

REDUCCIÓN DE DEFECTOS EN LA PRODUCCIÓN DE LA BOLSA DE AGUA DE 300ML EN LA EMPRESA AGUA VITAL LA NUESTRA S.A.S , MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN SIX SIGMA.

Autor: Carmen Yanisa Caicedo Molina

Autor: Miladys Jhoana Chara

Facultad de Ingeniería Industrial, Fundación
Universitaria de Popayán
Popayán, Colombia
(yanicaicedo25@gmail.com)

Facultad de Ingeniería Industrial, Fundación
Universitaria de Popayán
Popayán, Colombia
(miladys395@gmail.com)

Abstract – The article presents a proposal to reduce defects in the production of water in a 300 ml bag in the company Agua vital la nuestra S.A.S located in the municipality of Guachené cauca, where the Lean Six Sigma methodology is applied since this It allows to identify the problem situation of the defects that is causing significant losses in the company, therefore the knowledge acquired in the Lean Six Sigma seminar attended at the University Foundation of Popayán will be applied since these will allow the collection, organization, processing, analysis and interpretation of data. with the objective of providing improvement actions that will help the company to reduce costs and maximize benefits.

Keywords – Lean, Six Sigma, processes, production, methods, waste, Water, Packaging, Defects, Methodology, DMAIC, Problem, Continuous improvement, Data.

Resumen – en el artículo se presenta una propuesta de disminución de defectos en la producción de la bolsa de agua de 300 ml en la empresa Agua vital la nuestra S.A.S ubicada en el municipio de Guachené cauca, donde se aplica la metodología Lean Six Sigma ya que esta permite identificar la situación problema de los defectos que está causando pérdidas significativas en la empresa por ende se aplicaran los conocimientos adquiridos en el seminario Lean Six Sigma cursado en la Fundación universitaria de Popayán ya que estos permitirán recopilar, organizar, procesar, analizar e interpretar datos con el objetivo de suministrar acciones de mejora que coadyuvara a la empresa a reducir costo y maximizar beneficio.

Palabras Claves – Lean, Six Sigma, procesos, producción, métodos, desperdicios, Agua, Empaques, Defectos, Metodología, DMAIC, Problema, Mejora continua, Datos.

I. INTRODUCCIÓN

Agua vital la nuestra S.A.S es una empresa productora y distribuidora de agua la cual fue fundada en el año 2021 en el municipio de Guachené cauca, esta empresa nace a raíz de la necesidad que se presento en el año 2021 donde hubo un paro a nivel nacional en contra la reforma tributaria, en ese momento no podían ingresar vehiculos para la distribución de de agua empackada en el municipio por ende nace la idea de crear esta empresa para cubrir la demanda insatisfecha en el municipio, actualmente Agua vital la nuestra S.A.S produce tres referencias de agua (bolsa de 300ml, 500ml y botellon de 20 litros); ademas cuenta con instalaciones tecnificadas, certificación del INVIMA y se ha convertido en una empresa lider en el municipio por producir un producto de calidad y una buena prestación del servicio. Esta es una organización que le apuesta a la mejora continua con el objetivo de ser cada vez mas productiva y mantenerse en el tiempo, con la necesidad de mejora y el constante analisis de sus procesos, se evidencia que la empresa esta generando 10,940 unidades de scrap mensual que equivale al 10% de la producción de la bolsa de agua de 300ml, para la empresa es una perdida muy significativa ya que es un alto indice de desperdicios en su producto principal, por ende es necesario proponer la reducción de defectos para contrarestar la problematica que actualmente esta impactando de manera negativa a la empresa, se trabajara mediante la metodología lean six sigma ya que esta es confiable, eficaz y es aplicada para procesos de mejora continua, permitiendo identificar la situación problema y plantear una posible solución.

II. MATERIALES Y METODOLOGÍA.

III. PROBLEMA.

Se toma la iniciativa de levantar un proyecto de mejora para la disminución de este porcentaje, para ello se utilizó la herramienta DMAIC que permite identificar la variabilidad del proceso e implementar mejoras dentro del mismo.

Solano Collaguazo, E. S. (2022). Propuesta de mejora continua para reducir el nivel de SCRAP en la elaboración de rollos en una industria de manufactura de empaques flexibles (Bachelor's thesis).

El presente proyecto de grado aborda una de estas prácticas, con el diseño del sistema DMAIC en el proceso de envase y empaque, orientado a la reducción del costo de mano de obra por cartón producido, siguiendo esta metodología se hizo un análisis de mejora para encontrar y eliminar las causas de los errores, defectos y retrasos en los procesos de la línea de envase y empaque

Castaño Franco, C. A., & Sánchez Ramírez, D. F. (2022). Aplicación de un modelo de mejoramiento a la productividad laboral basado en la metodología DMAIC en una empresa fabricante de alimentos.

La utilización de la metodología de DMAIC en conjunto con herramientas de “Lean Manufacturing” permitió analizar el proceso y encontrar mejoras que redundaron en una reducción de material a un mínimo de 5%. Soto Rodríguez, J. (2013). Reducción en el Desperdicio de Material en un Proceso de Impresión Flexográfica. Manufacturing Engineering.

Tomando en cuenta la información y aplicación estudiada en los proyectos citados anteriormente, Para el desarrollo de este trabajo se utilizará la metodología DMAIC, a continuación, se muestra la estructura y herramienta a utilizar para cumplir con los objetivos planteados.

