Mejora del rendimiento de un proceso mediante Kaizen, en una empresa de acuicultura en México

L. G. González Sosa[1], B. A. Villalobos Martínez[2], L. M. Blanco González[2], J. K. López Orduña[2], J. A. Sarmiento Torres[2]
[1]Alumna de la carrera de Ingeniería Industrial, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, Carretera Panamericana km 1080, CP 29050, Tuxtla Gutiérrez, México
[2]Docente del departamento de Ingeniería Industrial, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, Carretera Panamericana km 1080, CP 29050, Tuxtla Gutiérrez, México
**bruno.vm@tuxtla.tecnm.mx*

***Área de participación**: Ingeniería Industrial*

Resumen

El presente trabajo muestra el desarrollo de un proyecto de mejora en una empresa de acuicultura del sur de México. El desarrollo de dicho trabajo se basó en las etapas de un proyecto tradicional DMAIC, pero sin buscar el objetivo de implementar un proyecto tradicional de Seis Sigma, sino más bien, utilizarlo como guía para el lanzamiento de eventos Kaizen, que permitan implementar mejoras pequeñas pero sustanciales para el proceso de producción. Una parte clave del proyecto fue el desarrollo del VSM de estado actual para identificar los puntos críticos de mejora del proceso de producción considerando las variables más importantes delimitadas en la etapa de definir del proyecto, esto permitió desarrollar eventos Kaizen que se enfocaran en ser efectivos y con beneficios potenciales sustanciales para el proceso.

***Palabras clave**: Kaizen, DMAIC, mejora continua, VSM*

Abstract

This paper shows the development of an improvement project in an aquaculture company in southern Mexico. The development of such work was based on the stages of a traditional DMAIC project, but without seeking the objective of implementing a traditional Six Sigma project, but rather, using it as a guide for the launch of Kaizen events, which allow to implement small but substantial improvements for the production process.

A key part of the project was the development of the VSM of current state to be able to identify the critical points of improvement of the production process considering the most important variables delimited in the stage of defining the project, this allowed to develop Kaizen events that focused on being effective and with substantial potential benefits for the process.

***Key words**: Kaizen, DMAIC, continuous improvement, VSM*

Introducción

La mejora continua en las empresas es un aspecto fundamental para su adecuado funcionamiento y posterior crecimiento en aras de lograr sus objetivos organizacionales, no se puede pretender que una empresa tenga éxito si no se encuentra comprometida con su propio proceso de mejora, según la idea de Guerra-López [2]. En la actualidad, existen muchas metodologías diferentes para lograr la mejora de los procesos, pero nada detiene a las empresas de utilizar tantas herramientas o la combinación de ellas que mejor les parezca para conseguir los objetivos de mejora que persiguen como lo presentan Quesado, Matias y Pimentel [4] en su trabajo.

Dado lo anterior, en este trabajo se desarrolló un proceso de mejora cuyo eje central fue la implementación de eventos Kaizen, pequeñas pero sustanciales mejoras como Socconini [6] sugiere debido a que éstas ofrecen un mejor resultado, permiten obtener beneficios de ellas y cimentar un proyecto de mejora aún más grande a futuro; para lograr esto se comenzó a trabajar sobre la base metodológica de Seis Sigma, que de acuerdo con Quick [5] éstas pueden orientar el trabajo de un proyecto de mejora continua, y el diagnóstico se sustentó principalmente en el desarrollo de un VSM para que con ayuda de éste se pudieran lanzar los eventos de mejora Kaizen como se ejemplifica en 50Minutos [1].

Metodología

El desarrollo del presente proyecto se realizó con base en las etapas de un proyecto de Seis Sigma, por lo que estas etapas son las que guían el desarrollo del mismo, no obstante, sólo funcionan como marco de referencia para el desarrollo del proyecto y por lo tanto no se utilizó el conjunto de herramientas tradicionales de la metodología y, por otra parte, se incluyeron otras herramientas de ingeniería industrial que permitieran obtener los beneficios que la empresa buscaba, en particular, aquellas que permitieron el desarrollo de eventos Kaizen.

Etapa Definir

El comienzo de la metodología consistió en el desarrollo de la etapa de Definir que, en este caso, incluyó un Project Charter, un breve diagrama de flujo, un diagrama de flujo de proceso, la definición de las variables del proceso que se utilizan para evaluar su desempeño al momento del desarrollo de la etapa y la definición de las variables críticas para la calidad o CTQ's, lo que según Liker [3] hace que el proceso de mejora sea más efectivo. Es importante mencionar que los diagramas o información que se presente en el trabajo procurarán reservar la información sensible sobre la empresa y se presentará únicamente aquella que sea relevante para la comprensión del proyecto. Los pasos para esta etapa son los siguientes:

