

Aplicación de Lean Manufacturing en la productividad del proceso de elaboración de conservas de pescado.**Application of Lean Manufacturing in the productivity of the process of making canned fish.****Aplicação de Lean Manufacturing na produtividade do processo de fabricação de conservas de pescado.**

Ayala Siccha Noelia Llamile¹, Jara Aguilar Milene Astrid², Castillo Martínez William Esteward³, Mantilla Rodríguez Luis Alfredo⁴

Resumen

El presente trabajo tuvo como propósito implementar Lean Manufacturing en la planta de conservas de pescado para aumentar la productividad de la empresa Don Fernando S.A.C., se empleó un diseño pre experimental con pre prueba y post prueba, en la muestra estuvieron implicadas las áreas más críticas del proceso productivo. Para determinar los tiempos de ciclo del proceso se empleó el VSM donde se obtuvo los procesos críticos, siendo estos el área de fileteado, envasado, sellado, cocinado, exhausting y producto terminado, consiguiendo un tiempo de ciclo de 1.151 min/caja, de modo que en la productividad total inicialmente se alcanzó un 79.9 %, empleando para su solución las herramientas 5S, TPM y PHVA, lo que dio como resultado que las 5S lograra un cumplimiento de 66%, el TPM por otro lado disminuyó las horas de las fallas de los equipos a 8.5 horas y finalmente el PHVA el cual se realizó un Kardex y un Layout para la mejora del almacén en cual se redujo en 243.45 de espacio, reduciendo de esta manera los desperdicios Lean (sobre producción, sobre procesamiento, inventario, talento no utilizado, movimiento, transporte y movimiento), mejorando el tiempo de ciclo a 1.005 min/caja, concluyendo que la implementación de esta herramienta para la mejora de los procesos aumento la productividad total en un 89 %.

Palabras claves: *Lean Manufacturing, TPM, 5S, VSM, Productividad y PHVA.*

Abstract

The purpose of this work was to implement Lean Manufacturing in the fish canning plant to increase the productivity of the company Don Fernando S.A.C., a pre-experimental design with pre-test and post-test was used, the most critical areas of the industry were involved in the sample. productive process. To determine the cycle times of the process, the VSM was used, where the critical processes were obtained, these being the area of filleting, packaging, sealing, cooking, exhausting and finished product, achieving a cycle time of 1.151 min/box, so that in the total productivity initially 79.9% was reached, using for its solution the 5S, TPM and PHVA tools, which resulted in the 5S achieving a compliance of 66%, the TPM on the other hand decreased the hours of failures of the equipment at 8.5 hours and finally the PHVA which carried out a Kardex and a Layout for the improvement of the warehouse in which space was reduced by 243.45, thus reducing Lean waste (over production, over processing, inventory, talent unused, movement, transport and movement), improving the cycle time to 1.005 min/box, concluding that the implementation of this tool for the improvement of processes increased total productivity by 89%.

Keywords: *Lean Manufacturing, TPM, 5S, VSM, Productivity and PHVA*

Resumo

O objetivo deste trabalho foi implementar o Lean Manufacturing na fábrica de conservas de pescado para aumentar a produtividade da empresa Don Fernando SAC, um desenho pré-experimental com pré-teste e pós-teste foi utilizado, as áreas mais críticas também estiveram envolvidas. a amostra do processo de produção. Para determinar

¹ Escuela de Ingeniería Industrial. Universidad César Vallejo. Chimbote, Chimbote, Perú. nayalasi24@ucvvirtual.edu.pe. <https://orcid.org/0000-0001-7089-874X>

² Escuela de Ingeniería Industrial. Universidad César Vallejo. Chimbote, Perú. mjaraag99@ucvvirtual.edu.pe. <https://orcid.org/0000-0001-9183-3988>

³ Escuela de Ingeniería Industrial. Magister. Universidad César Vallejo. Chimbote, Perú. wcastillom@ucv.edu.pe. <https://orcid.org/0000-0001-6917-1009>

⁴ Escuela de Ingeniería Industrial. Universidad César Vallejo. Chimbote, Perú. alfredo.mantilla@upn.edu.pe. <https://orcid.org/0000-0002-5497-4826>

os tempos de ciclo do processo, foi utilizado o VSM onde pudemos obter quais são os processos críticos, sendo estes as áreas de filetagem, embalagem, selagem, cocção, exaustão e produto acabado, alcançando um tempo de ciclo de 1.151 min/caixa, de forma que a produtividade total foi inicialmente atingida 79,9%, utilizando as ferramentas 5S, TPM e PHVA para sua solução, o que resultou no 5S atingindo 66% de conformidade, o TPM por outro lado diminuiu as horas de falhas do equipamento em 8,5 horas e finalmente o PHVA que foi realizado um Kardex e um Layout para a melhoria do armazém em que o espaço foi reduzido em 243.45 reduzindo assim o desperdício Lean (na produção, no processamento, inventário, talento não utilizado, movimentação, transporte e movimentação), melhorando o tempo de ciclo para 1.005 min/caixa, concluindo que a implementação desta ferramenta para melhorar os processos aumentou a produtividade total de 89%.

Palavras-chave: Manufatura Enxuta, TPM, 5S, VSM, Produtividade e PHVA.

Introducción

La investigación realizada en una empresa de conservas, tuvo por finalidad aumentar la productividad causado por los desperdicios encontrados dentro del proceso, todo ello causado principalmente por la falta de orden y limpieza dentro de las áreas, la falta de mantenimiento y capacitación de uso de equipos a los operarios y la falta de control de los inventarios en los almacenes, generándose muchos tiempos improductivos, dando como principal problema que el rendimiento de la materia prima no sea el adecuado, por tal motivo la empresa ha empezado a tomar medidas correctivas, pero todos los esfuerzos que han realizado ha sido en vano, lo cual ha traído como consecuencia que se produzca menos cantidad de cajas de lo esperado. debido a una serie de deficiencias que generaban una baja productividad, encontrándose que la mayor cantidad de problemas se dieron en las siguientes áreas: fileteado, envasado, sellado, producto terminado y almacenado; en estas áreas se centró el estudio ya que se generan la mayor cantidad de desperdicios y además dentro la suma de todos ellos se encuentra los 8 desperdicios característicos de Lean Manufacturing. Por todo ello es importante darle solución a través de las herramientas y de esta forma poder ser una empresa competitiva en el sector pesquero.

Por lo expuesto, se ha formulado el siguiente problema general de investigación el cual es: ¿Cómo influye la aplicación de herramientas Lean Manufacturing en la productividad del proceso de elaboración de conservas de pescado en la empresa Don Fernando S.A.C.? El trabajo de investigación se justificó, a nivel científico puesto que se estudiaron los problemas identificados logrando dar solución con cada una de las herramientas que pertenecen a Lean Manufacturing y con esto proporciono múltiples beneficios a la empresa, cómo lograr un aumento en la productividad. Se justificó a nivel social, ya que, si se logró aumentar la productividad dentro de la empresa, esto genero mucho más trabajo lo que ocasiona que la mano de obra sea más demandada. A nivel económico pues al aumentar su productividad se generaron mayores ganancias que beneficiaron tanto a la empresa como a sus colaboradores.