TABLA 1. METODOLOGÍA

Etapa	Método, gráficos, diagramas	Resultado
Definir	Project charter, voz del cliente y caracterización del proceso.	Definición del problema y descripción del problema.
Medir	Plan de recolección de datos, Estadísticas de tendencia central y dispersión, Diagrama de Box Plots, Histogramas, Diagramas de control, Análisis de Capacidad de procesos	Medición de los procesos actuales y de la situación actual de la empresa.
Analizar	Diagrama de causa y efecto, Diagrama de Pareto de primer y segundo nivel, Pruebas de hipótesis.	Análisis de la problemática y causas que generan el problema.
Mejorar	Tormenta de ideas, Matriz de priorización de soluciones, Herramientas de Lean Manufacturing	Plan de mejoramiento que incluya actividades a realizar.
Controlar	Definición de nuevos estándares, Plan de controles e indicadores de procesos.	Controles y programas que aseguren la correcta implementación de los planes de mejora.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Actualmente en la empresa Agua vital la nuestra produce al mes aproximadamente 105,820 bolsas de agua de referencia 300ml, en este proceso se evidencia que no hay un método para controlar los desperdicios que está generando la empresa debido a los defectos que presenta la bolsa de agua, teniendo en cuenta la información suministrada por el dueño de la empresa mensualmente se desperdician aproximadamente 10,940 bolsas con agua la cual equivale al 10% de la producción, este problema está afectando negativamente a la empresa porque no se está cumpliendo con los niveles de producción diaria y la metodología empleada no está cumpliendo con los objetivos corporales por ende se están originando pérdidas que repercuten en el factor ambiental porque hay mucha desperdicio de bolsas plásticas esto conlleva a la contaminación del ambiente por ende se debe destinar más recursos para el tratamiento y disposición de esos residuos, en el factor económico porque aumentan los costos y disminuyen las ganancias debido a la inadecuada planificación y control en las diferentes áreas de esta manera se afecta la eficiencia, eficacia y productividad de la empresa.

Etapa Definir

En esta etapa se plasma la descripción del proyecto en donde se identifica el problema a mejorar, la delimitación del alcance y horizonte de tiempo de las metas propuestas, se estableció el impacto en la empresa y el cliente. También se definió el equipo de trabajo que elaboraran el proyecto bajo la metodología six sigma. Durante la primera fase se realizaron visitas para conocer todo lo respectivo al proceso y con el permiso del gerente se procedió a investigar sobre la problemática de los defectos, con la ayuda del gerente y sus colaboradores se realizó un estudio a cada uno de las áreas y sus diferentes procesos se realizaban preguntas constantes para conocer a profundidad la temática a trabajar de esta forma se obtuvieron datos e información necesaria y suficiente para llevar a cabo la propuesta de disminución de desperdicio de agua en bolsa de referencia 300ml por ende es esta etapa se construyen métricas identificar variables que afectan en el proceso.

TABLA 2. PROJECT CHARTER

Título del Proyecto		Reducción de defectos en la producción de la bolsa de agua de 300ml.	
Líder del proyecto		Miladys Jhoana chara Carmen Yanisa Caicedo	
Apoyo requerido		Asesor del proyecto	
Organización		Agua vital la nuestra S.A.S	
Fecha de Iniciación	11 marzo 2023	Fecha Límite de Terminación	24 junio 2023
Descripción del Proyecto		Alcance del Proyecto	
Actualmente en la empresa Agua vital la nuestra se producen aproximadamente 105,820 bolsas de agua al mes, en este proceso se evidencia que no hay un método para controlar los desperdicios que está generando la empresa debido a los defectos que presenta la bolsa, teniendo en cuenta la información suministrada por el dueño de la empresa y sus colaboradores mensualmente se desperdician aproximadamente 10,940 bolsas con agua la cual equivale al 10% de la producción. Con este proyecto se busca reducir los productos no conformes que se producen en la empresa Agua Vital la Nuestra, de esta manera se obtendrá una mayor productividad y satisfacción del cliente.		Este proyecto pretende abordar la problemática de los defectos en la producción de la bolsa de agua de 300ml y proponer la aplicación de la metodología DMAIC para la mejora de procesos y reducir los defectos en un 5%.	
Objetivos del proyecto		Plan de trabajo	

Reducir al 5% los defectos en la bolsa de agua de referencia 300ml en la empresa Agua vital la nuestra bajo la metodología DMAIC.	Fecha	Etapa
	23/03/2023	Definir
	22/04/2023	Medir
	29/04/2023	Analizar
	13/05/2023	Mejorar
	27/05/2023	Controlar

Impacto en el Negocio

1. La aplicación de este proyecto de mejora reflejará un impacto positivo a la empresa, tanto a nivel económico como productivo; ya que habrá disminución de productos no conformes generando mayores ingresos para la empresa, también la productividad del proceso de producción, al generar mayor cantidad de producto con la misma cantidad de insumos, tiempos y empleados, cumpliendo con las metas de la organización.
2. Al disminuir los defectos en la bolsa de agua también se reducirá el scrap y de esta manera se generará valor agregado al producto y el cliente estará satisfecho por ende habrá mayores oportunidades de compra.
3. La aplicación de este proyecto mejorará el impacto ambiental ya que se reducirá el desperdicio de bolsas plásticas.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Para el desarrollo de este proyecto se tuvo en cuenta las quejas que han llegado de los consumidores a la empresa respecto a la bolsa de agua de 300ml, se hizo una evaluación de la problemática y sus posibles causas con el objetivo de buscar mejoras para reducir las unidades no conformes y poder cumplir los requerimientos del cliente.

