

**Metodología DMAIC - SIX SIGMA para aumentar la productividad del área de producto terminado de la empresa Pesquera Artesanal de Chimbote, 2016.****DMAIC methodology - SIX SIGMA to increase productivity in the finished product area of the artisanal fishery company of Chimbote, 2016.****DMAIC - SIX SIGMA metodologia para aumentar a produtividade do produto acabado da corporação pesca artesanal Chimbote de 2016.****Christian Bryan Roncal Zapata<sup>1</sup>, Lourdes Esquivel Paredes<sup>2</sup>, Cesar Moreno Rojo<sup>3</sup>.****Resumen**

La presente investigación tuvo como objetivo proponer la metodología DMAIC- SIX SIGMA como herramienta para mejorar la productividad en el área de producto terminado de la empresa Pesquera Artesanal de Chimbote EIRL. La investigación es aplicativa con diseño pre experimental, empleando como población y muestra los valores de productividad en el área de producto terminado. La metodología empleada fue DMAIC – SIX SIGMA, se realizó el diagnóstico situacional del proceso productivo de corte primario de anchoveta mediante el diagrama de operaciones y cursograma analítico de la empresa, se aplicó la herramienta de la metodología DMAIC – SIX SIGMA para el análisis del proceso productivo de la empresa, así se planteó propuestas técnicas de mejora, evaluando el impacto técnico y económico que éstas producían. La percepción final del nivel sigma que obtuvo la empresa es aceptable, se reflejó el aumento de 1.8 a 3.7 sigma, generando un ahorro económico de S/.9108.75 y un proceso productivo más eficiente.

**Palabras clave:** Control de calidad, metodología DMAIC –SIX SIGMA, productividad.

**Abstract**

The present research aimed to propose the DMAIC-SIX SIGMA Methodology as a tool to improve Productivity in the Completed Product Area of the Artisanal Fishery Company of Chimbote EIRL. The research is applied with pre-experimental design, using as population and shows the productivity values in the Finished Product Area. The methodology used was DMAIC - SIX SIGMA, the situational diagnosis of the production process of Primary Cut of Anchoveta was made through the Operational Diagram and Analytical Cursogram of the company, the tool of the DMAIC - SIX SIGMA methodology was applied for the analysis of the process Productive, as well as technical proposals for improvement, evaluating the technical and economic impact they produced. The final perception of the company's sigma level is acceptable, reflecting the increase from 1.8 to 3.7 Sigma, generating economic savings of S/ .9108.75, soles and a more effective Production Process.

**Keywords:** Quality Control, DMAIC Method -SIX SIGMA, productivity.

**Resumo**

A presente pesquisa teve como objetivo propor metodologia DMAIC- SIX SIGMA como ferramenta para melhorar a produtividade no area do produto acabado da Corporação Pesca Artesanal EIRL Chimbote. Investigaçao Applicative é pré-delineamento experimental, utilizando-se como valores de amostra de população e de produtividade na área Acabaram. A metodologia utilizada foi DMAIC - SIX SIGMA, a avaliação da situação do processo de produção do corte primária anchova foi realizada utilizando o diagrama de operacoes e Fluxograma analítico da corporacao, aplica-se a ferramenta DMAIC para a análise do processo da empresa assim se propos de melhorias técnicas, evaluo-se o impacto técnico e económico que estes produzem. A percepção final de nível sigma que ganhou a empresa é aceitável, subindo 1,8 a 3.7 sigma, gerando um ahorro de custos de S/. 9108.75, soles e um processo de produção mais eficiente.

**Palavras-chave:** Controle de qualidade, metodologia Seis SIGMAS DMAIC, produtividade.

<sup>1</sup>Escuela de Ingeniería Industrial. Bachiller. Universidad César Vallejo. Chimbote. Perú. christianroncalz@outlook.com.

<sup>2</sup>Dirección de Investigación. Magister. Universidad César Vallejo. Chimbote. Perú. lesquivel@ucv.edu.pe. <http://orcid.org/0000-0001-5541-2940>

<sup>3</sup>Escuela de Ingeniería Industrial. Doctor. Universidad César Vallejo. Chimbote. Perú. cmoro67@yahoo.es.

Recibido: 05/04/ 2017 Aceptado: 10/05/2017

## Introducción

La metodología DMAIC - Six Sigma está formada por un sistema que permite mejorar los procesos que están por fuera del rango permisible para las empresas, ocasionando que se queden fuera de control, que a su vez deriva en numerosas pérdidas de recursos, dinero y tiempo, DMAIC es usada cuando un producto o proceso no satisface las necesidades de los clientes, visto de otra manera, no es productivo para los intereses de las empresas. Gutiérrez (2015), dijo que esta metodología tiene sus inicios en el año 1988, cuando Motorola por medio del Ing. Bill Smith la usó como una estrategia para mejorar la calidad de su producto, que hoy en día refleja los buenos resultados que han obtenido y a la vez que le generó nuevos horizontes que le permitieron abrir un camino en el mercado tecnológico, esto se puede verificar al tener cifras como, reducción de los costos de no calidad en 84,0%; eliminación del 99,7 % de los defectos en sus procesos además de que incrementará la productividad de un 12,3 %.

En el Perú, las empresas del rubro pesquero han implementado una serie de metodologías, como la 5S o el ciclo Deming y sistemas integrales en la gestión de la calidad, pero muchos no han dado los resultados esperados, ya que se sigue evidenciando serios problemas en la calidad del producto terminado, devoluciones de lotes por un producto que no satisface al cliente. En la actualidad las empresas de Chimbote y Nuevo Chimbote, empiezan a sufrir cambios bruscos debido a la industrialización que se viene dando en el norte de nuestro país, lo cual conlleva a que todas estas empresas estén en constante lucha por ser más productivas, mejorando las metodologías y sistemas usados a lo largo de sus procesos productivos para obtener un producto de calidad.

En Chimbote, el rubro de las pesqueras artesanales ha venido en crecimiento, en la que la Pesquera Artesanal de Chimbote EIRL, con su marca PACHI, es una de las más reconocidas a nivel nacional e internacional, ya que se ha planteado destacar y tratar de obtener mayor participación en el mercado, a partir de ofrecer a sus clientes un producto de calidad, que le genere las ganancias necesarias para retroalimentar y controlar las metodologías a implantar.

