

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingeniería

**LEAN SIX SIGMA EN INDUSTRIA DE ALIMENTOS:
OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE
ATÚN EN POUCH.**

Erika Xiomara Erazo Jaramillo

Mickaela Hidalgo Chamorro

Ingeniería Industrial

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito

para la obtención del título de

Ingeniero Industrial

Quito, 19 de mayo de 2023

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingeniería

**HOJA DE CALIFICACIÓN
DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA**

**LEAN SIX SIGMA EN INDUSTRIA DE ALIMENTOS:
OPTIMIZAR EL PROCESO DE ATÚN EN POUCH.**

Erika Xiomara Erazo Jaramillo

Mickaela Hidalgo Chamorro

Pablo Burneo Arteaga, MeM

Quito, 19 de mayo de 2023

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

Nombres y apellidos: Erika Xiomara Erazo Jaramillo

Código: 00141635

Cédula de identidad: 1718584046

Nombres y apellidos: Mickaela Hidalgo Chamorro

Código: 00202768

Cédula de identidad: 1718924184

Lugar y fecha: Quito, 19 de mayo de 2023

ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Nota: El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETHeses>.

UNPUBLISHED DOCUMENT

Note: The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETHeses>.

RESUMEN

El presente proyecto se enfoca en la optimización de tiempos y aumento de producción dentro del área de pouch de la empresa atunera SeaPort S.A. Con la aplicación de la metodología DMAIC, se logró identificar en sus primeras fases los principales problemas que existían dentro del área, los cuales consistían en tiempos muertos, bajo rendimiento tanto en la parte manual como automatizada y falta de control en la producción. Con la ayuda de diferentes herramientas de Lean Six Sigma, se logró comprender como se desarrollaba el proceso llegando a identificar las causas raíz que causaban los problemas mencionados anteriormente. De esta manera se atacó los problemas logrando reducir los tiempos de producción, mejorando su flujo y aumentando la producción. Llegando a tener resultados positivos con respecto a métricas usadas dentro del análisis como lo fue el OEE de las máquinas, el tiempo de ciclo, takt time, además de implementar mejoras continuas con la ayuda de las métricas.

Palabras clave: Atún en Pouch, DMAIC, Tiempo de ciclo, Takt time, OEE, SMED, Kaizen, Kanban, control de producción.

ABSTRACT

The present project focuses on time optimization and increased production within the pouch area of SeaPort S.A., a tuna processing company. By implementing the DMAIC methodology, the initial phases successfully identified key challenges in the area, including cycle time, subpar performance in both manual and automated processes, and a lack of production control. With the help of various Lean Six Sigma tools, the process was understood, leading to the identification of root causes behind the aforementioned issues. Consequently, these problems were addressed, resulting in reduced production times, improved flow, and increased output. Positive results were achieved in terms of key metrics used in the analysis, such as machine OEE, cycle time, takt time, as well as the implementation of continuous improvements based on metrics.

Keywords: Pouch Tuna, DMAIC, Cycle Time, Takt Time, OEE, SMED, Kaizen, Kanban, production control.

TABLA DE CONTENIDO

| | | |
|--------|--|----|
| 1. | INTRODUCCIÓN | 11 |
| 2. | REVISIÓN LITERARIA | 12 |
| 3. | METODOLOGÍA | 16 |
| 4. | DEFINIR | 17 |
| 4.1. | Entrevista Gerente General, Calidad y Producción..... | 17 |
| 4.2. | Project Charter..... | 18 |
| 4.3. | Mapeo de Proceso | 19 |
| 5. | MEDIR | 19 |
| 5.1. | Tipo de muestreo..... | 20 |
| 5.2. | Tamaño de muestra para tiempos de producción..... | 21 |
| 6. | ANALIZAR..... | 24 |
| 6.1. | Gráfica de balance de tiempos de ciclo con respecto al takt time | 24 |
| 6.2. | Análisis llenado de pouch | 25 |
| 6.2.1. | SMED..... | 25 |
| 6.3. | Máquinas de Sellado 1 y 2 | 26 |
| 6.3.1. | Análisis de OEE..... | 26 |
| 6.3.2. | 5 Why's and 1 How | 27 |
| 7. | IMPLEMENTAR..... | 28 |
| 7.1. | Máquinas de sellado 1 y 2..... | 28 |
| 7.1.1. | Estandarización de máquinas de sellado | 28 |
| 7.1.2. | OEE actuales..... | 29 |
| 7.2. | Llenado de Pouch..... | 30 |
| 7.2.1. | Evento Kaizen..... | 30 |
| 7.2.2. | Kanban | 31 |
| 8. | CONTROLAR | 32 |
| 9. | CONCLUSIONES..... | 33 |
| 10. | LIMITACIONES..... | 34 |
| 11. | RECOMENDACIONES..... | 35 |
| 12. | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 36 |
| 13. | ANEXOS..... | 43 |
| | Anexo 1: Mapeo de Procesos | 43 |
| | Anexo 2: Árbol de decisión para muestra de Valdivieso..... | 44 |

| | |
|---|----|
| Anexo 3: Tamaño de muestra con fórmula de Valdivieso | 44 |
| Anexo 4: VSM..... | 45 |
| Anexo 5: Cálculo del Takt time | 45 |
| Anexo 6: Análisis de Balance..... | 46 |
| Anexo 7: SMED adaptado a un análisis de valor agregado | 47 |
| Anexo 8: Cálculo del OEE de la Máquina 1 (Antes)..... | 48 |
| Anexo 9: Cálculo del OEE de la Máquina 2 (Antes)..... | 50 |
| Anexo 10: 5 Why's and 1 How | 51 |
| Anexo 11: Estandarización de máquinas | 51 |
| Anexo 12: Calculo del OEE de la máquina 1 Actual..... | 52 |
| Anexo 13: Calculo del OEE de la máquina 2 Actual..... | 53 |
| Anexo 14: Pizarrón, forma visual de ver rendimiento de los operadores | 55 |
| Anexo 15: Tríptico de evento Kaizen | 55 |
| Anexo 16: Checklist de actividades previo a producción | 56 |
| Anexo 17: Plantilla de control de producción..... | 57 |
| Anexo 18: Reducción de tiempos (antes y después) | 58 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Project Charter | 19 |
| Tabla 2: Tiempos de ciclo del proceso de Pouch..... | 23 |
| Tabla 3: Número de ciclos recomendados a tomar con datos interpolados..... | 23 |
| Tabla 4: Tiempos estándar de máquinas de sellado..... | 28 |
| Tabla 5: Tiempos de ciclo por pouch actuales de máquina 1 y 2 | 29 |
| Tabla 6: Comparación de tiempos de ciclo anteriores con actuales de llenado de pouch y mezcla de miga con agua | 31 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

| | |
|---|----|
| Ilustración 1: Fórmula de tamaño de muestra (Valdivieso, 2011)..... | 21 |
| Ilustración 2: Número recomendado de ciclos de observación por Niebel (2009)..... | 22 |
| Ilustración 3: Clasificación del OEE según Cruelles (2010) | 27 |

1. INTRODUCCIÓN

La industria manufacturera es aquella que se basa en la fabricación, procesamiento y transformación de la materia prima o bienes primarios en insumos para otras industrias o productos finales (Camino et al., 2020). En Ecuador, esta industria representa el 20.8% del valor agregado bruto nacional, con una tasa de crecimiento promedio del 1.5 % anual que se vió reflejado en el periodo de 2007-2020. Es importante mencionar que el sector manufacturero en Ecuador es la base del desarrollo del país ya que se encarga de liderar el crecimiento sectorial y la productividad del trabajo (Ochoa-Jiménez et al., 2022).

Dentro de las industrias manufactureras en el Ecuador se puede encontrar la industria procesadora atunera que se encarga de la exportación de lomos y conservas de atún, las cuales están en tres distintas presentaciones como lo son en lata, pouch y frascos de vidrio. Según la Cámara Ecuatoriana de Industrias y Procesadores de Atuneros (CEIPA), dice que, Manta agrupa el 70 % de las exportaciones de conservas de atún de las empresas que se encuentran en Manabí que a su vez representa el mismo porcentaje de la exportación nacional en la balanza comercial (Primicias, 2023). Esta industria dentro de la provincia de Manabí genera un aproximado de 23.000 trabajos (El Universo, 2022).

Sea Port S.A es una empresa que se encuentra en el cantón Jaramijó provincia de Manabí, es una procesadora y comercializadora de productos del mar. Donde su principal actividad es realizar conservas de atún y sardinas. Sea Port S.A es una empresa que se encuentra en constante crecimiento dentro del Ecuador donde no solamente abastece con sus productos a nivel nacional, sino también a nivel internacional, exporta productos a Europa, Sudamérica y Centro América.

2. REVISIÓN LITERARIA

Lean Six sigma es una filosofía la cual busca eliminar desperdicios y mejorar procesos de la manera más eficiente dentro de las empresas (Spector R, 2006). La palabra Lean significa magra, es decir, sin grasa. Por lo que Lean Manufacturing se define como manufactura magra también como manufactura ágil o esbelta lo cual hace que sea capaz de adaptarse a las necesidades del cliente (Padilla, L, 2010). Mientras que Six Sigma significa mejoramiento continuo de procesos, productos o servicios, con la ayuda de la aplicación de la metodología DMAIC, la cual incluye el uso de diversas herramientas de calidad para apoyo entre ellas la estadística (Lean Six Sigma Institute, 2022).

Lean Manufacturing que tiene como objetivo mejorar el sistema de producción de manera continua en donde se eliminan todas las acciones que no aportan ningún valor al producto. Esta filosofía tiene como objetivo mejorar continuamente, tener un control total en la calidad, eliminar los desperdicios, aprovechar el potencial de la cadena de valor de la empresa y la participación de los operarios (Rajadell, 2021).

Varios estudios muestran la aplicación de la metodología DMAIC en industrias de manufactura especialmente en el área de alimentos con situaciones similares a las de este proyecto. A continuación, en esta revisión literaria se mostrará la información relevante que se pudo recolectar que está ayudando a este proyecto.

Se tomó en cuenta un estudio de aplicación de Six Sigma DMAIC en el control de calidad de papas fritas para reducir defectos de producción, donde se identificó que debía existir una mejora en la calidad del producto que en distintos indicadores se vieron defectos. Estos fueron en consistencia de color, el crocante, integridad y tamaño. Sin embargo, los resultados mostraron que la principal prioridad eran la consistencia de tamaño y el crocante con un valor crítico para la calidad de 80,2%. Después de haber realizado su análisis necesario se llega a la

conclusión que los principales factores que causan estos defectos son la mano de obra, falta de supervisión y capacitación, diferentes niveles de calidad, empaque manual y fritura óptima (Arifin et al., 2021). En este estudio al igual que el estudio que se está realizando, tiene problemas en la mano de obra dentro de la empresa y más aún al ser un trabajo manual poco supervisado.