TABLA 3. VOZ DEL CLIENTE

VOZ DEL CLIENTE		
VOC / Quejas (Voz del Cliente)	Característica de Calidad /Problema Clave	CTQ's - Necesidades (Critico para la Calidad)
Bolsas de agua rotas en la paca	Calibre de la bolsa, sellado y manipulación del producto	Bolsas de agua en buen estado y completas
Bolsas con más aguas que otras	Calculo en las especificaciones de la cantidad de agua	Tamaño de la bolsa y cantidad de agua sea la misma
Etiquetas borradas	Calidad del empaque	La información de la etiqueta sea clara y concisa

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Acontinuacion se muestra el SIPOC del proceso en donde se realiza un reconocimiento de las variables en cada una de las etapas del proceso del agua en bolsa de 300ml, identificando las entradas y salidas de las etapas.

IMAGEN 1. SIPOC

SIPOC				
Proyecto	Reducción de defectos en la producción de la bolsa de agua de 300ml.			
SUPPLIERS (proveedor)	INPUTS (entradas)	PROCESS (procesos)	OUTPUTS (salidas)	CUSTOMERS (cliente)
Acueducto	agua	Almacenamiento de agua	Produccion de unidades al día.	Supermercados
Empresa productora de empaque	Energia	Purificacion de agua		Tiendas
	Empaque	Compra de empaque		Depositos
	Mano de obra	Recepcion de empaque		
	maquinaria	Alistamiento de empaque		
	Bolsas plasticas	Sellado		
	Unidades a producir	Empacado		
	temperatura	Almacenamiento de P.T		
	cloro	Trasporte		
	velocidad	Distribucion		
	Aire			

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

A. Etapa Medir

Para dar inicio a esta etapa se cuenta con la ayuda y disposición del gerente y cada uno de los colaboradores de la empresa Agua vital la nuestra, ellos llevan un registró en un formato propio donde se especifican los turnos, la producción y los desperdicios por cada referencia, amablemente se pidió suministrar la información y poder trabajar con datos reales, efectivamente por orden del gerente los colaboradores facilitaron la información, por consiguiente se toman una muestra de 40 datos de la producción diaria y el desperdicios diario de bolsa de agua referencia de 300ml, estos cuarenta datos equivalen a dos meses de producción. A continuación, se muestra la cantidad de bolsas producidas diarias y sus respectivos desperdicios por defectos.

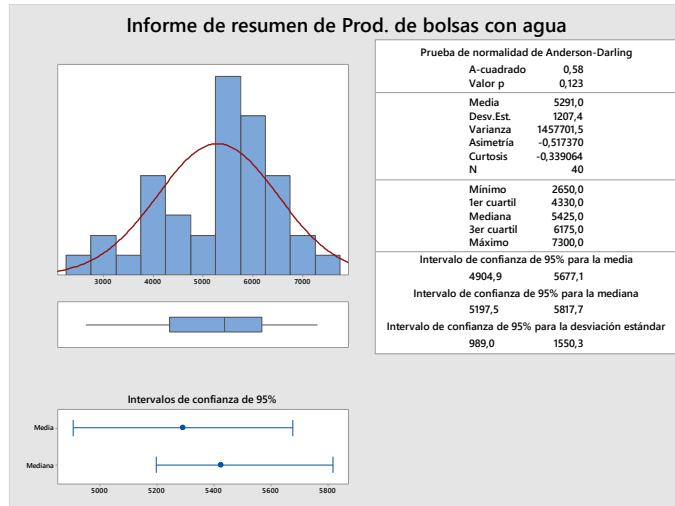
TABLA 4. DATOS DE PRODUCCIÓN

PRODUCCIÓN MENSUAL DE LAS BOLSAS DE AGUA EN LA EMPRESA AGUA VITAL LA NUESTRA				
	Muestra Mes 1	Desperdicios Mes 1	Muestra Mes 2	Desperdicios Mes 2
Semana 1	5410	556	3790	455
	6340	602	5770	574
	6610	630	4300	536
	6340	613	2650	338
	2800	344	6130	596
Semana 2	4420	510	4450	518
	4090	426	7300	784
	5800	483	5560	594
	5830	556	2890	372
	5460	552	6190	618
Semana 3	6640	638	5440	530
	7180	690	4180	526
	5710	494	5380	592
	5350	497	5140	520
	4030	450	3340	391
Semana 4	5380	512	6730	640
	6040	622	4000	499
	5280	558	6200	620
	6090	602	7100	724
	5000	538	5300	580

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

A partir de la obtención de los datos de la tabla anterior se procede a aplicar la herramienta minitab para obtener cada uno de los gráficos pertinentes y conocer el estado del proceso. A continuación, se exponen y se analizan los gráficos obtenidos.

