

Proposal For Improvement In Production And Maintenance Processes According To Six Sigma Theory To Increase The Quality Of Ecopacking Cartones S.A. Chao 2021

Propuesta de mejora en procesos de producción y mantenimiento según teoría Six Sigma para incrementar la calidad de Ecopacking Cartones S.A. Chao 2021

Alexandra Nathaly Ponce Aguirre, Ingeniería Industrial¹, Ruben's Dhar-Tom Huaman Carranza, Ingeniería Industrial¹, Miguel Enrique Alcalá Adrianzén, Magister en Investigación y Docencia Universitaria², Mario Alberto Alfaro Cabello, Magister en Ingeniería Industrial con mención en Planeamiento y Gestión Empresarial²

¹Universidad Privada del Norte, Perú, aponceaguirre0@gmail.com, Perú, rubenshuaman@gmail.com

²Universidad Privada del Norte, Perú, miguel.alcala@upn.edu.pe, mario.alfaro@upn.edu.pe

Resumen– *El presente proyecto tiene como objetivo determinar en qué medida la propuesta de mejora en procesos de producción y mantenimiento según teoría Six Sigma afecta la calidad de Ecopacking Cartones S.A. Chao, ya que es importante y necesario asegurar la calidad del producto, asimismo garantizar los pedidos de cajas adquiridas en buen estado y con las especificaciones pedidas por el cliente. Para ellos se ha determinado seleccionar herramientas de ingeniería industrial para evaluar y poder reducir las pérdidas económicas evaluadas en el área de mantenimiento y producción en la agroindustria, así elegir la mejor propuesta para aumentar y progresar los procesos de producción según la teoría.*

Palabras clave: *Procesos, calidad, producción, mantenimiento.*

Abstract– *The objective of this project is to determine to what extent the proposal for improvement in production and maintenance processes according to Six Sigma theory affects the quality of Ecopacking Cartones S.A. Chao, since it is important and necessary to ensure the quality of the product, as well as guarantee the orders of boxes acquired in good condition and with the specifications requested by the client. For them, it has been determined to select industrial engineering tools to evaluate and reduce the economic losses evaluated in the area of maintenance and production in agribusiness, thus choosing the best proposal to increase and progress the production processes according to the theory.*

Keywords: *Processes, quality, production, maintenance.*

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú, el sector agroexportador se ha constituido, en los últimos veinte años, en la segunda actividad económica con mayor rentabilidad después de la minería, multiplicándose casi ocho veces sus ganancias a nivel de exportaciones de productos no tradicionales [1]. En efecto, el país se ha convertido en el primer productor y exportador a nivel mundial de espárragos, quinua y maca, segundos en café orgánico, terceros en paltas y alcachofas, cuartos de pimientos

secos, quintos en uvas y frijoles, así como sextos en mangos y séptimos en mandarinas, el sistema de agonegocios peruano incluye actividades productivas, industriales, exportadoras y comerciales [2]. Entre las actividades se encuentran muy bien pedidas las industrias dedicadas a la producción de cajas de cartón que abastecen a las agroindustrias para el empaquetado de sus productos alimenticios [3].

En los últimos años, el desarrollo de las industrias o empresas cartoneras ha ido evolucionando, guiándoles a efectuar ideas para precisar sus procesos y técnicas, conteniendo a utilizar procesos de reingeniería, validando a que las empresas representantes se sientan responsables con sus clientes de acuerdo con su producto demandado [4].

La empresa demanda una gran cantidad de cajas de cartón, por lo cual ellos necesitan cumplir con los estándares de calidad de su producto, a su vez cumplir con las necesidades de sus clientes, para ello se implementará la metodología Six Sigma, con ayuda de la 5 S, la cual esta herramienta de ingeniería es una de las más importantes dentro de la metodología, la aceptación de su implementación es que logra el compromiso completo de todos los niveles dentro de la empresa, sobre todo de la gerencia. Asimismo, se empleará el Mantenimiento Productivo Total, es una metodología de mejora que permite asegurar la disponibilidad y confiabilidad prevista de las operaciones, de los equipos, y del sistema, mediante la aplicación de los conceptos de: prevención, cero defectos, cero accidentes, y participación total de las personas. Conjuntamente con ayuda de la herramienta de Poka Yoke, se tiene como objetivo prevenir y disminuir los errores en los procesos, así mejorando la reducción de costos y productividad de la empresa. Además, se implementará la herramienta VSM, la cual será utilizada como una técnica de diagnóstico, de este modo posibilita la toma de decisiones acertadas, como la reasignación de recursos, para mejorar la productividad y la eficiencia del proceso. Finalmente, se empleará la herramienta Kaizen, lo cual se usará para determinar la estadística para el control de calidad de los procesos, esta herramienta permitirá la mejora de los

Digital Object Identifier (DOI):

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.249>

ISBN: 978-628-95207-0-5 ISSN: 2414-6390

procesos, por ende, una mejor calidad, ya que se podrá reducir tiempos muertos en su maquinaria, fallas y reprocesos en sus productos [5].