Mencionado a lo anterior, se planteó como objetivo general: Determinar la influencia de la aplicación de las herramientas Lean Manufacturing en la productividad del proceso de elaboración de conservas de pescado en la empresa Don Fernando S.A.C ; los objetivos específicos para el siguiente estudio son los siguientes: Diagnosticar la situación actual del proceso de elaboración de conservas de pescado, Determinar la productividad inicial del proceso de elaboración de conservas de pescado, Diseñar el modelo Lean Manufacturing en el proceso de elaboración de conservas de pescado, Evaluar la productividad final del proceso de elaboración de conservas de pescado.

Dado ello, se destacaron trabajos previos de Canahua (2021), en su investigación tuvo como objetivo incrementar la eficiencia de la producción de una metalmecánica a través de la metodología TPM-Lean Manufacturing, después de ello se determinó que la implementación de dicha Metodología incrementó el OEE que inicialmente se encontraba en 32.86% hasta un 85.58%. Además, expusieron que, a través del procesamiento de la base de datos, pudieron encontrar las principales causas que mostraban a un OEE con baja eficiencia, siendo las principales el exceso de mantenimientos correctivos y la falta de cumplimiento de los mantenimientos preventivos.

Así también Gherghea, Bungau y Negrau (2019), presentaron su artículo que tiene como objetivo aumentar la productividad reduciendo el tiempo de entrega. Los resultados obtenidos en este artículo fueron favorables ya que al emplear VSM y la producción en el centro de procesamiento CNC, el tiempo de entrega disminuyó en 2893 segundos, respectivamente en un 71.25%. Finalmente, el estudio recalco

que mediante esta aplicación VSM se pudo identificar el tiempo de inactividad en el proceso de producción clásico y del centro de procesamiento CNC, para así poder eliminar los residuos, es decir las actividades que no dan valor en el proceso de fabricación.

A nivel nacional, Huamanchumo y Jimenez (2019), en su investigación tuvo como objetivo aplicar las herramientas de Lean Manufacturing (LM) para la mejora del proceso productivo en la línea de cocido OLDIM S.A. Fue un estudio de diseño metodológico pre experimental, que contó con una variable independiente (Herramientas LM) y una dependiente (productividad); en donde se consideró la población, los datos del área de producción en la línea de cocido, la recolección de datos se realizó a través de entrevista, matriz de correlación, diagrama de Pareto, Ishikawa, VSM, 5S y el TPM y un tipo de muestreo no probabilístico. Los principales resultados fueron a través de aplicación de las herramientas LM el cual redujo el tiempo de ciclo a 17.78 seg/Kg a su vez la eficiencia inicial fue de 80.41% pero después de la aplicación LM aumento a un 83.50% asimismo la eficacia en donde primero fue de 33.33% y subió un 55.56%. El estudio destaca que la empresa tuvo un aumento satisfactorio en la productividad en las líneas de cocido al implementar las herramientas de Lean Manufacturing.

Material y métodos

Para la presente investigación se destacaron dos variables de estudio, donde la independiente se define como la metodología Lean Manufacturing, cuyas dimensiones son el análisis, los cuales tuvieron una escala de razón y nominal, la siguiente dimensión fue la ejecución, el cual estuvo dividido en 3 partes, siendo la primera de ellas las 5S, teniendo escalas nominales y de razón, así mismo la segunda dimensión fue el TPM, teniendo escalas de razón, finalmente la última dimensión fue el control, los cuales se tiene una escala de razón. Así mismo la variable dependiente se define como la productividad, cuyas dimensiones son: la productividad de mano de obra, productividad de maquinaria, eficacia y eficiencia, las cuales tienen una escala de razón.

El trabajo de investigación mostrado fue de tipo explicativo, dado que se encargó de hallar y relacionar los motivos que ocasionan un fenómeno determinado, enfocándose en el porqué del propósito de estudio. La investigación es pre-experimental, en el cual se empleó el diseño de pre prueba y post prueba, es decir se le emplea una prueba preliminar al estudio; posteriormente se le administra y por último se le aplica una prueba posterior al estudio. Por lo que se manifestó que es un diseño de un solo grupo con medición a la productividad, antes de poner en práctica la mejora de la Implementación de la Metodología Lean Manufacturing con la posterior medición de la productividad luego de la mejora de la Metodología Lean Manufacturing, lo cual es determinado por los informes de la productividad en la planta de conservas que se dispone.

La población del presente estudio se tomó todas las áreas del proceso productivo de conserva de pescado de la empresa Don Fernando S.A.C. Se consideró como muestra estuvo conformada por las áreas más críticas del proceso productivo de conserva de pescado de la empresa Don Fernando S.A.C. Según López (2017) define al muestreo como un procedimiento empleado para elegir o seleccionar a los elementos de la muestra del total de la población, es decir que consiste en un grupo de procedimientos y criterios por medio de los cuales se designa un conjunto de elementos de una población que simbolizan lo que acontece en toda esa población. El muestreo de la investigación fue no probabilístico por conveniencia, finalmente la unidad de análisis utilizada para la investigación es la productividad de las áreas del proceso productivo de conservas.

Resultados

Diagnosticar la situación actual del proceso de elaboración de conservas de pescado

Para el inicio de la investigación, se procedió a entrevistar al jefe de producción de planta, quien resalto los principales problemas que se presentan, estos se analizaron e identificaron las causas que la originan se presentaron a través del diagrama de Ishikawa para posteriormente analizarlos mediante el diagrama de Pareto expuesto en la figura 1, en ese diagrama se puede observar la relación que existe entre los problemas que están alterando la productividad en la empresa, por esta razón se analizó el 80 % de las causas en donde los principales problemas son los códigos 11, 7, 23, 5, 15, 20, 6, 9; los cuales se examinaron que tipo de desperdicio Lean se originó, este análisis se presenta en la Tabla 1.