1. Se comenzó fue la realización de un Project Charter (Figura 1) con el que se consolidó la importancia de trabajar en la mejora del rendimiento del proceso de producción ya que constantemente se tenían fluctuaciones en el rendimiento y se definió, junto con la administración de la empresa, que se tomarían acciones para mejorar el porcentaje del rendimiento, ya que éste sería el principal indicador para medir el éxito del proyecto, mediante el desarrollo de mejoras incrementales que permitieran incluir cambios concretos y no de gran escala pero muy significativos para el desempeño del proyecto.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO			
PROBLEMA / OPORTUNIDAD	La producción se ha visto afectada de manera significante en la obtención de los rendimientos óptimos de la materia prima en las líneas de valor agregado.		
PROPÓSITO DEL PROYECTO	Reducir fluctuaciones de la eficiencia del rendimiento en el proceso con base en la metodología DMAIC, para la mejora de la productividad.		
CASO DE NEGOCIOS	Aumentar el porcentaje en la eficiencia del rendimiento actual en Planta Proceso.		
METAS / METAS	Propuestas de mejoras para la productividad y la eficiencia del rendimiento.		
ENTREGABLES ESPERADOS	Elaboración de plan de acción y un documento digitalizado.		
ALCANCE Y CRONOGRAMA DEL PROYECTO			
DENTRO DEL ALCANCE DEL PROYECTO	Identificar las situaciones que afectan la eficiencia del rendimiento en la Planta Proceso, accediendo al proceso para realizar diagnósticos y a datos generales que involucran el rendimiento. Proporcionando finalmente un plan de acción en el mes de diciembre.		
FUERA DEL ALCANCE DEL PROYECTO	Acceso a otras áreas que no incluyen al proceso o realización de actividades externas al enfoque del proyecto.		
CRONOGRAMA TENTATIVO	**HITOS CLAVE**	**INICIO**	**FIN**
	Asignación del proyecto y conformación del Equipo de Proyecto	09/06/2021	09/10/2021
	Reconocimiento de la planta y el área de trabajo	09/13/2021	10/01/2021
	Identificación de actividades que no generen valor al producto mediante un diagnóstico visual	09/13/2021	10/01/2021
	Elaboración del Project Charter	09/27/2021	09/28/2021
	Determinación de tiempos muertos en las líneas de operación	10/04/2021	10/07/2021
	Señalar actividades que no generen valor agregado	10/08/2021	10/14/2021
	Analizar las condiciones de seguridad en las áreas y el reporte de mermas del proceso.	10/18/2021	10/19/2021
	Proponer estrategias de mejora con base en los resultados obtenidos	10/20/2021	11/13/2021
	Elaborar un plan de acción	11/15/2021	11/25/2021
	Documentar los datos como un proyecto final	11/26/2021	12/06/2021

Figura 1. Sección del Project Charter del proyecto.

2. Posteriormente, se comenzó a "conocer" las principales etapas del proceso de producción, tanto su ubicación en el proceso, así como, cada una de sus actividades a detalle, por lo que se elaboró un diagrama de flujo de proceso, como se ve en la Figura 2. En este diagrama se muestran las 6 principales etapas del proceso de producción, cabe mencionar que todos los productos, sin importar su presentación final, tienen que pasar por todas las áreas, aunque las operaciones a detalle pueden variar ligeramente.



Figura 2. Diagrama de flujo de las principales actividades del proceso.

3. Se realizaron diagramas de flujo de proceso como el que se observa en la Figura 3 para conocer a detalle las actividades que se hacen en cada una de las principales etapas del proceso de producción. Es importante mencionar que no se elaboraron únicamente 6 diagramas (uno para área principal), ya que hay algunas etapas que cambian la manera en la que procesan un producto dependiendo de la salida que se espera de ellos, por ejemplo, no es lo mismo realizar el arreglado (etapa 4) de un producto que sólo se venderá como un filete que de un producto que se venderá como cubos de pescado, por eso fue necesario elaborar un diagrama para cada etapa del principal producto y conocer así, que variables son las importantes para cada área.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

Página:	1 de 1	**Método actual** ✖		**Método propuesto**		
Empresa:			**Área:**	Degolle		
Observador:	Leslie Gabriela González Sosa		**Fecha:**	10 de octubre de 2021		

Resumen		**Operación** ●	**Inspección** ■	**Transporte** ➡	**Demora** ◗	**Almacenamiento** ▼
Total:	23	8	0	10	5	0
Tiempo (s):	3523	2661	0	97	765	0
Distancia (cm):	4410	1645	0	2490	275	0

No.	ACTIVIDADES	SÍMBOLO	TIEMPO (s)	DISTANCIA (cm)	OBSERVACIONES
1	Entrada de la mojarra a Hopper		2	75	
2	Pesado en Hopper		3	-	
3	Descenso al tanque de aturdido		2	20	
4	Anestesiado en el tanque		972	600	Temperatura 11° - 14.5°
5	Caída a la mesa de degolle		5	10	
6	Sacrificio de la mojarra manualmente		3	35	Si la mojarra no es anestesiada completamente, el operario tarda en degollarla
7	Desplazo al tobogán		12	15	
8	Llegada al tanque de desangrado		6	600	
9	Deceso de la mojarra en el tanque		1090	550	Si la residencia es menor a los 20 min, el filete es rojo
10	Espera mientras es introducida a Grader manualmente		18	250	
11	Introducción a Grader		2	30	
12	Pasar por Grader		3	400	
13	Subir por banda elevadora		16	400	
14	Caída en banda transportadora		2	20	
15	Transporte a las básculas de descamadoras		35	840	Se tomaron los datos de la descamadora más lejana
16	Llenado de básculas		110	30	200 - 250 kg
17	Espera mientras abre la descamadora		412	-	
18	Entrada a la descamadora		3	50	
19	Descamado del pescado		479	-	La residencia no debe ser menor a 7 minutos
20	Salida de escamadora		6	15	
21	Entrada al tanque de desinfección por banda		12	120	
22	Permanencia en el tanque		324	-	Depende de filete, la residencia
23	Salida a Área de Fileteo		8	350	
	TOTAL	8 0 10 5 0	3523	4410	
	PORCENTAJE	35 0 43 22 0			

Figura 3. Diagrama de flujo del proceso del degolle de producto.