Ahora, como problema para la investigación se planteó lo siguiente: ¿En qué medida la Propuesta de mejora en procesos de producción y mantenimiento según teoría Six Sigma afecta la calidad de Ecopacking Cartones S.A. Chao, 2021?

Así como el objetivo general fue determinar en qué medida la Propuesta de mejora en procesos de producción y mantenimiento según teoría Six Sigma afecta la calidad de Ecopacking Cartones S.A. Chao, 2021.

Por ello los objetivos específicos para esta investigación se plantearon: Realizar el diagnóstico de la calidad y las pérdidas económicas por la No Calidad de la situación antes de la propuesta. Seleccionar las herramientas de la ingeniería industrial para la propuesta. Determinar la calidad y las pérdidas económicas después de la propuesta. Realizar la evaluación económica y financiera de la propuesta.

La hipótesis para esta investigación se planteó de la siguiente manera: La Propuesta de mejora en procesos de producción según teoría Six Sigma incrementa en 40 % la calidad de Ecopacking Cartones S.A. Chao, 2021

Para la justificación de esta investigación se planteó lo siguiente: La calidad es una de las más importantes decisiones en los factores de elegir los productos y servicios haciendo competidores por parte de proveedores a sus clientes [6]. La mejora continua, siempre tendrá que respaldarse del apoyo de la gerencia, dado que los operarios no son de todos responsables de toda la actividad sino también de los que lo dirigen, este gran aspecto conlleva a que se sientan respaldados como parte de su motivación para todos los empleados [7]. Para cumplir los requerimientos de esta norma, se exige que las empresas tengan como procedimiento un buen plan de mantenimiento que le permita la durabilidad y conservación de sus equipos, instalaciones y herramientas, conllevándolas a que tengan mejores condiciones de funcionamiento [8]. La calidad significa excelencia [9].

II. MÉTODOS

El tipo de la investigación es cuantitativa. Es aquel estudio que aplica instrumentos de medición matemático que evalúan el impacto en los resultados de un problema, a su vez pueden ser proyectados. La investigación es de tipo aplicada. Se tiene como objetivo principal, diseñar y aplicar propuestas prácticas de ingeniería para resolver problemas específicos o averiguar soluciones de uso inmediato. La investigación según el diseño será de tipo positiva.

Regularmente, según [10] la gestión de calidad proporciona un porcentaje del 90 % en los problemas o defectos de calidad dentro del proceso de la empresa, mas no del personal y operarios, tiene como merito ayudar a sistematizar operaciones, lo cual proporciona eficientes procesos, lo cual permite optimizar ahorros y hallar recursos ociosos, se determina con la ecuación (1)

$$Calidad = \frac{Unidades\ conformes \times (100)}{Unidades\ conformes + (Scrap + retrabajo)} \quad (1)$$

La relación que existe entre la calidad de servicio y la satisfacción del cliente debe ser considerado en los rangos de ($\rho=0.821$, $p < 0.05$) para ser considerado una buena calidad, así el cliente estará satisfecho [11]. Debemos tener en cuenta que el material comprado es mucho más valioso y hace crecer su potencialidad para cumplir las necesidades de los clientes, cuya medida es avanzar al proceso de producción; además debemos saber que en los procesos se deben identificar todos los inputs que se utilizan para obtener los outputs [12]. Para determinar el Takt Time se utilizó la ecuación (2)

$$Takt\ Time = \frac{Tiempo\ productivo\ disponible}{Demanda} \quad (2)$$

El mantenimiento es importante en las industrias y empresas porque eluden que se genere suspensiones de los funcionamientos de los quipos, además facilita que se lleve de una manera más eficiente, maximizando las inversiones de los recursos [13]. En la actualidad existen herramientas que acceden a analizar desde sus enfoques teóricos como prácticos y su mantenimiento, utilizar el más idóneo depende de las acciones y condiciones que se genera en el área de trabajo y llevadas con las personas involucradas en la mejora continua del mantenimiento y los enlaces que se generan con ello, como lo es la producción dentro de la empresa [14]. El tiempo medio entre fallos con recuperación ecuación (3)

$$MTTR = \frac{Tiempo\ total\ disponible - tiempo\ de\ inactividad}{N^{\circ}\ de\ paradas} \quad (3)$$

III. RESULTADOS

Se realizó la priorización de las pérdidas económicas suscitadas en la empresa, para ello se elaboró una matriz de relación para obtener la jerarquización, como pérdida principal se identificó la parada de planta total, como segunda pérdida se determinó la falta de mantenimiento preventivo, seguidamente de los productos terminados en malas condiciones, falta de control de calidad, ya que debería ser el pilar de la empresa, se mencionó como factor importante debido a que actúa directamente con generar más demanda reflejada en las ganancias que obtendría la empresa, asimismo se detectó reprocesos en la producción, finalmente la falta de capacitación al personal de las áreas de estudio.

