

Influencia del Mantenimiento Productivo Total en la productividad del área de producción de una empresa de cultivo de frutas en la ciudad de Nepeña – Perú**Influence of Total Productive Maintenance on the productivity of the production area of a fruit growing company in the city of Nepeña - Peru****Influência da Manutenção Produtiva Total na produtividade da área de produção de uma empresa de fruticultura na cidade de Nepeña - Peru**

Ramirez Campos Estefani Siomara¹, Villar Tiravanti Lily Margot², Saldaña Bernuy Luis Fernando³, Chucuya Huallpachoque Roberto Carlos⁴

Resumen

La presente investigación tuvo la finalidad de aplicar el mantenimiento productivo total en la planta de conservas para incrementar la productividad de la empresa Los Paltos S.A.C. La investigación fue de tipo aplicada del diseño pre experimental con una pre y post prueba respectivamente, así mismo la muestra estuvo dada por los 9 equipos estáticos del área de producción. Para el diagnóstico se realizó el análisis del VSM, el cual se determinó el lead time de cada proceso, obteniendo que los procesos de mayor tiempo de ciclo fueron la selección y el lavado con 1.3 s/kg, escaldado 0.75 s/kg, el llenado con 1.20 s/kg, la esterilizadora con 0.33 s/kg y sellado 0.54 s/kg, obteniendo un OEE que fue de 86.17, por tal motivo la productividad inicial no fue la esperada obteniendo un 86.76%, utilizando para su solución los pilares del TPM, como el mantenimiento planificado mediante capacitaciones, cumpliendo un 100% de cumplimiento, el mantenimiento planificado mediante un plan rutinario, cumpliendo un 94.55% de cumplimiento y el mantenimiento de calidad mediante un manual de buenas prácticas, reduciendo las fallas en un 500% y un 36% de defectos. Concluyendo que la aplicación del TPM aumentó la productividad total en un 3.50%.

Palabras claves: *Mantenimiento Productivo Total, Mantenimiento Autónomo, Mantenimiento Planificado, Mantenimiento de Calidad, Eficiencia Global de los equipos y Productividad Total.*

Abstract

The present investigation of this research was to apply Total Productive Maintenance in the canning plant to increase the productivity of the company Los Paltos S.A.C. The research was of an applied type of the pre-experimental design with a pre and post test respectively, likewise the sample was given by the 9 static teams of the production area. For the diagnosis, the VSM analysis was carried out, which determined the lead time of each process, obtaining that the processes with the longest cycle time were selection and washing with 1.3 s/kg, blanching 0.75 s/kg, the filling with 1.20 s/kg, the sterilizer with 0.33 s/kg and sealing 0.54 s/kg, obtaining an OEE that was 86.17, for this reason the initial productivity was not the expected obtaining 86.76%, using for its solution the pillars of the TPM, such as planned maintenance through training, fulfilling 100% compliance, planned maintenance through a routine plan, fulfilling 94.55% compliance and quality maintenance through a manual of good practices, reducing failures 500% and 36% defects. Concluding that the application of the TPM increased total productivity by 3.50%.

Keywords: *Total Productive Maintenance, Autonomous Maintenance, Planned Maintenance, Quality Maintenance, Global Efficiency of the equipment and Total Productivity.*¹

Resumo

A presente investigação teve como objetivo aplicar a manutenção produtiva total na fábrica de conservas para aumentar a produtividade da empresa Los Paltos S.A.C. A pesquisa foi do tipo aplicada de

¹ Escuela de Ingeniería Industrial. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Estudiante. Universidad César Vallejo. Chimbote, Perú. ramirezcae@ucvvirtual.edu.pe. <http://orcid.org/0000-0002-8827-0667>

² Escuela de Ingeniería Industrial. Facultad de Ingeniería y Arquitectura Magister. Universidad César Vallejo. Chimbote, Perú. lvillart@ucvvirtual.edu.pe. <https://orcid.org/0000-0003-1456-8951>

³ Escuela de Ingeniería Mecánica. Especialista. Universidad Federal de Río Grande del Sur, Sao Paulo, Brasil. luis.bernuy@unesp.br. <https://orcid.org/0000-0002-2192-4435>

⁴ Escuela de Ingeniería Industrial. Facultad de Ingeniería y Arquitectura Magister. Universidad César Vallejo. Chimbote, Perú. rchucuya@ucv.edu.pe. <https://orcid.org/0000-0001-9175-5545>

delineamento pré-experimental com pré e pós-teste respectivamente, da mesma forma que a amostra foi fornecida pelas 9 equipes estáticas da área de produção. Para o diagnóstico, foi realizada a análise de VSM, que determinou o lead time de cada processo, obtendo-se que os processos com maior tempo de ciclo foram a seleção e lavagem com 1,3 s/kg, branqueamento 0,75 s/kg, enchimento com 1,20 s/kg, o esterilizador com 0,33 s/kg e vedação 0,54 s/kg, obtendo um OEE que foi de 86,17, por este motivo a produtividade inicial não foi a esperada obtendo 86,76%, utilizando para sua solução os pilares do TPM, como manutenção planejada por meio de treinamento, cumprimento de 100% de conformidade, manutenção planejada por plano de rotina, cumprimento de conformidade de 94,55% e manutenção da qualidade por meio de manual de boas práticas, reduzindo falhas em 500% e 36% em defeitos. Concluindo que a aplicação do TPM aumentou a produtividade total em 3,50%.

Palavras-chave: Manutenção Produtiva Total, Manutenção Autônoma, Manutenção Planejada, Manutenção da Qualidade, Eficiência Global dos Equipamentos e Produtividade Total.

Introducción

La presente investigación enfocó solo en beneficiará significativamente a la empresa Los Paltos S.A.C., esto debido a que se realizará la aplicación del mantenimiento productivo total en la planta de conservas de mango, con la finalidad de aumentar la productividad, por tal motivo la investigación se realizó al analizar los principales problemas que presentan en el área de producción como: las constantes fallas de los equipos, la falta de conocimiento del personal de mantenimiento, alta cantidad de defectos ocurridos en el proceso, es así como (Socconini, 2019, para.3) En un principio, el TPM en las áreas que estaban relacionadas con los equipos, implicando después a todas las unidades organizacionales, con el fin de mejorar la productividad, inicialmente se empezó a implementar en empresas automovilísticas como Toyota, Nissan y Mazda hasta extenderse a todo tipo de industrias rindiendo resultados como “mejora del ambiente de trabajo, reducción de defectos, productos de calidad y mostrando aumento de la productividad”. Por tal motivo, se tuvo en la necesidad de solucionar los principales problemas que vienen ocurriendo en la empresa, como los pocos procedimientos para realizar un trabajo de mantenimiento, la falta de registros, la falta de conocimiento del personal, el aumento de desperdicios del proceso, el plan de mantenimiento relacionado a cada sistema que debe presentar los equipos y de esta forma reducir la productividad, por todo lo mencionado es importante brindar una solución óptima al problema encontrado en el área de producción de conservas de la empresa Los Paltos S.A.C.

El proyecto de estudio tiene como problema, ¿De qué manera la implementación del mantenimiento productivo total mejorará la productividad en el área de producción de la empresa Fundo Los Paltos S.A.C., Nepeña-2020? Así mismo, el siguiente proyecto se justificó teóricamente, porque buscó el uso de conceptos teóricos referente al TPM, mantenimiento autónomo, planificado y de calidad, además de la eficiencia global de los equipos y la disponibilidad, permitió prevenir al máximo las fallas que normalmente ocurrían, además incrementó la productividad, y disponibilidad de los equipos, otra justificación es la económica ya que brindó a la empresa la reducción de tiempos muertos debido a las paradas de los equipos, lo que generó una disminución en los costos de mantenimiento y provocó que la utilidad de la empresa mejore. A nivel tecnológico, se justificó debido al uso de programas informáticos que se vio utilizados, con el fin de automatizar el proceso de pedidos de piezas para el mantenimiento de máquinas, así mismo mantener un registro que se pueda actualizar al darse un cambio. Entonces, con la implementación del Plan de TPM se logró: aumentar la productividad, reducir los costos correctivos en reparaciones innecesarias, optimizar los recursos humanos que se involucran en este proceso, reducir interferencias en los procesos asignados, eliminar los daños de consideración y aumentar la OEE en general en los procesos.