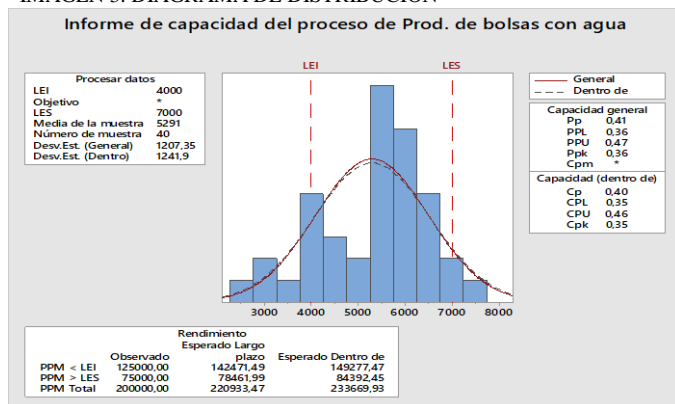
IMAGEN 2. HISTOGRAMA Y DIAGRAMA DE CAJA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA SOFTWARE MINITAB

En el histograma se observa que el proceso cuenta con una distribución normal con un valor de 0,123. También nos muestra un coeficiente de variación de 22% lo que indica que la variación estándar es muy variable. Podemos analizar de acuerdo a la asimetría que los datos están agrupados hacia el lado derecho esto quiere decir que la asimetría es negativa; nos indica que la curtosis es platicúrtica con un valor de -0,339. Analizando el diagrama de caja podemos concluir que entre el dato mínimo y el primer cuartil hay una variación muy dispersa y se encuentra una mayor concentración de los datos entre el tercer cuartil y el dato superior. Lo anterior determina que el proceso es muy variable y con mucha dispersión.

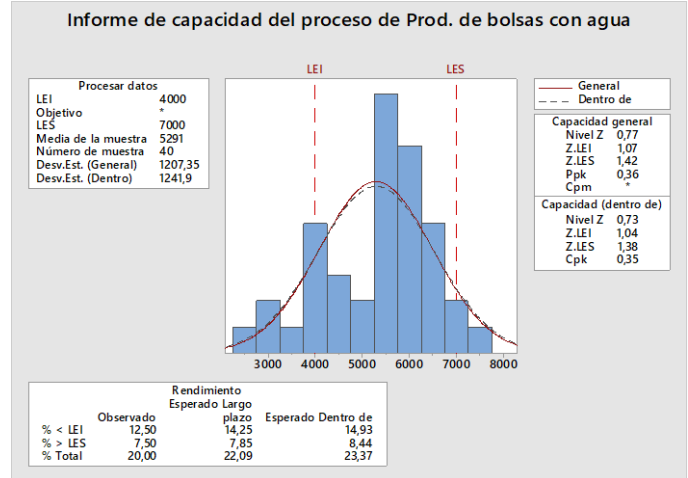
IMAGEN 3. DIAGRAMA DE DISTRIBUCIÓN



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA SOFTWARE MINITAB

Se evidencia que el proceso cuenta con una capacidad normal, pero no cuenta con una buena capacidad de proceso ya que debe ser mayor a 1 y esta tiene un valor de 0.40, lo cual nos muestra una oportunidad de mejora para el proceso.

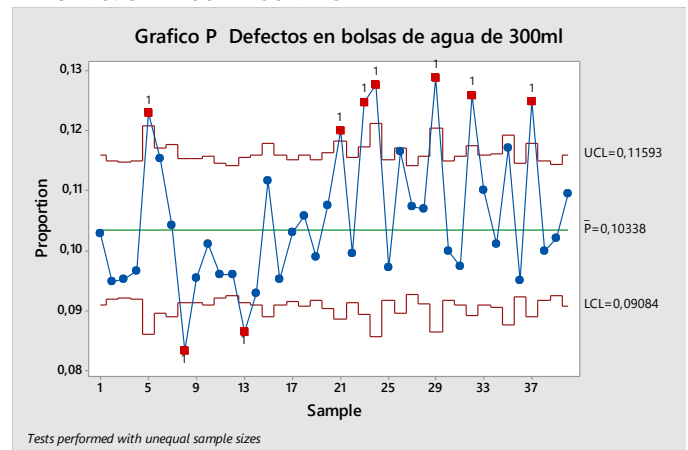
IMAGEN 4. DIAGRAMA DE CAPACIDAD – NIVEL Z



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA SOFTWARE MINITAB

El nivel sigma del proceso es de 0,77 lo cual nos indica que el proceso no cumple con los objetivos.

IMAGEN 5. GRÁFICO DE CONTROL



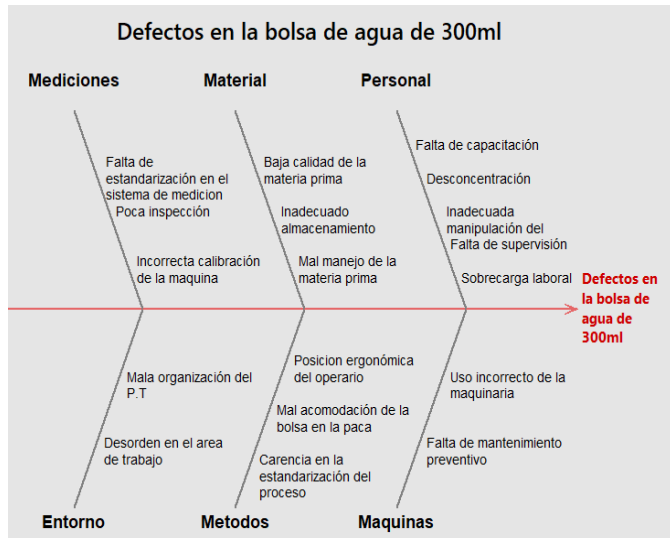
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA SOFTWARE MINITAB

Se puede observar que el proceso no está controlado, hay una gran variación, se encuentra nueve datos por fuera de los límites de control, esto nos indica que se deben realizar acciones para mejorar el proceso.