Además, se encontró información sobre la metodología de Kaizen donde Wikens, realizado una investigación en Nissan Motor Plant en el Reino Unido, estudió la importancia del trabajo en equipo, la flexibilidad y el liderazgo siendo así donde enfatizo la metodología Kaizen dando se cuenta la importancia de la comunicación directa entre líderes y sus empleados para poder mejorar continuamente y de manera continua en la empresa (Wickens, P., 1990)

El estudio realizado en una empresa manufacturera de adhesivos acuosos ha enfrentado problemas de baja productividad en el área de producción durante los últimos 4 años. Los valores registrados de productividad han sido inferiores a 5 kg/h-h (nivel de producción esperado). Ante esta problemática, se aplicó la metodología de mejora basada en Lean Manufacturing, utilizando las metodologías Kaizen y 5S. Este proceso se dividió en 4 etapas fundamentales: diagnóstico inicial, diseño, implementación y evaluación de resultados. Las etapas se completaron en 7 meses, al final del cual se evaluaron los resultados y se obtuvo un promedio de 5,58 kg/h-h (Vargas Crisóstomo & Camero Jiménez, 2021). Cabe mencionar que hace un año se obtuvo un promedio de productividad de 4,37 kg/h-h, lo que indica que, después de la implementación de las metodologías Kaizen y 5S, hubo un aumento considerable de casi 1 kg/h-h.

También, se encontró un artículo que habla de la importancia de usar Métodos de Control Estadístico de procesos ya que con la ayuda de gráficas de control se puede: ayudar a

mantener una alta calidad del producto con alarmas rápidas y visuales en caso de que exista algún defecto o error en el producto, se puede analizar la calidad del producto en base de las quejas de los clientes que se puede dar en el proceso de producción e incluso cambio de herramientas (Ahmed et al., 2021).

En la empresa colombiana Papeles Nacionales S.A., se implementa la metodología SMED para optimizar el cambio de bobina de una máquina rebobinadora, con el propósito de reducir los tiempos de cambio y mejorar la eficiencia del proceso. En este estudio, se identificaron los procesos y tiempos involucrados mediante observación, tomando en consideración a los operarios, supervisores y encargados del cambio de bobina. Gracias a la aplicación de SMED, se logró reducir el tiempo de procesamiento en un 32%, disminuyendo de 270 segundos a 183 (Rojas Castro & Cortez Ferreira, 2014). Como resultado, se pudo aumentar la productividad de la máquina de manera significativa.

Dentro del artículo "Dynamic Lean Assessment for Takt time Implementation", Se puede ver como el Takt time ayuda a mejorar la eficiencia WIP y reducir el inventario de productos dentro de una empresa manufacturera. Se reconoce la importancia de considerar la complejidad y las diversas dinámicas que enfrentan los sistemas de fabricación, que incluyen variabilidad e inestabilidades. Por lo tanto, es crucial realizar un análisis dinámico exhaustivo. El modelo propuesto, junto con su métrica de rendimiento, respalda la adopción de políticas de producción basadas en el tiempo takt y proporciona una mejor comprensión de la dinámica asociada a su implementación para los profesionales Lean (Rehab & Ahmed, 2014).

En un artículo titulado "Performance Measure using overall Equipment effectiveness", se destaca que una estrategia operativa exitosa se fundamenta en un enfoque sólido, sistemático y estandarizado, respaldado por equipos capacitados orientados a la mejora continua. El

Índice de Eficiencia Global (OEE) desempeña un papel crucial en la evaluación del rendimiento de las máquinas y en la formulación de planes de mejora. Con el tiempo, el OEE ha evolucionado hacia un sistema de análisis de datos de producción que identifica áreas de mejora y apoya las iniciativas Lean. En resumen, el OEE deja de ser una medida de eficiencia para convertirse en una herramienta basada en datos que elimina desperdicios y promueve la mejora continua (Muchiri y Pintelon, 2008).

Por otro lado, en el estudio de Nixzon comenta como la producción de atún en la zona de Manabí es realizada con mano de obra directa y tiene una dificultad en el área de limpieza estandarizada para su productividad y aunque existan ciertos parámetros establecidos, no siempre son cumplidos. Hasta el día de hoy no se ha logrado reemplazar esta destreza manual por lo que es considerada la forma que mejor rendimiento da en la limpieza de atún. La carga obrera es elevada y se necesita un alto número de personas realizando la limpieza del pescado, el cual es limpieza en su totalidad desde restos de vísceras, piel, huesos, espinas, escamas y se dejan los lomos de atún totalmente limpios. Su única diferencia es la mano de obra entre estas industrias y como el personal con el que se cuenta está calificado, motivado y bien remunerado (Jimbo, 2015).

Finalmente, un estudio de fabricación ajustado del sistema de Kanban en una empresa de fabricación de Malasia explicaba como antes de utilizar esta metodología, debe existir una recolección de información de toda la empresa, desde los empleados hasta los gerentes. De esta manera se llegó a comprender las operaciones de la fábrica y se complementó su entendimiento con una visita en la planta. Así, implementaron el sistema Kanban en la empresa, se observaron mejoras al instante. Esta empresa minimizó costos operativos, desperdicios, pérdidas e incluso llegó a controlar la sobreproducción. Además, esto ayudó a estandarizar operaciones en las líneas de producción para que las mismas sean más eficientes en el futuro (Azian et al., 2014).

3. METODOLOGÍA

Para realizar este estudio es muy importante mencionar que Sea Port es una industria atunera que brinda sus productos a 90 clientes en 25 diferentes países en Europa y Sudamérica siendo estos sus clientes de línea de atún en pouch de 1kg. Se conoce que la empresa tiene aproximadamente una producción diaria de 5.86 toneladas de atún según su capacidad.

Por lo tanto, Sea Port ha estado atravesando un bajo desempeño en cuanto al proceso de producción de atún en pouch, debido a una baja capacidad productiva de pouch.

El presente proyecto se llevará a cabo con la metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) ya que, esta metodología sirve para analizar procesos con el fin de eliminar fuentes de variación inaceptables y poder realizar alternativas donde se eliminen o reducen errores y variación. Una vez implementadas las mejoras es muy importante que se establezcan controles que van a garantizar los resultados conseguidos. Además, esta metodología ha generado mejoras significativas en la calidad y rentabilidad de productos y servicios dentro de grande y pequeñas industrias (McCarty, T., et al ,2004). Al aplicar la metodología DMAIC dentro de la empresa Sea Port, se busca identificar y eliminar los factores que estén afectando de manera negativa la eficiencia, capacidad y rendimiento del proceso. Como se menciona anteriormente se hará énfasis en el área de pouch, donde se busca mejorar la eficiencia del área para poder aumentar la producción y productividad, reduciendo o eliminando posibles cuellos de botella y mejorando aquellas actividades que no generan valor alguno.

Para comprender como está siendo afectada la capacidad de producción del área de pouch se utilizó el método de observación directa, que permite a la persona estar en el entorno donde se está trabajando, tomando datos relevantes sin irrumpir al operario en sus actividades,

también es bueno mencionar que este método ayuda a que los datos sean reales, ya que al no tener un contacto directo con el personal hace que ellos trabajen de una manera imparcial en su turno (Fabbri, 1998).

4. DEFINIR

La fase Definir logra identificar el problema a tratar, el objetivo del proyecto y su alcance (Martínez-Calderón et al., 1970). Además, para llevar de forma apropiada esta etapa es importante responder las siguientes preguntas ¿Por qué es necesario resolver el problema?, ¿Cuál es el flujo de proceso general del sistema? ¿Qué se busca lograr en el proceso?, ¿Qué beneficios de valor contable se espera lograr? (León & Pérez, 2018).

4.1. Entrevista Gerente General, Calidad y Producción.

Para conocer posibles problemáticas que existan dentro de la empresa Sea Port S.A. Se realizó una entrevista con el Gerente General, el cual dio su bienvenida a la empresa, donde hablo de la visión y misión de esta y finalmente explicó que sus productos principalmente se derivan del atún. Con esta introducción se procedió a entrevistar al gerente de calidad y mediante una presentación se conoció a profundidad los diferentes procesos que se llevan a cabo dentro de la planta, desde que se recibe la materia prima hasta que se despacha el producto final. Aquí pudieron comentar que existen diversos proyectos dentro de la empresa, ya que la misma está en constante crecimiento, por lo que existen diversas problemáticas dentro del área de producción. Por lo que se prosiguió a entrevistar al gerente de producción, el cual supo explicar que dentro de la producción de atún en pouch de 1kg se ha llegado a tener una demanda que está creciendo de manera considerable. Donde han visto que desde el año anterior su demanda ha incrementado en un 200%, lo cual, al no tener la capacidad necesaria para producir, suelen llegar a tener retrasos de entrega que van desde los 8 a 10 semanas. A pesar de contar con 13 operarios en dos turnos de los cuales 1 es el supervisor, siguen teniendo problemas de capacidad por el aumento de la demanda, donde solo logran

cumplir 150 cajas por turno cuando en realidad se deberían realizar de 275 a 300 aproximadamente.

4.2. Project Charter

Se realizó un Project Charter, ver tabla 1, el cual se hizo con el fin de documentar de manera formal el desarrollo y los objetivos del proyecto que se realizó. Esto con el objetivo de comprender por qué se hace el proyecto, el alcance y quien lo ejecuta (Hoban, 2023).

| |
|---|
| CASO DE NEGOCIO |
| Sea Port S.A tuvo un aumento de demanda del 200% de atún en pouch de 1kg, la empresa no logra cumplir la demanda mensual, los tiempos de producción no tienen un análisis y por ende no tienen un conocimiento de la capacidad que pueden producir con 12 operarios en el área. |
| Propósito (CTQ's a mejorar) |
| Tiempos de producción. Capacidad de producción. |
| Objetivo |
| Implementar mejoras rápidas para optimizar el proceso de producción de atún en pouch mediante la metodología DMAIC, utilizando herramientas Lean Six Sigma las cuales ayuden a reducir tiempos muertos que puedan identificarse y aumentar la capacidad de producción. |
| Alcance |
| Línea de producción de atún en pouch de 1 kg. |
| Personas a cargo |

| Miembros | Celulares | Mail |
|--|------------|--|
| Erika Erazo Jaramillo | 0963248490 | erika1234erazo@gmail.com |
| Mickaela Hidalgo Chamorro | 0984174230 | mickaela.hidalgo@gmail.com |
| Recursos | | |
| Información brindada por gerente general y producción. | | |
| Acceso a planta de producción desde el mes de abril. | | |
| Métricas por utilizar | | |
| 1. Tiempos de ciclo del proceso de producción. | | |
| 2. Unidades diarias de producción. | | |
| 3. Capacidad de producción | | |

Tabla 1: Project Charter

4.3. Mapeo de Proceso

Se llevó a cabo un mapa de procesos, el cual ayudo a comprender de mejor manera las actividades que se realizan dentro del proceso. Se usó el mapa de proceso de tipo Cross-Funcional (Anexo 1), ya que nos permite conocer posibles relaciones que existen entre los distintos subprocesos dentro del proceso de producción, de esta manera es más fácil identificar donde se pueden dar posibles problemas o errores (Lean Six Sigma Institute, 2022).