Teniendo como objetivo principal, Mejorar la productividad en el área de producción de la empresa Fundo Los Paltos S.A.C., Nepeña-2020 implementando el Mantenimiento Productivo Total, y como objetivos específicos; Diagnosticar la situación actual de las máquinas de la planta de producción de la empresa Fundo Los Paltos S.A.C., Nepeña-2020. Determinar la productividad inicial de la línea de proceso de producción en la empresa Fundo Los Paltos S.A.C., Nepeña-2020. Diseñar e implementar el mantenimiento productivo total en la empresa Fundo Los Paltos

S.A.C y evaluar la productividad final de la línea del proceso de producción en la empresa Fundo Los Paltos S.A.C., Nepeña-2020.

Dado ello, se destacan trabajos previos como el de hoyar Arpit, Raut Laukik, Mane Sunil (2017) que tuvo como objetivo evaluar las contribuciones de las iniciativas de TPM hacia la mejora del rendimiento de la fabricación en Shalimar Nutrients Private Limited (SNPL) Nagpur, entre varias dimensiones y mejoras de rendimiento de fabricación han sido evaluadas y validado empleando el OEE en el departamento de mantenimiento, llegando a la conclusión que el éxito del TPM depende de varios pilares como 5's, Jishu Hozen, mantenimiento planificado, mantenimiento de calidad, Kaizen, office, TPM, seguridad, salud y el medio ambiente mejoró del 66% al 79% indicando el incremento de la productividad y de la calidad del producto se observó que la mayor parte de componentes defectuosos se deben al proceso de fundición.

Así mismo Jeng y Tian (2020) tuvo como objetivo implementar el mantenimiento productivo total para pequeñas y medianas empresas mediante tres etapas planificar, mejorar y sostener, la investigación tuvo como resultado que el OEE aumentó hasta llegar al 54,23% por ende cumplió la meta a corto plazo además se planeó mejoraras a través de dos pilares que son el mantenimiento autónomo y planificado para elevar el OEE hasta la línea base del 65%, también hubo una reducción del desconocimiento de los empleados en preguntas basadas al TPM el cual antes de la aplicación era del 88,89% luego se redujo hasta llegar a 1,39%.

Así también Llontop (2018), tuvo como objetivo general proponer la implementación del TPM en el área de extracción de jugo trapiche para medir el impacto de la productividad, obteniendo como resultado un incremento en la efectividad global de los equipos de un 72,66 % a 75 %, disminuyendo los tiempos de reparación , paradas no planificadas, periodo por operación y tiempos por defectos, mediante la capacitación a los miembros involucrados en el mantenimiento se consiguió el incremento a 75 % de efectividad, concluyeron que con el apoyo del mantenimiento autónomo que es uno de los pilares del TPM se puede incrementar la efectividad y mediante la implementación del TPM la productividad tuvo un incremento de 2 %.

Finalmente, la investigación de Valerio (2018), tuvo como objetivo general proponer la implementación de un plan de mantenimiento preventivo aplicado al área de maestranza de la empresa Agroindustrias San Jacinto S.A.A, teniendo como resultado que, de un total de 14 equipos, existe 9 equipos que son no críticos lo cual equivale al 64 %, mientras que los 5 restantes son equipos críticos que equivalen al 36 %, por lo tanto, su plan de mantenimiento preventivo se centrará en equipos críticos.

Material y métodos

En la investigación se destacaron dos variables de estudio, siendo la primera de ellas el mantenimiento productivo total, el cual tuvo tres dimensiones: siendo la primera dimensión el análisis que tuvo cuatro indicadores, el historial de fallas, el tiempo de ciclo, check list de TPM y la encuesta todos ellos a escala de razón, la segunda dimensión es el planear, el cual se tiene el porcentaje de capacitación, la inspección de maquinarias, cumplimiento de los pilares del mantenimiento productivo total, todos ellos a escala de razón; como tercera dimensión se tiene al control, el cual se tiene el cumplimiento de los pilares del TPM, así como la disponibilidad, la conformidad de productos y el OEE, todos a una escala de razón. De la misma forma la variable dependiente se define como la productividad, cuyas dimensiones son la eficiencia, la eficacia, la productividad de maquinaria y la productividad total, todos a una escala de razón.

El proyecto de estudio pertenece al tipo explicativa debido a que busca las causas y los efectos que originan un fenómeno determinado; y además corresponde a un diseño experimental, en la categoría pre-experimental, con el propósito de describir la variable y analizar su incidencia en un determinado momento (Hernández, Fernández & Baptista, 2014, p.76), el cual trabajó con un grupo (G) que se define como el área de producción de la empresa Los Paltos S.A.C, donde se analizó las dos variables antes y después de la mejora, teniendo como (O1) a la productividad inicial, siendo el (X) el incentivo, que estuvo representado por el Mantenimiento Productivo Total, teniendo un post análisis que es la productividad final (O2).

Para (Ventura, 2017, p.45), define a la población como el conjunto de todos los elementos e individuos que tienen características similares a analizar, otros autores como (Gravetter y Wallnau, 2016, p.4) definen con respecto a la población que es el conjunto de todos los individuos de interés en un estudio particular. Para la presente investigación se utilizó como población a todos los equipos de la empresa Fundo Los Paltos, siendo un total de 20 equipos entre móviles y estáticos. Por lo cual como criterio de inclusión se tuvo a los equipos estáticos de la empresa Fundo Los Paltos debido a que dichos equipos son usados para realizar el proceso productivo. Como criterios de exclusión se tuvo a los equipos móviles de la empresa Fundo Los Paltos debido a que estos equipos no forman parte del proceso productivo para la investigación.

Del mismo modo, se realizará la muestra el cual según (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p.176), es comprendida como una parte de similares formas y características de una población, en el cual se estudiarán los datos, por tal motivo para la investigación se tomó como muestra a los 9 equipos estáticos del área de producción de la empresa Fundo Los Paltos S.A.C., finalmente se realizó un muestreo no probabilístico por conveniencia (Otzen y Manterola 2017, p.56), debido a que la unidad de análisis es de mayor interés y accesible, por tal motivo se seleccionó este tipo de muestreo para la investigación.

Resultados

Diagnosticar la situación actual de las máquinas de la planta de producción de la empresa Fundo Los Paltos S.A.C., Nepeña-2020

Con la finalidad de diagnosticar la situación actual de las máquinas de la planta de producción de la empresa agroexportadora Los Paltos S.A.C., se realizó un cursograma analítico de la conserva de mango (Anexo 4), a fin de conocer el proceso productivo y los tiempos productivos y no productivos, las cuales se ven reflejadas en la tabla 3, mostrada a continuación:

Tabla 1. Resumen de cursograma analítico del proceso de mangos en conservas.

| RESUMEN | | | | |
|----------------|----------|----------------------------|-----------|-------------|
| ACTIVIDAD | Actual | Actividades | Cantidad | Porcentajes |
| Operación | 10 | Actividades productivas | 14 | 70.0% |
| Inspección | 4 | | | |
| Espera | 0 | Actividades no productivas | 6 | 30.0% |
| Transporte | 4 | | | |
| Almacenamiento | 2 | | | |
| Distancia | 39.40 | Total | 20 | 100% |
| Tiempo | 12:30:40 | | | |

Nota. Datos recopilados de la auditoría técnica de mantenimiento dado en la empresa.

Como se observa en la tabla 1, se obtuvo un tiempo de 12:30:40 el cual corresponde a 1 día de producción continua, dividido entre las 10 operaciones y 4 inspecciones, lo que da un total de 14 actividades productivas dentro del proceso de mango, esto reflejado en porcentaje es un 70% del tiempo total del proceso, así mismo, se tiene una distancia entre áreas de 39.40 metros esto debido a que existe 4 transportes y 2 almacenamientos, lo cual da un total de 6 actividades no productivas, lo que corresponde al 30% del total de actividades, este porcentaje es alto, y se dio en su mayoría por la falta de experiencia de los operadores, o el sobre procesamiento muy alto que existía en el área. El segundo análisis consiste en analizar los desperdicios generados en el proceso productivo, detallados a continuación:

Tabla 2. Desperdicios más importantes encontrados en el área de producción.

| DESPERDICIOS MÁS IMPORTANTES ENCONTRADOS EN LA EMPRESA AGROEXPORTADORA LOS PALTOS | | | |
|---|---|-------|--|
| Nombre del problema | Nombre del desperdicio | Icono | Pilares del Mantenimiento Productivo Total |
| Falta de planificación del mantenimiento | Espera y Talento no utilizado | | Mantenimiento Planificado |
| Falta de inspección del producto | Defectos y Sobre procesamiento | | Mantenimiento de Calidad |
| Conocimiento empírico | Talento no utilizado y Defectos | | Mantenimiento Autónomo |
| Producto terminado defectuoso (pesos inadecuados, parámetros no establecidos) | Defectos y Sobre procesamiento | | Mantenimiento de Calidad |
| Fallas intempestivas en los equipos | Espera - Defectos y Sobre procesamiento | | Mantenimiento Planificado |
| Falta de cumplimiento del cronograma de mantenimiento | Talento no utilizado y Espera | | Mantenimiento Planificado |

Nota. Datos recopilados de la auditoría técnica de mantenimiento dado en la empresa.