En la Pesquera Artesanal de Chimbote EIRL, se observan índices de improductividad en sus distintas áreas, por ejemplo en la recepción de la materia prima, no se efectúa de la manera idónea, ya que no se revisa e inspecciona la materia prima bajo ninguna norma reguladora, muchas veces el pescado (anchoveta) pasa directo a la sala de corte sin ningún control de calidad, así mismo se evidencia innumerables faltas en el proceso productivo del corte primario, ya que el personal que labora, no cuenta con la experiencia necesaria para efectuar el corte HG, o HGT, los cuales son los tipos de corte más pedidos por los clientes, conllevando a que el cliente quede insatisfecho por la presencia de cabeza, vísceras y cola dentro de su producto. También encontramos fallas dentro del proceso de lavado 1 y lavado 2 de la anchoveta cortada, ya que muchos de los trabajadores no están capacitados para saber que el pescado en mención se tiene que lavar con salmuera a 22-24° B, caso contrario el pescado no deshidratara igual, lo que conlleva a tener un producto terminado flácido y con poca rigidez, permitiendo la proliferación de microorganismos que contaminen el producto, luego se procede al empanizado donde el desperdicio y exceso en el consumo de sal es notorio, ya que no se lleva un control de los consumos y de los rendimientos de los insumos, muchas veces se nota que los dynos llenos de producto cortado y lavado tienen abundante sal, y a veces tienen poca sal, ya que no se han estandarizado las cantidades pertinentes para obtener un producto de calidad y que a la vez no lleve a tener pérdidas a la empresa. Así mismo, en el envasado se tiene que lavar y empanizar el pescado cortado para luego meterlo de manera ordenada en los cilindros, pero los cilindros no son lavados antes de usarlos, contienen residuos de plástico, entre otros. Al dejar los cilindros en el reposo temporal, con el paso de las semanas, se produce la proliferación de los hongos y halógenos en las paredes de los cilindros, esto por no tener un correcto lavado, y por la presencia de humedad en el propio pescado, lo que conlleva a tener un gasto extra en el mantenimiento de los lotes de producción, y clientes insatisfechos cuando llegan a la empresa a realizar las pruebas de laboratorio para medir los niveles de proteínas e histamina que contiene el producto, los cuales dan como resultado desfavorable para los intereses de la empresa, ya que el

cliente ante la baja calidad del producto procede a bajar el precio de la tonelada de producto terminado.

Por esto se han hecho denodados esfuerzos implantando un sistema HACCP, y los estudios que se hicieron post implementación, arrojaron datos que no corresponden con la realidad del proceso, esto se ha visto reflejado en el momento de cruzar la información con datos estandarizados y que estadísticamente no son favorables para la empresa, con las cifras reales de mano de obra que interviene en el proceso, tiempos necesarios para la realización de cada operación, flujo de materia prima, disposición de personal, y zonas de almacenamiento, y los índices de rendimiento de consumos tanto de materia prima como de consumo de sal, están generando pérdidas, que a su vez podrían causar una baja importante en las aspiraciones de la empresa de tener un desarrollo sustentable en el corto y largo plazo. Esto hace notar que en la Pesquera Artesanal de Chimbote, el control de calidad es deficiente, generando una confiabilidad bastante baja, en términos de resultados, pues al corroborar la trazabilidad de los barriles producidos en planta, con lo obtenido en físico, no coincidían las cantidades, por lo que se genera grandes pérdidas, ya que en el mercado un barril del producto terminado de anchoveta en salazón tiene un precio muy alto, y genera grandes desbalances económicos en la empresa, así mismo, no se lleva un conteo de los sacos de sal consumidos en una cantidad estándar de producción, lo que conlleva a que haya un desbalance en termino económicos, que a largo plazo afectarían a la situación en el mercado de la empresa.

En la Pesquera Artesanal de Chimbote, al ser una de las empresas líder en el rubro pesquero de anchoveta en salazón, debe estar en capacidad de responder de manera eficaz a la demanda del mercado local, nacional e internacional. Debido a la competitividad y a la globalización del mercado a la que se deben enfrentar las empresas hoy, se hace necesario contar con un producto que haya pasado por todo un conjunto de acciones, mecanismos, y herramientas que nos indiquen que el producto terminado cuenta con un mínimo de errores.

Por esta razón, la Pesquera Artesanal de Chimbote implementó un sistema de calidad, basado en los 7 principios de HACCP, además de las buenas prácticas de manufactura y un programa de higiene y saneamiento, los cuales conforman un sistema de gestión de la calidad, que han buscado producir resultados confiables y en tiempo real, con el fin de controlar cada una de las áreas y procesos involucrados en la actividad de corte de anchoveta en salazón por medio de una mejor planeación, verificación, control, y retroalimentación que todo el sistema HACCP implica, pero no se han obtenido los resultados esperados; es por esto que se desea implementar la metodología DMAIC - Six Sigma, que busca llegar a un mínimo de errores que le proporcionen a la pesquera, la certeza de que obtendrá al final del proceso un producto que satisfaga las necesidades y peticiones del cliente.

## Material y método

Este estudio, por el fin que se persigue es aplicada, pues se busca aplicar, encontrar e informar los hechos o fenómenos para aplicarlos y dar la solución de los problemas humanos ocasionados en la actividad de trabajo. El diseño de investigación de acuerdo a la técnica de contrastación es pre - experimental, existe un control de la variable independiente, se trabaja con un solo grupo (G) al cual se le aplica un estímulo (metodología DMAIC - SIX SIGMA) para determinar su efecto en la variable dependiente (productividad), aplicándose una pre prueba y post prueba luego de aplicado el estímulo. Se inició y terminó la investigación con una metodología muy certera iniciando la búsqueda de las variables y lograr realizar la investigación usando las matrices de operacionalización y consistencia obteniendo los resultados esperados para su mejor control y seguimiento, hasta obtener los resultados esperados. La población y muestra considerada es la productividad en el almacén de producto terminado de la empresa, teniendo como tipo de muestreo: no probabilístico, por conveniencia.

Las técnicas usadas para la recolección de datos fue la encuesta: es una técnica de adquisición de información de interés propio, mediante un cuestionario previamente elaborado, a través del cual se

puede conocer la opinión o valoración del sujeto seleccionado en una muestra sobre un asunto dado, la observación experimental: es una técnica que elabora datos en condiciones relativamente controladas por el investigador, ya que se realiza después de haber manipulado la o las variables y de organización y métodos: técnica por la cual se puede llegar a elaborar diagramas de operaciones, flujogramas, cursogramas, etc.