5. MEDIR

El objetivo de la fase medir es comprender la función del proceso y seleccionar el método adecuado para la recolección de datos (Torres, et al, 2019). De esta manera, se prosigue a

seleccionar la muestra de la población, donde para su elección se toma en cuenta distintos factores a medir. Así se podrá identificar que se debe hacer tomando en cuenta dos preguntas principales: ¿Qué individuos son relevantes en la toma de muestra? y ¿cuántos individuos debo tomar?, esto refiriéndose a las métricas que se deben de identificar (Casal & Mateu, 2003).

5.1. Tipo de muestreo

Se define el tipo de muestreo que realizará, para esto se consideraran las variables que ayudaran a analizar y mejorar el proceso. Estas variables deben de ser identificadas como cuantitativas o cualitativas, para poder elegir que técnica de muestreo se debe de realizar para la población a estudiar (Fernández & Díaz, 2002).

Para este estudio se identificó que los datos son variables cuantitativas continuas ya que son el resultado de procesos de medidas en este caso las medidas que se tomaron fueron de los tiempos de ciclo del proceso (Nolasco, 2020).

Para entender el proceso de producción y cada subproceso que interviene, en primer lugar, se identificó el tiempo de ciclo de cada subproceso. Se decidió tomar una muestra al azar de los tiempos de cada subproceso durante 3 horas desde que empieza la producción y después de la hora de almuerzo de los operadores, se tomó durante 3 horas más, para de esta manera poder ver si los datos fluctúan dentro del turno de 9 horas de los operarios.

Es por esto que se realizó un muestreo sistemático, el cual dice que primero se toma una muestra al azar y en base a esa muestra entender los datos para el resto de n datos recolectados (Fernández & Díaz, 2002).

5.2. Tamaño de muestra para tiempos de producción

El tamaño de muestra es una de las decisiones más importantes al momento de hacer un estudio, por el hecho que al investigador le da la facilidad de revisar cuáles son sus recursos disponibles para poder realizar el estudio.

Por ende, se realizó principalmente un estudio piloto para poder entender el comportamiento de los tiempos de cada subproceso, de esta forma, se implementó la fórmula dada por Valdivieso (2011), ver ilustración 1, el cual indicia que mediante la aplicación de su árbol de decisión se puede encontrar la fórmula adecuada al cálculo de muestra (Anexo 2) Por lo tanto, se desea encontrar la media de una población infinita, indicando que la mejor fórmula es:

$$n = \left(\frac{zS}{e} \right)^2$$

Ilustración 1 de tamaño de muestra (Valdivieso, 2011)

Donde se decidió tener un nivel de confianza en los datos del 95% ya que es considerado un número adecuado de confiabilidad y generará el intervalo de confianza que contendrá el parámetro que se espera de la población seleccionada (Figuroa, 2017). Sin embargo, existieron procesos que requerían un número de muestra muy grande, ver Anexo 3, que por temas de tiempo no se iba a lograr siendo esta la razón por la que se usó la tabla brindada por Niebel (2009) mostrados en la Ilustración 2.

Mediante la tabla de General Electric Company se pudo identificar el número de ciclos deseados para la recolección dependiendo del tiempo de ciclo de cada subproceso (Niebel, 2009).

| Tiempo de ciclo (minutos) | Número recomendado de ciclos |
|----------------------------------|-------------------------------------|
| 0.10 | 200 |
| 0.25 | 100 |
| 0.50 | 60 |
| 0.75 | 40 |
| 1.00 | 30 |
| 2.00 | 20 |
| 2.00-5.00 | 15 |
| 5.00-10.00 | 10 |
| 10.00-20.00 | 8 |
| 20.00-40.00 | 5 |
| 40.00 o más | 3 |

Ilustración 2: Número recomendado de ciclos de observación por Niebel (2009)

Por lo tanto, se identificó que para cada subproceso se tiene los siguientes tiempos de ciclo, en este caso se trabajó con minutos y segundos para que se pueda identificar en la tabla 2:

| Proceso de producción atún en pouch | |
|---|-------------------------------------|
| Subproceso | Tiempo de ciclo (mm: ss) |
| Homogenización miga | 0:04 |
| Limpieza de pescado | 0:11 |
| Mezcla de miga con agua | 0:10 |
| Mezcla de miga con agua y con lomo | 0:05 |
| Llenado de pouch con atún | 0:21 |
| Llenado de aceite a pouch con atún | 0:04 |
| Limpieza y colocación en máquina de sellado | 0:09 |
| Máquina de sellado 1 | 0:15 |

| | |
|---|------|
| Máquina de sellado 2 | 0:22 |
| Verificación de calidad y transporte de pouch | 0:11 |

Tabla 2 de ciclo del proceso de Pouch

Con esta información al notar que los tiempos no eran exactos como en la tabla de Niebel (2009), se realizó una interpolación de los mismos para calcular el valor exacto de ciclos necesarios de la muestra ideal que se refleja en la tabla 3:

| Proceso de producción atún en pouch | |
|---|--------------------------|
| Subproceso | Tamaño de muestra |
| 1. Homogenización miga | 200 |
| 2. Limpieza de pescado | 193 |
| 3. Mezcla de miga con agua | 200 |
| 4. Mezcla de miga con agua y con lomo | 200 |
| 5. Llenado de pouch con atún | 127 |
| 6. Llenado de aceite a pouch con atún | 200 |
| 7. Limpieza y colocación en máquina de sellado | 200 |
| 8. Máquina de sellado 1 | 167 |
| 9. Máquina de sellado 2 | 120 |
| 10. Verificación de calidad y transporte de pouch | 193 |

Tabla 3 de ciclos recomendados a tomar con datos interpolados

Finalmente, para esta fase, se llevó a cabo un mapa de flujo de valor (VSM), ya que se quería identificar todas las acciones que se requieren de manera actual para realizar el atún en pouch de 1kg de cuantificada y visual. Donde se busca relacionar el proceso con la manufactura esbelta específicamente en esta área de producción para implementar estos métodos para empezar con la mejora. Obteniendo información significativa de todo el flujo, ver Anexo 4 (Rother & Shook, 2003).

6. ANALIZAR

El objetivo de la fase analizar es mediante los datos obtenidos investigar el rendimiento del proceso de pouch y también junto con los datos obtenidos en la fase anterior identificar las entradas del proceso, para identificar las causas raíz de los problemas que existen dentro del mismo y llegar a implementar una solución (González, 2020).

Con la ayuda del VSM se llegó a comprender el estado que se encuentra actualmente la empresa, identificando así actividades con tiempos altos por lo que se realizó una gráfica del tiempo de ciclo vs el takt time. El takt time será el que representa el tiempo que debería tardar cada subproceso para la entrega del producto terminado en este caso se puede ver en el Anexo 5 que el takt time es de 13 segundos por subproceso, siendo este un valor importante el cual permite identificar los posibles desperdicios, tiempos muerto y cuellos de botella que existen dentro del proceso, todo esto en función de la demanda y disponibilidad de tiempo (Sejzer, 1970).

6.1. Gráfica de balance de tiempos de ciclo con respecto al takt time

Como se puede observar en el Anexo 6 se realizó una gráfica de balance con respecto al takt time la cual indica que los subprocesos Llenado de pouch con atún (actividad 5), Maquina de sellado 1 (actividad 8) y Maquina de sellado 2 (actividad 9) se encuentran sobre el valor del takt time, esto quiere decir que estos subprocesos son cuellos de botella dentro

del proceso de producción de pouch, esto se debe a dentro de estas actividades existen desperdicios de tipo tiempo, desplazamiento, espera o capacidad.

6.2. Análisis llenado de pouch

6.2.1. SMED

La herramienta de SMED dentro del proyecto fue una herramienta que ayudo a poder comprender los desperdicios en este caso de tiempo que estaban dentro del proceso además de que es un método de implementación rápida y eficiente para mejorar el flujo (Ulutas, B, 2011).

Se mencionó que unos de los subprocesos que toma más tiempos es el subproceso de llenado de pouch, por ende, para realizar un análisis profundo de las actividades que están dentro del mismo se aplicó la herramienta SMED adaptado a un análisis de valor agregado (Anexo 7), para una disminución del tiempo. De esta forma con la ayuda de la supervisora del área se realizó un seguimiento al subproceso de llenado y de esta manera identificar cuáles son las actividades las cuales el operador realiza para el llenado de atún en el pouch, no se encontraron actividades que generan desperdicio, pero se clasificó como actividad externa (desmenuzado de lomo) e internas (abrir funda, colocar funda en embudo y balanza, llenar con mezcla el pouch, sacar pouch y colocar funda en acordeón), buscando una mejora a la actividad externa (Carbonell, 1970).

Fue identificada una actividad externa, ya que es perteneciente del subproceso anterior (mezcla de miga, agua y lomo), esto fue corroborado por el gerente de producción. con el cual se realizó una reunión y comentó que en un mapeo de proceso esa actividad no es parte del subproceso.

Por ende, no existe una estandarización de los subprocesos y los operarios no tienen un conocimiento de cuáles son las actividades que pertenecen al subproceso que están

encargados, esto puede suceder por falta de control por parte de la supervisora de área y la rotación de personal, lo cual no tienen una estandarización de actividades y entrenamiento de este.

6.3. Máquinas de Sellado 1 y 2

6.3.1. Análisis de OEE

La eficiencia general del equipo o también conocido como OEE, fue un punto clave de medir dentro del proyecto, ya que, al tener las maquinas como principal cuello de botella era sumamente importante entender el rendimiento de estas. Esta herramienta es muy útil ya que la misma es para poder realizar un diagnóstico profundo y poder comparar las unidades de producción que se está teniendo con respecto a lo que teóricamente se debe llegar. El OEE no es solo una métrica, sino también es una forma de llegar a obtener una mejor continua, buscando la forma de maximizar la eficiencia del equipo, donde el mismo debe llegar a sus condiciones óptimas de funcionamiento para poder comprender que factores son aquellos que están disminuyendo su rendimiento. En otras palabras, es una herramienta con la cual se identifica cualquier pérdida o desperdicio que no permite maximizar su efectividad (Iannone, R & Nenni, M, 2013). Por este motivo se calculó el OEE de la maquina 1 y maquina 2 para poder comprender la productividad y eficiencia que se está llegando a tener dentro del proceso (DeRon & Rooda, 2005).