4. Se recolectaron las variables que la empresa utiliza actualmente para evaluar al desempeño del proceso, pero de forma general (Tabla 1), es decir, no se planean como una evaluación etapa por etapa al proceso, sino que se evalúan al final o en algún punto posible. Debido a lo anterior, se consideró necesario determinar las variables críticas para evaluar el desempeño de cada una de las etapas individuales del proceso, de esta manera se aseguran variables significativas al desempeño y relevantes para cada área.

Para la determinación de las variables críticas, se analizaron los diagramas de flujo del proceso para cada área como se presenta en la Figura 3 y se trató de considerar la importancia de las variables que ya se utilizaban actualmente (Tabla 1), con tal información en mente se elaboró un diagrama SIPOC que permitiera ver el panorama más grande, considerando principalmente las entradas y salidas para el proceso de producción. Una vez elaborado este diagrama (el cual se omite por razones de espacio) se procedió con la determinación de los CTQ's, los cuales permitieron establecer las variables más importantes para cada una de las principales áreas del proceso de producción con respecto del rendimiento de cada una de ellas de modo tal que se escuchara a la voz del cliente de cada área. Un fragmento para 3 de las 5 áreas del proceso de producción se muestra en la Figura 4, en donde puede verse el resultado del desarrollo del árbol de los CTQ's elaborado.

Tabla 1. Variables para medir el rendimiento del proceso.

VARIABLES	DESCRIPCIÓN
Tiempos por minutos	Permite el establecimiento de estándares antes de iniciarse la producción. Peces por minutos, arreglado de filete por minuto y arreglado de lomo por minuto
Temperatura	Magnitud escalar necesaria para mantener en buen estado de la biomasa. Temperatura del agua y temperatura del área
Cantidad de inventarios	Registros tanto de entradas como de salidas en el proceso de producción de la empresa.
Cantidad de peces	Número de peces improcesables, peces muertos, peces pequeños y peces lesionados al día
Número de reprocesos	Cantidad de filetes que no son 100% despielados y tienen que volver a despielarse.
Cantidad de materiales de empaque	Control de material de empaque, en diferentes procesos del área de empaque
Cantidad de merma	Registro de los filetes mixtos, filetes en el piso, retazos

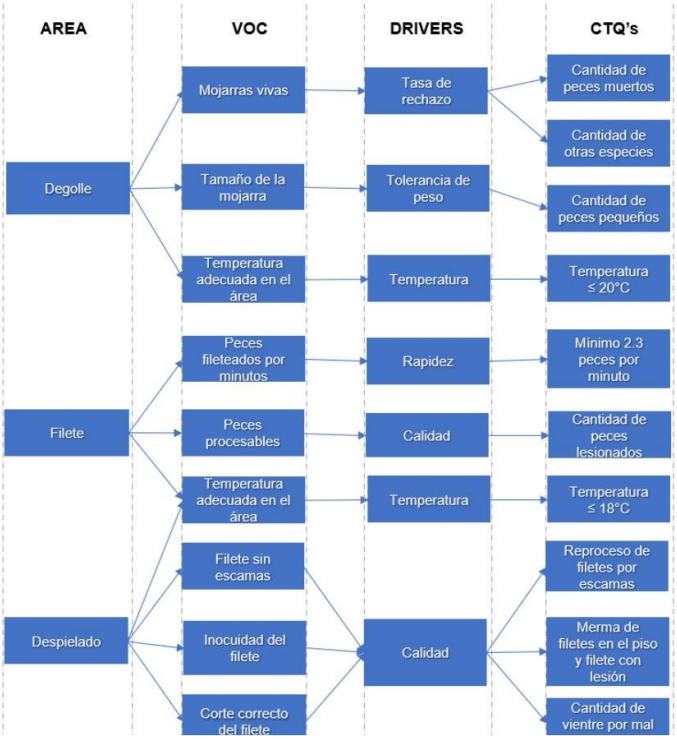


Figura 4. Definición de variables críticas para la calidad (CTQ´s).

Etapa Medir

La determinación de los CTQ's que se realizó en el punto anterior se utilizó para establecer cuáles eran las variables importantes a medir en la siguiente etapa de la metodología en el desarrollo de DMAIC, medir. Lo realizado en esta etapa fue lo siguiente:

1. La Tabla 2 muestra un ejemplo de la medición de una de las variables que se midieron para la etapa de medir, todas correspondientes a las que se obtuvieron de la determinación de los CTQ's, cabe mencionar que no se hizo la presentación de todos los resultados de las variables ya que se considera a varias de las variables como información sensible de la empresa además de ser impráctico por el espacio disponible.

2. Posteriormente, para la misma etapa de medir se realizó un recorrido en el piso de producción ya que es muy importante observar de primera mano lo que sucede al recolectar la información, hablar con las personas involucradas y conocer su punto de vista, este recorrido, también conocido como Gemba walk, permitió recabar una serie importante de observaciones e ideas de los involucrados en el proceso, una parte del resultado de este análisis se presenta en la Figura 5.