El instrumento para recolección de datos, según Galvani (2013) nos dice que en la elaboración de la investigación se toman en consideración instrumentos que nos permitan elaborar de manera confiable la recolección de datos medios que nos faciliten el manejo de información recolectada para lograr en favorecer al presente proyecto de investigación y poder cumplir con los objetivos de la investigación; aquí mencionamos algunas:

**Cuestionario:** Es un formato redactado en forma de interrogatorio para obtener información acerca de las variables a investigar, puede ser aplicado personalmente o por correo, en forma individual o colectiva y debe reflejar y estar relacionado con las variables y sus indicadores.

**Diagrama de actividades:** Es un gráfico mediante el cual están expresadas todas las actividades que se realizan dentro del proceso productivo, desde el inicio hasta obtener el producto final.

**Cursograma analítico:** Es un diagrama que muestra la trayectoria de un producto, también se detalla todo lo que hace el operario.

**Diagrama de control:** Es un diagrama que muestra el comportamiento de los datos dentro de sus límites permisibles (López, 2002).

**Matriz problema-propuesta:** Matriz en la cual se dan a conocer los problemas y a la vez las propuestas de mejora técnica para solucionarlos. adjuntando los responsables y los recursos que se necesitan para lograr mejorar las dificultades.

**Matriz six sigma:** Matriz que reflejara el comportamiento y la mejora del nivel six sigma a medida que se va implementando la metodología DMAIC SIX SIGMA.

**Tabla 1. Recolección de Datos.**

TÉCNICA	INSTRUMENTO
Encuesta	Cuestionario
Observación	Diagrama de actividades y cursograma analítico
Observación	Diagrama de control
Observación	Matriz problema – propuesta de mejora
Observación	Matriz six – sigma

**Fuente:** Elaboración propia.

#### Validación y confiabilidad del instrumento

**Validez:** Se refiere si el instrumento para la recolección de datos mide lo que realmente debe medir. Un instrumento de recolección es válido cuando mide de alguna manera demostrable aquello que trata de medir, libre de distorsiones sistemáticas. Para la validación de los instrumentos elegidos se tomó en cuenta el cuadro de operacionalización de las variables y la ficha de registro con escala numérica con el criterio de juicio de expertos, mediante un formato de validación. La confiabilidad interna del cuestionario realizado: Según Chowdhury (2006), los métodos de análisis de datos serán validados estadísticamente empleando el modelo de fiabilidad interna de  $\alpha$  de Cronbach cuya ecuación es:

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \cdot \left( \frac{1 - \sum V_i}{V_t} \right)$$

Dónde:

$\alpha$  : Confiabilidad de Cronbach

K: Cantidad de preguntas de cuestionario

$\sum Vi$ : Total de varianzas por ítem o preguntas

Vt: Varianza total por entrevistado/encuestado métodos de análisis de datos

Reemplazando se obtuvo como resultado 84.8% de confiabilidad.

## Resultados

El diagnóstico situacional del proceso productivo de corte primario de anchoveta, se realizó a través de la aplicación de un cuestionario al cual se le realizó el estudio de confiabilidad reportando un alfa de Cronbach de 84.84%, con la finalidad de verificar si los colaboradores conocen y aplican de la metodología DMAIC- Six sigma, los resultados se muestran en la Tabla 2:

**Tabla 2. Pregunta 01 de la encuesta realizada.**

<b>¿Tiene Conocimiento sobre metodología DMAIC SIX-SIGMA?</b>					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Definitivamente no	10	100,0	100,0	100,0

**Fuente:** Encuesta realizada a los trabajadores de PACHI EIRL.

El 100% de los trabajadores del área de producto terminado no tiene conocimiento alguno sobre la metodología DMAIC – SIX SIGMA.

**Tabla 3. Pregunta 02 de la encuesta realizada.**

<b>¿Ha encontrado el apoyo en el departamento en el que labora y las facilidades necesarias para que usted desarrolle de modo óptimo sus labores?</b>					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Probablemente no	2	20,0	20,0	20,0
	Indeciso	4	40,0	40,0	60,0
	Probablemente si	3	30,0	30,0	90,0
	Definitivamente si	1	10,0	10,0	100,0
	Total	10	100,0	100,0	

**Fuente:** Encuesta a trabajadores de PACHI EIRL.

El 40% de los trabajadores del área de producto terminado se encuentra indeciso y no logran diferenciar si tienen o no las facilidades necesarias para desempeñarse de manera óptima en su puesto de trabajo, mientras que el 10% definitivamente dice que no.

La Tabla 4, muestra que el 30% de los trabajadores del área de producto terminado dice que sus jefes y superiores si son profesionales y estas capacitados para llevar el equipo de trabajo de manera eficiente, mientras que el 20% dice que no es capaz.

**Tabla 4. Pregunta 03 de la encuesta realizada.**

¿La empresa Pesquera Artesanal de Chimbote EIRL, cambia constantemente de personal en el área de producto terminado?		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Probablemente no	2	20,0	20,0	20,0
	Indeciso	3	30,0	30,0	50,0
	Probablemente si	3	30,0	30,0	80,0
	Definitivamente si	2	20,0	20,0	100,0
	Total	10	100,0	100,0	

**Fuente:** Encuesta a trabajadores de PACHI EIRL.

Se elaboró un cursograma analítico con la finalidad de hacer un estudio exhaustivo en el proceso productivo de corte primario de anchoveta que involucra la investigación, el cual se muestra en el Cuadro 1.