6.3.1.1. OEE máquina de Sellado 1

Al realizar el cálculo del OEE de la maquina 1, véase en el Anexo 8, se llegó a obtener un OEE del 54% el cual según la tabla obtenida por Cruelles (ilustración 3) dice que el OEE es considerado deficiente, lo cual refleja que la empresa está teniendo pérdidas significativa.

6.3.1.2. OEE máquina de Sellado 2

Por otra parte, el sellado de la maquina 2, véase en el Anexo 10, reflejo que su OEE es de 53% que según la tabla de Cruelles (ilustración 3) al igual que la maquina 1 se considera deficiente y expresa pérdidas significativas en la empresa.

TABLA I
CLASIFICACIÓN DEL OEE

| OEE | Valoración | Descripción |
|--------------|--------------------------|--|
| OEE<65% | Deficiente (Inaceptable) | Se producen importantes pérdidas económicas. Existe muy baja competitividad. |
| 65%≤OEE<75% | Regular | Aceptable sólo si se está en proceso de mejora. Se producen pérdidas económicas. Existe baja competitividad. |
| 75%≤OEE<85% | Aceptable | Debe continuar la mejora para alcanzar una buena valoración. Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja. |
| 85%≤OEE <95% | Buena | Entra en valores de Clase Mundial. Buena competitividad. |
| 95%≤OEE≤100% | Excelente | Valores de Clase Mundial. Alta competitividad. |

Ilustración 3: Clasificación del OEE según Cruelles (2010)

6.3.2. 5 Why's and 1 How

Después de comprender que el OEE de las maquinas demostraba ineficiencia y al ser las mismas un cuello de botella, se decidió hacer un análisis más profundo del por qué se pude estar causando esto. La herramienta de los 5 Why's and 1 How, busca que exista una reflexionar al momento de querer resolver un problema. Encontrar las posibles causas de una forma en que se tenga un pensamiento profundo a través del cuestionamiento. Para esto se debe ser preciso con respecto al problema, ser muy honesto al responder las preguntas para así poder llegar al fondo de este y poder resolverlos (Serrat, O& Serrat, O ,2017). Es por esta razón que se realizó una reunión con el técnico de la máquina del sellado de pouch, el gerente de procesos y la supervisora para conjuntamente poder resolver esta herramienta.

6.3.2.1. 5 Why's and 1 How Maquina 1 y 2 Selladoras

En el Anexo 10 se observa cómo se realizó este método para concluir que las maquinas tienen la valoración deficiente porque no existe una estandarización en la configuración de las maquinas.

7. IMPLEMENTAR

En la siguiente fase el objetivo principal la implementación de herramientas que ayuden a corregir, reducir las causas que se hayan identificado de los problemas encontrados.

7.1. Máquinas de sellado 1 y 2

7.1.1. Estandarización de máquinas de sellado

Los tiempos de sellado de máquina son diferentes, teniendo un tiempo de sellado de casi el doble de la máquina 2, para ser exactos a comparación de la otra.

Se decidió realizar una estandarización de los tiempos de sellado, mediante la ficha técnica que es brindada por le empresa proveedora de funda de pouch LITPLAST. se identificó que hay un rango en el vacumm time de 20-30 seg y heating time de 15-20 seg. Mediante estos rangos, con la ayuda del técnico encargado de la máquina de sellado, se configuro los tiempos (Anexo 11) de cada máquina con pruebas en fundas de pouch teniendo que estar bien selladas sin ningún defecto, teniendo una configuración como la que se puede observar en la tabla 4:

| Tipo de máquina | Vacumm Time | Heating Time |
|-------------------|-------------|--------------|
| Máquina Sellado 1 | 0.22 seg | 0.20 seg |
| Máquina Sellado 2 | 0.22 seg | 0.30 seg |

Tabla 4: Tiempos estándar de máquinas de sellado

Para evaluar si hubo un impacto considerable al estandarizar las máquinas de sellado, se realizó nuevamente una toma de tiempos con las configuraciones nuevas, ver tabla 5, y se obtuvo los siguientes tiempos de ciclo:

| Subproceso | Tiempo de ciclo (mm: ss) |
|----------------------|--------------------------|
| Máquina de sellado 1 | 0:14 |

| | |
|----------------------|------|
| Máquina de sellado 2 | 0:17 |
|----------------------|------|

Tabla 5 de ciclo por pouch actuales de máquina 1 y 2

Los nuevos tiempos de ciclo por pouch se redujeron considerablemente a comparación de los tiempos obtenidos antes de la implementación de la estandarización, se puede observar esta diferencia en la Tabla 2.

7.1.2. OEE actuales

Tras implementar y estandarizar las maquinas se realizó otra toma de datos para calcular el nuevo OEE de las maquinas, para comprender si realmente se ve una diferencia.

7.1.2.1 Máquina de Sellado 1

Con las nuevas configuraciones se puede ver que existe una mejora en el OEE de la maquina 1 que de 54% llego a subir a un 63%, véase en el Anexo 12, según la tabla de cruellas (ilustración 3) esto aun quiere decir que la maquina es deficiente. Pero al ser una implementación inmediata y tener un aumento en el OEE quiere decir que si es un cambio significativo y que puede ser mejorado.

7.1.2.2. Máquina de Sellado 2

Por otra parte, la maquina 2 con las nuevas configuraciones también llego a mejorar su OEE que de 53% llego a subir a un 66%, véase en el Anexo 13, según la tabla de cruellas (ilustración3) aun quiere decir que la maquina ahora es Aceptable y que se encuentra en un estado de mejora. De igual manera al ser una implementación inmediata y ya estar dentro de un porcentaje aceptable quiere decir que si ayudo a mejorar este proceso.

Ambas maquinas llegaron a mostrar mejoras, eliminando aquellos tiempos extras que no aportaban valor a la producción y mejor dicho solo ralentizaba la misma.

7.2.Llenado de Pouch

7.2.1. Evento Kaizen

El evento Kaizen es una herramienta que tiene como objetivo la mejora continua, donde se involucra tanto gerentes y trabajadores con un trato igualitario. Esta es una estrategia para poder comprender como está la producción desde todos los puntos de vista y así poder mejorar las condiciones de trabajo y producción (Singht, J & Singht, H, 2009).

Por lo que se realizó un evento Kaizen con los 12 operadores del área de pouch, la supervisora y el gerente de producción, el martes 23 de abril a las 7:00 am en la sala de reuniones en el área de proceso. Se abrió el evento Kaizen explicando que el objetivo de este es estandarizar el proceso de producción de pouch además de dar una capacitación para que este claro la distribución de actividades dentro de esta área. Se definió los indicadores más relevantes que en este caso son los tiempos de ciclo, unidades de producción y capacidad del proceso.

El siguiente paso fue explicar cómo debería ser el flujo de procesos teóricamente y cuál es el actual. Así se hizo un análisis conjunto donde se entendió que ciertos operarios adaptaban actividades que no eran parte de su subproceso. Por lo que, se decidió visitar el área de pouch ya que es la que se desea mejorar y se simuló la actividad que realizan justo antes del inicio de su producción. Fue ahí que entre todos los asistentes se identificó las oportunidades de mejora y se decidió estandarizar las actividades según el flujo teórico que se debe seguir con una pequeña planificación para que al inicio de la producción se pueda llevar al cabo esta mejora.

Esta oportunidad de mejora es de clasificación de tipo A, lo que quiere decir que fue una aplicación de manera inmediata (López, 2020). Al realizar el evento Kaizen, se pudo ver que no se estaban realizando las actividades correspondientes al subproceso de llenado de atún en

pouch el cual efectivamente es un cuello de botella en nuestro proceso, esto se puede ver reflejado en el SMED adaptado al análisis de valor agregado (anexo 7) que se ve anteriormente.

Por lo que al realizar nuevamente una toma de tiempos se pudo ver una reducción de tiempo de ciclo en el subproceso de llenado y un aumento en el subproceso de mezcla de miga, agua y lomo, como se puede observar en la tabla 6:

| Subproceso | Tiempo ciclo antes (mm: ss) | Tiempo ciclo ahora (mm: ss) |
|------------------------------------|--|--|
| Mezcla de miga con agua y con lomo | 0:05 | 0:07 |
| Llenado de pouch con atún | 0:21 | 0:15 |

Tabla 6: Comparación de tiempos de ciclo anteriores con actuales de llenado de pouch y mezcla de miga con agua

7.2.2. Kanban

Kanban significa tarjeta, es un medio de comunicación y control que dentro de la producción sirve para transmitir cierta información (Esparrago, J ,988). Dentro del subproceso de llenado de pouch con atún, al mejorar el rendimiento de la máquina, se realizó un control de producción en cuanto a la cantidad de pouchs llenados por los operadores de esta área. Ya que previamente no se tenía un control esto. Mediante tomas de tiempo se pudo ver que los operarios se demoraban un tiempo promedio de 15 segundos por pouch y existe una desviación estándar de ± 10 segundos para que puedan llegar a la meta que se propuso de 150 pouches por hora.

Mediante la observación de una jornada laboral completa se pudo ver que existían varios desperdicios de tiempo, en el que los operarios se distraían de sus actividades, yéndose a otras, conversando entre ellos y esperando a reabastecerse de fundas pouch. Con la ayuda de

la supervisora, se implementó un pizarrón que mide el rendimiento de cada operador para saber cuántas fundas llenaban por hora (Anexo 14) y que con la ayuda de una alarma se identifique cuando pasa la misma. Este número vario de 145 a 155 fundas de pouch.

Con esto se vio que existían veces que los operarios al cumplir la meta se quedaban sin fundas de pouch, por lo que, o salían de su actividad y se iban a otro lado o golpeaban la mesa hasta volver a abastecerse e incluso iban a buscar a la supervisora teniendo así tiempos muertos. Aunque se sabía que a la hora nuevamente les iban a abastecidos. Para disminuir o eliminar este tipo de desperdicio, se busca plantear a la empresa que con la ayuda de la metodología Kanban se entregue una tarjeta roja entre los últimos 10 pouches para que cuando lleguen al mismo la supervisora observe la tarjeta y se acerque a reabastecer al operador. Anotando su avance y reabasteciendo al mismo a tiempo, teniendo así una producción continua y mejorada.

8. CONTROLAR

La fase controlar es aquella que nos ayuda a mantener las soluciones que fueron implementadas en la etapa anterior para que sea mejoras definitivas (Mayoral & Morales, 2022). Para que exista un sistema de control que ayude a mantener las mejoras y se tenga un registro de esta.