Tabla 2. Ejemplo de medición

Temperatura en Degolle	
Fecha	°C
13/09/2021	19
14/09/2021	18
15/09/2021	20
16/09/2021	19
20/09/2021	19
21/09/2021	21
22/09/2021	19
23/09/2021	18
24/09/2021	19
27/09/2021	21
28/09/2021	19
29/09/2021	21
30/09/2021	19
01/10/2021	19
04/10/2021	21
05/10/2021	19
06/10/2021	19
07/10/2021	20
08/10/2021	19
11/10/2021	19
12/10/2021	21
13/10/2021	20
14/10/2021	19
15/10/2021	18
18/10/2021	19
19/10/2021	19
20/10/2021	19
21/10/2021	20
22/10/2021	19
25/10/2021	19

GEMBA WALK		
ÁREA	CONDICIONES INSEGURAS	CAUSAS/CONSECUENCIAS
DEGOLLE	Temperatura a 19°C|	La temperatura con el EPP no es adecuada para los operarios A
	Las escamas se atascan en succionador de agua	El agua y las escamas se salen del contenedor y el piso es
		El área se inunda
	El agua del tanque de desangrado se derrama por los laterales y cae por el alimentador a Grader	El piso se encuentra siempre mojado y resbaloso
FILETEO	Tapa de difusor está despegada	Puede caerse en cualquier momento, hiriendo a algún filetero e incapacitarlo.
	La temperatura debería estar <18°C y se encuentra a 23 °C	Los operarios se sudan por la temperatura elevada, pudiendo contaminar a los filetes
	Merma en el piso	Piso resbaloso, pudiendo causar un incidente
DESPIELADO	El material del piso en conjunto a la grasa que cae	Se tiene que caminar con precaución y más lento, porque existe un alto riesgo de caerse, por ser muy resbaloso
	La temperatura debería estar <18°C y se encuentra a 22°C	Los operarios tienden a acalorarse y podrían contaminar con sudor al producto
	Se requiere una escalera asegurada por TRIO 3 y falta un pasamanos	Se tiene un escalón resbaloso, los operarios que frecuentan la zona pueden accidentarse
	Falta una adaptación para llegar al chiller 2	Puede haber un accidente por saltar la banda transportadora, los operarios saltan la banda transportadora
	Piso dañado	Ya que la forma segura de caminar en el piso es arrastrando un poco los pies, las personas se tropiezan
		Las taras se atoran, como el piso es resbaloso, es difícil moverlas
	Existe una manguera mal ubicada y desordenada	Puede caerse algún opearío, debido a un tropecio por esta.
	Existen lámparas fundidas en el área	La calidad de la iluminación no es buena
	Chiller 1 está desnivelado	Los operarios pueden golpearse la mano al querer desatorar el chiller
	Detenedor de filetes en chiller está suelto	Los operarios que trabajan debajo de ellos, pueden ser golpeados al subir el chiller
	La piel que se recolecta en taras, es empujado por debajo del chiller	El espacio es muy pequeño y los operarios se suelen golpear la cabeza
ARREGLADO	Exceso de merma en el piso	Las técnicas que tienen de arreglado, implican tirar merma por todos lados, pudiendo haber riesgos.
	Pasillo principal angosto	Las personas suelen golpearse al pasar, principalmente los arregladores de las últimas dos líneas.

Figura 5. Extracto del análisis del Gemba walk

Etapa Analizar

La siguiente etapa de la metodología desarrollada en el proyecto fue la etapa de analizar, para esta se desarrollaron la siguiente serie de pasos:

1. Se comenzó realizando un VSM de estado actual del proceso de producción para identificar las áreas de mejora en el proceso de producción, el cual se presenta en la Figura 6.

   El mapa de estado actual se elaboró con base en el producto más vendido para la empresa que son los filetes y se colocaron las variables que mejor representaron la situación actual, pero evitando colocar información sensible del proceso de producción o que se considerara inapropiada para divulgar. De la elaboración del mapa se lograron identificar dos áreas puntuales que necesitaban atención pronta para la mejora de su situación, las cuales fueron el área de despielado y el área de empaque, siendo el despielado el área con una mayor cantidad de problemas, entre ellos, la temperatura del área, el tiempo de procesamiento, la cantidad de mermas registradas para el área y sus diferentes fuentes.

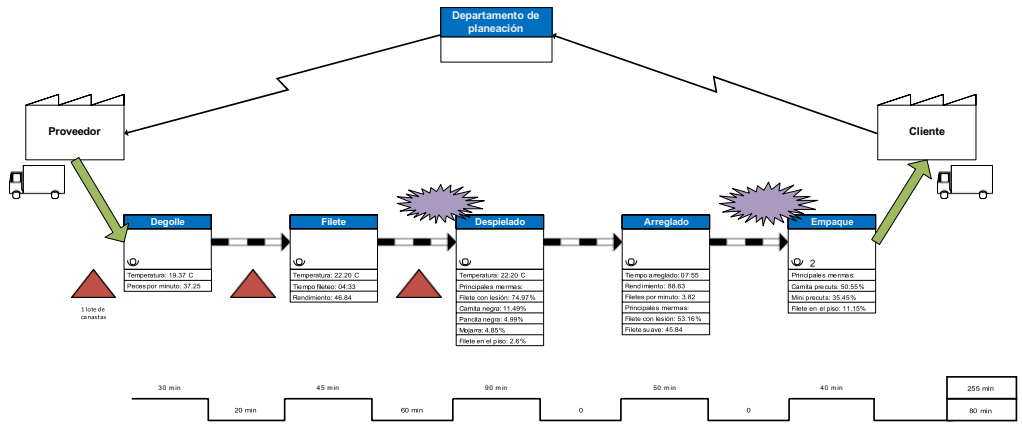


Figura 6. Value Stream Map de estado actual del proceso de producción de filetes.