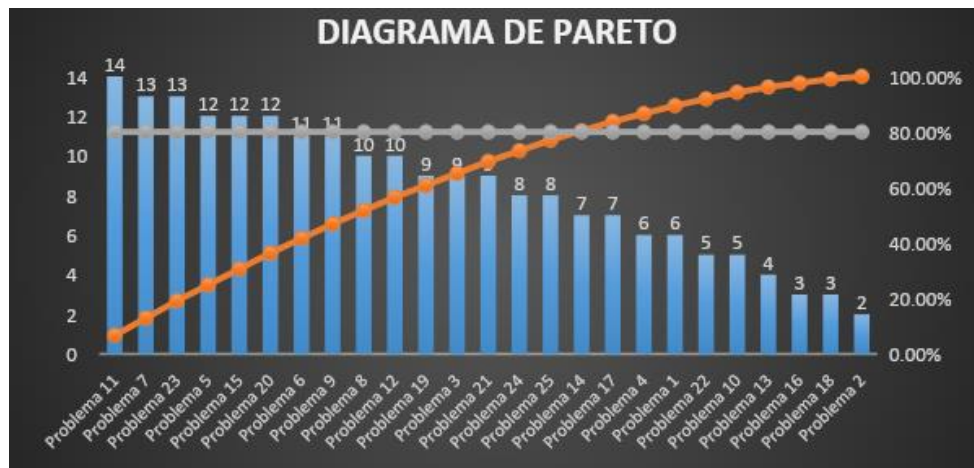


Figura 1. Diagrama de Pareto de los principales problemas - Don Fernando S.A.C
Nota. Datos recopilados del análisis del proceso de conservas.

Tabla 1. Análisis de Desperdicio

DESPERDICIOS MAS IMPORTANTES ENCONTRADOS EN LA EMPRESA		
Nombre del problema	Nombre del desperdicio	Herramienta Lean
Balanzas descalibradas en el área de envasado	Espera	TPM/MANTENIMIENTO AUTONOMO
Falta de espacio para guardar los carritos de esterilización en planta	Transporte	5S
Largas horas de espera en la limpieza de producto terminado defectuoso	Espera	PHVA
Los operarios de la selladora no tienen conocimiento en la reparación de la maquina	Espera	MANTNIMIENTO AUTONOMO
Tiempo muerto por falta de etiquetas, cajas, latas, etc.	Espera	5S
Mal deshuesado de la materia prima	Defecto	MANTINIMIENTO CALIDAD
Espacio insuficiente y falta de orden en almacén de producto terminado	Sobreproducción	5S
Falta de orden y limpieza	Movimiento	5S

Nota. Datos recopilados del análisis del proceso de conservas.

Como se contempla en la tabla 1, se estudiaron los desperdicios Lean ocasionados en la planta de conservas de pescado, en el cual se analizó los 8 problemas más importantes dentro del proceso productivo de conservas de pescado, a lo que 4 problemas se ocasionaron por la espera debido a las balanzas descalibradas que se encuentran en el área de envasado, largas horas de esperas en la limpieza del producto terminado, por la falta de conocimiento en la reparación de la maquina selladora de los operarios y por ultimo un tiempo muerto que se generan por la falta de etiquetas, cajas, etc. Posteriormente, se realizó el cursograma analítico, en donde se determinó áreas productivas que generan un 58.3% y áreas no productivas que generan un 41.7 %, esto debido a que existen muchas pérdidas de tiempo como en los transportes a cada área respectiva ya que en algunos casos la distancia que se generan es muy significativas como al transporte del fileteado, enfriado y almacén de producto terminado, finalmente se realizó el VSM, del proceso, detallado a continuación en la figura 2, se observa el análisis mediante el Value Stream Mapping, el cual busca conocer cada uno de los tiempos de espera generados en el proceso de conservas, por tal motivo se tuvo que en el proceso de cocinado se tiene un tiempo de ciclo de 0.083 min/caja, el cual es un tiempo elevado dentro del proceso, dicho eso se planteó como herramienta Lean el mantenimiento planificado, así mismo el fileteado y envasado presentan problemas de limpieza por tal motivo sus tiempos de ciclo son de 0.317 min/caja y 0.349 min/caja respectivamente, por tal motivo como herramienta de solución Lean se planteó las 5S, otra área que presenta el tiempo de ciclo elevado es el exhausting, el cual al presentar problemas en la falta de parámetros adecuados, se

planteó como herramienta Lean al Mantenimiento Autónomo y Mantenimiento de Calidad teniendo un tiempo de ciclo de 0.097 min/caja.

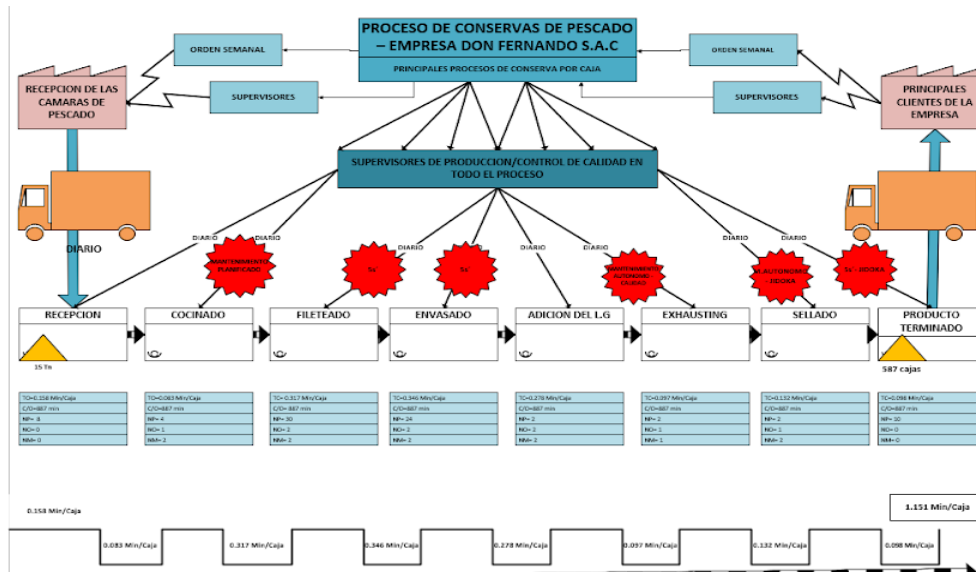


Figura 2. Mapa del flujo de valor (Value Stream Mapping)
Nota. Datos recopilados del análisis del proceso de conservas.

Determinación de la productividad inicial del proceso de elaboración de conservas de pescado.

