DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE CALIDAD DEL PROCESO DE EMPAQUE DE HARINA PRECOCIDA DE MAÍZ EN LA EMPRESA SOBERANA S.A.S. UTILIZANDO LA METODOLOGÍA SEIS SIGMAS

JORGE ARMANDO JIMÉNEZ RAMOS
NACIRA DEL SOCORRO MARTÍNEZ VILLADIEGO

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESPECIALIZACIÓN EN ADMINISTRACIÓN TOTAL DE LA CALIDAD
MONTERÍA, CÓRDOBA
2021

DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE CALIDAD DEL PROCESO DE EMPAQUE DE HARINA PRECOCIDA DE MAÍZ EN LA EMPRESA SOBERANA S.A.S. UTILIZANDO LA METODOLOGÍA SEIS SIGMAS

JORGE ARMANDO JIMÉNEZ RAMOS
NACIRA DEL SOCORRO MARTÍNEZ VILLADIEGO

Trabajo de grado presentada, en la modalidad trabajo de aplicación, como parte de los requisitos para optar al Título de Especialista en Administración Total de la Calidad.

Director (s):
M.sc. OMAR AYALA

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESPECIALIZACIÓN EN ADMINISTRACIÓN TOTAL DE LA CALIDAD
MONTERÍA, CÓRDOBA
2021

La responsabilidad ética, legal y científica de las ideas, conceptos y resultados del proyecto, serán responsabilidad de los autores.

Artículo 61, acuerdo N◦ 093 del 26 de noviembre de 2002 del consejo superior.

Nota de aceptación

_____

_____

_____

_____

_____

Firma del jurado

_____

Firma del jurado

A mi Esposo José D por su apoyo constante en mi formación profesional.

A Santiago, Nicolás y Larissa por soportar las ausencias de mamá en este proceso.

A mi madre por su ejemplo de lucha que me impulsa a ser mejor día a día.

A mi madre Carmen Ramos, símbolo de fortaleza y tenacidad, quien es fuente de mi motivación.

A la memoria de mi padre, Manuel Jiménez, quien me enseñó el amor a la familia y la importancia de hacer las cosas bien a la primera.

Agradecimiento especial a:

A ***SOBERANA SAS*** *por abrir las puertas de tan valiosa empresa para la realización de este trabajo de aplicación.*

Agradecimientos: *Al Ingeniero, docente tutor de este trabajo, M.sc Omar Ayala por compartir sus conocimientos, su valiosa ayuda sin duda enriqueció el contenido del mismo.*

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....13

ABSTRACT.....14

INTRODUCCIÓN 15

1. INFORMACIÓN DE LA EMPRESA.....17

1.1.1. Plataforma Estratégica.....17
1.1.2. Mapa de procesos 19
1.1.3. Organigrama.....20
1.1.4. Descripción del proceso productivo.....22
1.1.5. Área de trabajo.....27

2. DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 29

Formulación Del Problema.....29

3. MARCO DE REFERENCIA.....30

3.1.1. Seis Sigmas.....30
3.1.2. Principios de Seis Sigmas 33
3.1.3. Otras métricas seis Sigmas.....34
3.1.4. Metodología Seis Sigmas.....35
3.1.5. Proceso DMAIC.....35
3.1.6. Herramientas básicas Seis Sigmas 39
3.2. Marco Conceptual.....41
3.3. Estado Del Arte.....41

5. OBJETIVO.....44

5.1 Objetivo General.....44
5.2 Objetivos Específicos.....44

6. METODOLOGÍA Y TRABAJO DE CAMPO 45

6.1. Fases......45

6.1.1. Definir.....45

6.1.2. Medir resultados. 53

6.1.3. Analizar 57

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 65

9. CONCLUSIONES.....68

10. BIBLIOGRAFÍA.....69

LISTADO DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1. LOGO SOBERANA. FUENTE: ÁREA DE MERCADEO DE LA EMPRESA SOBERANA S.A.S. FUENTE ÁREA DE MERCADEO SOBERANA SAS. 17

GRÁFICO 2. DECLARACIÓN PROPÓSITO SOBERANA 17

GRÁFICO 3. MAPA DE PROCESOS SOBERANA S.A.S 20

GRÁFICO 5.ESTRUCTURA DE ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA 21