B. Etapa Análisis

Se Analiza la información y los datos de la etapa anterior por medio de pruebas estadísticas con el fin de priorizar las variables del proceso, en esta etapa se utilizó el diagrama de Pareto y la técnica de los 5 porqués como herramienta estadística para determinar cuáles son las causas del mal funcionamiento de los procesos, se obtuvieron los siguientes resultados.

IMAGEN 6. DIAGRAMA CAUSA EFECTO



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA SOFTWARE MINITAB

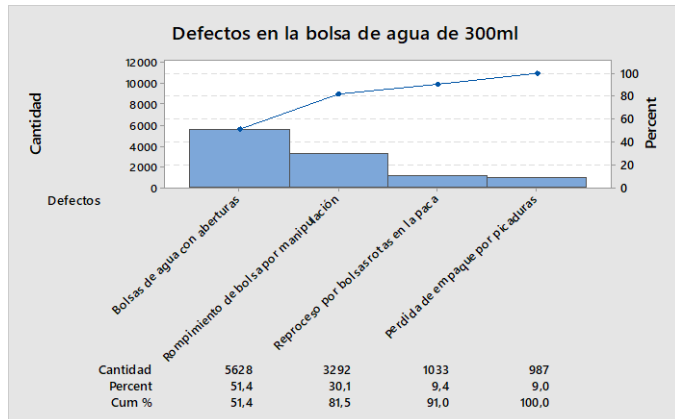
A través del anterior diagrama se identificaron las causas y los factores que inciden en la pérdida del empaque y del producto, teniendo en cuenta el análisis de las causas y el efecto que esta ocasionan en el proceso se priorizaron los defectos que mas se presentan en la producción de la bolsa de agua de 300ml, a continuación se muestra los defectos y las cantidades para proceder a analizarlos en el diagrama de Pareto de primer nivel y segundo nivel.

TABLA 5. DEFECTOS DE PRODUCCIÓN

DEFECTOS	CANTIDADES
Perdida de empaque por picaduras	987
Desperdicio del producto por bolsas con aberturas	5,628
Reproceso por bolsas rotas en la paca	1,033
Rompimiento de bolsa por inadecuada manipulación	3,292
Total	10,940

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 7. DIAGRAMA DE PARETO PRIMER NIVEL



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA SOFTWARE MINITAB

En el diagrama de Pareto de primer nivel se evidencia que el 80% del desperdicio de producto se da por que las bolsas quedan con

aberturas y el rompimiento de bolsa por la inadecuada manipulación.

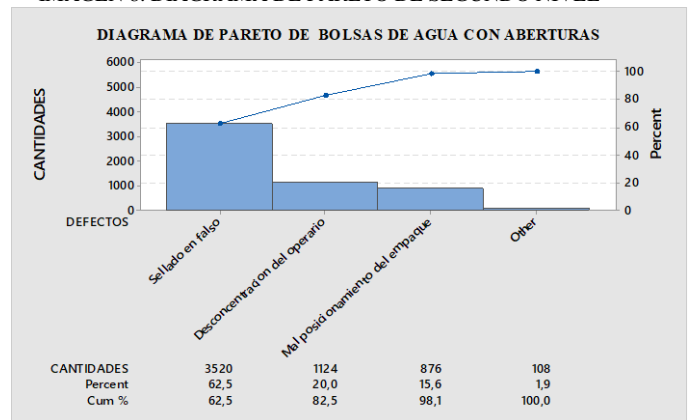
Teniendo en cuenta que en el diagrama anterior el defecto que mas se presenta es que la bolsa con agua queda con aberturas se procederá a analizar el diagrama de segundo nivel con el fin de saber cual es la causa principal por la cual el producto queda con aberturas.

TABLA 6. DEFECTOS DE BOLSAS DE AGUA POR ABERTURA

DEFECTOS	CANTIDADES
Sellado en falso	3520
Desconcentración del operario	1124
Mal posicionamiento del empaque	876
Empaque imperfecto	108
Total	5,628

FUENTE: ELABORACION PROPIA

IMAGEN 8. DIAGRAMA DE PARETO DE SEGUNDO NIVEL



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA SOFTWARE MINITAB

Podemos contextualizar que lo que ocasionan que la bolsa de agua quede con aberturas puede ser las diferentes condiciones en la máquina, donde se evidencia que las causas más relevantes son selladas en falso y la desconcentración del operario en la máquina.

Ya analizada la información de las causas y los factores que inciden en el desperdicio por defectos en la bolsa de agua de 300ml se procede a analizar las oportunidades de mejoras en los procesos, pero para estructurar esas acciones de mejora se hace necesario profundizar acerca de las causas raíces del problema por ende se utilizará la técnica de los 5 porqués ya que esta nos permite conocer las principales causas que ocasionan los defectos en el producto.

