteca	TK-DIL-001	A	CRÍTICO				X	
Templadora	TEM-CHO-001	A	CRÍTICO		X			
Dosificador de taza	DOS-TAZ-001	A	CRÍTICO				X	
Dosificador de pasta	DOS-PAS-001	A	CRÍTICO				X	
Faja transportador de moldes 1	FAJ-TRAN-001	A	CRÍTICO				X	
Faja Transportador de moldes 2	FAJ-TRAN-002	A	CRÍTICO				X	
Túnel de enfriamiento	TUN-FRIO-001	A	CRÍTICO				X	
Compresor de Frío #1	COM-FRIO-001	A	CRÍTICO		X			
Compresor de Frío #2	COM-FRIO-002	A	CRÍTICO		X			
Compresor de Frío #3	COM-FRIO-003	A	CRÍTICO		X			
Envasadora Tbb 900	ENV-TBB-001	A	CRÍTICO			X		
Codificador Citronix #1	COD-CITR-001	A	CRÍTICO		X			
Codificador Citronix #2	COD-CITR-002	A	CRÍTICO		X			
Detector de metales	DET-LOM-001	A	CRÍTICO		X			
Tablero de fuerza	TAB-ELE-001	A	CRÍTICO					X

En función al análisis de frecuencia de inspecciones se propone el plan de inspecciones, que se visualiza en la tabla 19.

**Tabla 19.**

*Plan de Inspecciones*

Equipo	Código	Clase	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Caldera Pirotubular de 60 Hp	CAL-60HP-001	A					X			X			X	
Tanque de agua caliente	TK-AGUA-001	A						X						X
Tanque Buhler	TK-BUH-001	A				X			X			X		
Tanque diluidor de manteca	TK-DIL-001	A					X						X	
Templadora	TEM-CHO-001	A				X		X		X		X		X
Dosificador de taza	DOS-TAZ-001	A									X			
Dosificador de pasta	DOS-PAS-001	A									X			
Faja transportador de moldes 1	FAJ-TRAN-001	A				X						X		
Faja Transportador de moldes 2	FAJ-TRAN-002	A				X						X		
Túnel de enfriamiento	TUN-FRIO-001	A						X						X
Compresor de Frío N° 1	COM-FRIO-001	A					X		X		X		X	
Compresor de Frío N° 2	COM-FRIO-002	A					X		X		X		X	
Compresor de Frío N° 3	COM-FRIO-003	A					X		X		X		X	
Envasadora Tbb 900	ENV-TBB-001	A				X			X			X		
Codificador Citronix #1	COD-CITR-001	A					X		X		X		X	
Codificador Citronix #2	COD-CITR-002	A					X		X		X		X	
Detector de metales	DET-LOM-001	A				X		X		X		X		X
Tablero de fuerza	TAB-ELE-001	A												X

“Propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia operativa en una empresa alimentaria, Cajamarca 2024”

Por último, en función a lo previamente referido, se muestra la propuesta de Plan de Mantenimiento de las máquinas cuya categoría es crítica, es decir de los equipos de categoría A.

**Tabla 20.**

*Programa o Plan de Mantenimiento*

Equipo	Código	Clase	Frecuencia	Ene		Feb		Mar		Abr		May		Jun		Jul		Ago		Set		Oct		Nov		Dic	
				P	C	P	C	P	C	P	C	P	C	P	C	P	C	P	C	P	C	P	C	P	C	P	C
Caldera Pirotubular de 60 Hp	CAL-60HP-001	A	Trimestral																								
Tanque de agua caliente	TK-AGUA-001	A	Semestral																								
Tanque Buhler	TK-BUH-001	A	Trimestral																								
Tanque diluidor de manteca	TK-DIL-001	A	Semestral																								
Templadora	TEM-CHO-001	A	Bimensual																								
Dosificador de taza	DOS-TAZ-001	A	Semestral																								
Dosificador de pasta	DOS-PAS-001	A	Semestral																								
Faja transportador de moldes 1	FAJ-TRAN-001	A	Semestral																								
Faja Transportador de moldes 2	FAJ-TRAN-002	A	Semestral																								
Túnel de enfriamiento	TUN-FRIO-001	A	Semestral																								
Compresor de Frío N° 1	COM-FRIO-001	A	Bimensual																								
Compresor de Frío N° 2	COM-FRIO-002	A	Bimensual																								
Compresor de Frío N° 3	COM-FRIO-003	A	Bimensual																								
Envasadora Tbb 900	ENV-TBB-001	A	Trimestral																								
Codificador Citronix N° 1	COD-CITR-001	A	Bimensual																								
Codificador Citronix N° 2	COD-CITR-002	A	Bimensual																								
Detector de metales	DET-LOM-001	A	Bimensual																								
Tablero de fuerza	TAB-ELE-001	A	Anual																								

“Propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia operativa en una empresa alimentaria, Cajamarca 2024”

**OE 5. Desarrollar el análisis económico del VAN, TIR, Beneficio/Costo y el COK, para la propuesta planteada.**

Si se quiere tener la implementación adecuada del TPM, a la hora de invertir se debe generar un análisis de Costo – Beneficio, lo cual puede sugerir el rendimiento y la viabilidad de la propuesta.

En primera instancia se hace un registro a detalle respecto a la inversión necesaria. En base a ello si se desea determinar la inversión para implementar la presente propuesta, se procedió con el análisis de horas requeridas del personal que se encuentra involucrado, es decir: Personal Técnico, Supervisores, Planeamiento, Jefaturas.

**Tabla 21.**

*Horas invertidas por la Jefatura - Supervisores*

<b>Jefaturas, Supervisores</b>	<b>Horas</b>
Anuncio para implementación	0,5
Conformación del equipo laboral	1
Diseño de objetivos para la implementación	1
Elaborar el plan de actividades	3
Elaborar la criticidad de las máquinas	7
Elaborar las fichas técnicas de las máquinas	30
Gestión para repuestos y costos	15
Generar de la frecuencia de inspecciones	5
Generar las inspecciones de las máquinas críticas	21
<b>Total de Horas</b>	<b>83,5</b>

“Propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia operativa en una empresa alimentaria, Cajamarca 2024”

La tabla 20, nos muestra 83,5 horas invertidas por el personal administrativos para

la implementación de este sistema.

**Tabla 22.**

*Horas invertidas del planificador*

<b>Jefaturas, Supervisores</b>	<b>Horas</b>
Anuncio para implementación	0,5
Conformación del equipo laboral	1
Diseño de objetivos para la implementación	1
Elaborar el plan de actividades	3
Elaborar la criticidad de las máquinas	7
Elaborar las fichas técnicas de las máquinas	30
Gestión para repuestos y costos	15
Generar de la frecuencia de inspecciones	5
Generar las inspecciones de las máquinas críticas	21
Difusión de actividades futuras	3
<b>Total de Horas</b>	<b>86,5</b>

La tabla 22 nos muestra un total de 86,5 horas invertidas por el personal planificador, para la implementación de este sistema.