El primer paso fue realizar un tríptico (Anexo 15) el cual explica que es un evento Kaizen, la importancia de este y en este caso que se debe hacer para mantener en una mejora constante el área de atún en pouch de 1kg. Donde se sugiere a la empresa que realice este evento 1 vez al mes para que su personal se encuentre capacitado y se adapte a cambios que se pueden realizar para que la producción mejore y que se encuentren al tanto de que es lo que pasa dentro de esta área.

Adicionalmente para que la producción se encuentre lista al iniciar se realizó un checklist de las actividades y materiales (Anexo 16) que deberían tener listos antes de cada producción para que la misma sea eficiente. Como lo fue que la estandarización de las maquinas se encuentre en el heating time y vacuum time correctos, además de que se tengan las fundas de pouch necesarias para poder tener una producción constante, entre otras cosas.

Y finalmente, la entrega de un documento estandarizado para el registro de la producción diaria que facilitará entender si se cumplen los objetivos, si ha disminuido entre otros factores importantes a considerar en la producción. El pizarrón aplicado es más una ayuda visual que todos los trabajadores acceden para saber cómo va su desempeño, las hojas sirven más para tener un registro y saber cuál es la producción real de la empresa. La misma también sirve para poder ver que tan incidentes pueden ser problemas que se presenten en la producción y esto puede ayudar a seguir mejorando el área de manera constante (Anexo 17).

9. CONCLUSIONES

El proyecto fue culminado realizando todas las fases de la metodología DMAIC, se concluye que mediante la identificación de las causas raíz de los problemas identificado como “cuello de botella” los cuales causaban que la producción diaria no sea la óptima para poder alcanzar a la demanda mensual, se erradico de manera conforme en la fase implementar mediante la ayuda de varias herramientas de Lean Six Sigma. Como se pudo observar mediante las herramientas utilizadas se pudieron reducir tiempos en el proceso de fabricación (Anexo 18). También estandarizar las máquinas de sellado, mediante una guía óptima brindada por el proveedor de fundas donde se recomienda un rango de segundos óptimos donde el sellado de máquina será efectivo. De igual manera, se generó una estandarización y capacitación de actividades dentro del proceso de producción en los operadores por la rotación de personal que existe por trabajar por cuadrillas.

Como conclusiones específicas en cuanto a los cuellos de botella encontrados se logró reducir el tiempo de producción de 115 segundos a 98 segundos por funda de pouch, de igual manera cabe recalcar de que esto fue gracias a una reducción de tiempos en los principales focos donde no estaba cumpliendo el tiempo de takt time para un mejor flujo en el proceso, por lo tanto, en el llenado de atún en pouch paso de ser una media de 21 segundos a 15 segundos, de igual manera en las máquinas de sellado de pouch se redujo en la máquina 1 de 15 segundos a 14 segundos y en la máquina 2 de 22 segundos a 17 segundos.

De igual manera, se debe de mencionar que el OEE de cada máquina incremento en la máquina 1 de 53% a 63% y la máquina 2 de 54% a 66% en una semana, esto se debe a la estandarización en el heating y vacuum time de la máquina mediante la ficha técnica del proveedor de fundas que proporciona rangos de tiempos recomendados para el sellado de las fundas de pouch.

Finalmente, gracias a la reducción de tiempo y aumento de OEE en sus máquinas, se logró que la empresa quería aumentar la producción de 192 cajas diarias por turno, a lograr 238 cajas.

10. LIMITACIONES

Las fases DMAIC fueron culminadas exitosamente a pesar de haber atravesado por varias limitaciones que hubo durante el proyecto las cuales obligaron a que se deba implementar nuevas ideas para lograr cumplir el objetivo. Principalmente se debe de mencionar que el área de pouch tiene 2 turnos (diurno y nocturno), lo cual hizo que los datos obtenidos en el turno de la mañana sean adaptados en el turno de la noche por dificultades en la toma de tiempos de la noche ya que el turno empezado a las 8 pm a 4 am.

Se debe de mencionar que en un principio la empresa iba a invertir en fundas de pouch importadas para poder aumentar la producción de pouch, a pesar de que se hicieron pruebas

con estas, las fundas eran de 500gr, su costo era más alto y la importación de estas iba a tomar bastante tiempo. Por lo que para el aumento de la producción se debió tomar diferentes medidas como la estandarización de tiempos de vacuum y heating time, mediante la ficha técnica del proveedor nacional de fundas.

Por una restricción de tiempo, el estudio post implementación de herramientas fue corta para corroborar si fue efectivo, ya que puede que en una semana de estudio este sea un éxito o después de dos semanas no sea la misma, por lo tanto, la restricción de tiempo de estudio fue grande.

11. RECOMENDACIONES

Es recomendable que la empresa realice un estudio factorial 2 a la k en bloques ya que, para las máquinas existen 2 factores (vacuum y heating time) y varios niveles que estén en el rango dispuesto por la ficha técnica del proveedor de fundas de pouch. De esta forma se corroborará cual es la mejor combinación para que las fundas de pouch sean selladas en el tiempo óptimo y no solamente como se realizó a prueba y error.

Finalmente, es bueno mencionar que los cambios en existieron en el lapso de 1 semana han sido un éxito, aun así, es recomendable que la empresa siga controlando mediante las herramientas entregadas el avance del área de pouch al respecto de su demanda mensual y si aún es posible que los cambios estén ayudando a producción diaria de pouch.

12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmed, A., Ramlie, F., & Abdullah, H. (2021). Process improvement methodology selection in manufacturing: A Literature Review Perspective. *International Journal of ADVANCED AND APPLIED SCIENCES*, 8(3), 12–20.
<https://doi.org/10.21833/ijaas.2021.03.002>
- Arifin, M. H., Mustaniroh, S. A., & Sucipto, S. (2021). Application of the Six sigma DMAIC in quality control of potato chips to reduce production defects. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 924(1), 012056. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/924/1/012056>
- Azian, N., Mohd, S., & Mohamed, M. (2014, January 6). Lean manufacturing case study with Kanban System Implementation. *Procedia Economics and Finance*. Retrieved May 1, 2023, from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212567113002323>
- Camino, S., Armijos, M., Parrales, K., & Herrera, L. (2020, January). LA EFICIENCIA DE LAS EMPRESAS MANUFACTURERAS EN EL ECUADOR: 2013—2018. Superintendencia de compañías, valores y seguros. Retrieved March 19, 2023, from https://investigacionyestudios.supercias.gob.ec/wp-content/uploads/2020/01/eficienciamanufactura_FINAL.pdf
- Carreira, Bill, and Bill Trudell. *Lean Six Sigma That Works: A Powerful Action Plan for Dramatically Improving Quality, Increasing Speed, and Reducing Waste*, AMACOM. 2006. ProQuest Ebook Central, <https://ebookcentral-proquest-com.ezbiblio.usfq.edu.ec/lib/usfq/detail.action?docID=1350174>.
- Casal, J., & Mateu, E. (2003). Tipos de Muestreo. *Revista epidemiológica de medicina*. Retrieved from <https://www.academia.edu/download/55524032/TiposMuestreo1.pdf>

- Carbonell, F. E. (1970, January 1). Técnica smed. Reducción del Tiempo preparación. Dialnet. Retrieved May 3, 2023, from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4817582>
- Cruelles JA (2010) La Teoría de la Medición del Despilfarro. 2ª ed. Artif. Toledo, España. 226 pp.
- DeRon, A. J., & Rooda, J. E. (2005). Equipment effectiveness: Oee revisited. IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing, 18(1), 190–196. <https://doi.org/10.1109/tsm.2004.836657>
- El Universo. (2022, December 12). Empresas procesadoras de atún en Manabí paran ciertas áreas y mandan de vacaciones a empleados ante poca Demanda de Europa. Economía | Noticias | El Universo. Retrieved March 21, 2023, from <https://www.eluniverso.com/noticias/economia/empresas-procesadoras-de-atun-en-manabi-paran-ciertas-areas-y-mandan-de-vacaciones-a-empleados-ante-poca-demanda-de-europa-nota/>
- Erazo, E., & Hidalgo, M. (2023, April 4). Flujograma del Proceso de producción de Atún en pouch.
- Esparrago Jr., R. A. (1988). Kanban. Production and Inventory Management Journal, 29(1), 6.
- Fabbri, S. (1998). Las técnicas de investigación: la observación. Instituto de ciencias Humanas. Retrieved March 21, 2023, from <http://institutocienciashumanas.com/wp-content/uploads/2020/03/Las-técnicas-de-investigación.pdf>
- Fernández, P., & Díaz, P. (2002). Investigación cuantitativa y cualitativa. Unidad De Epidemiología Clínica y Bioestadística.

- Figuroa, L. (2017). Guía Rápida para la elaboración de muestreos estadísticos en los programas de vigilancia epidemiológica: microbiológicos y residuos tóxicos. Oirsa.org. Retrieved from <https://www.oirsa.org/contenido/biblioteca/Gu%C3%ADa%20r%C3%A1pida%20de%20muestreo%20estad%C3%ADstico%20en%20Inocuidad%20Alimentaria%20-%20OIRSA.pdf>
- González, M. N.-G. (2020). Lean six sigma, Una Metodología Aplicada a procesos reales. Izertis. Retrieved April 16, 2023, from <https://www.izertis.com/es/-/blog/lean-six-sigma-una-metodologia-aplicada-a-procesos-reales>
- Hoban, S. M. (2023, March 13). Project Charter Complete Guide: Template & How to Make it. The Digital Project Manager. Retrieved March 29, 2023, from <https://thedigitalprojectmanager.com/projects/scope-management/project-charter/#what-is-a-project-charter>
- Iannone, R., & Nenni, M. E. (2013). Managing OEE to optimize factory performance. *Operations Management*, 31-50.
- Jimbo, N. (2015, August 19). “IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LA CADENA PRODUCTIVA EN LA INDUSTRIA ATUNERA DE LA PROVINCIA DE MANABÍ, Y LAS FUERZAS DE MERCADO Y NO MERCADO QUE INFLUYEN.” Repositorio Universidad de Guayaquil. Retrieved March 21, 2023, from <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/44038/1/TESIS%2C%20NIXZON%20JIMBO%20-%20FINAL.pdf>
- Lean Six Sigma Institute. (2022). Recuperado 19 de marzo de 2023, de <https://lssi.academyofmine.net>
- León, L., & Pérez, M. (2018). DMAIC Como Estrategia para control de Dureza en la Fabricación de Galletas. *Reacción. Revista de divulgación científica*. Retrieved March

29, 2023, from

http://reaxion.utleon.edu.mx/Art_DMAIC_como_estrategia_para_control_de_dureza_en_la_fabricacion_de_galletas.html

López, B. S. (2020, March 17). Eventos Kaizen " Ingeniería industrial online. Ingeniería Industrial Online. Retrieved May 3, 2023, from

<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/gestion-de-calidad/eventos-kaizen/>

Martínez-Calderón, J. R., García-Pérez, E., & Carlos-Ornelas, C. E. (1970, January 1). Efecto de Seis Sigma en el Almacén de una Empresa Manufacturera. *Conciencia Tecnológica*. Retrieved March 29, 2023, from

<https://www.redalyc.org/journal/944/94461547005/html/>

Mayoral , A., & Morales, J. (2022, January 7). Lean seis sigmas para la Mejora de Procesos.