En el diagrama de Pareto se realizó un listado de dichas perdidas, se utilizó la hoja de verificación de las cajas de cartón de mala calidad, estos datos se registraron en el mes de Agosto durante las últimas tres semanas, los datos según el total de pedidos se ordenó de mayor a menor, y consecuentemente el porcentaje acumulado, de este modo se realizó la gráfica y se delimito las fallas con más frecuencia obteniendo que se debe dar más importancia al mal registro de impresiones, ya que debido a este defecto es el 80% de devoluciones de las cajas de cartón, generando así reprocesos.

Para hallar los indicadores de calidad del producto final de la empresa Ecopacking S.A. Cartones, se sabe que se produce 160000 cajas promedio, según la hoja de verificación, se tomó como datos que 5600 cajas son defectuosas; el

porcentaje de que sean defectuosos o no defectuosos, se empleó un porcentaje de 20%, con estos datos se logró calcular el porcentaje de defectos que se presenta en 1 mes de fabricación además de hallar la productividad que tiene que ver con el rendimiento del proceso en relación al porcentaje de defectos encontrados en un mes de estudio.

Los Defectos por Unidad (DPU), es un índice que determina el modo en el que se está llevando un proceso en función al número de defectos encontrados. Estableciendo un índice de calidad del proceso terminado en relación con los requisitos del cliente.

$$DPU = \underline{D} / U \quad (4)$$

$$DPU = 160000 / 5600$$

$$DPU = 28.57\%$$

El 28.57 % son los defectos por unidad registrados en la empresa Ecopacking S.A. Cartones

$$DPU = DPU / 20$$

$$DPU = 28.57 / 20$$

$$DPU = 1.42$$

El 53% son los defectos por oportunidad encontrada por cada unidad producida.

Defectos por millón de oportunidades (DPMO) es número de defectos en un modelo dividido entre el número total de oportunidades de defectos multiplicado por 1 millón. Además, estandariza el número de defectos en su nivel de oportunidad conllevando a que sea útil, permitiendo comparar los procesos con diferentes complejidades.

$$DPMO = DPU * 1\ 000\ 000 \quad (5)$$

$$DPMO = 1.42 * 1\ 000\ 000$$

$$DPMO = 1\ 420\ 000$$

Los defectos por oportunidad por millón de unidades son de 53 0000 obteniendo como nivel Sigma 2.

$$Y = 1 - 0.53 = 0.47$$

El rendimiento del proceso es de 47% desde la óptica del Seis Sigma, corroborando el nivel Sigma 2.

Productividad: La productividad de la empresa Ecopacking S.A. Cartones, se midió con ayuda del personal de la producción, el cual nos dio un tiempo y desperdicios promedio.

$$Productividad = [\text{Trabajo}] / [\text{Trabajo (+) Desperdicio}] \times 100\%$$

$$Productividad = [480] / [480 (+) 95] \times 100\%$$

$$Productividad = 83\%$$

La Productividad con la que actúa el proceso de Producción de fabricación de las cajas de cartón es de un 83%.

Se realizó un mapa de flujo de valor, lo cual nos permite establecer mejoras en el flujo de la producción. Ayudará a

determinar cada paso del proceso productivo, donde se añade un valor desde el punto de vista del cliente.

En el diagrama se establece desde el inicio del proceso hasta la entrega final de este, eliminando tareas innecesarias. Asimismo, el VSM no permite reconocer los desperdicios que se pueden generar durante los procesos de fabricación del cartón, es importante, ya que va a mejorar las actividades que no agregan ningún valor al proceso.

Para hallar los indicadores de calidad del producto final de la empresa Ecopacking S.A. Cartones, se sabe que se produce 160000 cajas promedio, según la hoja de verificación, se tomó como datos que 5600 cajas son defectuosas; el porcentaje de que sean defectuosos o no defectuosos, se empleó un porcentaje de 20%, con estos datos se logró calcular el porcentaje de defectos que se presenta en 1 mes de fabricación además de hallar la productividad que tiene que ver con el rendimiento del proceso en relación al porcentaje de defectos encontrados en un mes de estudio.