**Cuadro 1: Cursograma analítico de operación.**

CURSOGRAMA ANALÍTICO DE: OPERACIÓN( ) MATERIAL( ) EQUIPOS ( )												
CORTE PRIMARIO DE ANCHOVETA EN SALAZÓN				PESQUERA ARTESANAL DE CHIMBOTE I EIRL				FACILITADOR:		JUAN ALEXANDER QUISPE REYES		
FECHA: MAYO DE 2016								NANCY ZULEMA BLAS GARCIA				
HORA INICIO: 08:00		HORA FINAL: 12:00						CHRISTIAN RONCAL ZAPATA				
CANTIDAD DE MATERIA PRIMA : 400 CUBETAS				Proc	P/I	Insp	Trans	Alm	Dem			
Documentos de Entrada	I	ACTIVIDAD	QUIEN	○	⊖	□	⇨	▽	◇	TIEMPO ESTIMADO (Min)	DISTANCIA (Mts)	VARIABLES CRITICAS OBSERVADAS
Recepción de la Guía de Remisión / Trazabilidad de Recepción - Producción	1	RECEPCION DE LA MATERIA PRIMA	Aseguramiento de la Calidad	x						30	10	Análisis Físico Sensorial de la Materia Prima (Anchoveta)
BPM N°01 - Corte y Eviscerado	2	CORTE Y ESMICERADO	Personal de Destajo		x					180	-	Verificar el tipo de Corte: HG/HGT
BPM N°02 - Lavado	3	LAVADO N° 01	Personal de Jornal	x						60	15	El 30% de las vísceras deben estar fuera de la Anchoveta
	4	LAVADO N° 02	Personal de Jornal	x						60	5	Cortada.
BPM N°03 - Salado / Empanizado	5	SALADO O EMPANIZADO	Personal de Salmuera	x						60	10	El pescado cortado debe quedar completamente empanizado con sal.
	6	REPOSO TEMPORAL	Personal de Salmuera						x	720	5	El reposo tiene un tiempo no menor de 12 horas.
BPM N°04 - Envasado	7	EMPUÑADO / ENVASADO	Personal de Envasado		x					300	5	La Anchoveta cortada tiene que formar una rosa desde el borde del cilindro hasta el centro.
	8	PRENSADO	Personal de Envasado	x						60	-	Verificar que el envasado este correctamente prensado
Trazabilidad de Despacho y Embarque	9	ALMACENADO TEMPORAL	Aseguramiento de la Calidad						x	10080	10	Verificar que el cilindro haya bajado al menos 10 cm.
	10	DESPACHO / EMBARQUE	Personal de Embarque				x			300	10	Correcta Codificación de los Cilindros

**Fuente:** Elaboración propia.

Se aplicaron las herramientas de la metodología DMAIC-Six sigma para analizar el proceso productivo, mediante la elaboración del diagrama de control de rendimiento de MP, que se muestra en la Tabla 5.

**Tabla 5. Rendimientos (materia prima).**

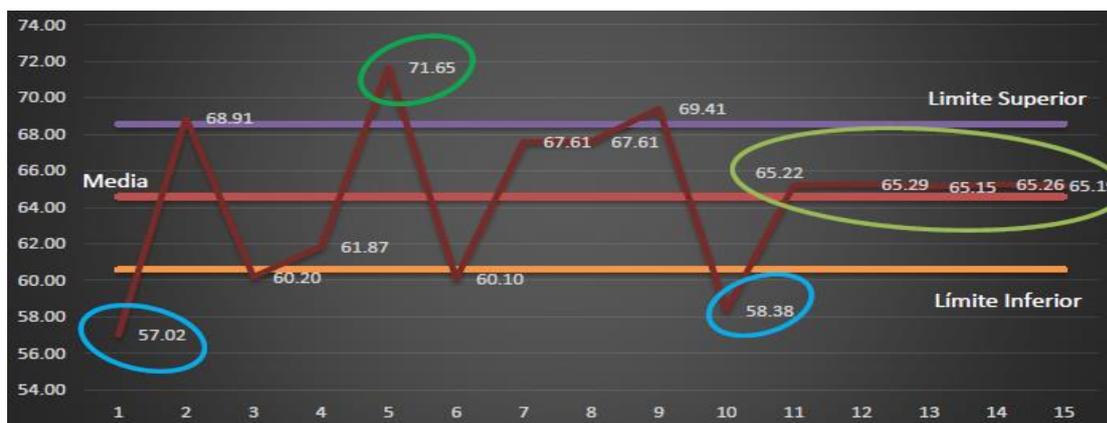
Nº	Semana	Rendimiento (%)	Nº	Semana	Rendimiento (%)
1	01-mar	57,02	9	01-may	69,41
2	02-mar	68,89	10	02-may	58,38
3	03-mar	60,00	11	03-may	65,34
4	04-mar	61,87	12	04-may	65,29
5	01-abr	71,65	13	01-jun	65,27
6	02-abr	60,00	14	02-jun	65,02
7	03-abr	67,61	15	03-jun	64,04
8	04-abr	67,61	16	04-jun	63,82

**Fuente:** Partes de Producción.

Se calculó el límite de control inferior (LCI) y límite de control superior (LCS) para el gráfico de control (Figura 1) de rendimiento de la materia prima, donde:

LCS = LC + Variación Permitida, es decir  $LCS = 64.45 + 4.10 = 68.55$

LCI = LC - Variación Permitida, es decir  $LCI = 64.45 - 4.10 = 60.35$ .



**Figura 1. Gráfico de Control de Rendimiento de Materia Prima.**

**Fuente:** Elaboración Propia.

Análisis del gráfico de control de rendimientos de materia prima

	Los puntos que están fuera de los límites de control casi siempre se producen por una causa especial, debido al cambio repentino en el promedio del proceso, generado por la introducción de nuevos de trabajadores, materiales o equipos, se hicieron cambios de métodos de inspección (Metodología DMAIC- SIX SIGMA, lo que causó una mayor o menor atención en la inspección.
	La Tabla 4, nos muestra que la primera semana de abril (01 – abril) el rendimiento (71.65 %) va por encima de los límites permisibles (68.46%-60.44%), pero no quiere decir que esté bien, ya que este es un caso especial de pérdida de calidad, por el tipo de corte “incorrecto” (HGT) que se manifiesta, al encontrarse el producto terminado (cilindros) con resto de vísceras, cola y cabeza de pescado, lo que originó bajarle el precio a nuestro producto.
	Al final de la aplicación de la metodología DMAIC- SIX SIGMA, tenemos un proceso productivo controlado estadísticamente, pues desde la semana 02-mayo hasta la semana 04-junio se ve que están dentro de los límites permisibles y ligados a la media, con una reducción en la última semana por factores externos (puerto pesquero de Chimbote - Estado: Cerrado).

Del mismo modo se aplicó la Metodología DMAIC-Six sigma en la diagrama de control de consumos de sal, que se muestra en la Tabla 6.