**Tabla 23.**

*Horas invertidas de los técnicos*

<b>Jefaturas, Supervisores</b>	<b>Horas</b>
Anuncio para implementación	0,5
Conformación del equipo laboral	1
Diseño de objetivos para la implementación	1
Elaborar las fichas técnicas de las máquinas	5
Generar las inspecciones de las máquinas críticas	3
Difusión de las actividades para futuro	2
<b>Total de Horas</b>	<b>12,5</b>

En la tabla 23 se evidenció un total de 12,5 horas invertidas por parte de los colaboradores de mantenimiento, de manera especial por los técnicos mecánicos para la implementar la presente propuesta.

“Propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia operativa en una empresa alimentaria, Cajamarca 2024”

**Tabla 24.**

*Costo por horas del personal involucrado*

<b>Detalle</b>	<b>Remuneración en soles</b>	<b>Horas totales</b>	<b>Cantidad de personal</b>	<b>Costo Total en soles</b>
<b>Gerencia Jefatura</b>	5,000.00	83,5	1	1,739.58
<b>Supervisión</b>	3,000.00	83,5	1	1,043.75
<b>Planificación</b>	3,000.00	86,5	1	1,081.25
<b>Técnicos</b>	2,000.00	12,5	4	104.17
<b>Implementador</b>	3,000.00	260	1	3,250.00
<b>Total</b>		<b>526</b>	<b>8</b>	<b>S/. 7,218.75</b>

La tabla 24 evidenció que se requirió de 526 horas hombre del de los colaboradores involucrados, y se contabilizado en base a su salario mensual, obteniendo un monto para inversión de S/. 7,218.75. Para un adecuado entendimiento de esta metodología, especialmente para el pilar planificado, se imprimieron afiches, formatearía, lo cual se resumió en la tabla 26:

**Tabla 25.**

*Costo por horas del personal involucrado*

<b>Detalle</b>	<b>Remuneración en soles</b>
<b>Impresión de Afiches</b>	350,00
<b>Impresión de Formatería</b>	350,00
<b>Total</b>	<b>700,00</b>

La tabla 25, indicó que se realizó un total de S/. 700.00 en gastos de diversos recursos. Adicionalmente, para la tabla 28, se hizo el presupuesto del costo de los repuestos considerados como críticos, alcanzando un monto de S/. 15,835.00. En la tabla que se visualiza a continuación, se determinó el monto para la inversión en la implementación de la presente propuesta.

“Propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia operativa en una empresa alimentaria, Cajamarca 2024”

**Tabla 26.**

*Inversión total para la adaptar e implementar el TPM*

	<b>Costo Unitario (Soles)</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Personal</b>	<b>Costo Total (Soles)</b>
<b>Gerencia o Jefatura</b>	5 000,00	83,5	1	1 739,58
<b>Supervisión</b>	3 000,00	83,5	1	1 043,75
<b>Planificación</b>	3 000,00	86,5	1	1 081,25
<b>Técnicos</b>	2 000,00	12,5	4	104,17
<b>Implementador</b>	3 000,00	260	1	3 250,00
<b>Horas - Hombre</b>		526	8	<b>7 218,75</b>
<b>Impresión de Afiches</b>				350,00
<b>Impresión de Formatos</b>				350,00
<b>Otros Recursos</b>				<b>700,00</b>
Repuestos - Categoría A				10 621,00
Repuestos - Categoría B				3 994,00
Repuestos - Categoría C				1 220,00
<b>Repuestos - Total</b>				<b>15 835,00</b>
	<b>TOTAL</b>			<b>23 753,75</b>

La tabla 27, se definió los costos debido a las horas hombre de los colaboradores involucrados, recursos por impresiones, y los repuestos de equipos, alcanzando un monto de inversión de S/. 23 753,75 para adaptar e implementar el TPM, en la línea de Chocolatería de la organización empresarial.

### **Análisis Beneficio/Costo**

#### **Costo de Materia Prima**

**Tabla 27.**

*Monto para producir 1 kg de chocolate*

<b>Costo Unitario</b>	<b>Cantidad (kg)</b>	<b>Costo en soles</b>
<b>Azúcar rubia</b>	0,4	1,80
<b>Manteca Vegetal</b>	0,4	13,00
<b>Licor de Cacao</b>	0,1	3,50
<b>Lecitina de Soya</b>	0,1	2,75
<b>Sal</b>	0,2	0,30
<b>Total</b>	1,2	S/. 23,35

“Propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia operativa en una empresa alimentaria, Cajamarca 2024”

De manera específica la línea de chocolatería requiere de 8 trabajadores, cuyo salario mensual es de S/. 2,500.00, lo cual sugiere que por hora laborada asciende a S/. 10.42. En tal caso Entonces para producir 8,352. Kg es requerido de unas 20 horas por cada trabajador, lo cual al multiplicarse por 8 integrantes de la línea de la línea, alcanzan una suma en total de 160 HH. Finalmente, para producir 1 Kg de chocolate es necesario de 0.019 HH, representando una cantidad equivalente de S/. 0.198 / Kg.

Por lo tanto:

Margen de contribución (Kg.) = S/. 24.00 / Kg. – (S/. 21.35 / Kg. + S/. 0.198 / Kg.)

Margen de contribución (Kg.) = S/. 2.45 / Kg.

Entonces el beneficio anual es:

S/. 26,500 Kg. / anual X S/. 2.45 Kg. = S/. 64,925.00 / anual

La Utilidad Neta se obtuvo tomando en consideración al impuesto a la renta:

Impuesto a la renta (29.5%) = 29.5% X S/. 64,925.00 / año = S/. 19,152.875

Entonces:

Utilidad Neta Anual = S/. 64,925.00 – S/. 19,152.875 = S/. 45,772.125

De concordancia con lo obtenido en los cálculos, se procedió a calcular la relación entre beneficio – costo de la presente propuesta:

$$\frac{B}{C} = \frac{S/. 45,772.125}{S/. 23 753,75} = 1,93$$

Habiendo calculado esta relación de beneficio/costo para la implementación de la propuesta TPM, podemos afirmar que es altamente rentable, porque el monto obtenido es mayor que el costo de la inversión, llegando a obtener un beneficio adicional del 93%.

“Propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia operativa en una empresa alimentaria, Cajamarca 2024”

Con el análisis beneficio/costo ayuda para obtener la viabilidad de la mejora, pero a la vez se utilizará otras técnicas para corroborar lo obtenido. Se calculará el VAN y el TIR de la implementación.

### **Análisis de los flujos netos por 12 meses**

En cuanto a la estimación de la viabilidad para implementar esta propuesta, se realizó el análisis económico financiero por medio del valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR), de modo que permita determinar si el resultado es positivo y determinar con una conclusión si resulta rentable la presente propuesta de mantenimiento TPM.