IMAGEN 9. LOS 5 PORQUÉS

DESPERDICIO EN LA PRODUCCIÓN DE AGUA EN BOLSA DE 300ML	1 Por qué?	2 Por qué?	3 Por qué?	4 Por qué?
Perdida de empaque	1 Porque el empaque esta picado	Porque es muy fragil y viene con defecto de fábrica	Porque tiene calibre muy bajo	Porque se usa material de baja calidad por parte del proveedor
Desperdicio del producto	2 Porque las bolsas estan con aberturas	Porque la máquina sella en falso	Porque la máquina esta mal calibrada	Porque no se hace mantenimiento preventivo
Reprocesos	3 Porque hay bolsas rotas en la paca	Porque hay deficiencias en las revisiones	Porque hay carga excesiva de trabajo	Porque no se ha definido correctamente las funciones del personal y los procesos no estan estandarizados.
Inadecuado manejo de la materia prima y del producto.	4 Porque el personal no esta entrenado y carece de experiencia	Porque no se hace capacitación al personal	Porque no existe un programa de capacitación de personal en la empresa.	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Se identificaron cuatro causas raíces las cuales están generando el problema de defectos en la empresa por ende se establecerán contramedidas con el objetivo de alcanzar la meta de reducir los defectos al 5%.

Causas raíces

1. Uso de material de baja calidad
2. No se hace mantenimiento preventivo a la maquinaria
3. No se ha definido correctamente las funciones del personal y los procesos no están estandarizados
4. La empresa no tiene programas de capacitación del personal

C. Etapa Mejora

Para el desarrollo de esta etapa se implementaron las oportunidades de mejora identificadas en la fase anterior; por consiguiente, se plantean acciones o contramedidas que llevan a cabo pruebas para asegurar de que funcionen correctamente y de esta manera poder realizar un plan de acción de mejora continua.

Contramedidas:

1. Comprar materia prima de buena calidad.
2. Realizar mantenimiento preventivo
3. Definir funciones del personal y estandarizar los procesos.
4. Crear un programa de capacitación del personal.

IMAGEN 10: CONTRAMEDIDAS

Contramedida	Acción	¿quién?	plazo	status
1	Buscar un proveedor que cumpla con los parametros y venda materia prima de buena calidad.	Departamento de compras	3/07/2023	
2	crear un programa de mantenimiento preventivo para corregir y evitar fallas que se presenten en la maquina.	Area de Mantenimiento	8/08/2023	
3	Diseñar un manual donde se especifique las funciones de cada empleado, ademas astandarizar procesos par evitar desperdicios y reprocesos.	Area de talento humano y produccion.	20/08/2023	
4	Destinar recursos para crear un programa de capacitacion continua al personal	Area de talento humano	5/09/2023	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

En la imagen anterior se evidencia las acciones correspondientes a cada contramedida, el área o departamento encargado en diseñarlo y ejecutarlo, el plazo para realizarlo y el estado en el cual se encuentra el proceso, con las contramedidas se pretende optimizar el proceso y conseguir una reducción de defectos. A continuación, se describen mejor estas acciones.

1. Elección de proveedor que suministre materia prima de calidad:

La propuesta de mejora en este caso es identificar las características que debe tener empaque para que esta cumpla con los criterios de la producción ya realizado este proceso se procede a hacer una investigación de mercado para saber que proveedores producen empaques con dichas características, ya encontrados estos proveedores se analiza cual de ellos brinda beneficios como: precios asequibles, entregas con tiempo, productos de calidad, confiabilidad etc., para comenzar una posible negociación.

Se propone para la selección de proveedores realizar una base de datos (lista de chequeo) donde se evalué que proveedores cumplen con los estándares y calibres de la bolsa, realizar reuniones con los proveedores, realizar visitas a sus instalaciones y determinar si es posible realizar auditorías las cuales permitirán determinar si sus operaciones y sus productos se ajustan a las normativas y necesidades de la empresa.

2. Plan de mantenimiento:

Se propone crear un plan de mantenimiento preventivo para realizar revisiones de la maquina y de esta manera conocer el estado de sus componentes e intervenir de manera periódica para su correcto funcionamiento sin alterar sus funciones y que está afecten la calidad del producto; para este plan se propone establecer un cronograma para registrar las revisiones, el estado de la máquina, reparaciones y cumplimiento del programa. Otra propuesta es llevar una revisión periódica de la máquina para el funcionamiento teniendo en cuenta el manual de la misma y verificando las condiciones necesarias para el envasado y sellado de la bolsa con agua de 300ml, como verificar la temperatura de la maquina antes de iniciar el proceso diariamente. (Ver formato de mantenimiento preventivo en anexo 2).

3. Manual de funciones.

La empresa debe contar con un manual de funciones donde se describen todas las actividades encargadas a los empleados teniendo como base la jornada laboral establecida por el ministerio de trabajo las cuales son 8 horas diarias en 6 días laborables; es importante asignar un persona del área de talento humano que realice supervisiones para asegurar que se esté cumpliendo todo lo descrito con el objetivo de que no haya carga laboral excesiva y el trabajador pueda concentrarse en lo que está haciendo y cumplir adecuadamente con sus obligaciones de esta forma se reducirá los defectos, se evitara reprocesos y se aumentará la producción. (Ver formato de manual de funciones en el anexo 3)

4. Plan Capacitación

Se propone definir un plan de capacitaciones trimestral para todo el personal operativo con el fin de que puedan desempeñar sus labores de manera eficiente y correcta, logrando una mejora continua ya que capacitados y entrenados los errores de producción serán mínimos, también se reducirán los defectos y reprocesos. (Ver formato de capacitación en el anexo 4).