Se inició con el análisis del registro de producción de la empresa, el cual se obtuvo por el área de producción de los meses de diciembre a junio del 2020 -2021 de la producción, lo cual sirvió para poder analizar la productividad, detallada en la siguiente tabla:

Tabla 2. Indicadores de productividad inicial de la empresa

Mes	Productividad de Mano de obra (cajas/h-hombre)	Productividad de Maquinas (cajas/h-maquina)	Eficiencia (%)	Eficacia (%)	Productividad Total (%)
Diciembre	2	19.69	95.74	84.00	80.88
Enero	2.06	20.01	96.04	83.67	80.35
Febrero	2.05	20.84	95.66	83.21	79.59
Marzo	2.03	21.13	95.64	84.68	81.00
Mayo	2.07	21.01	95.64	85.47	81.75
Junio	2.01	20.76	95.50	79.47	75.90
PROMEDIO	2.04	20.57	95.70	83.42	79.91

Nota. Datos recopilados del análisis del registro de producción

En la tabla 2 se observa que en el mes de marzo se tuvo un promedio de 21.13 cajas/ hora maquina utilizada, esto debido a que el promedio de tiempo en el que la maquina se encontró operativa en ese mes fue de 100 horas, a pesar de tener uno de los menores tiempo de horas operativas en comparación a los demás meses posteriores, el nivel de cajas elaboradas fue de un total de 33491 cajas producidas al mes, estimando que la cantidad de materia prima ingresante fue de 487 toneladas, asimismo que el número de horas trabajadas (cajas/horas hombre) fue de 192 horas. Así también se contempló que la menor productividad de maquinaria se produjo en el mes diciembre, siendo esta de 19.69 cajas/hora-maquina, a causa de que el promedio del tiempo operativo de las maquinas fue mayor con un promedio de 111 horas operativas, de la misma forma se analizaron los otros indicadores de productividad.

Diseño del modelo Lean Manufacturing en el proceso de conservas de la empresa Don Fernando

Como primer paso, se analizaron 3 desperdicios que son el transporte, movimiento y espera dentro del proceso productivo de conservas de pescado y de esta forma buscar la manera de reducir los desperdicios en el proceso, así como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 3. Resumen del muestreo de trabajo inicial

Indicadores de desperdicios		
	Formula	Analizar
Transporte	D=Distancia recorrida D=119 metros	Esta distancia recorrida fue identificada en el cursograma inicial de la empresa Don Fernando S.A.C en donde la sumatoria de los 6 transportes establecidos en el proceso nos dio como resultado 119 metros.
Movimiento	T=Tiempo empleado al realizar la actividad T=1 hora 2 min	Los movimientos empleados al realizar la actividad fueron de 1 hora y dos minutos, esto fue hallado de acuerdo a los movimientos que realiza el personal en todo el proceso productivo.
Espera	Nivel de cumplimiento=Total de MP con retraso / Total de MPx 100% Nivel de cumplimiento=57%	El nivel de cumplimiento nos dio como resultado un 57 % respecto a la materia prima entregada a tiempo, esto se halló mediante un registro de los primeros meses del año 2021 en base a que días fueron entregados a tiempo y que días no.

Nota. Datos recopilados del análisis de tiempos en el área de fileteado.

La tabla 3 muestra como primer indicador de desperdicio al transporte en donde aplicamos su respectiva formula el cual nos dio como resultado que la distancia recorrida fue de 119 metros el cual fue encontrado por el cursograma inicial de la empresa Don Fernando S.A.C., el segundo fue el movimiento el cual nos brindó el tiempo que emplearon los trabajadores al realizar el proceso productivo de conserva de pescado fue de 1 hora y 2 minutos y finalmente la espera el cual nos brinda un porcentaje de nivel cumplimiento de 57 %, esto quiere decir que en la empresa existe un 43% de entrega de materia prima con retraso Por consiguiente, se procedió a aplicar la primera S designada Seiri-clasificar, en el cual se clasifco los materiales y equipos necesarios e innecesarios, encontrándose que el 42.6% de los materiales/equipos son necesarios dentro de la empresa y para el proceso de elaboración de conservas de pescado, mientras que el 57.4% de estos son innecesarios, entre ellos se encuentran: guantes con un 11%, mandiles y escobas un 7%, mascarillas. Posteriormente se empleó el siguiente paso que es seiton-ordenar en distintas categorías lo marcado como innecesario, con el fin de reducir el desorden, donde se seleccionó 8 categorías, en donde el 25.9% de los objetos han sido clasificados como materia prima, el 20.7% se localizaron como otros los cuales son los envases de aceite, 15% en indumentaria, 10.3 % también como utensilios de limpieza, 10.3% en maquina/equipo, 8.6% en material gastable, 3.4 % en instrumento como tijeras y finalmente las cintas métricas que generan un 1.7% de herramientas. La tercera S va más allá de una simple limpieza, sino se trata de inspeccionar como se encuentra la empresa, para así poder evitar futuros daños en las áreas y máquinas, para seguir un cumplimiento adecuado a la limpieza y mantenimiento de la empresa, el cual se detalla a continuación:

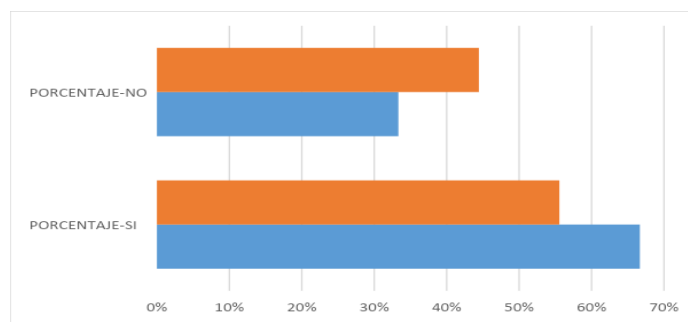


Figura 3. Resumen del check list de limpieza de las áreas

Nota. Datos recopilados del análisis del check list de las 3 primeras S.

En la figura 3, se muestra en porcentaje la cantidad de no conformidades de limpieza que se cumplen en la empresa durante el mes de agosto, en el proceso de conservas de pescado, en donde podemos observar que la empresa tiene un 44% en el mes de agosto en donde se especifica que no cuentan con vías de circulación para las áreas de trabajo, los espacios de almacenamiento no se encuentran limpios, los

productos no están ubicados adecuadamente donde corresponden y no tampoco cuentan con rotulación de los productos, en diferencia al mes de septiembre se observa que las no conformidades redujeron a un 33% puesto que en este mes se implementó vías de circulación adecuadas a cada área de trabajo. Para conseguir la estandarización o seiketsu, se creó la política de orden y limpieza, como también se planteó un manual de buenas prácticas manufactureras, donde se exponen 6 pasos generales a seguir, para cumplir y fomentar la limpieza de las instalaciones. Además, para lograr la disciplina o shitsuke, se necesitan varios meses de estudio, por lo que un representante del comité formado entre los colaboradores, se encargó de realizar la auditoria mensual y como parte de la evaluación se realizó un Check List de 5s, para poder ver cuánto se mejoró en cada una de las “S, detallado a continuación:

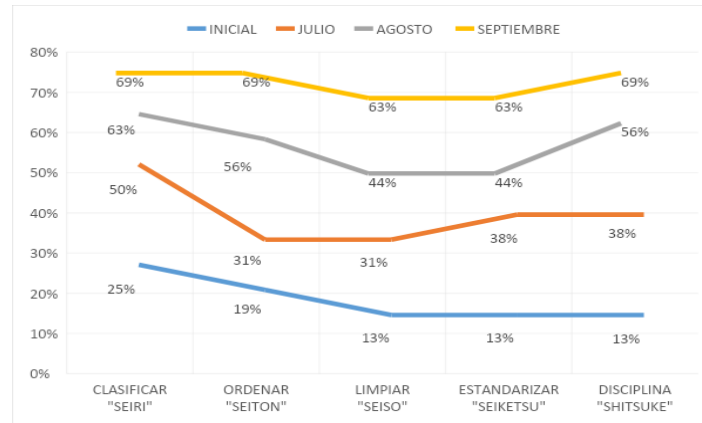


Figura 4. Evolución de la Metodología 5S en la empresa
Nota. Datos recopilados del análisis final de las 5S.