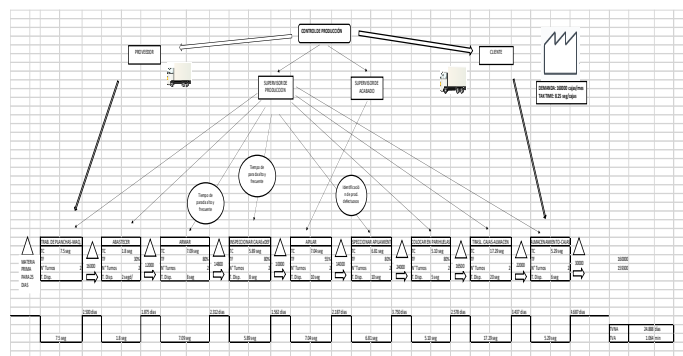
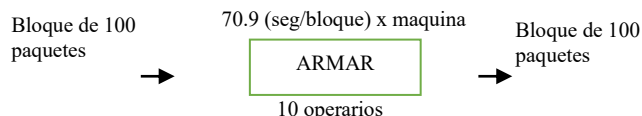


Fig. 1 VSM antes de la propuesta, Empresa Ecopacking S.A.

TABLA I
DATOS DE LA OPERACIÓN – ARMAR

N° Operarios	2 operarios
N° Maquinas	10 maquinas
T. proceso	70.9 (seg/bloque) x maquina
Entradas	Bloque de 100 paquetes
Salidas	Bloque de 100 paquetes

Tiempo de Ciclo:



Tc= Tiempo de proceso/ N° Maquinas

$$Tc = 7.09 \text{ seg}$$

Demanda del cliente: 160000

Demanda: 16000 cajas/mes - 25 días al mes

Demanda Diaria = 160000/25= 6400 caja/día

Tiempo disponible:

2 descanso de 20 min s

2 turnos x 8hrs = 16 horas/día

20 min/descanso x 4descanso/día = 80 min/día

16horas -80 min (descanso) = 880 min = 52 800 segundos

Takt Time = 52 800 segundos /6400 cajas = 8.25 seg/caja

Tiempo Valor Añadido (TVA): 1.064 min
 Tiempo De Valor No Añadido (TVNA): 24.888 días
 VAR = 1.064 min/35827.2 min = 0.0000296

Con respecto a la fabricación de las cajas de cartón, se brindó más importancia al proceso de armado, que está dentro del área de producción, se eligió este proceso, porque tiene más déficit en el tiempo de elaboración, generando así cuello de botella, lo cual alcanza un tiempo de ciclo de 7.09 seg. actualmente.

Según la evaluación previa a la empresa Ecopacking S.A. Cartones, se ha podido seleccionar las herramientas de la metodología Six Sigma, que permitirán diseñar la propuesta de implementación a las causas raíz, ya que son puntos críticos que influyen en la baja rentabilidad de producción y mantenimiento. Las herramientas seleccionadas son:

Poka Yoke, 5 S, TPM, Mantenimiento Preventivo, Mapa de Flujo de Valor (VSM) y Takt Time Kaizen o mejora continua y Cpk.

Todas estas herramientas tienen como fin común permitir: Estandarizar los procesos y el trabajo del área de producción y mantenimiento. Estabilizar los procesos mediante estas herramientas para una búsqueda de mejora continua.

Las herramientas más importantes para mejorar la calidad de la empresa Ecopacking S.A. es el VSM, conjuntamente con el Cpk, lo cual favorece a la empresa agroindustrial en su proceso de producción y mantenimiento.

Con esto se abarco a desarrollar pruebas de normalidades y capacidad dentro del proceso, dando añadidura las causas raíces de los problemas generados, indicando que se necesita mejoras ya que los procesos no son capaces y no están dentro de la evaluación requerida. Lo cual se trabajará en ello para pronta mejoría.

TABLA II
 PRUEBA DE NORMALIDAD Y CAPACIDAD DE PROCESOS DE LA EMPRESA

Causa raíz	Valor p	Cpk	Decisión
Mantenimiento correctivo	0.181	-0.06	Bajo control y nada estable. Requiere proceso de mejora.
Materia Prima de baja calidad	0.168	-0.4	Bajo control y nada estable. Requiere proceso de mejora.
Falta de compromiso hacia el cliente	0.620		Bajo control y nada estable. Requiere proceso de mejora.
Calidad del product	<0.005	-0.35	Fuera control y nada estable. Requiere proceso de mejora.
Falta de capacitación	0.452	-0.47	Bajo control y nada estable. Requiere proceso de mejora.