Se debe comenzar estableciendo el incremento en ventas y el costo variable en un periodo mensual que se pretende obtener al implementar la propuesta TPM, señalando el siguiente modo:

De manera mensual se tiene una ganancia de 1,680 Kg, luego se multiplicó por la venta unitaria, entonces:

$$1,680 \text{ Kg} \times \text{S/} 24.00 = \text{S/} 40,320.00$$

De este modo se evidencia una ganancia de 1,680 Kg, luego se multiplicó por el costo variable unitario, entonces:

Costo variable: Costo de MP + Costo MOD

$$(\text{S/} 21.35 / \text{Kg.} + \text{S/} 0.198 / \text{Kg.}) = \text{S/} 21.55$$

$$1,680 \text{ Kg} \times \text{S/} 21.55 = \text{S/} 36,204.00$$

El aumento en las ventas y el costo variable en el mes 01 (enero) se calculó, asimismo se deberá realizar la proyección de las ventas, de modo que se establezca una proyección de flujo anual. Para el caso particular se consideró un incremento del 5% por

“Propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia operativa en una empresa alimentaria, Cajamarca 2024”

año, en tal sentido, se debe realizar la división entre los 12 meses para así determinar el aumento mensual.

**5% / 12 meses = 0.42% aumento de ventas por cada mes**

Entonces tenemos que:

Mes (1)

Aumento en las ventas: S/. 40,320

Aumento en el costo variable: S/. 36,204

Mes (2)

Aumento en las ventas: S/. 40,320 + 1,696% = S/. 41 004,10

Aumento en el costo variable: S/. 36 204 + 1,696% = S/. 36 818,26

Mes (3)

Aumento en las ventas: S/. 41 004,10 + 1,696% = S/. 41 699,80

Aumento en el costo variable: S/. 36 818,26 + 1,696% = S/. 37 442,94

Estos aumentos se consideran de modo gradual en un lapso temporal de 1 año.

Al haber calculado estos datos, se realizó un flujo de caja para 12 meses, sin embargo, tiene que considerarse que la inversión inicial debe ser colocada en el mes (0). Ya habiendo determinado el flujo mensual, se procedió con el cálculo del VAN, en tal sentido se consideró una tasa efectiva del 1%. El criterio es que si el VAN obtenido es positivo, la propuesta de mantenimiento es variable, para el caso de que sea a cero, es lo mismo, es decir que no hay cambios significativos y que no resulta conveniente implementar la propuesta TPM, en caso de que sea negativo no se recomienda implementarlo, debido a que lejos de obtener ganancias, las pérdidas serán mayores.

“Propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia operativa en una empresa alimentaria, Cajamarca 2024”

### **Análisis del Costo de Oportunidad COK.**

Previo al análisis Matemático, se tomó como referencia la tasa de inflación histórica, de acuerdo con Berrocal y Pacheco (2023), los cuales indicaron lo siguiente:

**Tabla 28.**

*Tasa de inflación histórica*

<b>Año</b>	<b>Tasa de Inflación Histórica</b>
2021	4,27%
2020	2,00%
2019	2,25%
<b>Promedio</b>	<b>2,84%</b>

Nota. Obtenido de Berrocal y Pacheco (2023)

De acuerdo con Berrocal y Pacheco (2023), los cuales usaron la siguiente fórmula:

$$COK = (1 + i) * (1 + R) * (1 + ke) - 1$$

Donde:

COK: Costo de Oportunidad de Capital.

i: Inflación promedio anual = 2,84% (ver tabla 29).

R: Riesgo del mercado = 1,77%.

Ke: Tasa de interés prevista para ganar por el inversionista = 15%.

Luego el COK anual se obtuvo:

$$COK = (1 + 0,0284) * (1 + 0,0177) * (1 + 0,15) - 1$$

$$COK = 0,2036 = 20,36\%$$

Para calcular la eficiencia operativa inicial:

$$EO_1 = 74,95\%.$$

“Propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia operativa en una empresa alimentaria, Cajamarca 2024”

Para calcular la eficiencia operativa final, debido a que aún no se ha implementado, se podría estimar una proyección en base a los costos y las ventas.

<b>Meses</b>	<b>Mes 1</b>	<b>Total</b>
<b>Incremento Ventas (S/. )</b>	40 320,00	531 644,02
<b>Costo Variable (S/. )</b>	36 204,00	501 125,77
<b>Inversión (S/. )</b>	1 979,48	23 753,75
<b>Eficiencia Operativa (%)</b>	<b>94,70</b>	<b>98,73</b>

Para calcular el incremento en un mes:

$$EO_{T1}\% = EO_F - EO_I = 0,9470 - 0,7495 = 0,1975 = 19,75\%$$

Para calcular el incremento en al año:

$$EO_T\% = EO_F - EO_I = 0,9873 - 0,7495 = 0,2378 = 23,78\%$$

Se evidenció un incremento en la eficiencia operativa de aproximadamente 19,75% en 1 mes posterior a la aplicación del Sistema TPM y un incremento de 23,78% en 1 año, con una posible futura implementación del plan de mantenimiento total, proyectado a raíz de los costos y las ventas proyectadas, las cuales, podrían tener variabilidad.

“Propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia operativa en una empresa alimentaria, Cajamarca 2024”

Se evidenció el flujo de caja proyectado con el aumento del margen de contribución, así como el cálculo del VAN y TIR.

**Tabla 29.**

*Flujo de Caja Económico*

Meses	0	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
<b>Incremento Ventas (soles)</b>		40 320,00	41 004,10	41 699,80	42 407,31	43 126,82	43 858,53
<b>Costo Variable (soles)</b>		36 204,00	36 818,26	37 442,94	38 078,23	38 724,29	39 381,31
<b>Inversión (soles)</b>	23 753,75						
<b>Flujo neto económico (soles)</b>	- 23 753,75	4 116,00	4 185,83	4 256,85	4 329,08	4 402,53	4 477,23
Meses	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
<b>Incremento Ventas</b>	44 602,67	45 359,43	46 129,02	46 911,68	47 707,61	48 517,05	
<b>Costo Variable</b>	40 049,48	40 728,98	41 420,02	42 122,78	42 837,46	43 564,27	
<b>Inversión</b>							
<b>Flujo neto económico</b>	4 553,19	4 630,44	4 709,00	4 788,90	4 870,15	4 952,78	

**Tabla 30.**

*Flujo de Caja Económico*

VAN, TIR Y COK	
<b>VAN (Soles)</b>	24 400,22
<b>COK Anual (%)</b>	20,36
<b>TIR Mensual (%)</b>	15,10
<b>TIR Anual (%)</b>	181,25

“Propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia operativa en una empresa alimentaria, Cajamarca 2024”

Acorde con las tablas 28 y 29, se elaboró el diagrama de flujo mensual, en tal sentido el VAN para implementar fue S/. 25,325.31, indicando que resulta viable, por motivo que el VAN es positivo y en ese sentido se tienen mayores ganancias que pérdidas al concluir el año.