Como se visualiza en la figura 4, la metodología 5s se ha mantenido tres meses después de su implementación, la Estandarización o Seiketsu, mostró un aumento del 63% puesto que se implementaron ideas de mejora para mantener el lugar de trabajo en condiciones apropiadas, y por último se obtuvo un aumento significativo en la Disciplina o Shitsuke del 69% debido que los colaboradores se adaptaron a las políticas de limpieza y a el manual de buenas prácticas manufactureras que se propuso, gracias a esto la empresa está llevando un orden y limpieza más correcto a lo que tenía inicialmente.

Tabla 4. Analisis de Desperdicios TPM

Indicadores de desperdicios		
	Formula	Analizar
Talento no utilizado	Ratio de capacitaciones = $\frac{N^{\circ} \text{ de capacitaciones}}{N^{\circ} \text{ de trabajadores}}$ Ratio de capacitaciones = 0	No se encontró registro de capacitaciones a los colaboradores, por lo tanto, no se aprovechó el talento humano de los operadores de los equipos.
Sobre procesamiento	Calidad del producto = $\frac{\text{Cantidad de latas generadas sin problema}}{\text{Total de latas producidas}} * 100\%$ Calidad del producto=99.695%	En base al sobre procesamiento se realizó un registro donde se especifica las latas en buen y mal estado el cual nos dios una calidad del producto de 99.659%

Nota. Datos recopilados del análisis de tiempos en el área de fileteado.

Después de indicar los desperdicios a evaluar cómo se detalla en la tabla 11 podemos observar que el talento no utilizado nos brinda una ratio de capacitaciones de 0 esto en base a que la empresa no cuenta con un registro de capacitaciones, y finalmente el sobre procesamiento el cual nos indica una calidad del producto de 99.695% debido a que existen muchos defectos al entregar el producto a causa de las latas en mal estado lo cual genera pérdidas tanto de tiempo como de dinero para la empresa. Al termino de analizar los indicadores de desperdicios en base al TPM se ejecutará el OEE inicial el cual nos indicara en qué condiciones se encuentran la eficiencia de los equipos inicialmente antes de emplear esta herramienta, como se señala en la siguiente tabla 5.

Tabla 5. OEE inicial

EFICIENCIA GLOBAL DE LOS EQUIPOS - PLANTA DE CONSERVAS DE PESCADO							
ITEMS DEL OEE		Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Mayo	Junio
Días trabajados		16	20	15	16	16	12
Tiempo Operativo (min)		1976	2640	2041	1975.05	1975.05	1245.2
Tiempo de preparación de maquina (min)	Tiempos perdidos por correctivos	15	21.5	14	19.5	22	12
	Aplicación de Mantenimiento Autónomo	0	0	0	0	0	0
Tiempo Disponible Total (min)		1991	2661.5	2055	1994.55	1997.05	1257.2
Capacidad Productiva		34186	45860	33879	36185	36109	27182
Cantidad de cajas producidas		31952	43173	31488	33490	33409	24661
Cantidad de Piezas Scrap		2378	2687	2391	2695	2700	2521
%Disponibilidad		99.25	99.19	99.32	99.02	98.90	99.05
%Desempeño		93.47	94.14	92.94	92.55	92.52	90.73
%Calidad		93.07	94.14	92.94	92.55	92.52	90.73
OEE INICIAL		86.34	87.91	85.79	84.82	84.66	81.53

Nota. Datos recopilados del análisis de tiempos en el área de fileteado.

Tal y como se observa en la tabla 5, se analizó la eficiencia de los equipos, por tal motivo se empezó conociendo los días de producción y el tiempo operativo que se tuvo en los 6 meses iniciales, así mismo, se tuvo los tiempos perdidos por correctivos, que en los 6 meses fue de 104 horas, una cantidad muy alta, reflejada en la disponibilidad de los equipos, para poder conocer el desempeño del equipo, estos criterios dieron que en el mes de diciembre se obtenga un puntaje de 86.34%, enero 87.91%, febrero 85.79%, marzo 84.82%, mayo 81.53% y finalmente en el mes de junio una puntuación de 82.04%. Para ello se empezó con el registro de operarios y equipos, en el cual se pudo detallar que en la planta de conservas de la empresa existen un total de 11 operadores y correspondiente a 11 máquinas del proceso, por tal motivo, luego de ello se realizó un check list, con preguntas acerca de los conocimientos de sus equipos y principios básicos de trabajo en equipo y solución de problemas, obteniendo como resultado el 89% indica que se maneja de forma inadecuada las capacitaciones, sobre procesamiento debido a errores causados por el hombre y esperas debido a que muchos de ellos no pueden reaccionar ante un problema por falta de conocimientos.

Seguidamente, se realizó el mantenimiento planificado, como primer paso se analizó el historial de fallas, entre los meses de diciembre a junio, encontrándose un total de 36 fallas, las cuales tuvieron un tiempo de reparación de 17.5 y 19.5 horas respectivamente, ocasionando así, que el proceso se detenga, poniendo en riesgo la materia prima, luego, se analizó el registro de fallas por meses en el que se apreció que en el mes de mayo se tuvo la mayor cantidad de horas de reparación de 22 horas, y así todos los meses. Posteriormente, se realizó el plan de mantenimiento, detallado a continuación:

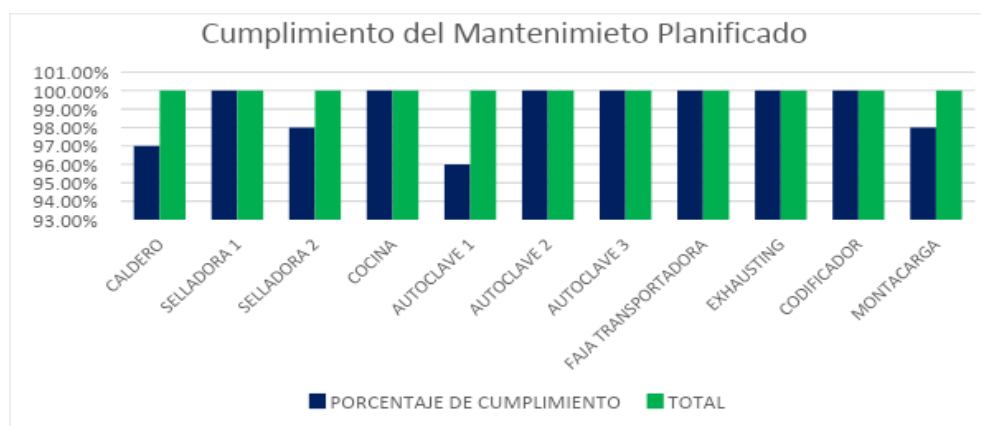


Figura 5. Resultados del plan de mantenimiento
Nota. Área de Mantenimiento Don Fernando S.A.C