2. Además de la elaboración del VSM de estado actual se hicieron gráficas para cada uno de los CTQ's que se identificaron en la etapa de definir para cada una de las principales etapas del proceso, lo que derivó en la realización de 17 gráficas en total, una para cada uno los CTQ's, estas permitieron analizar los valores de cada una de estas variables en comparación con sus valores esperados. Para ejemplificar lo anterior se utiliza la Figura 7, en donde se muestran los valores de temperatura para el área de degolle; en esta figura se puede observar cómo los valores de temperatura durante 30 días seguidos se mantuvieron mayormente bajo el nivel de temperatura ideal, pero en algunos días estos valores se excedieron, lo que provocó mermas, tales como los filetes suaves o con coloración negra que se observan en el VSM de estado actual de la Figura 6.

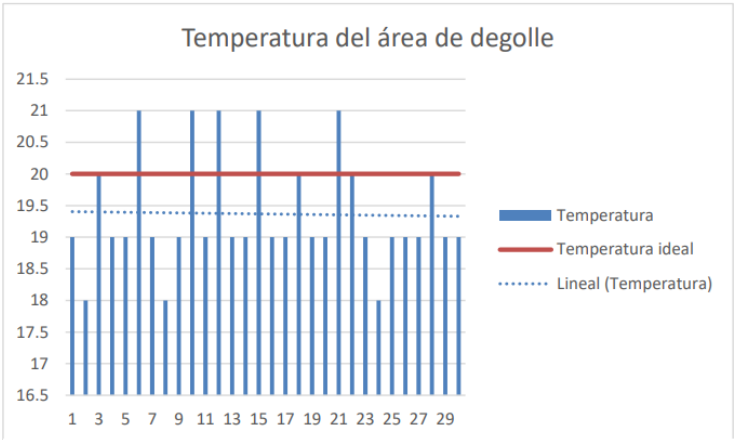


Figura 7. Medición del CTQ de la temperatura del área de degolle.

3. Con el análisis del VSM de estado actual y los resultados de la graficación de las variables de los CTQ's se plantearon una serie de mejoras a implementarse a modo de eventos Kaizen, las cuales corresponden al inicio de la etapa de mejorar de la metodología de Seis Sigma, los que permitieran llevar a cabo pequeñas acciones con grandes impactos en el proceso de producción, una parte de toda la serie de mejoras propuestas se muestran en la Tabla 3, cabe mencionar que solamente se muestran una parte de todas las propuestas debido a la limitación de espacio, pero se presentan algunas de las que se consideran más relevantes.

Tabla 3. Propuestas de mejora generadas

ÁREA	PROBLEMAS ENCONTRADOS / OPORTUNIDADES DE MEJORA	EXPLICACIÓN Y/O CONSECUENCIA	SOLUCIÓN PROPUESTA	BENEFICIOS
Filete	Se envían peces enteros en la banda transportadora de esqueletos	El personal no cumple con las normas y reglas establecidas en el proceso por falta de compromiso, además de tener desviaciones y fluctuaciones en el proceso productivo	PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE CAPACITACIÓN PARA LA DISMINUCIÓN DE FLUCTUACIONES DE RENDIMIENTO EN PLANTA PROCESO	Se disminuye e incluso se elimina el porcentaje de peces enteros, pasando únicamente esqueletos en banda transportadores, aumentando el porcentaje de rendimiento en el área.
	Se tiene eficacia en los cortes de filetes, pero no una eficiencia	Tener rapidez en los cortes no quiere decir que se estén cortando adecuadamente el filete y aprovechando al 100% la carne del filete		Mejorar la actitud, conocimiento y habilidades del personal buscando perfeccionar al colaborador en su puesto de trabajo
Despielado	Alto porcentaje de vientre en las canastas de filete	Ya que las canastas no son revisadas antes del peso final algunas contienen peces pequeños o mucho vientre, al momento de pesarlas intervienen en la fluctuación		Las canastas sólo contienen filetes, eliminando las malas prácticas de manufactura que se están detectando
Empaque	Filete y lomo mixto utilizado para precut	El producto que no es manipulado correctamente se envía como subproducto		Si el grado de preparación de los empleados es alto, también lo será su productividad aumentando la calidad de trabajo y reduciendo el filete mixto en el área
Empaque	Cantidades aproximadas de producto IVP	No se está haciendo el pesaje adecuado de los productos IVP, alterando el rendimiento por las cantidades inciertas	MATRIZ RACI	define las responsabilidades, papel y obligaciones de cada una de las personas que forman parte de una actividad

Etapa Mejorar

Para la etapa de mejorar se desarrollaron diferentes eventos Kaizen en busca de atacar los principales problemas identificados en etapas posteriores, estos eventos fueron los siguientes:

1. Se realizó la implementación de un programa de capacitación ya que se identificó que muchas de las causas que generaban problemas, mermas o bajas en el rendimiento de cada una de las áreas se relacionaba a un proceso de trabajo no estandarizado por parte de los operarios. Por lo anterior se desarrollo un plan de capacitación que permitiera identificar las necesidades de cada uno de los operarios en el piso de producción, por lo que se involucró a los operarios con el fin de conocer sus necesidades específicas para poder atacar los problemas encontrados durante la etapa de medir y analizar. Dado el tamaño del programa de capacitación solo se muestran los pasos que se consideraron para la elaboración del programa de capacitación en la Figura 8.