En la tabla 2, se detalla los principales problemas presentan desperdicios ligados a la espera, el talento no utilizado, los defectos y el sobre procesamiento, los cuales se buscó soluciones a través de los pilares del mantenimiento productivo total, así mismo luego se realizó el VSM, con ella se pudo determinar cuáles eran aquellas actividades que agregaban valor al proceso y diferenciarlas de aquellas que no, lo cual se detalla a continuación:

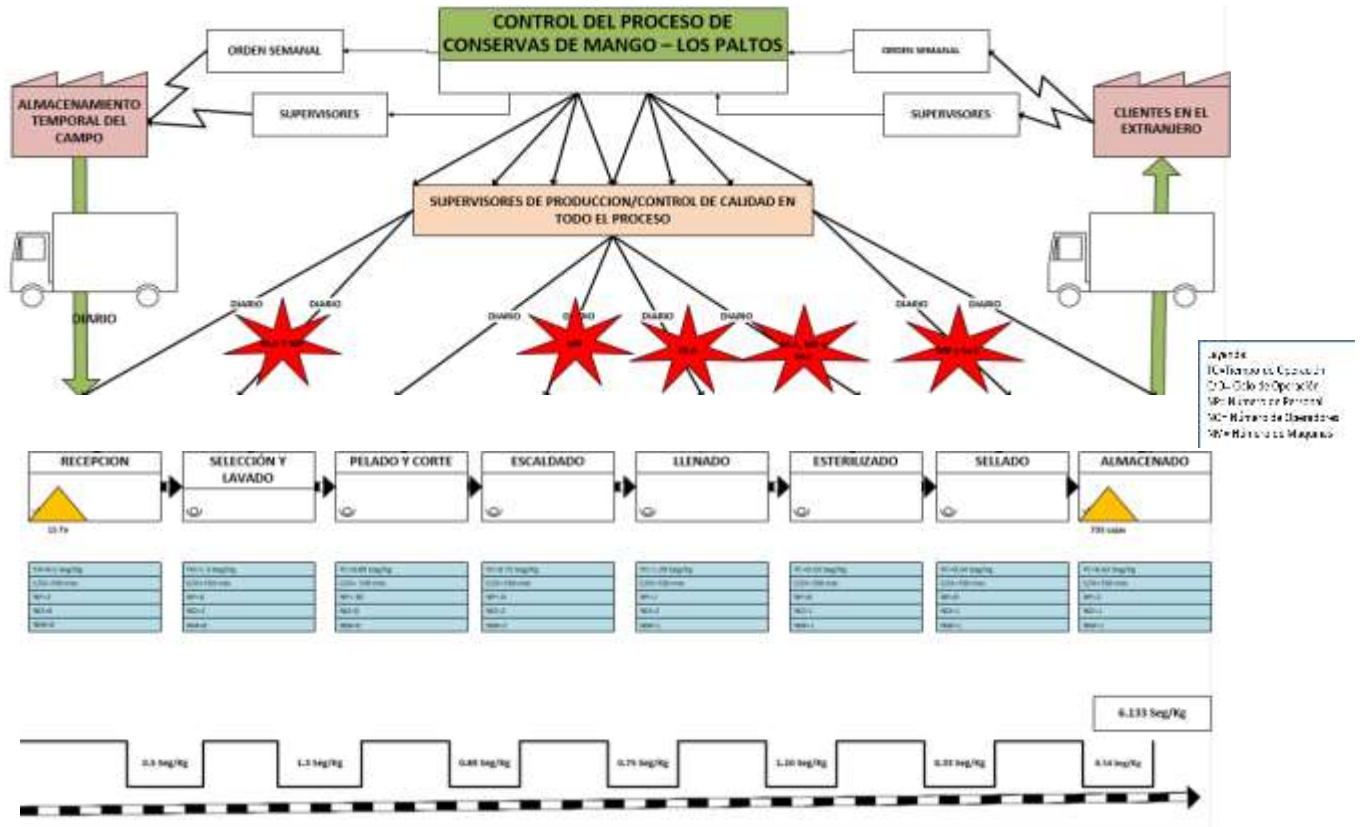


Figura 1. Value Stream Mapping Inicial

Nota. Datos recopilados del análisis situacional de la empresa.

En la figura 1 se pudo observar que aquellas actividades que poseían un mayor tiempo de ciclo eran: la selección y el lavado con 1.3 s/kg, escaldado 0.75 s/kg, el llenado con 1.20 s/kg, la esterilizadora con 0.33 s/kg y sellado 0.54 s/kg, es por ello que se decidió que la aplicación de las herramientas del Lean Manufacturing para estos equipos son prioritarios. Finalmente, para terminar el diagnóstico se evaluó la eficiencia global de los equipos, basado en los 3 criterios que lo compone: la calidad, la disponibilidad y el rendimiento, los cuales se muestran a continuación:

Tabla 3. Eficiencia Global de los equipos (OEE Inicial)

| | | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
|--|--------------------------------------|------------|---------|-----------|-----------|
| Días trabajados | | 26 | 27 | 25 | 25 |
| Tiempo Operativo (min) | | 2238 | 2287 | 2183 | 2245 |
| Tiempo de preparación de maquina (min) | Tiempos perdidos por correctivos | 10 | 15.5 | 12.5 | 10 |
| | Aplicación de Mantenimiento Autónomo | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Tiempo Disponible Total (min) | | 2267.5 | 2322 | 2215 | 2274.5 |
| Capacidad Productiva | | 18034 | 18260 | 17703 | 18086 |
| Cantidad de cajas producidas | | 15814 | 16483 | 15374 | 15566 |
| Cantidad de Piezas Scrap | | 69 | 63 | 55 | 53 |
| %Disponibilidad | | 98.70% | 98.49% | 98.56% | 98.70% |
| %Desempeño | | 87.69% | 90.27% | 86.84% | 86.07% |
| %Calidad | | 99.57% | 99.62% | 99.64% | 99.66% |
| OEE | | 86.17% | 88.57% | 85.28% | 84.66% |

Nota. Datos recopilados de los registros de la empresa

En la tabla 3, se analizó el OEE de los equipos de forma inicial, durante los 4 meses de diagnóstico, en las cuales se tuvo en cuenta los tiempos disponibles, siendo el mes de diciembre el tiempo más elevado con 2274.5 horas y un tiempo productivo de 2245 horas, lo que dio como resultado una capacidad productiva de 18086 conservas de mango, de las cuales 15566 son piezas buenas, obteniendo un porcentaje de calidad de 99.66%, y un OEE de 84.66%, así mismo, el menor tiempo fue en el mes de noviembre, en el cual tiene un tiempo disponible de 2215 horas y un tiempo productivo de 2183 horas, obteniendo una producción real 15429 conservas, de las cuales 15374 conservas buenas, teniendo un porcentaje de calidad de 99.64%, obteniendo un OEE de 85.28%

Determinar la productividad inicial de la línea de proceso de producción en la empresa Fundo Los Paltos S.A.C., Nepeña-2020.

Para determinar la productividad en la línea de proceso de la empresa Fundo los Paltos S.A.C se calculó la eficiencia y eficacia de los equipos para de esta manera hallar la productividad total de los meses de septiembre a diciembre del año 2020, todo esto con la finalidad de conocer el estado actual en el que se encuentra la línea con respecto al cumplimiento de objetivos y uso correcto de sus equipos, para ello se realizó un registro de análisis de productividad inicial y resumido en la siguiente tabla:

Tabla 4. Indicadores de productividad inicial de la empresa Fundo los Paltos en los meses Septiembre-diciembre 2020

| | Productividad de Maquinaria (cajas/h-máq) | Eficiencia | Eficacia | Productividad Total |
|-------------------|---|------------|----------|---------------------|
| Septiembre | 7.13 | 99.72% | 88.29% | 88.03% |
| Octubre | 7.03 | 97.74% | 87.44% | 85.54% |
| Noviembre | 7.10 | 99.37% | 87.58% | 87.06% |
| Diciembre | 7.01 | 99.63% | 86.70% | 86.39% |

Nota. Datos recopilados de los registros de operaciones en la empresa.