Para que la empresa disminuya a un 5% los defectos en la bolsa y tenga un mayor rendimiento es necesario que se implemente las mejoras anteriormente mencionadas, como también la aplicación de la herramienta japonesa Poka Yoke, se traduce en español como " a prueba de errores", esta es una técnica de mejora continua que se utiliza para evitar y corregir equivocaciones en los procesos de producción. Se propone que la empresa cuente con un sistema automático de cargue de línea y un sistema de alarmas acústicas y visuales que identifique situaciones de riesgo con el objetivo de prevenir y corregir errores en los procesos.

En la siguiente tabla se muestran las propuestas de prevención y detección de la técnica Poka Yoke para la producción de agua en bolsa de 300ml.

TABLA 6. POKA YOKE

TÉCNICA	Prevención	Detección
Apagado		No realizar el proceso de empacado cuando la bolsa de agua presenta fugas.
Control	Cargue de línea automático que organice el empaque a llenar	No llenar la bolsa cuando esta se encuentre en mal posición.
Advertencia	Alarma visual y de sonido cuando la maquina presente des calibración (temperatura, velocidad).	
Advertencia	Sensor de sonido cuando no hay exactitud en los 300ml.	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 11. MÁQUINA SELLADORA SEMIAUTOMATIZADA



FUENTE: <https://www.google.com/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Fi>

Ya establecida la técnica Poka Yoke la empresa debe realizar seguimiento, supervisión y control con el fin de que esta funcione correctamente y genere valor agregado.

D. Etapa Controlar

En esta fase se establecen controles y se hace monitoreo con el fin de mantener los resultados obtenidos luego de la implementación de las mejoras en el proceso y que estas no generen variaciones que afecten la calidad del producto, en esta ocasión se eligieron tres controles para las propuestas de mejoras ya que estos están más direccionadas a resolver la problemática de desperdicio por defectos. A continuación, se proponen los siguientes controles:

1. Para el control de mantenimiento preventivo se debe asegurar el cumplimiento del mismo en este caso la maquinaria debe tener medición estandarizada para asegurar la calidad de producto terminado, también es necesario contar con un especialista en mantenimiento que realice inspecciones semanales para verificar que las actividades programadas en la maquina y que esta se encuentre funcionando correctamente; se propone manejar indicadores de rendimiento como: cumplimiento del programa de mantenimiento, tiempo invertido en el mantenimiento preventivo vs el correctivo, tiempo en verificación y reparación de fallas.
2. En cuanto al control de las funciones de cada empleado se propone realizar acuerdos entre empleado-jefe los cuales quedaran documentados en un formato y se designara una

persona que mensualmente supervise y respalde dichos acuerdos; para el control se creara otro formato para el cumplimiento de los procedimientos y acuerdos, también se maneja estándares e indicadores como: desempeño del empleado en su cargo, unidades producidas diarias, desperdicio del empaque y del producto.

3. El plan de capacitaciones se realizará para todo el personal operativo en distintas áreas con el fin de que realicen las distintas actividades de la mejor manera, para el control se diseñará un formato para registrar las capacitaciones y poder evaluar el cumplimiento del programa de capacitación.

IMAGEN 12: PLAN DE CONTROL

PLAN DE CONTROL								
Nº	Variables a controlar	Nivel optimo	Metodo de medicion	Metodo de control	Verificacion frecuencia	Quien	Plan de reaccion	Documentacion
Control	¿Que se va a controlar?	¿En que nivel, especificacion o estado deseado de estas variables se deben tener?	¿Cómo se hará la medición de estas variables?	¿Qué metodo de control se usara para garantizar que la variable se mantenga	Frecuencia	Responsable de ejecutar los controles	Listado de acciones a realizar si el control no funciona	Políticas o instructivos
1	Plan de mantenimiento	100% cumplimiento de cronograma de mantenimiento	% cumplimiento del cronograma de mantenimiento	Plan de mantenimiento	1 vez a la semana	Profesional encargado	Hacerla quincenal	Cuadro de control
2	Manual de funciones	90% cumplimiento de los acuerdos	% cumplimientos de funciones y acuerdos	Registro de cumplimiento de actividades y acuerdos	1 vez al mes	Profesional encargado	Hacerla trimestral	Cuadro de control
3	Plan de capacitaciones	95% cumplimiento de cronograma de capacitaciones	% cumplimiento del cronograma de capacitaciones	Plan de capacitaciones	1 vez cada tres meses	Profesional encargado	Hacerla Semestral	Cuadro de control

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

III CONCLUSIONES

Con la implementación de este proyecto se evidencio que por medio de la metodología lean Six sigma se pueden identificar oportunidades de mejora ya que permite conocer claramente los procesos dentro de una organización y al implementar la metodología se reflejara un cambio positivo ya que esta se basa en la mejora continúa permitiendo que la empresa sea más eficiente, eficaz y tenga un buen rendimiento.