Figura 8. Proceso para el desarrollo del programa de capacitación.

2. Se desarrollaron de mejoras para el área de despielado para reducir los efectos de las mermas debido a los filetes suaves o los filetes en el piso. Como se ve en la Figura 9, los filetes constantemente se apilan y se caen al piso, lo que puede provocar problemas de filete suave y filete en el piso como se observó en el VSM de estado actual, por lo que se desarrollaron mejoras en el diseño de la entrega de los filetes de la despieladora para que estos se mantuvieran en su lugar, con mejoras muy simples pero que eliminaran el problema de raíz, como se muestra con los rediseños de la Figura 10.



Figura 9. Problemas identificados en despielado

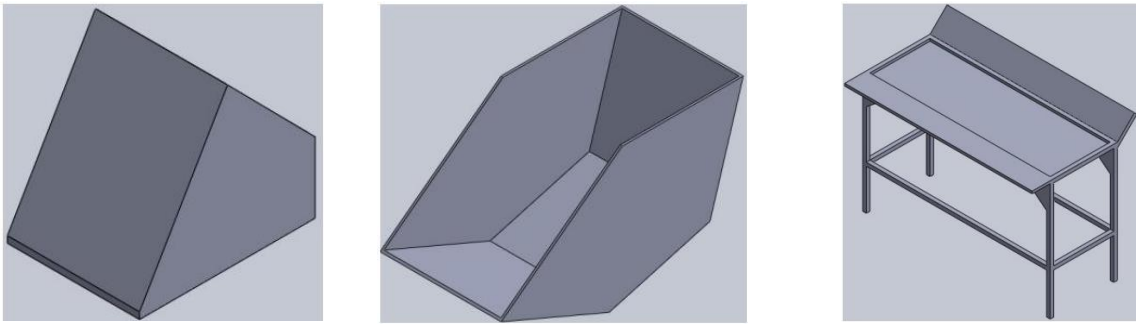


Figura 10. Modificaciones para eliminar mermas en despielado

3. Se realizó una matriz de asignación de responsabilidades, presentada en la Figura 11, con la participación de los operarios y los encargados del proyecto, para determinar claramente las responsabilidades de cada persona y atacar diferentes problemas, principalmente la observación de la adecuada temperatura en las áreas y el cuidado de los equipos, lo que permita mantener condiciones de temperatura estables en los diferentes espacios.

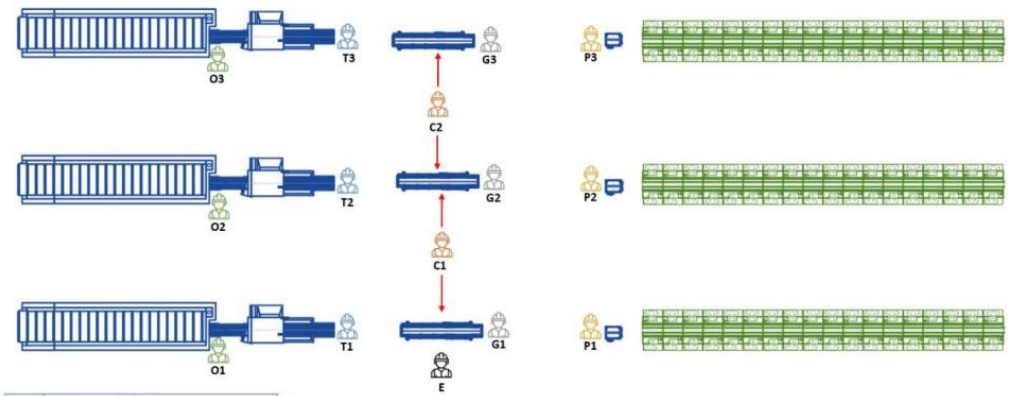
MATRIZ DE ASIGNACIÓN DE RESPONSABILIDADES

R	Responsable
A	Aprobador
C	Consultado
I	Informado

	ROLES / ACTIVIDADES	MIEMBROS DEL ÁREA DE EMPAQUE					
		EMPAQUE MP					
		PRODUCCIÓN	SUPERVISOR	ENCARGADO	OPERARIO A	AYUDANTE GENERAL	CALIDAD
1	Verificar el estado y condiciones de la maquinaria Termoformadora	A	I	C	R		
2	Asegurar las modificaciones y captura de especificaciones en el sistema	A	I	C	R		
3	Utilizar EPP distintivo del área, la limpieza y orden inmediata	A	I	C	R	R	
4	Clasificar el producto dispuesto a la alimentación de la termoformadora	A	I	C		R	
5	Separar en taras diferentes los que cumplen y no cumplen los requerimientos	A	I	C		R	
6	Garantizar el paso y empaque al vacío de producto de calidad.	A	I	C	R		A
7	Alimentar de manera continua la termoformadora llenando todos los moldes de esta	A	I	C		R	
8	Recibir el producto que sale de la termoformadora	A	I	C		R	
9	Realizar la inspección continua de la operación de la máquina	A	I	C	R		
10	Separar el producto que no cumpla con las especificaciones requeridas	A	I	C		R	A
11	Acomodar 40 o 50 piezas en bandejas según el producto procesado	A	I	C		R	
12	Colocar las bandejas en los carritos de manera ordenada.	A	I	C		R	
13	Llevar el carrito a la báscula patín para realizar su pesaje	A	I			R	
14	Descontar al peso generado el peso del carrito con bandejas y el peso del MP	A	I			R	
15	Anotar los datos en la papeleta	A	I			R	
16	Inspeccionar que los datos sean correctos	A	I	R			C
17	Aprobar los datos en la papeleta	A	I	C			R
18	Llevar carrito al área de empaque de MP	A	I	C		R	

Figura 11. Matriz de asignación de responsabilidades.