Se obtuvo que en el mes de septiembre la productividad inicial de la maquinaria fue la más alta en el mes de septiembre teniendo un promedio de 7.13 cajas/ hora máquina utilizada, esto debido a que el promedio de tiempo en el que la máquina estuvo operativo en este mes fue de 86 horas, pese a tener el menor tiempo de horas operativas en comparación a los otros 3 meses posteriores, el nivel de cajas realizadas fue mayor logrando un total de 15814 cajas producidas al mes, considerando que el porcentaje de materia prima utilizada fue del 40%, así mismo que el tiempo de reparación fue de 9.50 horas. Así también se observó que la menor productividad de maquinaria se obtuvo en el mes de diciembre, siendo esta 7.01 cajas/ hora-máquina en promedio aun cuando el tiempo operativo de las máquinas fue mayor con un promedio de 90 horas operativa. Sin embargo, el nivel de producción fue de 15566 cajas, con un tiempo de reparación de 10 horas, lo cual quiere decir que el nivel de productividad no solo se ve afectado por cantidad de horas disponible de las máquinas o la cantidad de horas de mantenimiento correctivo, sino también la calidad del producto es decir el número de productos defectuosos, o el correcto pelado del operario que trae como resultado las cajas óptimas de producción.

Finalmente se encontró la productividad total inicial que se halló a partir del producto entre la eficiencia y eficacia, es así donde se obtiene que las productividades totales finales de los meses septiembre, octubre, noviembre y diciembre fueron 88.03%, 85.54%, 87.06% y 86.39% respectivamente, reflejando así que la menor productividad se encontró en el mes octubre dado que la producción realizada fue mucho más baja que la producción programada esto como consecuencia de que muchos de los productos no cumplían con la calidad establecida pese a tener una de las mayores eficiencia de máquinas, dado que, el tiempo operativo fue uno de los altos. Por otro lado, se observó que la mayor productividad total la obtuvo el mes de septiembre, dado que tanto la eficiencia de las máquinas como el cumplimiento de las metas fueron altas.

Diseñar e implementar el mantenimiento productivo total en la empresa Fondo Los Paltos S.A.C.

Como primer paso para la implementación del mantenimiento productivo total, se analizó el primer pilar seleccionado, este pilar tiene por nombre el mantenimiento autónomo, el cual para su desarrollo se realizó un diagrama de flujo, el cual muestran los procedimientos adecuados para solucionar los problemas de dicho pilar, el cual cuenta con 4 actividades, siendo la primera de ellas la lista de operarios, en la cual se plasma la interrogante si es que los colaboradores están capacitados con respecto al manejo de sus respectivos equipos, para crear estándares de inspección diaria a los equipos y de esta forma poder analizar su cumplimiento, para finalmente evaluar los costos del mantenimiento autónomo que se tuvo en la investigación.

Posteriormente se realizó una encuesta, en los cuales se realizaron preguntas en base a los 7 principios de este pilar como son: el conocimiento, la capacitación, inspección preliminar, experiencia, solución de problemas, trabajo en equipo e interés de superiores (Anexo 15), en los cuales se realizó un análisis obteniendo como resultado lo siguiente:

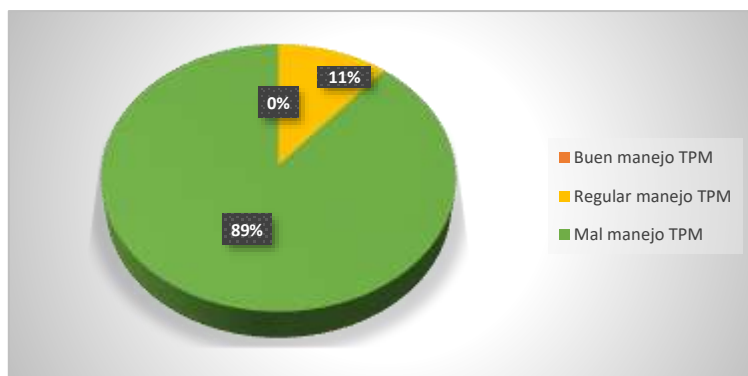


Figura 2. Resultados de la encuesta realizada a los operadores
Nota. Datos recopilados del análisis situacional de la empresa.

En la figura 2, el 89% de los operadores indica que no se está cumpliendo con el manejo adecuado del TPM en la empresa, esto debido a la falta de capacitaciones brindadas por la empresa, así como el poco seguimiento a los equipos por parte del área de mantenimiento y de los jefes, sumado a la falta de trabajo en equipos han generado, según los colaboradores el mal manejo y las constantes fallas en los equipos, por otro lado el 11%, señala que el manejo del TPM es regular, pero puede ser mejorable por parte de la empresa,

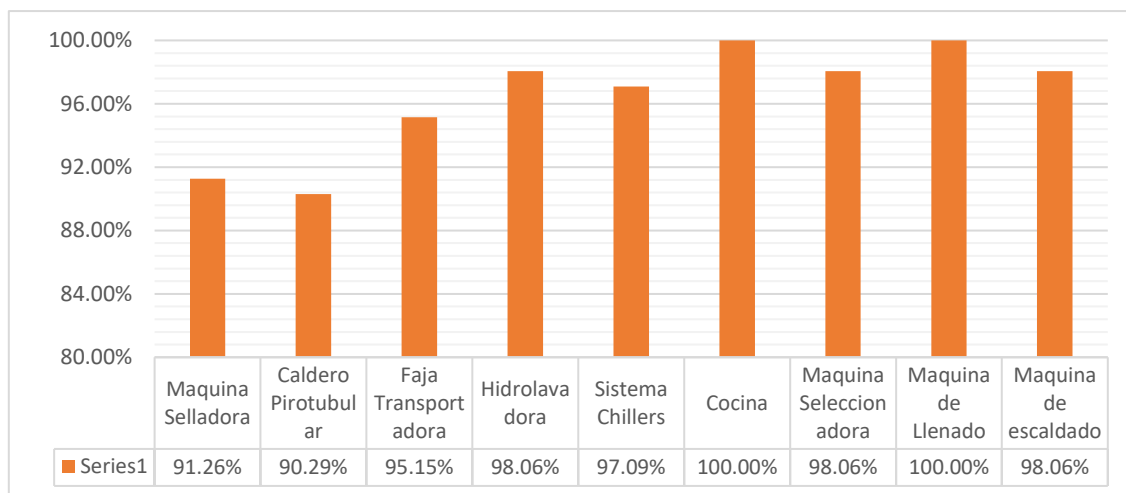


Figura 3. Resultado de los estándares de inspección
Nota. Datos recopilados del análisis situacional de la empresa.

Tal como se muestra en la figura 8, los resultados de los estándares de inspección diario tuvieron los siguientes resultados: en la máquina selladora se tuvo un porcentaje de 91.26%, esto debido que, de los 103 días, se cumplió un total de 94 días, esto debido a que el operador estuvo pendiente a la demanda de producción y descuidó el llenado del pre uso; del mismo modo el caldero pirotubular también es uno de los indicadores más bajos con 90.29%, esto debido a que el operario no tomó conciencia de la importancia del pre uso; caso contrario paso con los equipos de la cocina y la máquina selladora, los cuales obtuvieron un total de 103 hojas de estándares de inspección lo que corresponde a la totalidad del cumplimiento, finalmente como parte final del mantenimiento autónomo, se detalló los costos de mantenimiento autónomo que fueron utilizados, en la cual se dividió en dos partes, siendo la primera de ellas, los costos de capacitación en los cuales se dictaron un total de 16 capacitaciones a los operarios, brindadas por el área de mantenimiento, con un total de 13 horas de capacitación, dictadas en horas libres de trabajo, dando un total de S/.1012.50 soles; el segundo costo es el costo de inspección de los equipos, el cual se desarrolla 5 minutos antes de iniciar la jornada laboral, el cual tiene la sumatoria de inspecciones entre los 9 equipos de 894, obteniendo un costo de S/.894.00 soles, al término de la investigación.