Adicionalmente la tasa interna de retorno TIR, obtuvo un valor de 15,10% mensual, es decir 181,25% en 1 año (12 meses), eso indica una buena rentabilidad de recuperación del capital invertido en la implementación del presente diseño de mantenimiento TPM.

Si a lo referido se le añade que el análisis beneficio costo (B/C), también arrojó buenos resultados, es altamente recomendable que se pueda aplicar el presente sistema de mantenimiento a la industria alimentaria de chocolate.

Finalmente, como el valor del TIR es mayor o superior al COK, es decir  $TIR > COK$  ( $181,25\% > 20,36\%$ ), acorde con el criterio de inversión, se considera que la propuesta es rentable y aceptable.

## **CAPÍTULO 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES**

### **Limitaciones**

El actual estudio, presentó diversas limitaciones, las cuales se deben considerar para la interpretación de los resultados. Entre las principales fue la falta de un registro de mantenimiento, falta de un registro, inventario y/o stock de repuestos, es decir se tuvo deficiencias logísticas, las cuales dificultaron tanto la obtención de datos como la elaboración del plan de mantenimiento propuesto.

Finalmente, es menester mencionar que la empresa pueda tomar en consideración las presentes limitantes y poder implementar acciones de mejora para cambiar tales falencias logístico administrativas.

### **Interpretación comparativa**

En cuanto al diseño de TPM, para aumentar la eficiencia operativa de la maquinaria en la empresa, Cajamarca, 2024, cuya inversión total estimada fue de S/. 23 753,75, asimismo se prevé un incremento en la eficiencia operativa de un 19,75% en 1 mes posterior a la implementación y un incremento en 23,78% al año de la implementación, lo que permite garantizar no sólo la vida útil de los equipos y/o maquinarias. Se tuvo al autor Carayol Del Pino (2016), concluyó que con las mejoras adaptadas al sistema de mantenimiento en la empresa Natra Cacao, conseguirá un mejor control y orden, desde la perspectiva operativa, adicionalmente una mejor aplicabilidad con mayor eficacia del nuevo plan de mantenimiento. Por su parte Guilbeaux (2017), obtuvo resultados de la fiabilidad, así como la situación actual y ciclo de duración de mantenimiento de las máquinas en la empresa de chocolate de Barranca, adicionalmente propuso una mejora al mantenimiento de

máquinas: Clasificador, tostador y triturador, partiendo del estado situacional previamente referido. Asimismo, Rossino (2018), elaboró un plan de mantenimiento, para el cual realizó un análisis del tiempo perdido debido al mantenimiento correctivo, antes y después de la implementación de dicho plan, logrando reducir un 2.5% en cuanto a los tiempos muertos por mantenimiento. En función a ello, en la actual investigación, se elaboró un plan TPM, con el cual se logra aumentar la eficiencia operativa de los equipos en la industria alimentaria de chocolate.

En cuanto a la identificación y análisis de los procesos de fabricación, máquinas empleadas en los procesos productivos de la empresa alimentaria, en nuestro estudio, se obtuvo que fueron los siguientes procesos: Selección del grano de cacao, tostado, descascarillado, molienda, calentamiento de la materia prima, moldeado, enfriamiento, pesado y selección, empaquetado, almacenamiento del producto final; Se identificó las máquinas empleadas para sus procesos productivos en la empresa, en tal sentido, se elaboró un listado de stock para su mantenimiento. Los mismos que tuvieron ligeras diferencias con Moreira (2022), obtuvo que fueron: Orden de fabricación, diseño de fabricación, programación, preparación CNC, corte de material, cilindrado, refrentado, tronzado, fresado, chaveteado, rectificado y cementación. Asimismo, se tuvo similitudes con acorde con Anchante (2018), obtuvo los siguientes procesos de fabricación o producción: Dilución y molienda, mezclado, dosificado y moldeado, enfriado, desmoldado, envasado, detección de metales, encajonado, almacenamiento y despacho, clasificó de acuerdo a la criticidad tanto en seguridad, calidad, operación y mantenimiento. Cuadros (2021), logró identificar las máquinas en la línea de lavaderos, siendo: 02 Prensas Hidráulicas, desbobinador, cizalla de corte, cortadora de borde, soldadora, así mismo realizó su listado de equipos con codificación por área, zona y tipo.

En lo que se refiere a Determinar las horas de funcionamiento en los equipos utilizados para el proceso de producción. Anchante (2018). Asimismo, Rossino (2018), en su estudio estableció un periodo de funcionamiento de 22 horas diarias, con 25 días hábiles de producción mensual y finalmente 6600 horas de producción anual. Al respecto en el presente estudio se determinó las horas de funcionamiento los equipos utilizados en el proceso productivo, siendo un aproximado de 30 horas para todo el proceso productivo, sumando un aprox. de 151,25 horas semanales y un aprox. de 695,75 horas mensuales y un aprox. de 8742,25 horas anuales, en función a la duración del ciclo de producción de chocolate en la empresa.

Respecto a establecer las fallas principales de la maquinaria y equipos, así como el stock de repuestos para mantenimiento de las mismas. Al respecto, en el presente estudio, se obtuvieron las siguientes fallas principales: Mordaza, sellado con un 5,75%, seguido por templador con un 3,18%, luego se tuvo envasadora TBB 900, con un 1,65%, swicht dosificador con un 1,12%, pistón dosificador cuyo porcentaje fue de 0,86%, compresor con un 0,64% y finalmente codificador con un 0,45%, estas fallas van acompañadas de las causas de baja productividad las cuales fueron: Bajo Mantenimiento Preventivo cuyo porcentaje fue de 17,74%, seguido por indisponibilidad de equipos con un 16,13%, luego estuvo falta stock repuestos con un 14,52%, asimismo se tuvo la falla por antigüedad de equipos con un 12,90% y en el quinto lugar estuvo la falla debido a eficacia en 75% con un 12,90%. Anchante (2018), en su estudio, obtuvo como fallas principales: Mordaza, sellado con un 4,55%, seguido por templador con un 1,22%, luego se tuvo envasadora TBB 900, con un 0,80%, switch dosificador con un 0,47%, pistón dosificador cuyo porcentaje fue de 0,43%, compresor con un 0,27% y finalmente codificador con un 0,12%, estas fallas van acompañadas de las causas de baja productividad las cuales fueron: Bajo Mantenimiento Preventivo cuyo porcentaje fue de 18%, seguido por indisponibilidad de equipos con un 17%,

luego estuvo falta stock repuestos con un 15%, asimismo se tuvo la falla por antigüedad de equipos con un 13% y en el quinto lugar estuvo la falla debido a eficacia en 75% con un 13%. Por su parte, Santana y Macías (2023), en su estudio determinaron las siguientes fallas: Avería en corrales corrales y pasillos, déficit de arreadores, déficit de personal, avería en la báscula, daño en el embudo de entrada, avería en las duchas para baño, averías en las bombas de aspersión, avería en puerta neumática del cajón de aturdimiento, daño en el noqueador neumático, entre otros.