Se aplicó el plan de mantenimiento en los equipos del área de producción, el cual se fueron realizando en los recesos del proceso, en la hora de almuerzo del personal jornalero o en algunas ocasiones en el cambio de especie, para de esta forma no afectar a la producción, por tal motivo, se tuvo un cumplimiento promedio general del 99% en los 3 primeros meses de aplicación, teniendo un cumplimiento total en 7 de los 11 equipos, dando como resultado que el plan de mantenimiento se aplicó de forma adecuada, finalmente, se tiene al pilar de Mantenimiento de Calidad, el cual tuvo la finalidad de establecer parámetros adecuados a través de un manual y así evitar defectos en los productos causados por la maquina o por el operario.

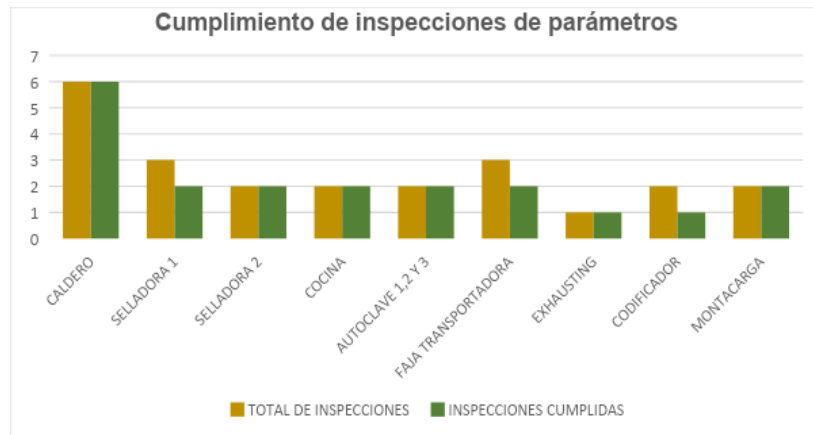


Figura 6. Inspección de parámetros

Nota. Datos recopilados del análisis de tiempos en el área de fileteado.

Con respecto a los datos obtenidos en la figura 6, se puede observar que el operario del caldero si cumplía con todos los parámetros que se necesita para el correcto procesamiento del vapor en la empresa, por otro lado, los equipos que no cumplieron fueron la selladora 1, en el cual sustento que se debió al apuro que se tuvo en el proceso, así mismo en la faja transportadora y la codificadora tampoco se cumplió en su totalidad debido a los apuros ocurridos en la producción, siendo el total de cumplimiento del 86.96%, finalmente se realizó la eficiencia global de los equipos mostrando la mejora detallada a continuación:

Tabla 6. OEE final

EFICIENCIA GLOBAL DE LOS EQUIPOS - PLANTA DE CONSERVAS DE PESCADO							
ITEMS DEL OEE		Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Días trabajados		14	15	17	0	0	0
Tiempo Operativo (min)		1976	2640	2041	0	0	0
Tiempo de preparación de maquina (min)	Tiempos perdidos por correctivos	6.5	7	3	0	0	0
	Aplicación de Mantenimiento Autónomo	3.5	3	3	0	0	0
Tiempo Disponible Total (min)		1986	2650	2047	0	0	0
Capacidad Productiva		30012	32012	38966	0	0	0
Cantidad de cajas producidas		28771	31400	38317	0	0	0
Cantidad de Piezas Scrap		876	801	712	0	0	0
%Disponibilidad		99.50	99.62	99.71	98.49	98.56	98.70
%Desempeño		95.86	98.09	98.33	90.27	86.84	86.07
%Calidad		97.05	97.51	98.18	99.62	99.64	99.66
OEE FINAL		92.56	95.29	96.26	88.57	85.28	84.66
OEE INICIAL		86.34	87.91	85.79	84.82	84.66	81.53

Nota. Datos recopilados del análisis de tiempos en el área de fileteado.

Evaluar la productividad final del proceso de conservas en la empresa Don Fernando S.A.C.

Para evaluar la productividad luego de aplicar la mejora en el área de fileteado, se pudo obtener el registro de producción de los últimos meses de estudio, lo cual se ve reflejado en la productividad final, detallada a continuación.

Tabla 7. Productividad final

	Productividad de Mano de Obra (cajas/h-hombre)	Productividad de Maquinas (cajas/h-maquina)	Eficiencia (%)	Eficacia (%)	Productividad Total (%)
Julio	2.31	22.18	98.72 %	88%	87.15%
Agosto	2.28	21.9	98.74%	91%	89.66%
Septiembre	2.42	23.69	98.75%	92%	90.39%
Octubre	2.40	22.67	98.76%	92%	90.47%
Noviembre	2.54	26.29	98.77%	93%	92.23%
Diciembre	2.66	24.47	98.79%	94%	92.56%

Nota. Datos recopilados del análisis situacional de la empresa.

En la tabla 7 se contempló que el mes de diciembre obtuvo una mayor productividad tanto de mano de obra de 2.66 cajas/horas hombres y en el mes de noviembre de maquinaria con un promedio de 26.29 cajas/hora maquina utilizada, a causa de que el promedio de tiempo en el que se encontró operativas las maquinas fue de 95 horas mientras que el número de horas trabajadas en diciembre de los hombres fue de 60.25 horas, el nivel de cajas elaboradas en estos meses fueron de 34741 y 12605 cajas producidas, apreciando que la cantidad de materia prima ingresante fue de 427 y 125 toneladas. Asimismo, también se puso observar que la menor productividad fue en el mes de agosto teniendo que las máquinas y de la mano de obra fueron de 21.9 cajas/hora maquina y 2.28 cajas/horas hombre, esto debido a que el tiempo empleado de las maquinas fue de 96 horas y de las horas trabajadas de los hombres de 172.4 horas, el nivel de cajas producidas fue de 31402 y la cantidad de materia prima ingresada fue de 427, de la misma forma se realizó con los demás indicadores.