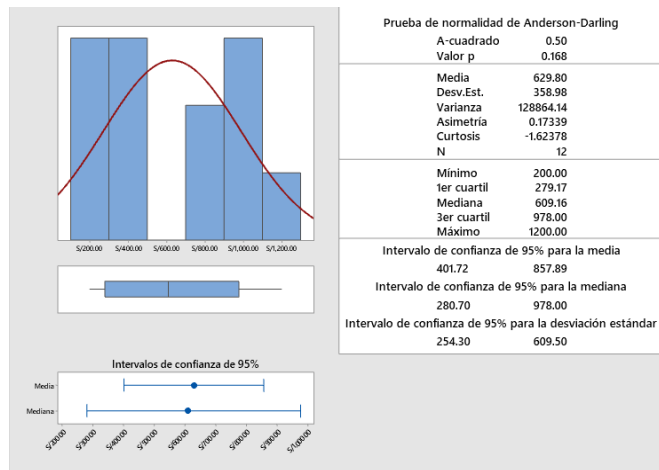


Fig. 2 Informe de resumen de Costo de Perdida

Nota. Diagrama de Minitab con respecto al costo de pérdidas que genera al bajo control y poca estabilidad en los procesos de la empresa.

En la Figura 2, se puede observar en la probabilidad de costos de pérdidas, determinando que existen tres tipos de fallas más frecuentes que son poca resistencia, masaje y color, haciendo de estas, un análisis; demostrando que tienen una distribución normal con un valor p de 0,168, además cuenta con una desviación estándar de 358,98 lo cual determina que están dispersos los datos con respecto a la media, con respecto a su asimetría se puede observar en la figura que tiene simetría, con una curtosis de negativa, lo cual indica que los datos presentan valores atípicos menos extremos que una distribución normal.

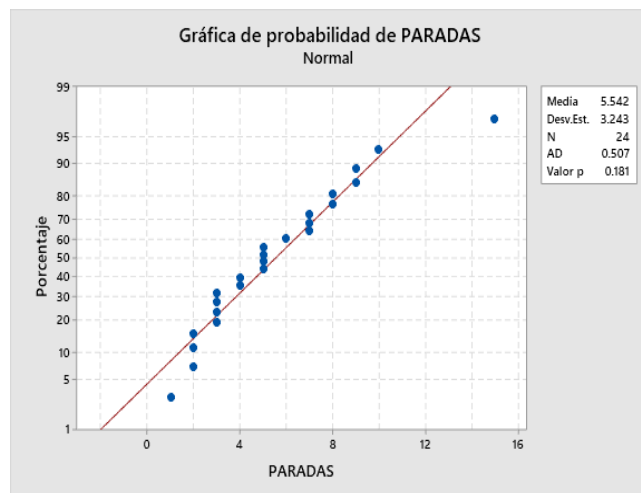


Fig. 3. Grafica de probabilidad de Paradas de planta
 Nota. Grafica de Minitab con respecto a las paradas de planta que se genera por la empresa.

En la figura 15 se puede observar que el valor p es de 0.181, lo que indica que es mayor al nivel de significancia de 0.05, se determinó que tiene una distribución normal o al menos se adecua a la línea.

Para realizar la gráfica de probabilidad se recolectó datos de las paradas de planta de cada mes, durante un año, logrando tener un máximo de 15 paradas por mes.

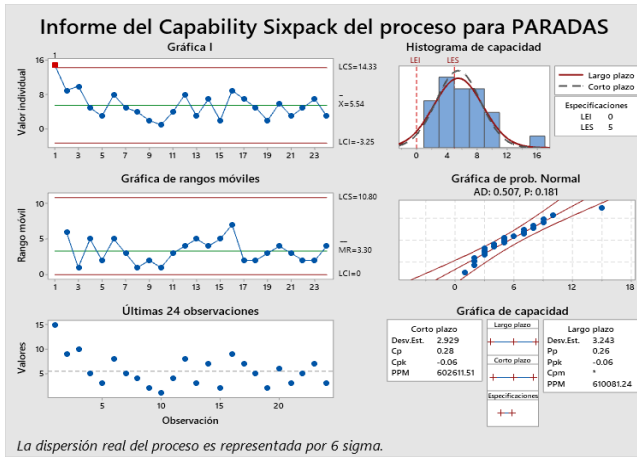


Fig. 4. Informe de capacidad del proceso de paradas de planta.
Nota. Grafica del informe del Minitab con respecto a las paradas de planta.

Para realizar la capacidad del proceso de las paradas de planta, se especificó el limite inferior que es 0 y el superior que es de 5, ya que se desea que de 15 paradas que se realiza mensualmente esta puede bajar a solo 5 y asi no genera un costo adicional a la empresa.