4. Se llevó a cabo la organización del personal de los equipos de despielado, de modo tal que se pudiera mantener a los equipos operando todo el tiempo, ya que la despieladora es un área que es un cuello de botella en el proceso de producción. Para esta actividad, si bien no se implementó SMED, si se utilizó la misma idea de separación de actividades internas y externas, su clasificación y perfeccionamiento para el ordenamiento de las tareas y mantener a las máquinas operando al 100%, evitar los tiempos de paro, el equipo y personal se muestra en la Figura 12 y su ordenamiento se explicó por medio de las imágenes a los operarios.



E	Encargado de grupo
P	Pesador final (Operario B)
G	Alimentador de grader (Operario B)
C	Clasificador filete (Operario B)
T	Alimentador de TRIO (Operario B)
O	Operador de TRIO (Operario B)

Figura 12. Maquinaria y personal del área de despielado.

5. Este evento se realizó para el área de despielado también, buscando mantener su operación al 100% y la reducción de los tiempos de paro para tal área, este evento surgió a raíz del análisis de las fallas en el área

de despielado, como se ve en la Tabla 4, ya que una que se producía de forma repetitiva eran los paros por motivos de la cuchilla de corte.

Tabla 4. Fallas para el área de despielado

Inicio de Paro	Fin de Paro	Duración	Sub-(Equipo/Proceso)	Descripción de la causa del paro	Acción correctiva	Tipo de falla
14:45	15:00	15.00	cuchilla	cuchilla rota	cambio de pieza	Mantenimiento
02:30	02:45	15.00	cuchilla	cuchilla rota	cambio	Mantenimiento
12:20	12:45	25.00	cuchilla	cuchilla rota	cambio	Mantenimiento
06:50	07:50	60.00	cuchilla	falta de refacciones (cuchilla) trio 3	cambio de piezas	Mantenimiento
10:05	10:25	20.00	cuchilla	cuchilla rota	cambio	Mantenimiento
10:00	10:19	19.00	Cuchilla	cuchilla en mal estado	cambio de cuchilla	Mantenimiento
11:50	12:05	15.00	Cuchilla	cuchilla rota	Cambio	Mantenimiento

Una falla recurrente para esta área fue el cambio de cuchillas en las despieladoras y se detectó que el cambio de estas requería de mucho tiempo, sin ser necesario, por lo que se decidió cambiar el lugar de almacenamiento de las cuchillas lo que redujo considerablemente los traslados para hacer los cambios de este componente vital como se observa en la Figura 13.

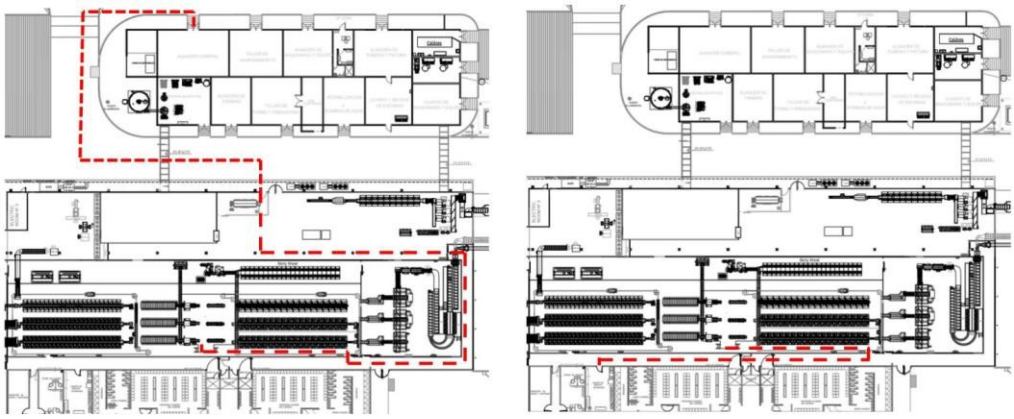


Figura 13. Antes y después del cambio de almacenamiento de las cuchillas para despieladora.

Resultados y discusión

Para el desarrollo del proyecto se obtuvieron una gran cantidad de resultados diferentes, por mencionar dos: la Tabla 5 presenta los resultados del cambio del lugar de almacenamiento de las cuchillas y la Figura 14 presenta las reducciones de tiempo muerto para la organización de las actividades en el área de despielado. En este caso ambos eventos Kaizen representaron un beneficio para la empresa, el primero con una mejora directa del rendimiento de poco más del 4% y el segundo con una mejora de reducción de tiempo muerto del 70%, lo que demostró la efectividad de los eventos Kaizen.