Discusión

En la vigente investigación se sostuvo como principal objetivo la aplicación del Lean Manufacturing en el proceso de conservas para aumentar la productividad en la empresa Don Fernando S.A.C., la cual sostuvo como discusión lo siguiente:

Para comenzar con el diagnostico se realizó el análisis del primer objetivo en donde se realizó un diagrama de Ishikawa para conocer las causas del principal problema que viene a ser la baja productividad y a su vez un Diagrama de Pareto para jerarquizar los problemas más relevantes que vienen a ser las largas horas de espera, falta de espacio, operarios y colaboradores con poco conocimiento, balanzas descalibradas, fallas constantes de la selladora y mal etiquetado de producto terminado en donde se implementaran las herramientas 5s , TPM y PHVA para reducir el tiempo de ciclo ya que inicialmente a través del VSM se detectó un tiempo de ciclo de 1.151 min/cajas. De igual manera Huamanchumo y Jiménez (2019) implementaron las herramientas LM en donde sus herramientas empleadas al inicio fueron las mismas que se emplearon en nuestra investigación teniendo así un tiempo de ciclo de ciclo inicial fue de 19.24 seg/kg (1.84 min/caja), a diferencia de nuestro estudio ellos generaban un tiempo más alto con una diferencia de 0.689 min/caja lo que indica que tienen más actividades sin valor y tiempos muertos en su proceso, es por ello que Ibarra y Ballesteros (2017) recalcan que el VSM es de gran soporte debido a que suministra la visión de todo el proceso productivo.

Para el segundo resultado, el cual estuvo establecido por los indicadores de la productividad inicial, los cuales estuvieron compuestos por la productividad de mano de obra, que adquirió un promedio de 2.03 cajas/h-hombre el cual es un factor bajo, dado que la empresa procura que este criterio sea mayor a 2.3 cajas /h-hombre, mientras que la productividad de las maquinas operativas logro un promedio de 20.57 cajas/h-maquinas en donde también se observa que su parámetro es bajo, por causa de las maquinas inoperativas y su baja disponibilidad, otro punto hallado fue la eficiencia que alcanzo un promedio de 95.7 % esto a consecuencia por la variedad de cuellos de botella dentro del proceso de conservas y por último la eficacia con un promedio de 83 % debido a los movimientos innecesarios que realiza los colaboradores y la falta de capacitación en base a las áreas donde realizan sus trabajos, para determinar el porcentaje de la productividad total se tomaron desde los meses de diciembre 2020 a junio 2021, obteniendo 80.88%, 80.35%, 79.59%, 81.00%, 81.75% y 75.90% respectivamente, a lo cual podemos

notar que son bajos para la cantidad de producción que tiene la empresa, de forma que lo manifestado concuerda con la investigación que realizó Caldero, Espinoza, Mantilla y Ruiz (2021) en el cual ellos quisieron lograr un aumento en la productividad en la empresa Manantial's Tito en donde se basaron en hallar la productividad de mano de obra inicial de los meses de junio a agosto que dio un valor de 457.9 lt/trabajador, mientras que al hallar la productividad de energía eléctrica fue de 6.4 lt/kW, lo que quiere decir que la productividad fue baja ya que al combinar estos dos índices le dio como resultado de 1.26 esto nos dice que la empresa solo ganaba 0.26 soles por cada sol que invertía, de tal forma que se comprueba lo dicho por Gomez y Bottini (2017) que expone que la productividad es la relación entre la cantidad de productos alcanzados y los recursos empleados dentro del proceso.

Para iniciar a suprimir los desperdicios mediante la metodología Lean Manufacturing, en el segundo objetivo se comenzó con una auditoria 5S inicial en donde se identificó la situación de la empresa frente a dicho método en el cual podemos visualizar que se obtuvo un nivel de cumplimiento del 16.25 %, dentro de los criterios más deficientes se encuentran la limpieza, la estandarización y la disciplina, los cuales después de aplicar la metodología se pudo ver el cambio y variación que se tuvo dentro de los meses de su aplicación hasta llegar a un nivel de cumplimiento mucho más alto de 66.25%, contribuyendo con la reducción de los desperdicios tratados con las 5s, por tal motivo se concuerda con el estudio de Calderón Ramos et al. (2021) ya que su nivel de cumplimiento de la metodología que estaba en un 28% logró aumentar hasta un nivel bueno del 71% gracias a la buena implementación y participación de los colaboradores de la empresa.

Seguidamente se empleó el TPM con el objetivo de evitar o disminuir los desperdicios hallados que son el sobre procesamiento y el talento no utilizado, en donde se inició evaluando al OEE inicial que dio un promedio de 85.18% a causa de los errores ocasionados por las maquinas, en consecuencia de lo evaluado primero el cumplimiento de esta herramienta se dio un 89% de su mal manejo, por eso mismo se ejecutó fichas técnicas para la mejora, un cumplimiento del mantenimiento planificado para evitar fallas y uno de calidad para establecer parámetros de acuerdo al manual, finalmente al realizar todo lo planeado se volvió a realizar un OEE final con un 90.44% gracias a que las máquinas ya no tuvieron errores, se redujo el tiempo de reparación, entre otros. Es por ello que se coincide con el artículo de Canahua (2021) donde expone que al llevar a cabo el cumplimiento del mantenimiento preventivo y el mantenimiento autónomo (pilares del TPM), contribuyen al incremento del factor de calidad de 49.44% a 94.64%, factor de rendimiento de 76.68% a 93.34% y el factor de disponibilidad de 86.70% a 96.88%, logrando el incremento del OEE que inicialmente se encontraba con 32.86% hasta llegar a 85.85%. En ambos estudios se obtuvieron incrementos en el OEE por medio de la ejecución de los pilares del TPM, aunque a diferencia del estudio mencionando con anterioridad, el nuestro tuvo un pilar más que viene a ser el Mantenimiento de Calidad que no afectó en nada con su aplicación, obteniendo una diferencia favorable en ambas investigaciones pero la más alta fue de Canahua con una diferencia de 52.99%.

Prosiguiendo con las herramientas implementadas se evaluó el ciclo PHVA que consta en realizar una entrevista al jefe de almacén en donde se indicó que la empresa no cuenta con un Kardex y a través de un registro inicial se visualizó que el 17 % de las entregas son a destiempo y con desconformidad, lo cual también se ve reflejado en el Layout inicial que tiene un total de 1359.516 m², es por ello que al ejecutar este ciclo primero se realizó un cronograma de actividades, a través de esta se pudo ver una gran mejora ya que los pedidos comenzaron a tener un mayor porcentaje de aprobación 33% y asimismo se redujo el total de m² a un 1361.802, por consiguiente la siguiente investigación de Domínguez Gisella (2020) concuerda con la nuestra ya que también se implementó este ciclo puesto que inicialmente tuvo un valor de 67% (29 actividades no cumplidas) esto debido a los problemas que se observan en almacén de avíos, pero mediante la aplicación de este ciclo se realizó un cuestionario para saber si se conoce acerca de este tema pero no fue favorable es por ello que también al igual que nuestro trabajo realizo un cronograma, al emplear este método obtuvieron así un cumplimiento total de todas de sus actividades programadas alcanzando un 100% de la 43 actividades realizadas.