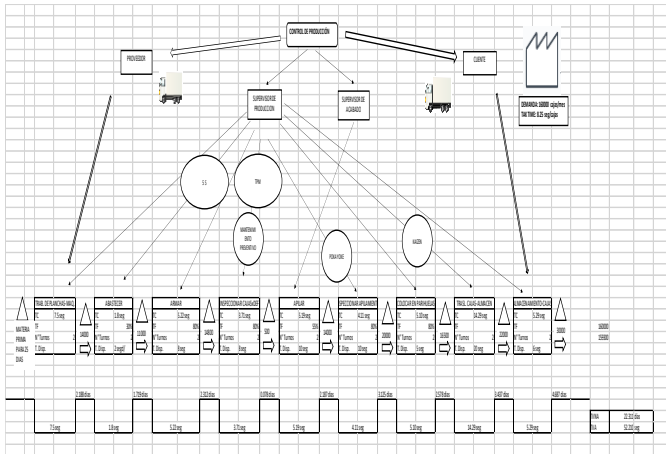
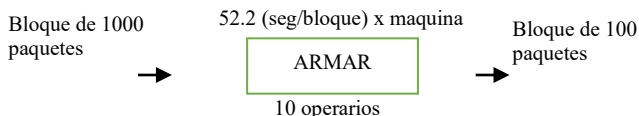


Fig.5 VSM mejorado de la Empresa Ecopacking S.A.
Nota. Diagrama de VSM mejorado de la empresa Ecopacking mostrando los tiempos de cada proceso.

TABLA III
DATOS DE LA OPERACIÓN – ARMAR

N° Operarios	2 operarios
N° Maquinas	10 maquinas
T. proceso	52.2 (seg/bloque) x maquina
Entradas	Bloque de 100 paquetes
Salidas	Bloque de 100 paquetes

Tiempo de Ciclo:



$T_c = \text{Tiempo de proceso} / N^\circ \text{ Maquinas}$

$T_c = 5.22 \text{ seg}$

Demanda del cliente: 160000

Demanda: 16000 cajas/mes - 25 días al mes

Demanda Diaria = $160000/25 = 6400 \text{ caja/día}$

Tiempo disponible:

2 descanso de 20 min

2 turnos x 8hrs = 16 horas/día

20 min/descanso x 4descanso/día = 80 min/día

16horas - 80 min (descanso) = 880 min = 52 800 segundos

Takt Time = $52\ 800 \text{ segundos} / 6400 \text{ cajas} = 8.25 \text{ seg/caja}$

Tiempo Valor Añadido (TVA): 52.210 seg

Tiempo de Valor No Añadido (TVNA): 22.311 días

VAR = $52.210 \text{ seg} / 1927670.4 \text{ seg} = 0.02708$

Se observa una mejora en el área de producción en el proceso de armado, lo cual alcanza un tiempo de ciclo de 5.22 seg. Indicando que disminuyó un 49 por ciento del VSM actual y Takt time antes de la propuesta.

Se logró reducir el cuello de botella en la elaboración de cajas de cartón, realizando un seguimiento al personal y así evitando tiempos muertos.

TABLA IV
RESUMEN DE PÉRDIDAS Y GANANCIA DESPUES DE LA IMPLEMENTACION

TMAR	7.97%
TIR	43%
VAN	S/ 285,707
B/C	1.26
VAN Beneficios	S/ 1,381,515
VAN Egresos	S/ 1,095,808

El período del proyecto es de 12 meses. Dado que el VAN (valor actual neto) es mayor que 0 y la TIR (tasa interna de retorno) supera la TMAR (tasa mínima de retorno), se genera una inversión muy rentable, y beneficio costo de 1.26.

Lo cual indica que el proyecto es viable, ya que tiene grandes márgenes de ganancia en totalidad al implementar estas nuevas aportaciones de las herramientas cuyo único fin será aumentar la producción para el siguiente año y para los demás.

IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En el Perú la situación es grave, a causa del COVID – 19, ya que la producción industrial se redujo un 21,4% en el primer cuatrimestre y la fabricación de bienes de capital disminuyó un 47,9%, la interrupción de muchas actividades productivas ha generado problemas también en la provisión de insumos, nacionales e importados, para las empresas que han seguido operando [15].

El costo y la no calidad de los insumos, ya sea nacionales e importados son de vital importancia, ya que ayudará a evaluar el desempeño de la empresa, asimismo debe indicar donde se llevará acabo las acciones correctivas y sobre todo que sean rentables, el 95 % de los costos de la no calidad se desembolsan para que sean evaluadas, así también para estimar la pérdida económica en los costos de fallas [16].

La implementación de los controles de recepción de materia prima, procesos críticos y diseño de producto y procesos permitió aumentar la calidad del producto significativamente. La implementación de selección de herramientas de ingeniería industrial del sistema de gestión de calidad propuesto, junto con los componentes de control que se mencionó anteriormente, se permitió asegurar la calidad de los productos, mejorar continuamente los procesos que intervienen en la creación de valor para el cliente y alinear los objetivos de calidad de todas las empresas pertenecientes a la asociación [17].