Capítulo8 DMAIC5. Controlar. Retrieved May 1, 2023, from

https://bookdown.org/asun_mayoral/book-l6s/capcontrolar.html

McCarty, T., Bremer, M., Daniels, L. (2004). *Six sigma black belt handbook*. McGraw-Hill

Muchiri, P., & Pintelon, L. (2008). Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE): literature review and practical application discussion. *International journal of production research*, 46(13), 3517-3535

Nievel, B. (2009). *Ingeniería industrial Métodos, estándares y diseño del trabajo*.

Academia.edu. Retrieved from

https://www.academia.edu/7731445/Ingenier%C3%ADa_Industrial_12ma_Niebel_y_Freivalds

Nolasco, A. (2020). *Análisis de datos continuos: Modelos de Análisis de la Varianza y de la Covarianza*. Universidad de Alicante. Retrieved from

https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/113344/1/Analisis-de-datos-continuos_ANOVA-ANCOVA.pdf

Ochoa-Jiménez, D., Armas-Herrera, R., & Pereira, C. (2022). Manufacturas y Crecimiento Económico en Ecuador bajo una perspectiva regional. Un Modelo de Panel dinámico, 2007 -2020. *Revista Vista Económica*, 10(1), 31–44.

<https://doi.org/10.54753/rve.v10i1.1290>

Rajadell Carreras, M. (2021). *Lean Manufacturing: Herramientas para producir mejor*. Ediciones Díaz de Santos.

Rehab, M., & Ahmed, M. (2014, July 11). “Dynamic lean assessment for takt time implementation.” *Procedia CIRP*.

<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2212827114004004?token=C7B470D542CB E37D5FCACF3C9E56B904B714B74A44DDC3430BD5475F1AC069A86DB04C1C6 C74BA504D94588E24762C85&originRegion=us-east-1&originCreation=20230517232042>

Rojas Castro, L. J., & Cortez Ferreira, C. A. (2014). APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SMED PARA EL CAMBIO DE BOBINA DE SEMIELABORADO EN UNA MAQUINA REBOBINADORA DE PAPEL HIGIÉNICO EN LA EMPRESA PAPELES NACIONALES S.A. Universidad Tecnológica de Pereira.

Rother, M., & Shook, J. (2003). *Learning to see value stream mapping to add value and eliminate muda*. Lean enterprise institute.

Sejzer, R. (1970, January 1). Takt time, lead time y cycle time ... ¿Qué representa cada uno?

Calidad Total. Retrieved April 16, 2023, from

<http://ctcalidad.blogspot.com/2016/09/takt-time-lead-time-y-cycle-time-que.html>

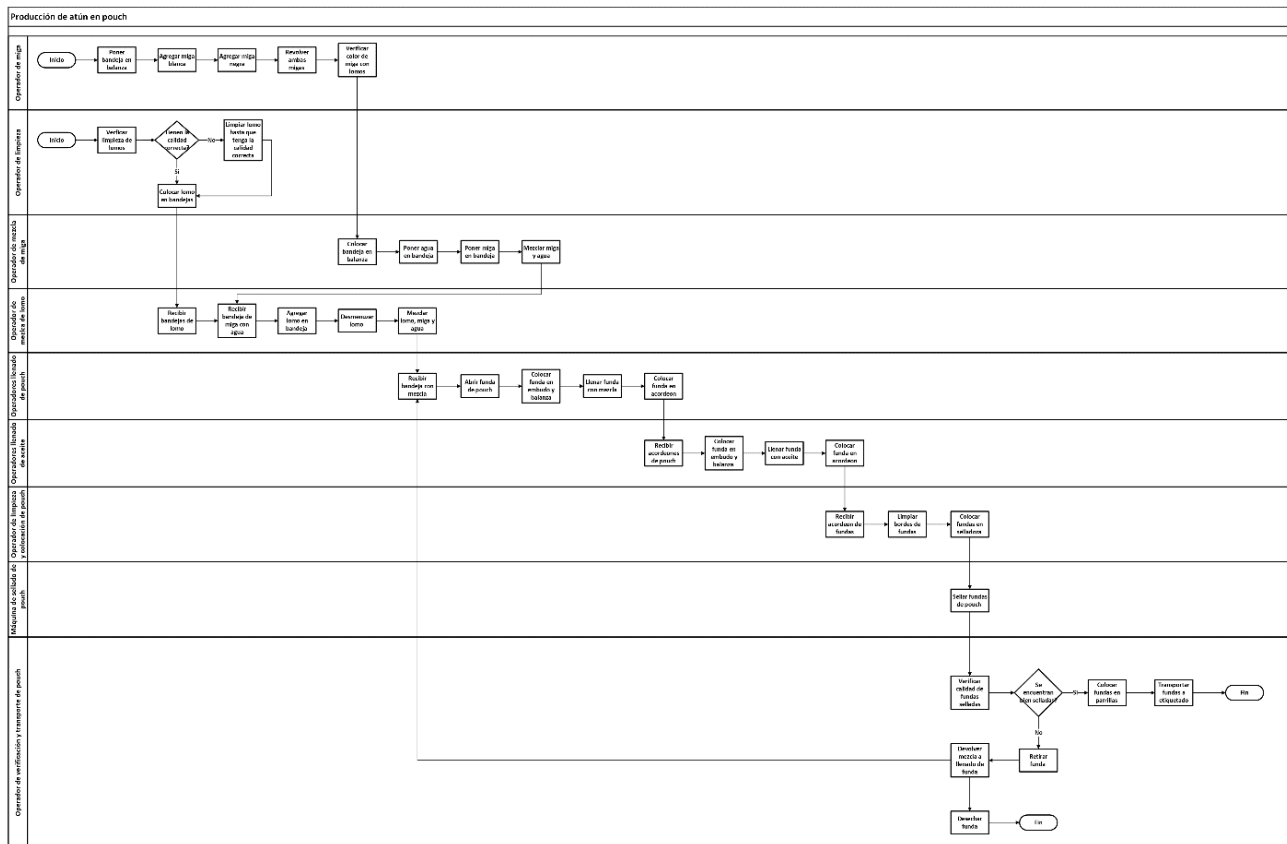
- Serrat, O., & Serrat, O. (2017). The five whys technique. Knowledge solutions: Tools, methods, and approaches to drive organizational performance, 307-310.
- Singh, J., & Singh, H. (2009). Kaizen philosophy: a review of literature. IUP journal of operations management, 8(2), 51.
- Spector, R. (2006), “How constraints management enhances lean and six sigma”, Supply Chain Management Review, Vol.10 No.1, pp.42-7.
- Stevenson, W. (2018). Operations Management (3rd ed.). McGraw-Hill Education.
- Torres, M., Salazar, F. G., & Paz, K. (2019). Métodos de recolección de datos para una investigación.
- Padilla, L. (2010). Lean manufacturing manufactura esbelta/ágil. Revista electrónica ingeniería primero issn, 2076(3166), 91-98.
- Primicias. (2023, February 25). Sector Atunero Busca recuperar mercados en Sudamérica y Europa. Primicias. Retrieved March 21, 2023, from <https://www.primicias.ec/noticias/economia/atun-mercado-sudamerica-europa/>
- Ulutas, B. (2011). An application of SMED Methodology. International Journal of Industrial and Manufacturing Engineering, 5(7), 1194-1197.
- Valdivieso, C., Valdivieso, R., & Valdivieso, O. (2011). Determinación del Tamaño muestral Mediante el Uso de ... - researchgate. Universidad Boliviana. Retrieved May 8, 2023, from https://www.researchgate.net/publication/315138192_DETERMINACION_DEL_TAMANO_MUESTRAL_MEDIANTE_EL_USO_DE_ARBOLES_DE_DECISION

Vargas Crisóstomo, E. L., & Camero Jiménez, J. W. (2021). Aplicación del Lean Manufacturing (5s y Kaizen) para el incremento de la productividad en el área de producción de adhesivos acuosos de una empresa manufacturera. Scielo Perú.

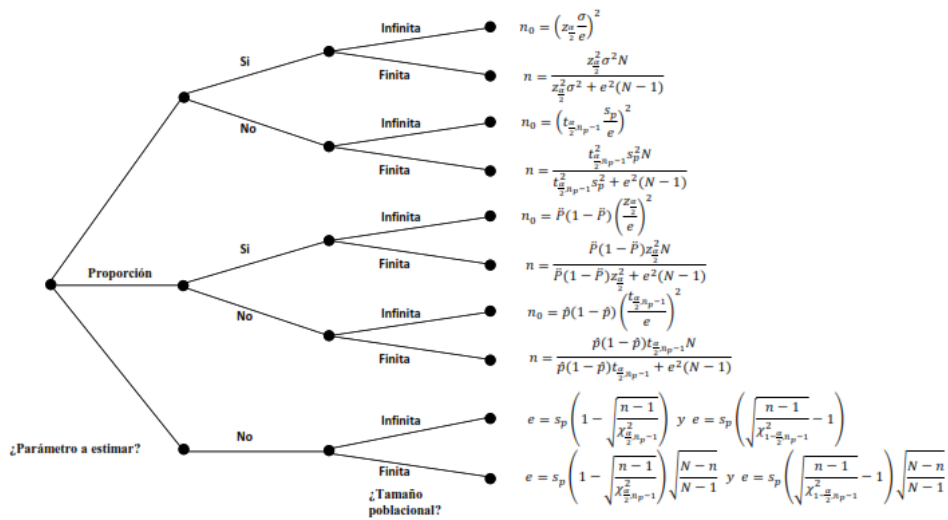
Wickens, P. D., "Production Management: Japanese and British Approaches", IEE Proceedings Science, Measurement and Technology, Vol. 137, Issue 1, 1990, pp. 52-54.