Para asegurar que la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing como las 5s, TPM y el ciclo de mejora PHVA mejoro el proceso de conservas en la empresa Don Fernando S.A.C, se elaboró un VSM final que dio un resultado de 1.005 min/caja, en donde se mostró la reducción del tiempo de ciclo entre ambos resultados de 0.1459 min/caja. En el caso de Ibarra, F. (2019) se redujo el tiempo de ciclo de producción de 85 min iniciales hasta 53 min, con ayuda de la aplicación de la metodología 5s y

Kaizen; asimismo Carmona Pardo (2018) redujo el tiempo de preparación de 45 minutos a 21.9 minutos, siendo la etapa de corte de coladas la más flexible, permitiendo la reducción de los tiempos a partir de la implementación de ciertas herramientas. En estos tres estudios se coincide que la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing ayudan a la reducción de tiempos, a la mejora del ambiente de trabajo, los procesos y del desempeño del negocio, que finalmente como consecuencia se obtiene la satisfacción de los clientes.

Finalmente, se observó una variación en el indicador de productividad final referente a la inicial con el fin de poder afirmar que a través de la implementación del LM se puede reducir tiempo, defectos, transportes y movimientos innecesarios en el proceso productivo, en donde la productividad de mano de obra mejoro un 0.30 cajas/h-hombre mientras que la de maquinaria a un 2.41 cajas/h-maquina debido a que se previno las fallas de los equipos, por otro lado la eficiencia y eficacia aumentaron satisfactoriamente a un 2.92 y 6.70 %, igualmente se puede apreciar la variación de la productividad final referente a la inicial en donde hubo una variación grata ya que se aumentó un 8.79 %, mientras que Calderón y Gracia (2020) al ejecutar la herramienta LM en el proceso de harina de pescado obtuvo un aumento de la efectividad total del 32.19 a 42.27 % y una productividad total con una variación de 11.47% respecto a la inicial, lo cual nos indica que ambos trabajos fueron eficientes ya que su productividad en general tuvo un aumento gratificante, por otro lado Bustamante y Guimaray (2020) también logro acortar la eficiencia de un 90.16 a 93.48 %, la eficacia de 74.73 a 86.48 % y por ultimo su productividad final de un 67.37 a 80.84% lo que quiere decir que aumentó un 13.47 %.

Conclusiones

Se deriva a redactar las conclusiones que se han obtenido por medio de los resultados alcanzados en la investigación:

En el primer objetivo se logró conocer las áreas más críticas como el cocinado con 0.083 min/caja, fileteado 0.317 min/caja, envasado 0.349 min/caja, exhausting 0.097 min/caja, sellado 0.13 min/caja y producto terminado con 0.098 min/caja, consiguiendo un tiempo total de 1.151 min/caja, los cuales son elevados, debido a los desperdicios generados como el movimiento innecesario, defectos, espera, talento no utilizado, sobreproducción, sobre procesamiento y transporte.

La productividad inicial de los meses de diciembre 2020 a junio 2021 obtuvo un 79.91% debido a que se ve perjudicada significativamente por la cantidad de desperdicios que se generan dentro del proceso, obteniendo una productividad de máquina de 20.57 cajas/horas. máquina, mano de obra de 2.04 cajas/horas. hombre, asimismo una eficiencia y eficacia de 95.70% y 83.42%.

Se realizó la implementación de las herramientas Lean, siendo la primera la metodología 5S en donde se alcanzó un aumento favorable en todas sus S logrando un 69% (Seiri), 69% (Seiton), 63% (Seiso), 63% (Seiketsu) y 69% (Shitsuke), igualmente se consiguió un aumento beneficioso en el OEE con un promedio final de 90.44% debido a que se implementó los pilares de mantenimiento autónomo, planificado y de calidad que se basaron en capacitar a los operarios, mejorar la vida útil de los equipos e implementar manuales de uso adecuado, por último se efectuó el ciclo PHVA en el que se alcanzó un registro de productos entregados a destiempo y desconformidad de 4% y 2 % en base a productos a destiempo y desconformidad, por ultimo un Layout de 1116.1 m² debido a que organizaron mejor los espacios de almacén.

La productividad final de los meses de julio a diciembre del año 2021, fue en promedio un 90.41% siendo este incremento un efecto de la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing logrando minimizar los desperdicios que se generaban dentro del proceso productivo, logrando una productividad de máquina de 23.53 cajas/horas-máquina, mano de obra de 2.44 cajas/horas-hombre, asimismo una eficiencia y eficacia de 98.76% y 92.00% respectivamente.

Referencias

- ARANIBAR, Marco. “Aplicación del Lean Manufacturing para la mejora de la productividad en una empresa manufacturera” Tesis (Ingeniero Industrial): Universidad Mayor de San Marcos de Lima, Facultad de Ingeniería, 2016. 69 pp. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12672/5303>
- CANAHUA, Jaida. “Propuesta de mejora de la productividad en el proceso de Elaboración de Mango congelado de la Empresa Procesadora Perú SAC, basado en Lean Manufacturing” (Ingeniero Industrial): Universidad Señor de Sipán, Facultad de Ingeniería, 2016. 180 pp. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12802/2299>
- CASTRO, Ivan. “Propuesta de implementación de la Lean Manufacturing para mejorar el proceso en el área de envasado en la compañía Ajeper S.A”. Tesis (Ingeniero Industrial): Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ingeniería, 2016. 196pp. Disponible en: <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/8365>
- ESPINOZA, Gen, LEQUERNAQUE, Karen “Aplicación de herramientas de lean manufacturing para mejorar la productividad en la línea de crudo. PANAFODS S.A.C. Santa-2019” Tesis (Ingeniero Industrial): Universidad Cesar Vallejo de Chimbote, Facultad de Ingeniería, 2019. 116pp. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/44299>
- HUAMANCHUMO, Alisson, JIMENEZ, Brayan “Aplicación de herramientas del Lean Manufacturing para la mejora del proceso productivo de la línea de cocido OLDIM S.A. Chimbote, 2019” Tesis (Ingeniero Industrial): Universidad Cesar Vallejo de Chimbote, Facultad de Ingeniería, 2019. 110pp. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/44298>
- HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P., 2014. Metodología de la investigación. 6ta ed. México: s.n. ISBN 978-1-4562-2396-0.
- SALADO, C., GALINDO, J., AGÜERO, R. y BERNUI, I., 2015. Lean Manufacturing Learning by Minecraft: application to the 5S tool. Revista Ibérica de sistemas y tecnologías de información [en línea], Vol.63, N°11. Disponible en: http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1646-98952015000400006