**Tabla 6. Rendimientos (consumo de sal fina).**

Nº	Semana	Consumo de Sal (Kg)	Nº	Semana	Consumo de Sal (Kg)
1	01-mar	53,00	8	04-abr	59,12
2	02-mar	52,63	9	01-may	57,76
3	03-mar	54,76	10	02-may	57,43
4	04-mar	63,64	11	03-may	59,52
5	01-abr	59,57	12	04-may	58,25
6	02-abr	59,09	13	01-jun	58,89
7	03-abr	55,92	14	02-jun	59,38
8	04-abr	59,12	16	04-jun	58,18

**Fuente:** Partes de producción.

Se calculó LCI y LCS para el grafico de control de rendimiento de consumo de sal (Figura 2), donde:

LCS = LC + Variación permitida, en la cual LCS = 58.33 + 2.00= 60.33.

LCI = LC - Variación permitida, es decir LCI = 58.33 – 2.00 = 56.33.



**Figura 2. Gráfico de Control de Rendimiento de Consumo de Sal.**

**Fuente:** Elaboración Propia.

#### Análisis del gráfico de control de rendimientos

	Los puntos que están fuera de los límites de control casi siempre se producen por una causa especial. El cambio repentino en el promedio de consumo de sal en el área de empanizado y envasado, es que lo trabajadores no tenían conocimiento de los parámetros que se usan en el proceso de corte primario de anchoveta.
	La Tabla 05 de consumo de sala (Kg), nos dice que la primera semana de abril (01 – abril) el consumo de sal en el envasado fue de 63,64 Kg va por encima de los límites permisibles (57.00 kg – 60,00 kg), pero no quiere decir que esté bien. Ya que este es un caso especial de pérdida de calidad, porque la cantidad en exceso de sal no es la adecuada, ya que el producto está propenso a crear microorganismos (Halófilos).

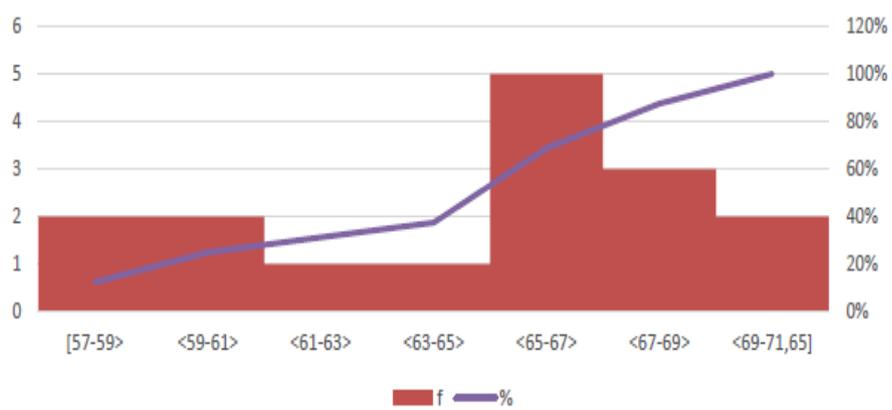
Al final de la aplicación de la metodología DMAIC- SIX SIGMA, tenemos un proceso productivo controlado estadísticamente, pues el consumo de sal desde la semana 02-Mayo hasta la semana 04-Junio está dentro de los límites permisibles y ligados a la media, que es una cantidad estandarizada para el proceso de curado de anchoveta.

Se elaboró el histograma de rendimiento de materia prima, en función de los datos mostrados en el Cuadro 2.

**Cuadro 2: Histograma de frecuencias de rendimiento de materia prima.**

Nº	Rendimiento (%)	Clase	f	F	%
1	57,02	[57-59>	2	2	13%
2	68,91	<59-61>	2	4	25%
3	60,20	<61-63>	1	5	31%
4	61,87	<63-65>	1	6	38%
5	71,65	<65-67>	5	11	69%
6	60,10	<67-69>	3	14	88%
7	67,61	<69-71,65]	2	16	100%
8	67,61	Suma	16		
9	69,41				
10	58,38				
11	65,22				
12	65,29				
13	65,15				
14	65,26				
15	65,19				
16	64,55				

Fuente: Partes de producción de PACHI EIRL.



**Figura 3. Histograma de Frecuencias de Rendimiento.**

Fuente: Partes de producción de PACHI EIRL.

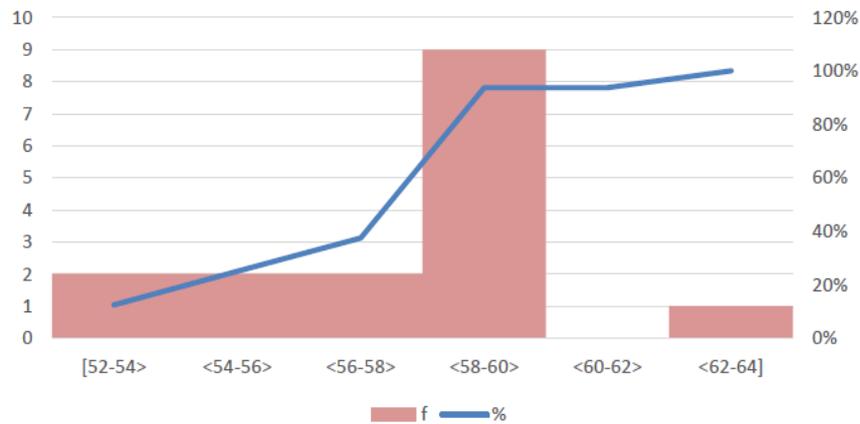
La Figura 3, muestra que el 38% de las semanas de producción no superan el 65% de rendimiento, mientras que el 31.25% de las semanas de producción se concentran entre 65 % y 67% de rendimiento.

Se elaboró el histograma de consumo de sal, en función a los datos del Cuadro 3.

**Cuadro 3: Histograma de frecuencias de rendimiento de consumo de sal.**

Nº	Rendimiento (%)	Clase	f	F	%
1	53,00	[52-54>	2	2	13%
2	52,63	<54 56>	2	4	25%
3	54,76	<56-58>	2	6	38%
4	63,64	<58-60>	9	15	94%
5	59,57	<60-62>	0	15	94%
6	59,09	<62-64]	1	16	100%
7	55,92				
8	59,12				
9	57,76				
10	57,43				
11	59,52				
12	58,25				
13	58,89				
14	59,38				
15	58,18				
16	58,60				

**Fuente:** Partes de producción de PACHI EIRL.



**Figura 4. Histograma de Frecuencias de Rendimiento de Materia Prima.**

**Fuente:** Partes de producción de PACHI EIRL.

La Figura 4, muestra que el 38% de las semanas de producción no superan el 58% de rendimiento de consumo de sal, mientras que el 56.25% de las semanas de producción se concentran entre 58 % y 60% de rendimiento de consumo de sal.