Para la elaboración del diseño un sistema TPM, para aumentar la eficiencia operativa de la maquinaria, en el presente estudio se elaboró el diseño un sistema de TPM, para aumentar la eficiencia operativa de la maquinaria, en el cual se planteó inspecciones bimensuales, trimestrales, semestrales y anuales, acorde al nivel de criticidad, especialmente lo de categoría A, el mismo que al implementarse puede lograr en incrementar la eficiencia operativa en un 19,75% a un mes de implementado y en un incremento del 23,78% al año de implementar el sistema TPM, en lo equipos de la empresa. Se tuvo ligeros aciertos con Miró(2019), el cual concluyó que el sistema centrado en procesos productivos, se considera como una herramienta de alta utilidad, para el diseño y/o planificación de mantenimiento, lo cual proporciona grandes beneficios y mejoras, las cuales se reflejan en los procesos productivos, los mismos que tienen impacto en los beneficios de a organización empresarial. Por su parte, se coincidió con Anaya (2020), diseñó una propuesta para implementación de la metodología TPM, en lo cual concluyó considerándola como herramienta que permite el proceso de mejora continua, que orienta a una organización hacia una alta influencia en la minimización de averías de las máquinas en las entidades empresariales, la cual se debe implementar desde el comienzo operacional del proceso productivo. Asimismo, se tuvo similitudes con Pineda y Vargas (2015), diseñaron un sistema de gestión de TPM para lograr un incremento en la productividad y disponibilidad de los equipos en la empresa molino Don Julio S.A.C. la

“Propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia operativa en una empresa alimentaria, Cajamarca 2024”

misma que al aplicarse, logró aumentar los índices de productividad en un 52% e incrementar a un 85% a la eficiencia global de los equipos (OEE), produciendo mejor confiabilidad en los equipos, minimizando el índice de paradas.

En lo que refiere desarrollar el análisis económico del VAN, TIR, Beneficio/Costo y el COK, para la actual investigación se hizo el análisis económico del VAN y TIR, para la propuesta planteada, en tal sentido el VAN de la implementación es S/. 25,325.31 sugiriendo que la propuesta resulta viable, debido a que el VAN es positivo y que se podrán obtener ganancias con esa cantidad cuando se concluya el año, en cuanto a la tasa interna de retorno TIR, obtuvo un valor de 13,94% en 1 año (12 meses), eso indica una buena rentabilidad de recuperación del capital invertido en la implementación del presente diseño de mantenimiento TPM; Asimismo, en la actual investigación, se realizó el análisis de Beneficio/Costo de la propuesta planteada, para lo cual el valor obtenido fue de 1,93, es decir que con dicha asociación beneficio/costo para la aplicación del TPM resulta es rentable, porque el valor obtenido es superior al a inversión, proyectando beneficios del 93%. Se tuvieron similitudes con Anchante (2018), obtuvo un valor del VAN para la implementación cuyo valor fue S/. 21,766.06, lo cual sugiere que su mejora planteada se considera como viable, porque el VAN fue positivo y se pronosticó ganancias con esa cantidad al concluir el año. Adicionalmente, Pachas (2023), al realizar la evaluación económica, sus resultados evidenciaron un VAN cuyo valor fue S/ 16 456,33, un 20% para la TIR, la misma que fue superior al COK esperado (15%), asimismo se obtuvo 1,26 en la asociación beneficio/costo y el PRI del dinero de 3 años con 6 meses posteriores a la realización de la inversión. Por su parte Diaz (2023), luego de realizar a valoración económica a su propuesta, obtuvo un VAN cuyo valor fue S/ 26 049,45, un 28,8% para la TIR, en ta sentido concluyó que al implementar el MP en dicha organización empresarial resultó es rentable y viable. Cerquin (2023), para el VAN calculado fue de S/. 47

035,25, un 80% para la TIR. Anchante (2018), obtuvo un Beneficio/Costo de 1,39, representando una rentabilidad, debido a que los beneficios obtenidos fueron superiores a los costos o inversión realizada y es superior en un 39%. Además, Pachas (2023), con sus resultados de la evaluación económica, obtuvieron un valor de 1,26, en cuanto a la asociación beneficio/costo y el PRI del dinero de 3 años con 6 meses posteriores a la realización de la inversión. Por su parte Diaz (2023), luego de realizar la valoración económica de su propuesta se obtuvo un B/C de 1,10, lo que les permitió concluir que implementar el MP en la organización empresarial resulta rentable y viable. Por último, Cerquin (2023), para el Índice de Rentabilidad (IR) o análisis Beneficio/Costo (B/C) obtuvo un valor de 3,61, demostrando que por cada sol que se inviertan, las posibles ganancias serán del 261%. Nuestros hallazgos para el análisis económico reflejaron que para Beneficio/Costo (B/C) o Índice de Rentabilidad (IR) el valor obtenido fue de 3,61, lo que demostró que por cada sol que se invierta, la ganancia probable será del 261%.

### **Implicancias y futuros estudios**

Los resultados obtenidos en el presente estudio, resultan relevantes, debido a que resalta la importancia de un Sistema de Mantenimiento Productivo Total (TPM), no sólo para garantizar y/o prolongar la vida útil en los equipos, sino que también una continuidad productiva en cualquier empresa industrial, de manera que los costos del mismo no superen las ventas generadas por el procesamiento de la materia prima y finalmente de lograr incrementar la eficiencia operativa

Desde un enfoque aplicado, al implementar un Sistema de Mantenimiento Productivo Total (TPM), resulta de alta relevancia tanto en la ingeniería como en el rubro industrial, porque permite identificar las fallas en las maquinarias, así como otros factores que afecten la eficiencia operativa en los equipos productivos de cualquier organización empresarial del rubro industrial.

En cuanto a futuros estudios, se hace la recomendación de poder ampliar el abordaje al Sistema Productivo Total, considerando otras variables y/o factores, así como en cualquier otro rubro del ámbito industrial, para permitir corroborar si se logra el mismo efecto, ya sea en eficiencia operativa, así como en productividad de las maquinarias de las diversas organizaciones empresariales del rubro industrial.

Finalmente se recomienda desarrollar investigaciones en el largo plazo que permitan ampliar los conocimientos sobre el Sistema de Mantenimiento Productivo Total (TPM), de modo que al implementar dicho sistema, se mejore la disponibilidad, operatividad, incremento en la productividad y vida útil de los equipos en las organizaciones empresariales industriales.

### **Conclusiones**

Se realizó el diseño de un sistema TPM, para aumentar la eficiencia operativa de la maquinaria en la empresa alimentaria, Cajamarca, 2024, cuya inversión total estimada fue de S/. 23 753,75, asimismo se prevé un incremento en la eficiencia operativa de un 18,13% al finalizar un año, lo que permite garantizar no sólo la vida útil de los equipos y/o maquinarias, sino incrementar las utilidades en la empresa y la continuidad operativa de la misma.