13. ANEXOS

Anexo 1: Mapeo de Procesos



Anexo 2: Árbol de decisión para muestra de Valdivieso

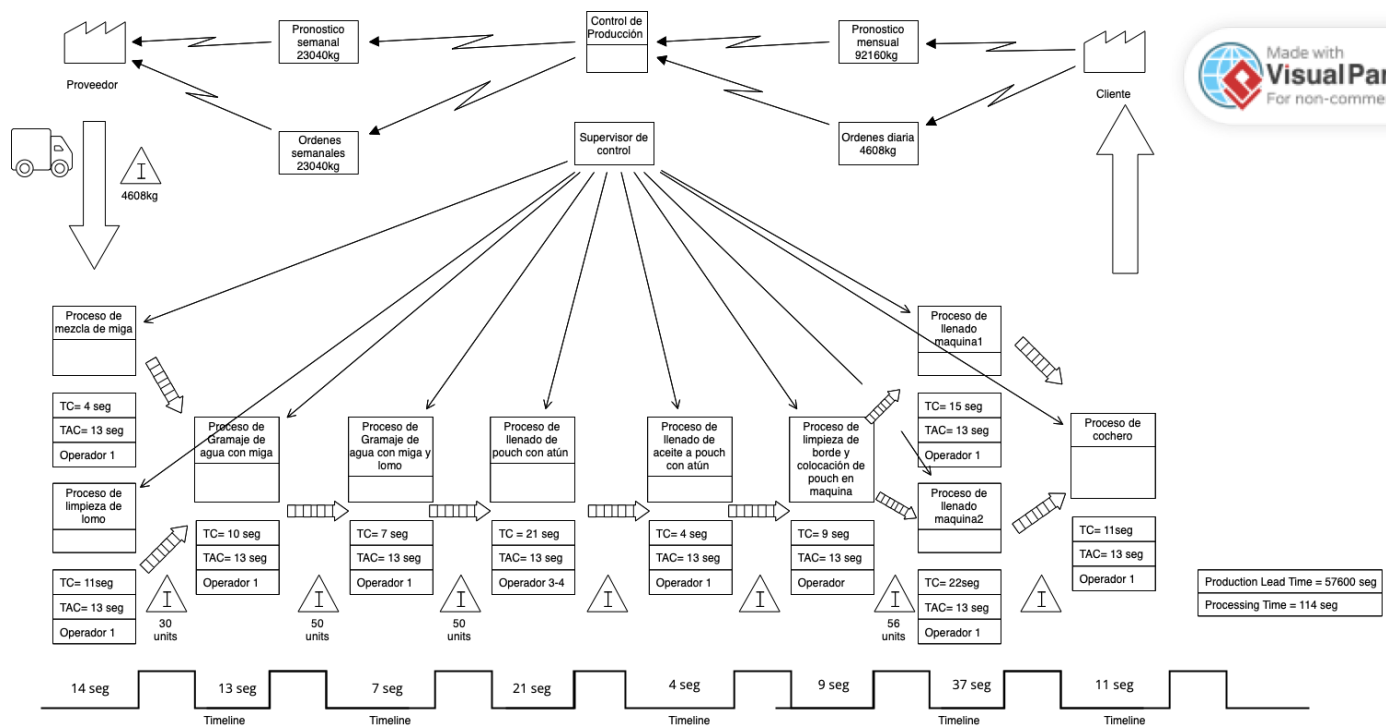


Anexo 3: Tamaño de muestra con fórmula de Valdivieso

| Proceso de producción atún en pouch | |
|---|-------------------|
| Subproceso | Tamaño de muestra |
| Homogenización miga | 21068807 |
| Limpieza de pescado | 3886365 |
| Mezcla de miga con agua | 516122 |
| Mezcla de miga con agua y con lomo | 830854 |
| Llenado de pouch con atún | 1221242 |
| Llenado de aceite a pouch con atún | 166364 |
| Limpieza y colocación en máquina de sellado | 83704 |
| Máquina de sellado 1 | 3579 |

| | |
|---|--------|
| Máquina de sellado 2 | 702 |
| Verificación de calidad y transporte de pouch | 250044 |

Anexo 4: VSM



Anexo 5: Cálculo del Takt time

| Variable | Resultados | Medida |
|--------------------|------------|---------|
| Jornada laboral | 9 | horas |
| Tiempo de almuerzo | 1 | horas |
| Numero de turnos | 2 | diarios |

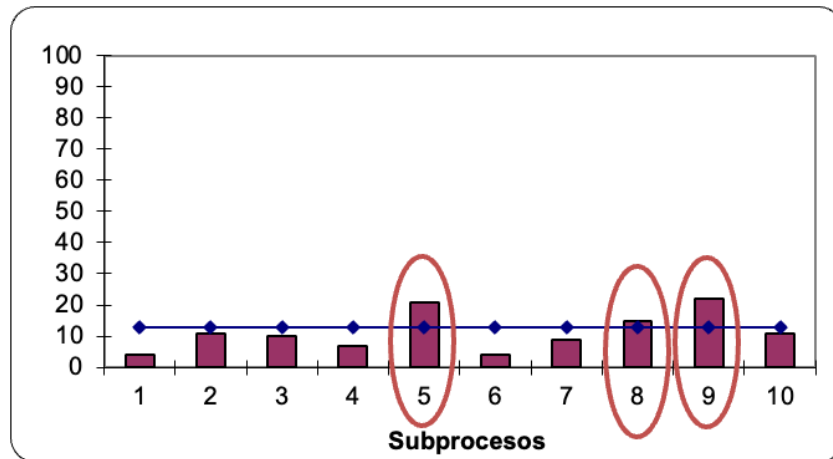
| | | |
|--------------------|-------|--------------|
| Días H. por mes | 20 | Días |
| Demanda mensual | 92160 | kg mensuales |
| Tiempo disponible | 8 | horas |
| Tiempo disponible | 57600 | Seg por día |
| Demanda diaria | 4608 | kg por día |
| tiempo Takt en seg | 13 | seg/kilo |

Anexo 6: Análisis de Balance

| Operación | Descripción | Tiempo | Takt |
|-----------|---|--------|------|
| 1 | Homogenización miga | 4 | 13 |
| 2 | Limpieza Pescado | 11 | 13 |
| 3 | Mezcla de miga con agua | 10 | 13 |
| 4 | Mezcla de miga con agua y con lomo | 7 | 13 |
| 5 | Llenado de pouch atún | 21 | 13 |
| 6 | Llenado de aceite a pouch con atún | 4 | 13 |
| 7 | Limpieza y colocación en máquina de sellado | 9 | 13 |
| 8 | Máquina de sellado 1 | 15 | 13 |
| 9 | Máquina de sellado 2 | 22 | 13 |

| | | | |
|-------|---|-----|----|
| 10 | Verificación de calidad y transporte de pouch | 11 | 13 |
| Total | | 115 | 13 |

Gráfica de Balance



Anexo 7: SMED adaptado a un análisis de valor agregado

| Lista de actividades | Actividades | | | Tiempos | | | Plan de mejora |
|-------------------------------------|-------------|----------|-------------|----------------|--------------|----------|---|
| | Internas | Externas | Desperdicio | Tiempo Inicial | Tiempo Final | Duración | |
| Desmenuzar lomos de la mezcla | | x | | 0:00:00 | 0:00:04 | 0:00:04 | No debe de ir en el subproceso de llenado de atún y se pasa a subproceso de Mezcla |

| | | | | | | | |
|--|---|--|--|---------|---------|---------|-----------------------------|
| | | | | | | | de miga, agua y lomo. |
| Abrir funda de Pouch | x | | | 0:00:04 | 0:00:07 | 0:00:03 | |
| Colocar funda en embudo y balanza | x | | | 0:00:07 | 0:00:09 | 0:00:02 | |
| Llenar funda con mezcla pouch | x | | | 0:00:09 | 0:00:18 | 0:00:09 | |
| Sacar funda de pouch de embudo | x | | | 0:00:18 | 0:00:19 | 0:00:01 | |
| Colocar funda en acordeón | x | | | 0:00:19 | 0:00:21 | 0:00:02 | |

Anexo 8: Cálculo del OEE de la Máquina 1 (Antes)

| OEE (Overall Efficiency Equipment) | | |
|-------------------------------------|------|--------|
| Tiempo por turno | 600 | min |
| Numero de turnos | 2 | turnos |
| Tiempo total | 1200 | min |

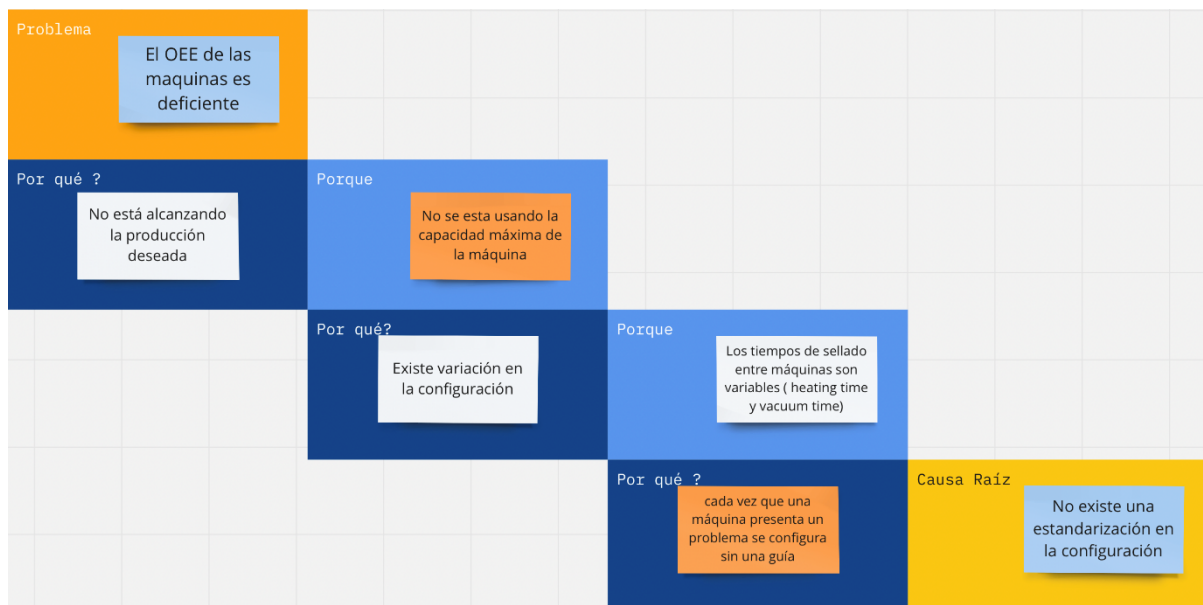
| | | |
|-------------------------------------|------------|---------------|
| Descanso | 120 | min |
| Tiempo total disponible | 1080 | min |
| Tiempo en que no trabaja la maquina | 120 | min |
| Tiempo utilizado | 960 | min |
| Índice de disponibilidad | 89% | |
| Eficiencia | | |
| número total de piezas producidas | 73600 | pouch mensual |
| Cadencia Ideal | 6080 | pouch diario |
| Piezas máximas teóricas | 121600 | pouch mensual |
| Índice de Eficiencia | 61% | |
| Tiempo perdido por ineficiencia | 379 | min |
| Tiempo neto operativo | 581 | min |
| Calidad | | |
| Número de piezas defectuosas | 320 | pouch mensual |
| Número de piezas buenas | 73280 | pouch mensual |
| Número de piezas producidas | 73600 | pouch mensual |
| Índice de calidad | 100% | |
| Tiempos por perdida de calidad | 2,52631579 | min |
| Tiempo de eficiencia real | 578,526316 | min |
| OEE | 54% | |