Como segundo pilar seleccionado del TPM, se tiene al mantenimiento planificado, para ejecutar planes de mantenimiento de cada uno de los equipos acorde a las necesidades y a la frecuencia de falla que tiene cada equipo, para ello como primer paso se realizó un diagrama de flujo, el cual para su inicio se realizó el análisis del historial de fallas de cada uno de los equipos, para conocer la frecuencia y de esta forma, los equipos que necesitan mayor control en la planificación de mantenimiento, posteriormente se realizó una ficha técnica por equipo, esto con la finalidad de conocer las partes más importantes de cada uno de los equipos, posteriormente se realizó el plan de mantenimiento que tendrá una duración de 4 meses, para finalmente analizar los costos del mantenimiento planificado.

Como primer paso del mantenimiento planificado, se realizó unas fichas técnicas de cada equipo, para ello se tomó en cuenta características de cada equipo como: marca, modelo, fecha de fabricación, tipo de materiales, especificaciones técnicas y ubicación, todo ello para que el operador pueda conocer algunos datos o parámetros que debe tener el equipo para su

funcionamiento, así mismo se desarrolló algunas normas que los operarios deben cumplir para poner en funcionamiento cada uno de los equipos y las normas de seguridad que se debe tener, todo ello para evitar accidentes y maximizar el tiempo de uso correcto de los equipos.

Luego de haber realizado las fichas técnicas de los equipos se procedió a implementar el plan de mantenimiento o mantenimiento planificado, para ello se dividió cada equipo en sistemas, esto con la finalidad de que cada equipo pueda realizarse una inspección de mantenimiento de forma adecuada, así mismo, cada sistema tiene componentes que lo conforman y cada uno de ellos se seleccionan actividades a realizar los cuales se desarrollaran con una respectiva frecuencia (que se puede dar en días, semanas o meses), otro criterio importante del plan de mantenimiento es la prioridad que tiene el mantenimiento, esta puede variar por alta, media o baja dependiendo de la importancia que tenga este componente, finalmente en cada plan de mantenimiento de analizar la ponderación de cada sistema en base a su cumplimiento de inspecciones realizadas.

Tabla 5. Costos de mantenimiento planificado

|  | | RESUMEN DE LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO PLANIFICADO | | | | Revisado: | |
|---|----------------|--|------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--|----------------------|
| | | ÁREA DE MANTENIMIENTO | | | | Realizado: Ramírez Campos | |
| EQUIPO | Nº de sistemas | Σ De actividades | Σ Horas de mto (horas) | Costo de mano de obra (s/.) | Costo total de repuesto (s/.) | Costo de mantenimiento planificado (s/.) | Fecha: 30/03/2021 |
| Caldero piro tubular | 6 | 48 | 16.7 | 1035 | 112 | 1147 | |
| Hidro lavadora | 5 | 42 | 11.65 | 891 | 0 | 891 | |
| Máquina selladora | 5 | 37 | 9.48 | 669.15 | 5 | 674.15 | |
| Faja transportadora | 4 | 32 | 10.4 | 546.3 | 45 | 591.3 | |
| Cocinador | 4 | 29 | 8.9 | 542.25 | 15 | 557.25 | |
| Máquina de llenado | 5 | 47 | 10.68 | 614.925 | 115 | 729.925 | |
| Máquina de Escaldado | 5 | 40 | 12.68 | 527.4 | 47 | 574.4 | |
| Máquina seleccionadora | 4 | 34 | 10.6 | 673.2 | 35 | 708.2 | |
| Chillers | 6 | 40 | 13.35 | 585 | 0 | 585 | |
| TOTAL | 44 | 349 | 104.44 | 6084.225 | 374 | 6458.225 | |

Nota. Datos recopilados de los registros de la empresa

En la tabla 5, se detalla los costos de mantenimiento planificado, para ello se consideró el número de sistemas, la sumatoria de actividades y de horas de mantenimiento, el costo de mano de obra y el costo de repuestos, obteniendo que el caldero piro tubular es el que presenta el costo de mantenimiento más alto con S/.1035.00 soles, esto debido a que tiene la mayor cantidad de horas de mantenimiento con 16.7 horas, y un total de costos de repuestos de S/.112.00 soles, el segundo costo más alto se dio en la Hidro lavadora, con S/.891.00 soles, esto debido a que presentó un total de 11.65 horas de mantenimiento planificado, esto sumado a las 42 actividades realizadas periódicamente, hacen que este equipo sea uno de los de mayor costo para el plan; caso contrario es el cocinador, el cual tiene un costo de S/.542.25.00 soles, esto debido a que tiene el menor tiempo de mantenimiento planificado con 8.9 horas, y siendo el de menor actividades con 29, todos los costos nos dan un total de implementación de S/.6458.225 soles, al término de la investigación.

Como tercer pilar seleccionado del TPM, se tiene al mantenimiento de calidad, la cual se basó en un manual con parámetros y procedimientos de cada uno de los equipos, así como inspecciones de calidad basadas en lo visual, para ello como primer paso se realizó un diagrama de flujo, con los procedimientos que se debe tener para su ejecución, cabe mencionar que el mantenimiento de calidad tiene por finalidad reducir los errores tanto del operario, como de la máquina, por tal motivo es importante realizar un manual de procedimientos, en el cual estén los parámetros que se debe utilizar en cada equipo, tales como: temperatura, velocidad, capacidad, tiempo de ciclo, presión, modo de uso, etc., todo ello para que el operario pueda utilizar el equipo de forma

adecuada, evitando de esta forma errores en el uso de la maquinaria; de igual manera con los parámetros de la materia prima, por todo ello se realizó inspecciones, con la finalidad de obtener un parámetro de rendimiento adecuado de la materia prima, el cual es parte de las buenas prácticas y del buen manejo de la materia prima.

Así mismo, al analizar los costos de calidad, se tiene que se realizará 10 inspecciones a los equipos, por parte de los técnicos y personal operario de los equipos, teniendo 1 inspección de calidad por equipo, a excepción de la faja transportadora, esto debido al constante desgaste que existe en el nylon y la parte eléctrica que presenta este equipo, en las cuales en el caldero se tiene una frecuencia de 4 veces al mes, la máquina selladora también una frecuencia de 4 veces al mes, la faja transportadora también 4 veces al mes en cada una de sus dos partes, la hidro lavadora 1 vez cada semana, el sistema Chillers, cada 6 días una inspección visual, y el resto de equipos, siendo de 4 veces al mes, el cual servirá para conocer si es que los equipos se están utilizando de forma adecuada, según el manual de buenas prácticas, propios del mantenimiento de calidad.

Luego se determinó las inspecciones de calidad dadas por los técnicos, con la finalidad de poder evaluar si los operarios están cumpliendo con los parámetros dados en el manual de mantenimiento, por tal motivo, se realizó una tabla de inspección de calidad, teniendo un mayor costo en la faja transportadora, que tuvo 2 inspecciones con un costo total de S/.390.00 soles, así como un menor costo en la cocina de S/.31.56 soles debido a que solo se revisó las presiones de los equipos, el costo total del mantenimiento de calidad tuvo un valor de S/.1541.00

Evaluar la productividad final de la línea del proceso de producción en la empresa Fondo Los Paltos S.A.C., Nepeña-2020

Finalmente, para determinar la productividad final, fue necesario analizar el tiempo de ciclo del proceso, mediante el cursograma final, el cual se detalla a continuación:

Tabla 6. Cuadro de costos de inversión

| RESUMEN | | | | |
|------------------|---------------|----------------------------|-----------------|--------------------|
| ACTIVIDAD | Actual | Actividades | Cantidad | Porcentajes |
| Operación | 10 | Actividades productivas | 14 | 70% |
| Inspección | 4 | | | |
| Espera | 0 | Actividades no productivas | 6 | 30% |
| Transporte | 4 | | | |
| Almacenamiento | 2 | | | |
| Distancia | 39.40 | Total | 20 | 100% |
| Tiempo | 12:18:42 | | | |

Nota. Datos recopilados después de la aplicación del TPM.