Se identificó y analizó los procesos de fabricación realizado en la empresa, especialmente para la manufactura de chocolate, siendo los siguientes: Selección del grano de cacao, tostado, descascarillado, molienda, calentamiento de la materia prima, moldeado, enfriamiento, pesado y selección, empaquetado, almacenamiento del producto final, en cuanto a las máquinas empleadas para sus procesos productivos en la empresa, en tal sentido se clasificó de acuerdo a la criticidad tanto en seguridad, calidad, operación y mantenimiento, adicionalmente se elaboró un listado de stock para para su mantenimiento.

“Propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia operativa en una empresa alimentaria, Cajamarca 2024”

Se determinó las horas de funcionamiento de las máquinas empleadas en los procesos productivos, siendo un aproximado de 30 horas para todo el proceso productivo, sumando un aprox. de 151,25 horas semanales y un aprox. de 695,75 horas mensuales y un aprox. de 8742,25 horas anuales, en función a la duración del ciclo de producción de chocolate en la empresa.

Se estableció las fallas principales de la maquinaria y equipos, así como el stock de repuestos para mantenimiento de las mismas, siendo las siguientes: Mordaza, sellado con un 5,75%, seguido por templador con un 3,18%, luego se tuvo envasadora TBB 900, con un 1,65%, swicht dosificador con un 1,12%, pistón dosificador cuyo porcentaje fue de 0,86%, compresor con un 0,64% y finalmente codificador con un 0,45%, estas fallas van acompañadas de las causas de baja eficiencia operativa las cuales fueron: Bajo Mantenimiento Preventivo cuyo porcentaje fue de 17,74%, seguido por indisponibilidad de equipos con un 16,13%, luego estuvo falta stock repuestos con un 14,52%, asimismo se tuvo la falla por antigüedad de equipos con un 12,90% y en el quinto lugar estuvo la falla debido a eficacia en 75% con un 12,90%.

Se elaboró el diseño un sistema de mantenimiento productivo total (TPM), para aumentar la eficiencia operativa de la maquinaria, en el cual se planteó inspecciones bimensuales, trimestrales, semestrales y anuales, acorde al nivel de criticidad, especialmente lo de categoría A.

Se desarrolló el análisis económico del VAN y TIR, para la propuesta planteada, en tal sentido el VAN de la implementación es S/. 25,325.31 demostrando que es viable, porque el VAN es positivo y las ganancias que se obtendrán con esa cantidad serán posibles a concluir el año, en cuanto a la TIR, obtuvo un valor de 13,94% en 1 año (12 meses), eso indica una buena rentabilidad de recuperación del capital invertido en la implementación del presente diseño de mantenimiento TPM; El análisis de Beneficio/Costo de la propuesta planteada, para lo cual el valor obtenido fue

“Propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia operativa en una empresa alimentaria, Cajamarca 2024”

de 1,93, es decir que con dicho análisis de beneficio/costo de la aplicación del TPM demostró ser rentable, porque lo obtenido es superior al monto de inversión, obteniendo un beneficio del 93%.

### **Recomendaciones**

Con la finalidad de garantizar ya sea un incremento de la eficiencia operativa o mantener la misma en valores aceptables, se recomienda comenzar con la implementación del presente Sistema de Mantenimiento Productivo Total (TPM), para que resulte de alto beneficio no solo para la maquinaria de la empresa, sino para la organización empresarial industrial.

Se recomienda mejorar la gestión logística, especialmente en la gestión de stock de repuestos para mantenimiento preventivo, predictivo y no solamente para mantenimiento correctivo, lo cual permitirá aportar al Sistema de Mantenimiento Productivo Total (TPM) y lo cual se verá reflejado incrementando la eficiencia operativa en la maquinaria.

Se recomienda implementar un registro de mantenimiento ya sea preventivo y predictivo, con el propósito de tener un mejor control en la operatividad y eficiencia operativa de las máquinas, lo mismo que permitirá mejorar la vida útil de las mismas.

Se recomienda a la alta gerencia y a las áreas encargadas, tener mayor compromiso con el mantenimiento de los equipos y/o maquinarias, así como en la gestión que implica ello, con el propósito de lograr mejorar y/o incrementar la eficiencia operativa en la maquinaria de la organización empresarial.

Se recomienda realizar la medición y/o evaluación de la eficiencia operativa al implementar el presente Sistema de Mantenimiento Productivo Total (TPM) en la empresa.

## REFERENCIAS

- Alcantara, V. (2019). ¿Cuál es el impacto económico del mantenimiento? *Vanguardia Industrial*.  
<https://www.vanguardia-industrial.net/cual-es-el-impacto-economico-del-mantenimiento/>
- Anaya-Vega, G. G. (2020). *Diseño de la propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total TPM para la Empresa Colombiana de Cementos S.A.S. en la región de Rio Claro - Antioquía*. [Tesis de Maestría], Universidad EAN, Facultad de Administración, Finanzas y Ciencias Económicas.  
<https://repository.universidadean.edu.co/bitstream/handle/10882/10058/AnayaGerman2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Anchante Fiestas, J. M. (2018). *La aplicación del TPM para mejorar la productividad en la línea de chocolatería de Industrias Alimenticias Cusco S.A., San Luis, 2018*. [Tesis], Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Lima.  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/22813>
- Berrocal Gonzales, E. C., & Pacheco Tello, L. (2023). *Estudio de factibilidad para la instalación de una planta de producción de chocolate fortificado con harina de coca (erythroxyllum coca) en la región de Ayacucho*. [Tesis], Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica, Ayacucho. Retrieved 2025, from <https://repositorio.unsch.edu.pe/server/api/core/bitstreams/e1548fe1-bee7-4be5-afcd-fb13662d426d/content>
- Burgasí Delgado, D. D., Cobo Panchi, D. V., Pérez Salazar, K. T., Pilacuan Pinos, R. L., & Rocha Guano, M. B. (2021). El Diagrama de Ishikawa como Herramienta de Calidad en la Educación: Una Revisión de los Últimos 7 Años. *Revista electrónica TAMBARA*, 14(84),

“Propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia operativa en una empresa alimentaria, Cajamarca 2024”

1212-1230. [https://tambara.org/wp-content/uploads/2021/04/DIAGRAMA-ISHIKAWA\\_FINAL-PDF.pdf](https://tambara.org/wp-content/uploads/2021/04/DIAGRAMA-ISHIKAWA_FINAL-PDF.pdf)

Carayol Del Pino, I. (2016). *Mejora del Sistema de Mantenimiento de una empresa de elaboración de chocolate y productos derivados del cacao*. [Tesis de Maestría], Universitat Politècnica de Valencia, Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño, Valencia. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/70288/CARAYOL%20-%20Mejora%20del%20sistema%20de%20mantenimiento%20de%20una%20empresa%20de%20elaboraci%C3%B3n%20de%20chocolate%20y%20produc....pdf?sequence=1>