Anexo 9: Cálculo del OEE de la Máquina 2 (Antes)

| OEE (Overall Efficiency Equipment) | | |
|-------------------------------------|-------|---------------|
| Tiempo por turno | 600 | min |
| Numero de turnos | 2 | turnos |
| Tiempo total | 1200 | min |
| Descanso | 120 | min |
| Tiempo total disponible | 1080 | min |
| Tiempo en que no trabaja la maquina | 120 | min |
| Tiempo utilizado | 960 | min |
| Índice de disponibilidad | 89% | |
| Eficiencia | | |
| Número total de piezas producidas | 53120 | pouch mensual |
| Cadencia Ideal | 4416 | pouch diario |
| Piezas máximas teóricas | 88320 | pouch mensual |
| Índice de eficiencia | 60% | |
| Tiempo perdido por ineficiencia | 383 | min |
| Tiempo neto operativo | 577 | min |
| Calidad | | |
| Número de piezas defectuosas | 320 | pouch mensual |
| Número de piezas buenas | 52800 | pouch mensual |

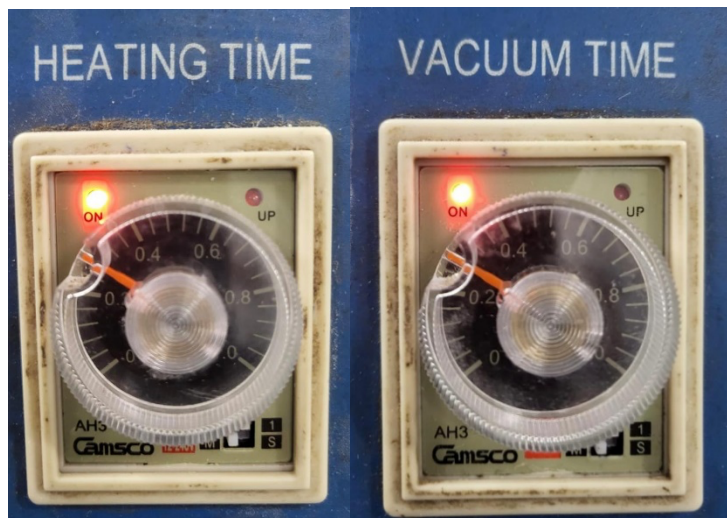
| | | |
|--------------------------------|-------|---------------|
| Número de piezas producidas | 53120 | pouch mensual |
| Índice de calidad | 99% | |
| Tiempos por perdida de calidad | 3 | min |
| Tiempo de eficiencia real | 574 | min |
| OEE | 53% | |

Anexo 10: 5 Why's and 1 How



Anexo 11: Estandarización de máquinas

Maquina 1 configuraciones



Maquina 2 configuraciones



Anexo 12: Calculo del OEE de la máquina 1 Actual

| OEE (Overall Efficiency Equipment) | | |
|-------------------------------------|------|--------|
| Tiempo por turno | 600 | min |
| Numero de turnos | 2 | turnos |
| Tiempo total | 1200 | min |
| Descanso | 120 | min |
| Tiempo total disponible | 1080 | min |

| | | |
|-------------------------------------|--------|---------------|
| Tiempo en que no trabaja la maquina | 120 | min |
| Tiempo utilizado | 960 | min |
| Índice de disponibilidad | 89% | |
| Eficiencia | | |
| Número total de piezas producidas | 86400 | pouch mensual |
| Cadencia Ideal | 6080 | pouch diario |
| Piezas máximas teóricas | 121600 | pouch mensual |
| Índice de eficiencia | 71% | |
| Tiempo perdido por ineficiencia | 278 | min |
| Tiempo neto operativo | 682 | min |
| Calidad | | |
| Número de piezas defectuosas | 320 | pouch mensual |
| Número de piezas buenas | 86080 | pouch mensual |
| Número de piezas producidas | 86400 | pouch mensual |
| Índice de calidad | 100% | |
| Tiempos por perdida de calidad | 3 | min |
| Tiempo de eficiencia real | 680 | min |
| OEE | 63% | |

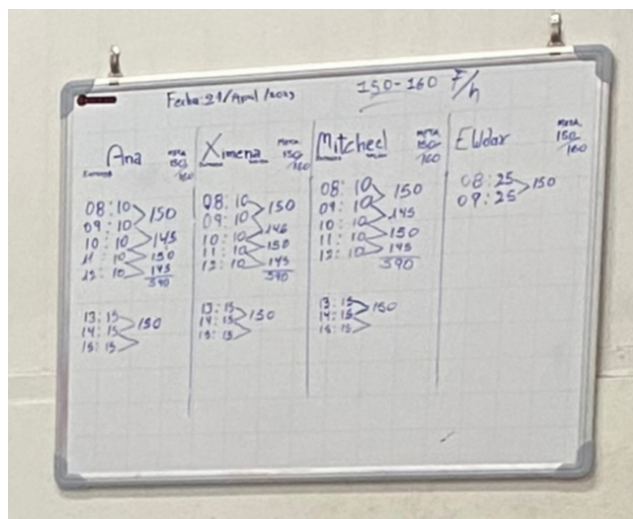
Anexo 13: Calculo del OEE de la máquina 2 Actual

| | | |
|------------------------------------|-----|-----|
| OEE (Overall Efficiency Equipment) | | |
| Tiempo por turno | 600 | min |

| | | |
|-------------------------------------|-------|---------------|
| Numero de turnos | 2 | turnos |
| Tiempo total | 1200 | min |
| Descanso | 120 | min |
| Tiempo total disponible | 1080 | min |
| Tiempo en que no trabaja la maquina | 120 | min |
| Tiempo utilizado | 960 | min |
| Índice de disponibilidad | 89% | |
| Eficiencia | | |
| Número total de piezas producidas | 66240 | pouch mensual |
| Cadencia Ideal | 4416 | pouch diario |
| Piezas máximas teóricas | 88320 | pouch mensual |
| Índice de eficiencia | 75% | |
| Tiempo perdido por ineficiencia | 240 | min |
| Tiempo neto operativo | 720 | min |
| Calidad | | |
| Número de piezas defectuosas | 320 | pouch mensual |
| Número de piezas buenas | 65920 | pouch mensual |
| Número de piezas producidas | 66240 | pouch mensual |
| Índice de calidad | 100% | |
| Tiempos por pérdida de calidad | 4 | min |

| | | |
|---------------------------|-----|-----|
| Tiempo de eficiencia real | 717 | min |
| OEE | 66% | |

Anexo 14: Pizarrón, forma visual de ver rendimiento de los operadores



Anexo 15: Tríptico de evento Kaizen



EVENTO
KAIZEN SEAPORT

¿QUÉ ES UN EVENTO KAIZEN?
Herramienta que tiene como objetivo la mejora continua, donde se involucra tanto gerentes y trabajadores con un trato igualitario.



OBJETIVO

- Reducir desperdicios.
- Mejorar calidad y reducir variabilidad.
- Mejorar condiciones de trabajo.

(Singht, J & Singht, H, 2009)

NORMAS DE COMPORTAMIENTO DURANTE EL EVENTO

- NO UTILIZAR EL CELULAR.
- TENER UNA PARTICIPACIÓN ACTIVA DURANTE EL EVENTO.
- SI TIENEN ALGUNA DUDA EN CUALQUIER MOMENTO, ALZAR LA MANO Y PREGUNTAR.
- COMPROMETERSE CON EL TRABAJO QUE REALIZAMOS Y EL SERVICIO QUE BRINDAMOS A LA COMUNIDAD.






PERSONAL
QUE INTERVIENE
EN EVENTO KAIZEN

- 12 OPERARIOS DEL ÁREA DE POUCH.
- SUPERVISOR DE ÁREA DE POUCH.
- GERENTE DE OPERACIONES.
- ENCARGADO DE REALIZAR EL EVENTO.

PASO 1

¡Empezamos con un icebreaker!




EXPONER EL OBJETIVO DEL EVENTO E INDICADORES DE MEDICIÓN

OBJETIVO:
Estandarizar el proceso de producción de pouch, además, de dar una capacitación para que este claro la distribución de actividades dentro de esta área.

MÉTRICAS:

- Tiempos de ciclo.
- Unidades de producción.
- Capacidad del proceso.



PASO 2

Flujo teórico
Explicar al personal mediante un mapeo de procesos fácil de entender los subprocesos existentes y sus actividades.

Actividad de integración
Mediante la ayuda del personal enlistar las actividades que cada uno hace en su puesto de trabajo.

Flujo actual
Realizar el flujo actual de las actividades que está haciendo cada operador.

PASO 3

01 Comparación
Comparar las actividades del flujo teórico con el actual.

02 Discusión
Hacer una pequeña discusión con los operarios para captar las diferencia de actividades que existen en cada subproceso.

03 Capacitar
Capacitar al personal cuales son las actividades que son pertenecientes a cada subproceso para seguir con la mejora continua.

04 Agradecimiento
Agradecer al personal por la colaboración y compromiso durante el evento.

Anexo 16: Checklist de actividades previo a producción

Lista de Revisión

| | | | | | | | | | | |
|------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Operador 2 | | | | | | | | | | |
| Operador 3 | | | | | | | | | | |

Anexo 18: Reducción de tiempos (antes y después)

| # | Procesos | tiempo | tiempo total |
|-------|---------------------------|--------|--------------|
| 1 | Miga | 4 | 4 |
| 2 | Limpieza | 11 | 11 |
| 3 | gramaje miga y agua | 10 | 6 |
| 4 | gramaje miga, agua y lomo | 5 | 7 |
| 5 | llenado | 21 | 15 |
| 6 | aceite | 4 | 4 |
| 7 | operador maquina | 9 | 9 |
| 8 | maquina 1 | 15 | 14 |
| 9 | maquina 2 | 22 | 17 |
| 10 | cochero | 11 | 11 |
| TOTAL | | 112 | 98 |

Gráfica de Balance con nuevos tiempos