Se planteó propuestas de mejora técnica en el proceso productivo de corte primario de anchoveta (Tabla 7):

**Tabla 7. Matriz de problema – propuesta.**

Problema	Propuesta	Responsable	Recursos	Indicadores	Base legal
Análisis de la materia prima que ingresa a planta.	Análisis físico sensorial de la materia prima (anchoveta)	-Jefe de aseguramiento de la calidad - Técnico de aseguramiento de la calidad.	-Termómetro - Regla 30 cm -Kit de histamina.	T = $4 < x < 4.4$ Tamaño= $X > 12$ cm Peso= $X > 19$ g	- Codex alimentarius -Guía de los riesgos de la FDA (Food, drugs administration) NTP 700.02.2012 DS N°040-2001-PE Corte – Curado de pescado
Verificar el tipo de corte: HG / HGT	Mejorar el corte mediante capacitación, en tipo de corte HG / HGT.	-Jefe e planta -Supervisor de área.	- Ictiómetro - Pinzas de eviscerado.	CORTE HG / HGT	
El reposo y sangrado de la materia prima cortada	El 30% de las vísceras deben estar fuera de la anchoveta cortada y dejar en reposo un mínimo de 8 horas y un máximo de 48 horas.	-Jefe de producción -Jefe de aseguramiento de la calidad.	Dynos Esparragueras Fichas de registro.	N° dynos producidos -Sacos de sal en grano usada. - Sacos de sal fina usados	DS N°040-2001-PE Desangrado – Curado de pescado
Peso de los cilindros menor del rango adecuado.	Verificar que el envasado este correctamente prensado, en cada uno de los cilindros.	-Técnico de aseguramiento de la calidad	-Cilindros nuevos -Prensas 5 kg -Pesas 25 kg	Producción total de cilindros (TN)	NTP 204.203 NTP 204.042
Perdida de cilindros o enumeración errónea.	Correcta codificación de los cilindros, mediante el etiquetado.	Técnico de aseguramiento de la calidad	-Etiquetas -Cilindros nuevos	N° de Cilindros embarcados (TN)	STAN- 150.1985

**Fuente:** Elaboración Propia.

Se evaluó el impacto técnico de las propuestas realizadas sobre la productividad para la Pesquera Artesanal de Chimbote, el cual se muestra en la Tabla 8.

**Tabla 8: Impacto sobre la productividad.**

Nº	SEMANA	# Cajas	Materia Prima	Corte de Materia Prima	% Rendimiento	Consumo de Sal			PRODUCTIVIDAD		Índice de Consumo de Sal	Varianza	
						Empanizado	Envasado	SAL / CIL	TOTAL	CIL/SEM			TOTAL
											1,00	50	
1	01-mar	988	24700	14083,60	57,02%	68	53	53,00	121	50	1,06000000	0.10666667	5.33
2	02-mar	660	16500	11369,75	68,91%	44	40	52,63	84	38	1,05263158	0.1140351	5.70
3	03-mar	400	10000	6020,30	60,20%	35	23	54,76	58	21	1,09523810	0.0714286	3.57
4	04-mar	1080	27000	16705,20	61,87%	64	70	63,64	134	55	1,27272727	0.1060606	5.30
5	01-abr	800	20000	14330,50	71,65%	54	56	59,57	110	47	1,19148936	0.0248227	1.24
6	02-abr	400	10000	6010,40	60,10%	37	26	59,09	63	22	1,18181818	0.0151515	0.76
7	03-abr	1320	33000	22310,70	67,61%	89	85	55,92	174	76	1,11842105	0.0482456	2.41
8	04-abr	2852	71300	48202,90	67,61%	185	188	59,12	373	159	1,18238994	0.0157232	0.79
9	01-may	2023	50575	35102,50	69,41%	135	134	57,76	269	116	1,15517241	0.0114943	0.57
10	02-may	1471	36775	21470,30	58,38%	86	85	57,43	171	74	1,14864865	0.0180181	0.90
11	03-may	788	19700	12848,34	65,22%	49	50	59,52	99	42	1,19047619	0.0238095	1.19
12	04-may	1923	48075	31388,17	65,29%	113	113	58,25	226	97	1,16494845	0.0017182	0.09
13	01-jun	1920	48000	31272,00	65,1%	52	53	58,89	105	45	1,17777778	0.0111111	0.56
14	02-jun	147	3675	2398,31	65,26%	9	9,5	59,38	18,5	8	1,18750000	0.0208333	1.04
15	03-jun	1017	25425	16574,56	65,19%	64	64	58,18	128	55	1,16363636	0.0030303	0.15
16	04-jun	2445	61125	39456,19	64,55%	103	109	58,60	212	93	1,17204301	0.0053763	0.27
TOTALES		20234	505850	329543,71	65,15%	1187	1158,5	57,86	2345,5	998			

Fuente: Elaboración Propia.

Se determinó la diferencia entre las pérdidas que se produjo y la ganancia que se generó al tener un buen manejo de los indicadores de productividad de consumo de sal, tenemos:

- Costo/ kilogramo x kilogramo / Cilindro = costo / cilindro  
S/. 0.35 / kg x 58.33335 kg / Cilindro = S/. 20.4167 / cilindro

**Tabla 9. Costos de consumo de sal.**

Nº	Semana	Cilindros producidos	Costo S/. /kg	Kg/cilindro	Costo S/./cilindro	Costo total (S/.)
1	01-mar	50	0,35	53,00	18.55	-927,50
2	02-mar	38	0,35	52,63	18.42	-700,00
3	03-mar	21	0,35	54,76	19.17	-402,50
4	04-mar	55	0,35	63,64	22.27	-1225,00
5	01-abr	47	0,35	59,57	20.85	980,00
6	02-abr	22	0,35	59,09	20.68	455,00
7	03-abr	76	0,35	55,92	19.57	-1487,50
8	04-abr	159	0,35	59,12	20.69	3290,00
9	01-may	116	0,35	57,76	20.22	2345,00
10	02-may	74	0,35	57,43	20.10	1487,50
11	03-may	42	0,35	59,52	20.83	-875,00
12	04-may	97	0,35	58,25	20.39	1977,50
13	01-jun	45	0,35	58,89	20.61	927,50
14	02-jun	8	0,35	59,38	20.78	-166,25
15	03-jun	55	0,35	58,18	20.36	1120,00
16	04-jun	93	0,35	58,60	20.51	1907,50

Fuente: Elaboración Propia.