La mala calidad es un factor que en la actualidad se puede disminuir con metodologías propuestas como Six sigma, en la empresa agroindustrial después de la implementación se logró aumentar el nivel de sigma o calidad a un 47% posicionándolo a un nivel 2, donde se demostró resultados exitosos en cuanto a la mejora y rediseño de sus procesos, logrando un ahorro de 928 420.65 soles [18].

Por su parte [19] en una muestra realizada a empresas peruanas agroindustriales, se notó una evolución en el flujo económico de la empresa, debido a llevar una correcta cultura de calidad, llegándola a considerar en los procesos como un elemento primordial para lograr la competitividad. En la empresa Ecopacking se realizó una evaluación económica financiera después de la implementación de las herramientas industriales para determinar la rentabilidad, los beneficios y la viabilidad del proyecto, después de la mejora se generó un TIR de 43% lo que indica que es aceptable la inversión ya que es mayor a la tasa de descuento, además un beneficio/costo de 1.26 lo cual indica que los beneficios son mayores a los costos.

Six sigma es un conjunto de métodos para mejora continua y calidad, que provee herramientas para obtener beneficios tangibles en términos de calidad y costos a un producto o servicio. Típicamente este método utiliza análisis estadísticos de las operaciones actuales para definir áreas de oportunidad [20]. Para lograr la mejora en la eficiencia de los procesos a fin de mantener la disponibilidad y confiabilidad de los equipos, así como de los procesos, será conseguida con el término empleado en control de calidad y la mejora continua, para ello, utilizando el método administrativo Six Sigma, ayudará al análisis de los resultados de la gestión de mantenimiento y permitirán la mejora continua, así como el logro de los resultados esperados, mejora de la disponibilidad mecánica y aseguramiento de la vida útil de las máquinas y procesos [21].

La implementación de la herramienta six sigma ayudo a mejorar los procesos significativamente con un porcentaje de 47% en las áreas de Mantenimiento y Producción de Ecopacking, lo cual se pudo observar que esta aplicación permitió lograr grandes mejoras en las áreas ya mencionadas.

Se determinó cinco pérdidas económicas en la empresa ecopacking los cuales fueron: retrasos en la producción, pérdidas de ventas por normas ISO, parada de planta, productos terminados en malas condiciones y reproceso, dentro de las áreas de producción y mantenimiento.

Se comprobó que mediante las herramientas VSM, Takt Time, Poka Yoke, 5S, TPM y Mantenimiento Preventivo se

redujo el costo de pérdidas económicas en las cinco causas raíz encontrada en el área de producción y mantenimiento.

Se concluyó que al aplicar las herramientas de ingeniería industrial en la empresa Ecopacking disminuye el costo de perdidas económica en las causas raíz detectadas, dando así una pérdida de 5'939,048.65 soles, la implementación de estas herramientas redujo el costo a 5'036,735.00 soles, generando un ahorro de 938,420.65 soles.

Se realizó la evaluación económica – financiera de la implementación de la Herramienta Six Sigma de la empresa agroindustrial Ecopacking S.A. Cartones, concluyendo que este estudio es viable, porque el VAN es de un 285,707 sol, lo cual indica que brinda un impacto positivo, el TIR es 43 %, lo cual supera las tasas de retorno de inversión. Además, el índice de la relación beneficio-costo es de 1.26, siendo mayor que uno, indicando que es un proyecto de gran demanda.