La herramienta DMAIC permite administrar los procesos en una organización con el fin de mejorar continuamente evitando oportunidades de defectos por ende se utilizó esta herramienta en este proyecto y se logró identificar cuáles son las causas raíces que generan el desperdicio de empaques, ya identificadas estas causas se logra proponer acciones y mejoras para eliminar defectos en la empresa Agua vital la nuestra. Es necesario e importante que la empresa tenga en cuenta las propuestas de mejoras ya que a través de estas se espera obtener la reducción de desperdicios por defectos en los empaques, obteniendo así una mayor eficiencia en la producción, lo que contribuirá efectivamente generando una mayor satisfacción del cliente y un aumento en los ingresos de la industria.

IV ANEXOS

A continuación, se mostrarán algunos anexos del proyecto en este documento, los otros anexos estarán en un documento aparte.

ANEXO 1. IMAGEN VISITA A LA EMPRESA AGUA VITAL LA NUESTRA S.A.S



FUENTE: EMPRESA AGUA VITAL LA NUESTRA S.A.S

ANEXO 2. IMAGEN DESPERDICIOS DE BOLSAS EMPRESA AGUA VITAL LA NUESTRA S.A.S




FUENTE: EMPRESA AGUA VITAL LA NUESTRA S.A.S

ANEXO 3: IMAGEN DEL FORMATO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

 Plan de mantenimiento preventivo				
Nomenclatura				
Fecha				
Tipo de trabajo: <input type="checkbox"/> Reparaciónes <input type="checkbox"/> Revisiones <input type="checkbox"/> Limpieza				
Maquina:				
Nombre del encargado				
Componente	Frecuencia	Daño	Numero de daños y /o fallas	Duracion de trabajo
Observaciones:				


FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

ANEXO 4: IMAGEN FORMATO MANUAL DE FUNCIONES

 MANUAL DE TRABAJO	
IDENTIFICACION	
NOMBRE DEL CARGO	
NIVEL	
CÓDIGO	
NÚMERO DE CARGO	
DEPENDENCIA	
NOMBRE DEL JEFE INMEDITO	
PERSONAS A CARGO	
OBJETIVOS DEL CARGO	
PERFIL DEL CARGO	
ESTUDIOS	
EXPERIENCIAS	
CONOCIMIENTOS ESPCIFICOS	
COMPETENCIAS	
RELACIONES DE TRABAJO	
EXTERNAS	
INTERNAS	
FUNCIONES Y/O ACTIVIDADES DEL CARGO	
TAREAS PRINCIPALES	
TAREAS SECUNDARIAS	
OTRAS TAREAS	
ACUARDOS Y OBSERVACIONES	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

ANEXO 5: IMAGEN CONTROL DE CUMPLIMIENTO DE ACUERDOS

 control cumplimiento de procedimientos y acuerdos				
Fecha				
Tema principal				
Nombre del encargado				
Frecuencia: Diario		Mensual	Anual	
Acuerdos/procedimiento	Estado (activo/inactivo)	Cumplimiento		Observaciones
		SI	NO	
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

[10] RESERVORIO, D. (2017). SEP TecNM (Doctoral dissertation, INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TIJUANA).

ANEXO 6: IMAGEN REGISTRO DE CAPACITACIONES

 REGISTRO DE CAPACITACIONES				
Fecha:				
Tema:				
Profesional encargado:				
Lugar :				
Nombres y Apellidos	Cargo	Celular	Correo	Firma

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

REFERENCIAS

- [1] desperdicios en el proceso de envasado de yogurt purepak de 210 g en la máquina nimco en una empresa de lácteos, mediante la aplicación de la metodología seis sigma.
- [2] Malpica, A., Pérez, A., Arredondo, K., & Solis, M. (2018). Reducción de desperdicios en el área de empaque. Revista Aristas: Investigación Básica y Aplicada, 6(12), 234-238.
- [3] Zapata Restrepo, J. A. (2022). Reducción de desperdicio en la fabricación de empaques plásticos flexibles.
- [4] Mejía, J. G. O. (2021). Implementación de la metodología DMAIC en una empresa láctea: reducción de defectos y tiempo del proceso productivo (Bachelor's thesis, Quito).
- [5] Cazar Fonseca, D. M. (2022). Aplicación de Lean Six Sigma en NOPRACA, una empresa de procesamiento de alimentos, en el área de producción de conservas basado en la metodología DMAIC (Bachelor's thesis, Quito).
- [6] Rivera Baez, L. F. (2021). Propuesta de implementación de la metodología DMAIC en el sistema de siembra y empaque de composta de la empresa champiñonera Altex Rioxal las Vigas, Ver.
- [7] Pineda Gutiérrez, S. C. (2017). Aplicación de la metodología DMAIC (definir, medir, analizar y controlar) para la reducción de paros en línea de moldeo de tabletas de chocolate.
- [8] Estrella Mahecha, H. R., & Segovia Torres, M. N. (2019). Propuesta de mejora para reducción de defectos de calidad destinados a reempaques en la línea de empaque al vacío de la máquina Cryovac® VS95TS en la planta de desposte de agropecuaria Aliar SA.
- [9] Alejandro Mora, S. C. (2021). Aplicación de la metodología six sigma para mejorar la productividad en la embotelladora San Miguel del Sur SAC-Huaura, 2019.