Luego de realizar la Tabla 9; efectuamos los cálculos para encontrar el Ahorro o Pérdida que se tuvo luego de la Aplicación de la Metodología DMAIC – SIX SIGMA, para esto, ver Tabla 10:

**Tabla 10: Variación de los Costos.**

Suma de pérdidas (S/.)	Suma de ganancia (S/.)	Ahorro (S/.)
-5381,25	14490,00	9108,75

**Fuente:** Elaboración Propia.

S/. 9108.75 x 1 Kg / S/. 0.35 = 26025 Kg,

**Obteniendo la cantidad de sacos que se ahorraron:**

- 26025 Kg x 1 saco / 50 Kg = **520 sacos**
- 520 Sacos x S/. 20.4167 = **S/ 9108.75**

Los niveles six sigma de cada una de las semanas de producción de la empresa Pesquera Artesanal de Chimbote EIRL, fueron aumentando a medida que ejecuto la metodología Six sigma. Se tiene como rendimiento óptimo de materia prima de 65%, una media de 64.45%, desviación estándar de 4.14325, limite superior de 73.45% y límite inferior: 55.45%.

Se determinó la ubicación del nivel Six sigma, siguiendo la siguiente metodología para la semana 01 de marzo:

Rendimiento de materia prima: 57.02%

$$Z_1 = \frac{Ls - \text{rendimiento (período)}}{\delta} = \frac{73.45 - 57.02}{4.14325} = 3.96 \rightarrow AZ_1 = 0$$

$$Z_2 = \frac{Ls - \text{rendimiento (período)}}{\delta} = \frac{55.45 - 57.02}{4.14325} = -0.3789 \rightarrow AZ_2 = 0.3557$$

Hallando el nivel Six sigma:

$$NSS = (1 - Z_n) \times 100 = (1 - 0.3557) \times 100 = 64.34\% \equiv 1.8\delta$$

En la Tabla 11, muestra el cuadro resumen del nivel six- sigma que se alcanzó durante el periodo de esta investigación (Marzo – Junio):

**Tabla 11. Nivel Sigma (marzo – junio).**

Nº	Semana	Rendimiento	Distribucion normal	zn	Nivel sigma
1	01-mar	57,02%	0,3557	-0,3789	<b>1,8 δ</b>
2	02-mar	68,91%	0,1379	1,0957	<b>2,5 δ</b>
3	03-mar	60,20%	0,1271	-1,1464	<b>2,6 δ</b>
4	04-mar	61,87%	0,0618	1,5495	<b>2,9 δ</b>
5	01-abr	71,65%	0,3336	0,4344	<b>2,0 δ</b>
6	02-abr	60,10%	0,1112	-1,1223	<b>2,7 δ</b>
7	03-abr	67,61%	0,0808	1,4095	<b>2,9 δ</b>
8	04-abr	67,61%	0,0808	1,4095	<b>2,9 δ</b>
9	01-may	69,41%	0,1660	0,975	<b>2,4 δ</b>
10	02-may	58,38%	0,2420	-0,7071	<b>2,2 δ</b>
11	03-may	65,22%	0,0239	1,9863	<b>3,4 δ</b>
12	04-may	65,29%	0,0250	1,9694	<b>3,4 δ</b>
13	01-jun	65,15%	0,0228	2,003	<b>3,5 δ</b>
14	02-jun	65,26%	0,0244	1,9767	<b>3,5 δ</b>
15	03-jun	65,19%	0,0233	1,9936	<b>3,5 δ</b>
16	04-jun	64,55%	0,0150	-2,1722	<b>3,7 δ</b>

**Fuente:** Elaboración Propia.

La Tabla 11, evidencia un aumento en la productividad de 36.7%, ya que el nivel sigma de la semana 01-marzo fue de 1.8 δ mientras que en la semana 04-junio llego a un nivel sigma de 3.7 δ.

## Discusión

En el diagnóstico de la situación actual de la empresa, es importante resaltar sobre el conocimiento acerca de la metodología DEMAIC – SIX SIGMA, partiendo de la información proporcionada por los trabajadores que pertenecen al área de producto terminado (10 trabajadores), evaluándolos mediante el cuestionario, determinándose que el 100% de los trabajadores del área no tenían conocimiento sobre la Metodología DEMAIC - SIX SIGMA, lo que significó la necesidad de orientarlos para ejecutar de manera óptima nuestra propuesta. Vásquez (2005), señala que es de mucha importancia que se pueda conocer la situación actual de la empresa, ya que nos permitirá saber qué porcentaje tiene conocimiento sobre la metodología a implantar, con el fin de poder desarrollar de manera óptima la filosofía Six sigma, estableciendo la planificación de mejora técnica que se puedan realizar, y todo plan de acción que genera la metodología a implantar, generando una gestión de la calidad, mejorando el producto o servicio que se brinda.

Se elaboró el diagrama de operaciones y cursograma analítico de la empresa, permitiendo encontrar cuales son las fallas e inconvenientes que tiene el proceso productivo de corte primario de anchoveta, para posteriormente generar las propuestas de mejora pertinentes. López (2002), mención a estas herramientas como las más aplicadas en el nivel operativo para realizar la mejora en la calidad. Básicamente, “estas herramientas son para conocer los problemas en el área de producción y saber el porqué de los defectos”. Las principales herramientas empleadas son: a) Diagrama de flujo de procesos: Con el cual se conocen las etapas del proceso por medio de una secuencia de pasos, así como las etapas críticas y problemas en el proceso. b) Diagrama de causa-efecto: Es utilizado como lluvia de ideas para detectar las causas y consecuencias de los problemas en el proceso. c) Diagrama de Pareto: Se aplica para identificar las causas principales de los problemas en proceso de mayor a menor y con ello reducir o eliminar paso por paso cada una. Es utilizada en forma estratificada para enfocarse en un área precisa.