Como se aprecia en la tabla 16, se obtuvo un tiempo de 12:18:42, en un día de producción, lo cual con las mejoras brindadas se redujo en un 00:11:58 con respecto al cursograma inicial, esto gracias a la mejora del mantenimiento productivo total, así mismo, al eliminar los desperdicios del proceso productivo se redujo los tiempos y esto hizo que la productividad aumente, posteriormente, se planteó la solución de los 6 problemas encontrados en la investigación, los cuales se dieron solución a partir de los tres pilares ejecutados en la investigación, donde se pudo disminuir los desperdicios de espera, talento no utilizado, defectos y sobre procesamiento, luego de ellos se procedió a analizar el VSM, el cual de detalla a continuación:

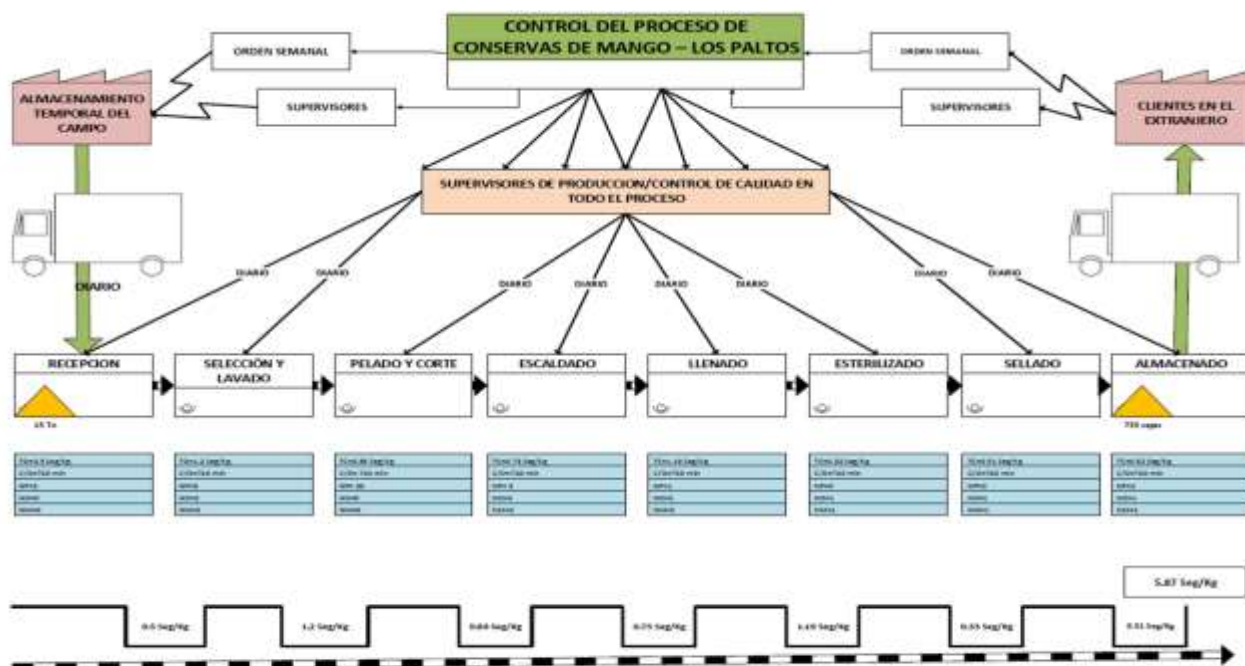


Figura 3. Value Stream Mapping final
Nota. Datos recopilados de la propuesta del plan de mantenimiento realizado a la empresa.

En la figura 3, se puede observar el VSM final del proceso productivo de conservas de mango, en las cuales, el tiempo de selección y lavado es de 1.2 s/kg, en la que se puede apreciar la reducción de 0.1 s/kg, así mismo el escaldado con 0.73 s/kg, reduciendo un 0.2 s/kg, con respecto a lo inicial, como tercer tiempo de ciclo es el llenado con 1.19 s/kg, con una reducción de 0.1 s/kg, así mismo el esterilizado con un tiempo de 0.33 s/kg, y finalmente el sellado con 0.51 s/kg, reduciendo un 0.3 con respecto al inicial, así mismo, de forma general se tuvo una mejora de 0.263 en la cual se comprueba la mejora a través de los pilares del TPM:

Tabla 7. Eficiencia global de los equipos (OEE final)

| Meses | | Enero | Febrero | Marzo | Abril |
|--|--------------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| Días trabajados | | 25 | 24 | 27 | 24 |
| Tiempo Operativo (min) | | 2378 | 2314 | 2605 | 2184 |
| Tiempo de preparación de maquina (min) | Tiempos perdidos por correctivos | 2 | 2 | 3 | 3 |
| | Aplicación de Mantenimiento Autónomo | 2.5 | 2.4 | 2.7 | 2.4 |
| Tiempo Disponible Total (min) | | 2401.25 | 2337.15 | 2629.45 | 2208.15 |
| Capacidad Productiva | | 17623 | 17328 | 18906 | 16862 |
| Cantidad de cajas producidas | | 16573 | 15763 | 17471 | 15596 |
| Cantidad de Piezas Scrap | | 17 | 20 | 24 | 21 |
| %Disponibilidad | | 99.03% | 99.01% | 99.07% | 98.91% |
| %Desempeño | | 94.04% | 90.97% | 92.41% | 92.49% |
| %Calidad | | 99.90% | 99.87% | 99.86% | 99.87% |
| OEE | | 93.04% | 89.95% | 91.42% | 91.36% |

Nota. Datos recopilados después de la aplicación del TPM.

Se puede apreciar, la eficiencia global de los equipos final el cual se analizó los días trabajados en cada uno de los cuatro primeros meses, teniendo en el mes de Marzo la mayor cantidad de días con 27, teniendo así un tiempo operativo de 2605 minutos, de los cuales el tiempo disponible que se tuvo fue de 2629.45 y una capacidad productiva de 18906 unidades de las cuales se llegó a realizar 17471 unidades, por los cuales se tuvo una mejora en el OEE, teniendo en el mes de Enero

un 93.04%, en el mes de Marzo un 91.42% y la eficiencia global más baja en el mes de Febrero 89.95% esto debido al aumento de paradas, lo que hizo que no se produjera lo esperado por la empresa, finalmente se halló la productividad final, del proceso de producción de la empresa Fundo Los Paltos, en el cual se pudo evaluar la productividad de los meses de enero a abril, la cual se muestra a continuación:

Tabla 8. Cuadro de resumen de productividad final

| Mes | Productividad de Maquinaria (cajas/h-maq) | Eficiencia | Eficacia | Productividad Total |
|---------|---|------------|----------|---------------------|
| Enero | 7.00 | 95.42% | 94.08% | 89.77% |
| Febrero | 6.87 | 96.72% | 91.06% | 88.06% |
| Marzo | 6.73 | 98.09% | 92.42% | 90.67% |
| Abril | 7.16 | 100.00% | 92.51% | 92.51% |

Nota. Datos recopilados de la propuesta del plan de mantenimiento realizado a la empresa.

En la tabla 8, se realizó el análisis de la productividad final, siendo el primero de ellos la productividad de maquinaria, el cual se tuvo la mayor productividad en el mes de abril con 7.16 cajas/h-máquina, esto debido a que este mes se tuvo el mayor cumplimiento en el plan de mantenimiento y no se registraron fallas por lo que eso se vio reflejada en la productividad, así mismo la menor productividad se registró en el mes de marzo con 6.73 cajas/h.- máquina, esto debido a que en el mes de marzo ocurrieron 2 fallas en los equipos por lo cual se notó en la baja de productividad de maquinaria.

Finalmente, se determinó la productividad total de los 4 meses finales, de los cual el mes donde se obtuvo la mayor productividad fue en el mes de Abril con 92.51%, esto debido a que se cumplió con lo establecido tanto en los equipos como en los bajos defectos encontrados, por otro lado, como el mantenimiento tuvo algunos inconvenientes se presentó la productividad total más baja en el mes de Febrero con 88.06% por lo cual se trató de corregir errores en los pilares, para mejorar la productividad en los siguientes meses, obteniendo la mejora de la productividad y comprobando que al aplicar las herramientas del TPM, se logra aumentar la productividad.