V. REFERENCIAS

- [1] H. L. Castro, C. U. Goicochea, & M. F. Flores, "El sistema de agronegocios en el Perú: de la agricultura familiar al negocio agroalimentario," 43, 17, 2018.
- [2] C. Ibáñez, "Diseño de propuestas de mejora para el área de producción en la Empresa de Humos S.A.," Tesis para optar el título profesional. Universidad Austral de Chile. Repositorio Cybertesis, 2016. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2016/bpmfcii.12d/doc/bpmfcii.12d.pdf>
- [3] A. Pérez, "Metodología Seis Sigma: Aplicación a una empresa de Telecomunicaciones," Tesis para obtener la Licenciatura en Administración. Universidad Nacional de Cuyo. Repositorio Nacional de Cuyo, 2012. https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digiales/5617/tesis-cs-ec-perez-bernal.pdf
- [4] R. L. Gumucio, "La Calidad Total en la Empresa Moderna," 2, 16. Niebuhr, & Alfredo, H. Propuesta de un modelo de gestión de calidad para una asociación de Mypes del sector metal mecánico peruano que permite aumentar la productividad (Tesis de Pregrado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima. Obtenido de 2014. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/322397/Niebuhr_CH.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- [5] D. Daza, "Importancia del control interno en la Gestión de inventarios en Pymes," Tesis para optar grado de titulación. Universidad Cooperativa de Colombia. Repositorio UCC. 2017. https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/15578/4/2017_contr_ol_interno_gestion.pdf
- [6] A. Sanchez, "Técnicas de Mantenimiento Predictivo, metodología de aplicación en las organizaciones," Trabajo para optar título de Ingeniería Industrial. Universidad Católica de Colombia. Repositorio Ucatolica. 2017. https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15585/1/T%C3%89C_NICAS%20DE%20MANTENIMIENTO%20PREDICTIVO.%20METODOLOGIA%20DE%20APLICACION%20EN%20LAS%20ORGANIZACIONES.pdf
- [7] A. Doniz, "Implementación de mantenimiento preventivo/predictivo en equipo de Biomédico en el Instituto Mexicano del Seguro Social," Tesis para obtener titulación. Repositorio UTTT. 2011. <https://www.uttt.edu.mx/CatalogoUniversitario/imagenes/galeria/62A.pdf>
- [8] S. Sirvet, V. Gisbert, & E. Pérez, "Los 7 Principios de Gestión de La Calidad en ISO 9001 3C Empresa: Investigación y pensamiento crítico," 6(5), 10-18. 2017. <https://doi.org/10.17993/3cemp.2017.especial.10-18>
- [9] T. Morocho, & S. Burgos, "Calidad del servicio y satisfacción del cliente de la empresa Alpecorp S.A.," Volumen 5, 22-23. 2018. <file:///C:/Users/HP/Downloads/1279-Texto%20de%20art%C3%ADculo-2133-1-10-20200303.pdf>
- [10] A. Faulí, L. Ruano, M. Latorre, & M. Ballestar, "Implantación del sistema de calidad 5s en un centro integrado público de formación profesional," Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado, 16(2), 147-161. 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.6018/reifop.16.2.181081>
- [11] E. Navarro, V. Gisbert, & A. Pérez, "Metodología E Implementación De Six Sigma 3c Empresa: Investigación y pensamiento crítico," 6(5), 73-80. 2017. <https://doi.org/10.17993/3cemp.2017.especial.73-80>

- [12]J. Benzaquen, "El Iso 9001 Y Tqm En Las Empresas Latinoamericanas: Perú," GCG: Revista de globalización, competitividad y gobernabilidad, 8(1). 2014. doi: <https://doi.org/10.3232/GCG.2014.V8.N1.04>
- [13]A. D. Pulido, & C. A. Bocanegra, "Mitigación de defectos en productos manufacturados," Ingeniería Y Competitividad, 17(1), 161-172. 2015. <https://doi.org/10.25100/iyv.v17i1.2211>
- [14]F. Delgado, & J. Díaz, "Estado actual de la filosofía, "Seis Sigma" como herramienta de disminución de defectos en los procesos de producción de las empresas en Bucaramanga," ITECKNE, 7(2). 2010. <https://doi.org/10.15332/iteckne.v7i2.280>
- [15]E. Bautista, "Control de mermas en los inventarios para la cadena de suministro farmacéutico," 2015.
- [16]D. A. Garcés, & O. D. Castrillón, "Diseño de una Técnica Inteligente para Identificar y Reducir los Tiempos Muertos en un Sistema de Producción," Información tecnológica, 28(3), 157-170. 2017. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642017000300017>
- [17]B. Avalos, "Excepciones a la jornada de trabajo limistes y alternativas," Tesis para optar en grado de Magister. Universidad Católica del Perú. Repositorio PUCP. 2018. <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500>
- [18]P. García, A. Quispe, & G. Raez, "Costo de la calidad y la mala calidad," Industrial Data. 2002. <https://doi.org/10.15381/idata.v5i1.6685>
- [19]J. Cordero, & R. Núñez, "Diseño De Sistema De Gestión De Calidad Según Iso 21001:2018 Para Mejora Continua En Programa De Ingeniería Industrial," (pg. 37). 2020. http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/10547/1/2020_Cordero%20L%C3%B3pez.pdf
- [20]J. Linares, & M. Aguilar, "Metodología aplicada a la mejora de procesos utilizando herramientas de innovación," Universidad de Lima. 2020. <https://doi.org/10.26439/ing.ind2020.n039.4920>
- [21]A. Bernal, & W. Corones, "Método Seis Sigma: Aplicación A Una Empresa De Telecomunicaciones," Tesis para obtener Licenciatura en Administración. Universidad Nacional de Cuyo. Repositorio UNCUIYO: 2012. https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/5617/tesis-cs-ec-perez-bernal.pdf