La herramienta de la metodología DMAIC – SIX SIGMA que permite analizar el proceso productivo de la empresa, en el cual se desarrolló el diagrama de control del rendimiento de consumo de materia prima, demostrando que las últimas 06 Semanas (03 mayo – 04 junio), el rendimiento se ajustó a la normalidad (65.45%), mientras que el diagrama de control del rendimiento de consumo de Sal Molida, mostró que las últimas 04 semanas (01 junio – 04 junio) muestra que se ajustó a los 58.3335 kg por Cilindro producido, e histogramas de frecuencia, en ambos casos se realizó para la evaluación de los rendimientos de consumo de materia prima consumo de sal molida, teniendo en ambos casos el 38% de las semanas estudiadas, no llegan a los 65% de rendimiento de consumo. Lo cual contrasta con lo dicho por Gutiérrez (2009), en su libro “Control estadístico de la calidad y Seis sigma” nos dice que las herramientas tradicionales básicas: Diagramas de control e histogramas de frecuencia, además de otras son parte de las herramientas de particular utilidad en Seis sigma. Además, la metodología SIX SIGMA es una estrategia de mejora continua del negocio que busca mejorar el desempeño de los procesos de una organización y reducir su variación; con ello, es posible encontrar y eliminar las causas de los errores, defectos y retrasos en los procesos del negocio. Con lo referente al cuarto objetivo específico de la investigación se planteó propuestas técnicas de mejora en el proceso productivo de la empresa Pesquera Artesanal de Chimbote EIRL, para lo cual se usó el cursograma analítico, que mostró las dificultades que existen a lo largo del proceso productivo, permitiendo hacer hincapié en cada una de ellas. Lo cual contrasta con lo dicho por Ruiz (2002), quien nos dice que después de que se realizan todos los análisis, se procede a poner en funcionamiento el sistema con la creación de “nuevas formas de hacer las cosas”, a través del mejoramiento y validación de los procesos por medio de simulación y métodos estadísticos. Antes de implementar las mejoras a los procesos es necesario crear un plan de trabajo, analizando el proceso productivo y comunicar los cambios por realizar a toda la organización. Para lograr la aceptación de todos los cambios, por la organización, es conveniente modificar los sistemas de compensación y de incentivos, los presupuestos.

Se evaluó el impacto técnico y económico de las propuestas realizadas para la empresa, en el cual se obtuvo que los niveles Six – sigma de la empresa se llegó a pasar de 1.8 Sigma (01- marzo) hasta el 3.7 Sigma (04- junio), pasando a tener un rendimiento aceptable de 98.50%. Lo cual contrasta con lo dicho por Díaz C. y Díaz R. (2015), que la aplicación de la metodología DMAIC – SIX SIGMA a las empresas que formaron parte de la investigación, dio como resultado que 87.22% tienen un nivel de calidad aceptable (3 sigma o más), quedando catalogadas como empresas con desempeño bueno o alto; las restantes (12.78%), se califican como empresas con desempeño bajo, las cuales deben identificar las estrategias que deben aplicarse para llevar a la empresa a mejores niveles de desempeño corporativo.

## Conclusiones

El éxito en la implementación de la metodología DMAIC - Six sigma depende no sólo de la difusión de conocimientos en métodos estadísticos sino del compromiso y la disposición de los dueños o gerentes encargados de liderar este cambio de cultura dentro de toda la organización. La situación en la que se encontró a la empresa Pesquera Artesanal de Chimbote fue, no cumplía con los requisitos necesarios para poder elevar la productividad, además no contaba con una gestión de calidad eficiente. La motivación en cada uno de los empleados en todos los niveles no es la adecuada, lo que dificulta adoptar una nueva metodología de mejora de la calidad y de los procesos, ya que estos son los que se desempeñan en cada una de las áreas que conforman el proceso productivo. Se propusieron 05 mejoras técnicas para generar competitividad en la empresa y así poder ofrecer productos, servicios mejorados y libres de defectos que cumplan con los requisitos de calidad exigidos por los clientes, bajo las condiciones de la metodología DMAIC- Six sigma. La productividad de la empresa Pesquera Artesanal, luego de la aplicación de la metodología DMAIC-SIX SIGMA, se mejoró en un 36.7%, pasando de un 1.8 Sigma (61.8%) a 3.7 Sigma (98.5%) de efectividad, lo cual es una mejora bastante aceptable. La empresa Pesquera Artesanal EIRL luego de la aplicación de la metodología DMAIC- SIX SIGMA obtuvo un ahorro

de S/.9108.75, en consumo de sus principales insumos, haciéndola mayor productiva en los últimos meses.

### Referencias bibliográficas

- Chowdhury, S. (2006). *El poder de Seis sigma*. Madrid, España: Pearson Education.
- Díaz, C. y Díaz R. (2015), Elaboración de un modelo matemático, para proceso multivariados mediante balanced Six sigma. *Revista de SCIELO*, 3, 7-9.
- Galvani, R. L. (2013), Análisis comparativo de la aplicación de Seis sigma en los procesos de fabricación y servicios. *Revista de SCIELO*, 1, 5-11.
- Gutiérrez, A. (2015), *Aplicación de Seis sigma para el proceso de mesa de ayuda en el Ministerio de Economía y Finanzas*. Universidad Autónoma del Perú. Facultad de Ingeniería de Sistemas. Lima.
- Gutiérrez, H. (2009). *Control estadístico de la calidad y Seis sigma*. Ciudad de México DF: McGraw-Hill Ediciones.
- López, G. (2002), *Metodología Six sigma: Calidad industrial.*, Recuperado de <http://www.mercadeo.com>
- Ruiz, F. (2002). *Six sigma revolution*. Recuperado de: <http://www.ejecutivodigital.com>
- Ruiz C. J. (2005), *Filosofía 6-sigma, una metodología para mejorar la calidad de productos y servicios en el sector productivo*. Instituto Politécnico Nacional de México. México.
- Turmero, I. (2013), *Metodología Six sigma*. Recuperado de [http://www.monografias.com/usuario/perfiles/iva\\_n\\_turmero\\_astros/monografias](http://www.monografias.com/usuario/perfiles/iva_n_turmero_astros/monografias)