Discusión

Para diagnosticar la situación actual, el cual corresponde al primer objetivo se realizó la técnica de análisis de datos, mediante un cursograma, obteniendo un tiempo de proceso de 12:30:40, el cual fue analizado mediante la técnica de la entrevista dada a gerencia de producción a través el cual señaló que era un tiempo elevado para la investigación, por lo que se realizó un diagrama de correlación y un diagrama de Pareto para conocer los problemas más relevantes que está presentando el área, obteniendo que 6 de los 10 problemas eran los más resaltantes y los que se tenían que buscar una solución, es por ello que se realizó un cuadro de desperdicios, ya que la herramienta de TPM, y ayudará a mejora la baja productividad en la empresa, por todo lo mencionado, no se concuerda con Cáceres y Gámez (2019), los cuales mencionan en su investigación, que para diagnosticar los problemas que están afectando a la producción se tiene que utilizar la técnica de observación directa y plasmarlo las causas mediante un diagrama de Ishikawa, el cual el autor tuvo 8 problemas y 10 causas, luego procedió a jerarquizar estos problemas mediante el diagrama de Pareto, obteniendo así que 3 de los 8 problemas eran prioritarios darle solución, pero para diagnosticar de forma adecuada,, ya que al solo ser una observación directa puede que haya problemas imperceptibles para uno que pueden estar generando los problemas en la empresa, todo ello lo menciona Vitaleshwar, Shetty y Prajual, (2016), los cuales señalan que para poder realizar el correcto análisis de los problemas relacionados al TPM, se tiene que realizar un análisis basado en la experiencia de los encargados del proceso, ya que nadie conoce mejor el proceso que ellos y pueden dar un mejor panorama en base a las soluciones que se presenten.

Así mismo como parte del segundo objetivo, se determinaron los indicadores porcentuales de la productividad en el proceso productivo de conservas de mango, para ello se determinaron 4

indicadores de productividad, los cuales son: productividad de maquinaria, el cual en los meses de estudio tuvo un promedio de 7.07, el cual es criterio bajo, debido a la baja disponibilidad en los equipos que existe, , así mismo, otro indicador realizado es la eficiencia se obtuvo un promedio de 97.12 el cual se da debido a la gran cantidad de cuellos de botella dentro del proceso, especialmente en los que se centró la investigación y finalmente la eficacia con un promedio de 87.50% el cual se dio un valor relativamente bajo debido al poco rendimiento obtenido de la materia prima, debido a la cantidad de defectos que se tuvo en el proceso, estos indicadores se realizaron para determinar la productividad total, obteniendo 88.03%,85.54%,87.06% y 86.39% respectivamente, los cuales son indicadores bajos para lo esperado por la empresa, por todo lo expuesto se concuerda con Llontop (2018), el cual en su investigación en una agroindustria, teniendo como información la línea de jugo de trapiche, realizó una análisis productivo inicial desde los meses de enero a junio en los cuales obtuvo una eficiencia promedio de 92.76% y una eficacia de 89.16%, teniendo una productividad total promedio de 82.70%, el cual fue bajo debido a los constantes problemas de mantenimiento y la falta de compromiso por parte de los operarios, otra investigación con la que se concuerda es de Cáceres y Gamez (2019), los cuales hallaron la productividad en el proceso de granallado, para lo cual determinaron la productividad total del área, el cual fue de 89.96% a causa de la falta de experiencia del personal, la alta tasa de defectos de las piezas y las constantes fallas de los equipos, por tal motivo se valida los resultados con la teoría de Pastor (2016), el cual menciona que la productividad total como medida para medir los recursos que se tienen en un proceso productivo y de esta forma saber si se está optimizando tanto los recursos (materia prima) como las horas de trabajo realizadas.

Otro pilar importante fue el mantenimiento planificado, el cual se realizó un procedimiento que tuvo por inicio el análisis de las fallas, siguiendo con las fichas técnicas, para conocer las características de cada equipo, posteriormente se detalló el plan de mantenimiento, el cual identifica los equipos según su características o sistemas, para poder realizar un mantenimiento más ordenado y organizado, así mismo se tomó en consideración los parámetros de RENOVETEC, que son: prioridad, clasificación, frecuencia, costo de repuesto, clasificación y costo de mantenimiento, todos ellos para poder controlar las fallas de los equipos, y mejorar la disponibilidad de las mismas, lo cual fue positivo debido a que se redujeron en un 500% las fallas, todo ello guarda relación con la investigación de Reyes, Martínez y Guamán (2018), el cual utilizó los parámetros de RENOVETEC para poder realizar el plan de mantenimiento, obteniendo así un cumplimiento del 99.40% del plan y una reducción de las fallas en un 300%, todo ello guarda relación con Dreher y Oliveira (2019), el cual señala que para un plan de mantenimiento óptimo se debe realizar las etapas de análisis, donde se analiza las fallas y el funcionamiento, la planificación, donde se elabora el procedimiento con las acciones a realizar y la evaluación que incluye el análisis de costos y la influencia del plan para la empresa.

Como último pilar se tuvo al mantenimiento de calidad, el cual estuvo basado en un manual de buenas prácticas, con los parámetros de la materia prima y los parámetros que debe estar en funcionamiento cada equipo, con la finalidad de poder evitar los defectos del proceso ocasionado tanto por el hombre como por el equipo, así mismo se realizó análisis de los técnicos el cual tuvo un costo de S/.1541.00 soles, por todo lo mencionado se guarda relación con Jeng y Tian (2020) el cual para mejorar la calidad en las empresas, menciona que debe existir un manual donde se tenga cada uno de los pasos, los procedimientos que se debe tener en cuenta para mejorar la calidad del producto, acompañado de constantes inspecciones, y de esta forma aumentar el rendimiento y la eficiencia de la línea, todo ello se sustenta a través de Vittaleshwar, Shetty y Prajwal (2016) el cual menciona que para realizar un buen análisis de calidad, se debe tener en cuenta las características del proceso productivo y a la vez y a la vez corregir a través de medidas preventivas las constantes problemas de defectos ocasionados por el equipo.

Para empezar con la aplicación de herramienta de Mantenimiento productivo Total, el primer pilar utilizado basado en los desperdicios es el mantenimiento autónomo, el cual para su implementación se empezó por la técnica de recolección de datos, teniendo así la lista de operarios, dando como resultado 9 operadores, y la mayoría de ellos solo tienen 1 año de experiencia, lo cual es negativo para el proceso, posteriormente se realizó la técnica de la encuesta,

dando como resultado que el 89% de los colaboradores no han sido capacitados por la empresa, dado ello se realizó una capacitación la cual estaba dividido en 5 fases, para luego de ello crear estándares de inspección diario para los colaboradores y de esta forma incrementar los controles para cada equipo, todo lo mencionado guarda relación con la investigación de Guevara y Silvera (2019), los cuales en su investigación analizaron el mantenimiento autónomo, basándose en la experiencia de cada colaborador y el reforzamiento del funcionamiento de cada equipo, para ello realizaron capacitaciones por equipo y realizaron un seguimiento diario de cada equipo, mejorando considerablemente la disponibilidad de los equipos, otra investigación que guarda relación es la de Llontop (2018) el cual también realizó el análisis de las condiciones del trabajador y su nivel de desempeño en base de su experiencia, sumado a la capacitación hicieron que los colaboradores se sintieran comprometidos con sus equipos logrando así mejorar los indicadores del mantenimiento autónomo, todo ello se fundamenta con la teoría de (Castillo, Fernández y Ángeles, 2018), el cual menciona que para implementar adecuadamente el mantenimiento autónomo se tiene que lograr un compromiso por parte de los operadores, y la constante capacitación para que puedan desempeñarse de forma adecuada con sus equipos.

Como parte del último objetivo, se evaluó la productividad final y su comparación luego de aplicar los pilares del TPM, para ello se evaluó los 4 meses de aplicación en donde se obtuvieron los siguientes resultados: la productividad de maquinaria fue de 6.94 el cual mejoró el criterio, mejorando la disponibilidad, así mismo la eficiencia fue de 97.56%, la eficacia fue de 92.52% y la productividad total de 90.52%, mejorando un 3.50%, lo cual se ve reflejado en la reducción de desperdicios, por todo lo mencionado se concuerda con Morales y Rodríguez (2017), los cuales determinaron la eficiencia y la eficacia luego de haber utilizado las herramientas TPM, el cual se observó una mejora de 2.85% de la productividad total, por lo cual se puede afirmar que al aplicar correctamente la metodología TPM, se puede aumentar la productividad de las empresas, todo ello guarda relación con la teoría de Miranda y Toirac (2010), el cual menciona que para poder tener una mejora significativa se debe analizar la productividad mediante un pre y un post análisis, ello debe ser sostenida en el tiempo a través de procedimientos que aseguren la alta productividad sin variar la calidad del producto, por tal motivo, se concuerda con el autor.