Cerquin Huaman, D. R. (2024). *Implementación de mantenimiento productivo total (TPM) para reducir costos de mantenimiento en la empresa Maderera Cabanillas & Servicios Generales S. R. L., Cajamarca, 2023*. [Tesis], Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería. [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUPN\\_1eb08862ca7dad804912ff46edc2c0ee](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUPN_1eb08862ca7dad804912ff46edc2c0ee)

Cuadros Negri, L. E. (2021). *Implementación de un sistema de gestión de mantenimiento en la empresa Record S.A.* [Tesis de Maestría], Univeridad Ricardo Palma, Escuela de Posgrado, Lima. [https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/4442/MIND-T030\\_08736508\\_M%20%20%20CUADROS%20NEGRI%20LUIS%20ERNESTO.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/4442/MIND-T030_08736508_M%20%20%20CUADROS%20NEGRI%20LUIS%20ERNESTO.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Cuatrecasas Arbós, L. (2012). *Gestión del Mantenimiento de los equipos productivos*. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos. [https://books.google.co.ve/books?id=dz\\_nuBxcHjQC&printsec=frontcover&dq=que+es+#v=onepage&q=que%20es&f=false](https://books.google.co.ve/books?id=dz_nuBxcHjQC&printsec=frontcover&dq=que+es+#v=onepage&q=que%20es&f=false)

“Propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia operativa en una empresa alimentaria, Cajamarca 2024”

Cuatrecasas Arbós, L., & Torrel Martínez, F. (2010). *TPM en un entorno Lean Management:*

*Estrategia Competitiva.* Profit Editorial.

<https://books.google.co.ve/books?id=n5qUDVbPA6wC&printsec=frontcover&dq=que+e#v=onepage&q=que%20e&f=false>

Díaz Raico, J. E. (2023). *Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para*

*incrementar la disponibilidad operativa de equipos de inspección en la empresa Ortev SAC, Cajamarca 2023.* Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Cajamarca.

<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/35797/Diaz%20Raico%2c%20Jose%20Esaul.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Dona, A., & Arvanitoyannis, I. S. (2009). Health risks of genetically modified foods. *Crit Rev*

*Food Sci Nutr*, 49(2), 164-175. <https://doi.org/10.1080/10408390701855993>

Gamarra Torres, P. A., & Marquina Vertiz, V. E. (2022). *Diseño de un plan de mantenimiento*

*productivo total para incrementar la operatividad de las máquinas en la empresa Trapani*

*Cultivares del Perú, año 2022.* [Tesis], Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Lima.

<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/31178/Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Gómez Santos, C. (2016). *Mantenimiento Productivo Total.* Bogotá.

<https://books.google.co.ve/books?id=IPtzAgAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=que+es#v=onepage&q=que%20es&f=false>

Guilbeaux Cantillo, D. M. (2017). *PROPUESTA DE UN MEJOR MANTENIMIENTO A LOS*

*EQUIPOS PRINCIPALES EN LA FÁBRICA DE CHOCOLATE DE BARACOA “RUBÉN DAVID SUAREZ ABELLA”.* [Tesis de Pregrado], INSTITUTO SUPERIOR MINERO

“Propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia operativa en una empresa alimentaria, Cajamarca 2024”

METALÚRGICO DE MOA “DR. ANTONIO NÚÑEZ JIMÉNEZ”, FACULTAD DE METALURGIA Y ELECTROMECAÁNICA, Moa.

<https://ninive.ismm.edu.cu/bitstream/handle/123456789/2331/guilbiaux.pdf?sequence=1>

Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN: LAS RUTAS CUANTITATIVA, CUALITATIVA Y MIXTA*. México, México D.F., México: McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C. V. [http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales\\_de\\_consulta/Drogas\\_de\\_Abuso/Articulos/SampieriLasRutas.pdf](http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/SampieriLasRutas.pdf)

Holguín Castro, M. A., & Real Pérez, G. (2021). Gestión y planificación de mantenimientos en válvulas de dique flotante en base a su entorno. *Dominio de las Ciencias*, 7(4), 2253-2267. <https://doi.org/10.23857/dc.v7i4.2261>

Moltó Miró, J. (2019). *Diseño e implantación de un sistema de mantenimiento basado en procesos en textiles pascual s.a.* [Tesis de Pregrado], Universitat Politècnica de Valencia, Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/151117/Molt%C3%B3-Mir%C3%B3-2019-Dise%C3%B1o-e-implantaci%C3%B3n-de-un-sistema-de-mantenimiento-basado-en-procesos-en-la-empresa-Textiles-Pascual-s.a.-2019.pdf?sequence=1>

Moreira Pino, O. A. (2022). *Aplicación de Mantenimiento Productivo Total (TPM), para el mejoramiento de los procesos operativos del taller mecánico industrial en una unidad educativa de la ciudad de Guayaquil.* [Tesis de Maestría], Universidad Politécnica Salesiana de Ecuador, Posgrados, Guayaquil.

“Propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia operativa en una empresa alimentaria, Cajamarca 2024”

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/22961/1/UPS-GT003900.pdf#page=47&zoom=100,92,202>

Olarte, W., Botero, M., & Cañon, B. (2010). Importancia del Mantenimiento Industrial dentro de los Procesos de Producción. *Scientia Et Technica*, XVI(44), 354-356.  
<https://www.redalyc.org/pdf/849/84917316066.pdf>

Pachas Gamonal, J. (2023). *Aplicación del mantenimiento preventivo para disminuir los costos de mantenimiento de la empresa pesquera ICEF S.A.C* –. [Tesis de Pregrado], Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Trujillo.  
<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/35586/Pachas%20Gamonal%2c%20Jhoan.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Pacheco, B., & Larissa, F. (2018). *Propuesta de implementación de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo basado en RCM para la reducción de fallas de la maquinaria de la Empresa Hydro Pátapo S.A.C*. [Tesis de Pregrado], UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO, FACULTAD DE INGENIERÍA, Chiclayo.  
<http://tesis.usat.edu.pe/xmlui/handle/20.500.12423/1353>

Perez Rosado, K. E. (2021). “*Diseño de modelo de gestión de mantenimiento basado en tpm y rcm para reducir costos operativos en el área de mantenimiento de una empresa agroindustrial en la libertad.*”. [Tesis de Pregrado], Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Trujillo.  
<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/27601/Perez%20Rosado%2c%20Karen%20Estefany.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Pineda Pizarro, C. J., & Vargas Burga, K. M. (2015). *Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento basado en la metodología de mantenimiento productivo total (tpm), para*

“Propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia operativa en una empresa alimentaria, Cajamarca 2024”

*mejorar la productividad y confiabilidad en el molino don julio s.a.c - lambayeque 2015.*

[Tesis de Pregrado], Universidad Señor de Sipán, Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo, Pimentel.