Tabla 5. Antes y después del cambio de cuchillas

Método	Actual	Propuesto
Lugar	Cuchilla en almacén general	Cuchilla en Planta Proceso
Tiempo de traslado (minutos)	19.13	5
Distancia (metros)	175	80
Tiempo de cambio de cuchilla (minutos)	5	5
Tiempo total (minutos)	24.13	10.00
Tiempo total (Segundos)	1453.00	600.00
Filetes por minuto	3148	1300
Canastas acumuladas	84	35
Rendimiento	**32.01%**	**36.79%**

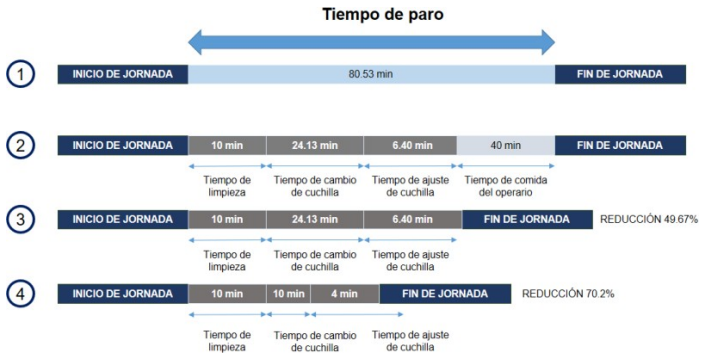


Figura 14. Actividades antes y después de la mejora SMED

Del desarrollo de las mejoras propuestas para el proyecto, se realizó una comparación de los valores actuales de rendimiento, el indicador de desempeño general del proyecto, presentado en la Figura 15. En esta gráfica se puede ver que el valor promedio es de 32.5% para el rendimiento actual, señalado con una línea de color azul y que, comparado con lo esperado con la implementación de los eventos Kaizen, éstos ofrecen una mejora del 11.5%, alcanzando valores de rendimiento global de 44% como se ve con las barras de color verde.

Finalmente se realizó un estimado de los ahorros esperados con la implementación de las mejoras, lo cual da una idea más clara del impacto de las mejoras propuestas, en este caso se esperaría que, si se logran implementar todas las mejoras propuestas, la empresa consiga un ahorro de poco más de $ 114,000 al mes, por sólo el desarrollo de eventos Kaizen, como se observa en la Tabla 6, cabe mencionar que no es posible hacer una comparación del antes y después debido a que la empresa prefiere reservar los montos totales.

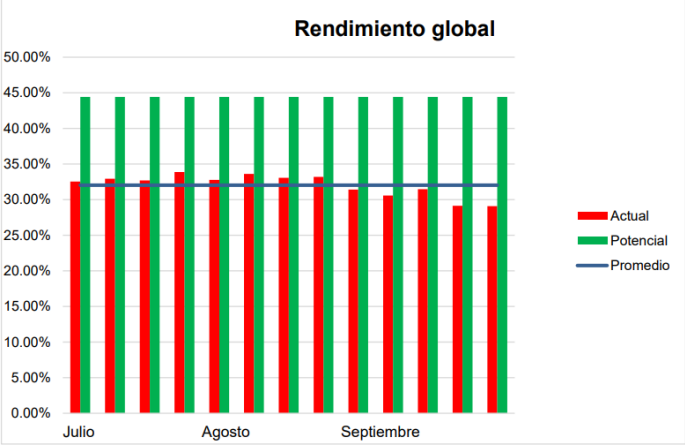


Figura 15. Comparación del rendimiento actual vs esperado.

Tabla 6. Impacto potencial de los eventos Kaizen.

Producto	Promedio (lbs)	Biomasa (kg)	Costos ($)
Filete suave	2,129.25	3,163.57	$ 75,925.70
Filete en el piso	1,073.14	1,594.44	$ 38,266.60
Impacto potencial de las mejoras mensuales			**$ 114,192.29**

Conclusiones

En conclusión, el desarrollo del proyecto trajo consigo una cantidad importante de beneficios para la empresa, primero que nada, se comprobó la efectividad de combinar herramientas de ingeniería industrial para el beneficio de la organización, utilizando la metodología de Seis Sigma para guiar el desarrollo del proyecto, el VSM para identificar las posibles áreas de mejora y comenzar con el desarrollo de los eventos Kaizen lo que traería consigo una mejora del 11.5% del rendimiento global, el principal indicador del proyecto.

El segundo beneficio principal del proyecto fueron los ahorros potenciales de la implementación de los eventos Kaizen ya que, únicamente considerando la mejora en el rendimiento de los procesos se pueden tener beneficios potenciales que ascienden hasta los $114,000.

Referencias

[1] 50Minutos, “El mapa del flujo de valor: los secretos de la herramienta clave del Lean Manufacturing”, pp. 9-12, 50Minutos.es, 2017

[2] I. J. Guerra-López, “Evaluación y mejora continua: Conceptos y herramientas para la medición y mejora del desempeño”, pp. 9-11, AuthorHouse, 2007

[3] J. K. Liker, “Las claves del éxito de Toyota: 14 principios de gestión del fabricante más grande del mundo”, pp. 215 - 220, Gestión2000, 2019

[4] J. L. Quesado Pinto, J. C. O. Matias, C. Pimentel, “Just in time factory: Implementation through Lean Manufacturing tools”, pp. 113-120 Springer, 2018

[5] T. Quick, “Splitting the DMAIC: Unleash the power of continuous improvement”, pp 1 – 30, Quality Press, 2019

[6] L. Socconini, “Lean Manufacturing: paso a paso”, pp. 125-130, Alpha Editorial, 2019