Conclusiones

1. Como conclusión del diagnóstico se evaluó el ciclo del proceso productivo, obteniendo como resultado un tiempo de proceso de las áreas más críticas, las cuales son: el área de selección, el lavado con 1.3 seg./kg, el escaldado 0.75 seg./kg, el llenado con 1.20 seg./kg, la esterilizadora con 0.33 seg./kg y sellado 0.54 seg./kg, por tal motivo se tuvo un tiempo total de 6.133 seg/kg, los cuales fueron causados por la cantidad de desperdicios Lean los cuales fueron: la espera, el talento no utilizado, defectos y sobre procesamiento.
2. Como segunda conclusión se concluye que la productividad se vio afectada significativamente por el exceso de fallas y paradas intempestivas, ocasionadas por los desperdicios que existen, así mismo, la productividad de maquinaria se obtuvo un promedio de 7.07 cajas/horas máquina, la eficiencia se obtuvo un promedio de 97.12%, la eficacia con un promedio de 87.50%, obteniendo una productividad total inicial de 86.76%.
3. Para la aplicación del TPM, se empezó concluyendo el mantenimiento autónomo, el cual se realizó un cumplimiento de los estándares de inspección en un 98.16%, así mismo se redujo los desperdicios de talento no utilizado, por otro lado, el plan de mantenimiento estuvo basado en los principios de RENOVETEC, en la cual se logró un cumplimiento de 97.56% reduciendo de esta forma en un 500% las fallas, y reduciendo los desperdicios de espera y sobre procesamiento, finalmente, el mantenimiento de calidad de logro realizar los análisis de calidad a los equipos y un cumplimiento del 100%, reduciendo los desperdicios de sobre procesamiento y defectos. Todo ello se vio reflejado en el aumento del OEE en un 5.27%.
4. Finalmente, la producción de la empresa aumentó significativamente, por tal motivo se aumentó la productividad de maquinaria en un -0.13 cajas/hora máquina, la eficiencia en un 1.56%, la eficacia en un 5.02% y la productividad mejoró un 3.50%, por lo que se concluye que

las metodologías usadas en la investigación, tuvieron un impacto positivo en la productividad de la empresa Fundo Los Paltos S.A.C

Referencias

- ARPIT S. Bhojar. “Total Productive Maintenance: The Evolution in Maintenance and Efficiency.” *International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA)* [en línea]. vol. 7, no. 11, 2017, pp. 26–32 Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/321192889_Total_Productive_Maintenance_The_Evolution_in_Maintenance_and_Efficiency
- AVILES, Josué, (2016). Programa de Mantenimiento Preventivo para mejorar la Disponibilidad mecánica del cargador frontal volvo L120F en la Municipalidad Provincial de Acobamba. Tesis (Ingeniero Mecánico). Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú, Ingeniería Mecánica. 100 pp.
- CÁCERES, Ober y GÁMEZ, Jeanpierre. Aplicación de la herramienta TPM para mejorar la productividad en el proceso de granallado, empresa JCB Estructuras S.A.C.,2019 [en línea]. Lima, 2019. Disponible en: http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2619/IND_T030_74450211_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- CERVERA, Jhonatan, (2015). Influencia de un Programa de Mantenimiento en los Indicadores Energéticos de la Flota de Maquinaria Pesada en la Empresa Minera Sulliden Shahuindo S.A.C. Tesis (Ingeniero en Energía). Perú: Universidad Nacional del Santa, Ingeniería en Energía. 191 pp.
- DREHER, Daniel y OLIVEIRA, Jairo. Application of OEE for productivity analysis: a case study of a production line from the pulp and paper industry [en línea]. Colombia. DYNA, Vol.86, 2019. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/79508>
- GARCÍA, Henry y YARLEQUE, Victor, (2018). Diseño de un Plan Integral de Mantenimiento Preventivo para la maquinaria pesada de la empresa Inversiones Oberti S.R.L. – Piura. Informe de Investigación (Ingeniero Mecatrónico). Perú: Universidad Nacional de Piura, Ingeniería Mecatrónica. 71 pp.
- GONZÁLEZ, M., HERNÁNDEZ, L. y GORDILLO, J.(2009).Reliability-availability-maintainability estimates using a Monte Carlo simulation for a sour gas compression system during the engineering stage. *Tecnol. Ciencia Ed. (IMIQ)* [en línea]. Julio – diciembre, 2009. Vol. 24 n.º 2. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/482/48213841002.pdf>
- GRAVETTER, Frederick y WALLNAU, Larry. *Statistics for The Behavioral Sciences USA*: Boston. Editorial Cengage Learning: 10º ed, 2016. 792pp.
- HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. *Metodología de la Investigación*. 6 a ed. México: McGRAW-HILL, 2014. 634 pp.
- HERRERA, M. y MARTÍNEZ, E. (2017). Management audit applied to the maintenance department in hospital facilities. *Ingeniería Mecánica* [en línea]. Setiembre – Diciembre, 2017. Vol. 20 n.º 3. Disponible en <http://scielo.sld.cu/pdf/im/v20n3/im07317.pdf>
- JENG, Feng y TIAN, Xiang. Implementing total productive maintenance in a manufacturing small or medium-sized enterprise. *Revista de Industrial Engineering and Management*. [en línea]. Vol. 14, n. 2, 2020, p. 152-175. Disponible en: <http://jiem.org/index.php/jiem/article/view/3286?fbclid=IwAR375feMJDgzFHpt-PLxmVjFLkJCh65oa5Zl1tw6n0eeDyu0PkDW9Za82FMg>

- LLONTOP, Lucio. Propuesta de implementación de mantenimiento productivo total (TPM) en el área de extracción de jugo trapiche para medir el impacto de la productividad de la Agroindustria Pomalca SAA. [en línea]. Chiclayo, 2018. Disponible en: http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/1426/1/TM_LlontopMendozaLucio.pdf
- MORA, L. (2009). Mantenimiento. Planeación, ejecución y control. México: Alfaomega Grupo Editor, 528 pp.
- OTZEN, Tamara y MANTEROLA, Carlos. Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. Revista Scielo [en línea]. Marzo 2017, vol.35, n.º1. Disponible en https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022017000100037&fbclid=IwAR0Wp3SYfLCTXMFLhpX16RctKbkYvnD69mQ2uG2qgwcmaqpQP23Gl-iYpU
- PASTOR, Jesús, APARICIO, Juan y LOVELL Knox. Advances in efficiency and productivity. Springer, 2016.
- REYES, Jhon, ALVAREZ, Kevin, MARTINEZ, Amanda y GUAMÁN, Juan. Total Productive Maintenance for the Sewing Process in Footwear. [en línea] Revista de Industrial Engineering and Managment, 2018, p. 814-822. Disponible en: <https://www.jiem.org/index.php/jiem/article/view/2644/886>
- SOCCONINI, Luis. Lean Manufacturing: Paso a paso. Valencia: Margen Books, 2019. 155 pp
- UZCÁTEGUI, Marjorie. Maintenance management of the heavy machinery of the loading and transportation process of the company Construcciones Asfalto Andes, C.A. Tesis (Máster en Minería). Cuba: Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa “Dr. Antonio Nuñez Jiménez”, Geología y Minería, 2014. 105 pp.
- VALERIO, Luis. Propuesta de implementación de un plan de mantenimiento preventivo aplicado en el área de maestranza de la empresa Agroindustrial San Jacinto S.A.A. [en línea]. Chimbote, 2018. Disponible en: http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/8265/Tesis_58325.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- VENTURA, José. ¿Población o muestra?: una diferencia necesaria. [en línea]. Revista Scielo Octubre – Diciembre 2017, vol.43, n.º4. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662017000400014&fbclid=IwAR1dGcWvoobSUBZCrPgeVh3XQEQE_9sigBQuAr92rHyH6klrTiIwvvKf6-0
- VITTALESHWAR Alapati, SHETTY, Dasharanthraj y PRAJUAL, P.J. An empirical study of effect of total productive maintenance on overall equipment effectiveness in a water bottling industry. [en línea]. International Journal of Applied Engineering Research, vol 11, 2016. Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85023626706&origin=inward&txGid=4db531b4561af7cdd0cbad50ef7fbbb9>