<https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/4466/Pineda%20Pizarro%20-%20Vargas%20Burga.pdf?sequence=1>

Pinedo Tolentino, L. A. (2018). *Aplicación del Mantenimiento Preventivo para Disminuir los Costos de Mantenimiento de la Empresa Pesquera Icef S.A.C – Chimbote 2018*. [Tesis], Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería. [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/30121/pinedo\\_tl.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/30121/pinedo_tl.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Rey Sacristán, F. (2001). *Mantenimiento Total de la Producción (TPM): Proceso de Implantación y Desarrollo*. Madrid, España: FC Editorial. <https://books.google.co.ve/books?id=t05vRBKtkQcC&printsec=frontcover&dq=que+es+#v=onepage&q=que%20es&f=false>

Rojas Alvarado, O. A., Benavidez, J. F., & Pascuas, W. (2023). Cálculo de la Efectividad Global del Equipo (OEE) basado en el concepto de gemelo digital bajo un entorno de transformación digital industrial. *Mutis*, 13(2), 1-27. <https://doi.org/10.21789/22561498.2019>

Romero Silva , J. P., & Ward Bothmann, C. K. (2018). *Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta productora de chocolates orgánicos en barra con relleno*. [Tesis], Universidad de Lima, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Lima. [https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/10284/Ward\\_Bothmann\\_Carolina\\_Kimberley.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/10284/Ward_Bothmann_Carolina_Kimberley.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

“Propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia operativa en una empresa alimentaria, Cajamarca 2024”

Rossino Solórzano, R. S. (2018). *Plan de Mantenimiento Preventivo a la Fábrica Chocolates Best de Guatemala S.A.* [Tesis de Pregrado], Universidad del Valle de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Guatemala.

<https://repositorio.uvg.edu.gt/static/flowpaper/template.html?path=/bitstream/handle/123456789/3488/Trabajo%20de%20graduaci%c3%b3n%20Rossino%20Rev.%202%20-%20Copy.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Santana Chiriboga, J. D., & Macías Camacho, E. J. (2023). *Propuesta de diseño de un modelo de gestión de mantenimiento enfocado en una planta del sector alimenticio.* Universidad Politécnica Salesiana, Posgrados. Guayquil: Universidad Politécnica Salesiana.

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/25068/1/UPS-GT004412.pdf>

Schiraldi, M. M., & Varisco, M. (2020). Overall Equipment Effectiveness: consistency of ISO standard with literature. *Computers & Industrial Engineering*, 145.

<https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106518>

Seminario Cerdán, L. A. (2017). *Implementación del mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia de las máquinas CNC de una empresa metal mecánica Lima - Perú 2017.* [Tesis], Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería.

[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/23173/Seminario\\_CLA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/23173/Seminario_CLA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Vargas Gutierrez, F. D., & Vargas Salazar, H. O. (2024). *Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento basado en la gestión del riesgo para empresas metalmeccánicas.* [Tesis de Pregrado], Universidad Santo Tomas, Facultad De Ingeniería, Tunja.

<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/53527/2024vargasfelix.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

## ANEXOS

### Anexo 1.

#### Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Valor Final	Tipo de Variable
<b>VI: Sistema de Mantenimiento TPM</b>	El TPM se trata del proceso de emplear equipos, máquinas, colaboradores y procesos de soporte para lograr mantener y un mejoramiento en la integridad en la cadena del proceso productivo y la calidad de fabricación en sus sistemas (Torrel y Cuatrecasas, 2010)	En esencia, se trata de una filosofía que busca producir erradicando defectos, fallas, prevenir accidentes, pérdidas en los equipos y garantizar la continuidad en la cadena productiva	Confiabilidad o Disponibilidad	Índice de Disponibilidad de Tiempo Medio entre fallos (MTBF)	$ID = Tde * Tpe * 100\%$ Tde: Tiempo Disponible del Equipo Tpe: Tiempo Programado del equipo $MTBF = \frac{\text{Tiempo total de funcionamiento}}{\text{Nro de fallas}}$	Cuantitativa continua
			Fiabilidad	Tiempo Medio para reparación (MTTR)	$MTTR = \frac{\text{Tiempo total de inactividad}}{\text{Nro de fallas}}$	
<b>VD: Eficiencia Operativa.</b>	Se refiere a su capacidad para rendir de manera adecuada y mantener niveles óptimos en la producción, lo que permite alcanzar las tasas de producción que una organización empresarial requiera (González et al., 2018).	Se puede calcular mediante una fórmula que multiplica la disponibilidad*Rendimiento*Calidad. Otra manera de calcular la OEE, es dividiendo: (Costos Operativos + Costo de Bienes) / Ventas Netas	Eficiencia Operativa Global	Disponibilidad	$ID = Tde * Tpe * 100\%$ Tde: Tiempo Disponible del Equipo Tpe: Tiempo Programado del equipo	Cuantitativa continua
				Rendimiento o Eficacia	$R = \frac{\left(\frac{\text{Tiempo de operación}}{\# \text{ Total de unidades}}\right)}{\text{Tiempo de ciclo ideal}}$	
				Calidad	$C = \frac{\left(\# \text{ de unidades conformes}\right)}{\# \text{ de unidades totales}}$	
				Ventas	Incremento de Ventas = Ventas	
				Costos Operativos	CO = Inversion	
				Costo de Bienes	Costo de Bienes = Costo Variable	
				Eficiencia Operativa Global	$OEE = \frac{CO + CB}{Ventas}$	

## Anexo 2.

### Matriz de Consistencia Interna

Formulación del Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Método
¿La propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento TPM, incrementa la eficiencia operativa en una empresa alimentaria, Cajamarca 2024?	<p><b>Objetivo General</b> Diseñar un sistema de mantenimiento TPM, para aumentar la eficiencia operativa de la maquinaria en una empresa alimentaria de chocolate, Cajamarca, 2024.</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Identificar y analizar los procesos de fabricación, máquinas empleadas en los procesos productivos de la empresa alimentaria.</li> <li>✓ Determinar las horas de funcionamiento en los equipos utilizados para el proceso de producción.</li> <li>✓ Establecer las fallas principales de la maquinaria y equipos, así como el stock de repuestos para mantenimiento de las mismas.</li> <li>✓ Elaborar el diseño un sistema de mantenimiento TPM, para aumentar la eficiencia operativa de la maquinaria.</li> <li>✓ Desarrollar el análisis económico del VAN, TIR, Beneficio/Coso y el COK, para la propuesta planteada.</li> </ul>	La propuesta para implementar un sistema de mantenimiento TPM, incrementa la eficiencia operativa en una empresa alimentaria, Cajamarca 2024.	<p><b>Variable Independiente:</b> Diseño de un plan de Mantenimiento TPM</p> <p><b>Variable Dependiente:</b> Operatividad de la maquinaria.</p>	<p><b>Tipo:</b> Aplicada.</p> <p><b>Diseño:</b> No experimental.</p> <p><b>Población:</b> Total de máquinas de la empresa.</p> <p><b>Muestra:</b> Total de máquinas de la empresa.</p>