GRÁFICO 4. DIAGRAMA DE FLUJO DE LA HARINA PRECOCIDA DE MAÍZ 26

GRÁFICO 6. ECUACIÓN DE LAS RELACIONES ENTRE CAUSAS Y EFECTOS. FUENTE (POLESKY, 2006) 31

GRÁFICO 7. CAMBIO DE UN PROCESO CON CALIDAD TRES SIGMAS A SEISSIGMAS. FUENTE PEARLSTEIN (2006). 32

GRÁFICO 8. DEMOSTRACIÓN GRÁFICA DEL NIVEL SEIS SIGMAS. FUENTE STREMI (2007) 32

GRÁFICO 9. IMAGEN DE LA METODOLOGÍA DMAIC DE SEIS SIGMAS. 36

GRÁFICO 10. HERRAMIENTAS BÁSICAS PARA SEIS SIGMAS. FUENTE GUTIERREZ AND DE LA VARA (2009) 40

GRÁFICO 11. WBS (ESTRUCTURA DE DESGLOSE) 47

GRÁFICO 12. MAPA DEL PROCESO FUENTE ELABORACIÓN PROPIA 48

GRÁFICO 13 SIPOC DE SOBERANA SAS. FUENTE ELABORACIÓN PROPIA. 49

GRÁFICO 14DIAGRAMA DE PARETO 55

GRÁFICO 15. NIVEL SIGMA CALCULADO. 57

GRÁFICO 16 DIAGRAMA DE BARRAS DE LAS NO CONFORMIDADES ELABORACIÓN PROPIA. 58

GRÁFICO 17 DIAGRAMA DE TORTA DE LAS NO CONFORMIDADES 58

GRÁFICO 18 TOP 10 DE UNIDADES NO CONFORMES POR REFERENCIA DE PESO. 59

GRÁFICO 19 DIAGRAMA DE TORTA DE NO CONFORMIDADES POR REFERENCIA. 59

GRÁFICO 20.UNIDADES NO CONFORMES MES A MES. 60

GRÁFICO 21 KG DE PNC POR TURNO DE TRABAJO. 61

GRÁFICO 22 TOP 10 DE UNIDADES RETENIDAS POR OPERARIO DE MÁQUINA. 61

GRÁFICO 23 COMPORTAMIENTO MES A MES DE LA NO CONFORMIDAD BAJO PESO 62

GRÁFICO 24 COMPORTAMIENTO MES A MES DE LA NO CONFORMIDAD SELLADO VERTICAL INCOMPLETO 63

GRÁFICO 25 COMPORTAMIENTO MES A MES DE LA NO CONFORMIDAD CODIFICACIÓN INCOMPLETA 63
GRÁFICO 26 COMPORTAMIENTO MES A MES DE LA NO CONFORMIDAD MALA PRESENTACIÓN DEL FARDO 64

LISTA DE TABLAS

TABLA 1 PRODUCTOS SOBERANA POR UEN 19
TABLA 2. MÁQUINAS DE EMPAQUE 27
TABLA 3 TIPOS DE FARDOS 28
TABLA 4. PROJECT CHARTER 45
TABLA 5 ANÁLISIS DE STAKEHOLDERS 47
TABLA 6. CTQ´S DEL PROCESO DE EMPAQUE 50
TABLA 7. VOC 50
TABLA 8. DEFINICIÓN DE Y 51
TABLA 9. ESPECIFICACIÓN DE LA VARIABLE DE MEDICIÓN Y 52
TABLA 10. DEFINICIÓN DE LA RECOLECCIÓN DE DATOS 53
TABLA 11 LÍMITES DE ESPECIFICACIÓN DEL PROYECTO. 54
TABLA 12 DATOS MENSUALES DE RENDIMIENTO 56

TABLA DE ANEXOS

ANEXO 1 CRONOGRAMA.....71

ANEXO 2 FORMATO TABLA DE VERIFICACIÓN Y CONSIGNACIÓN DE DATOS DE NO CONFORMIDADES DE LA EMPRESA.....72

ANEXO 3 CONSOLIDADO MES A MES DE PNC(Y).....73

RESUMEN

Seis Sigmas es una metodología ampliamente reconocida para aumentar el nivel de calidad de los procesos de una empresa de productos y servicios. A pesar de su popularidad, algunas empresas de estos sectores en Colombia no la utilizan como una herramienta para mejor la calidad de sus procesos. Este estudio usó esta metodología para determinar el nivel de calidad del proceso de empaque de harina precocida de maíz de la empresa SOBERANA. Seis Sigmas incluye cinco fases: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. Este proyecto abordó las tres primeras fases, tomando datos de las tablas de verificación de la empresa desde enero hasta agosto de 2020. Para el análisis de datos se usó el programa Excel. La medición arrojó que el proceso de empaque se encuentra en 3,44 Sigmas lo que significa que cuenta con un proceso controlado. Las principales no conformidades detectadas fueron: bajo peso, sellado vertical de la unidad, codificación incompleta entre otras. Sin embargo, este resultado también muestra la necesidad de acciones de mejora y de estandarización del proceso que permitan a SOBERANA alcanzar una meta de calidad superior y minimizar costos de no calidad. El proceso pasó de un nivel Sigma de 3.05 en enero de 2020 a 3,44 en agosto, solo con la realización de las tres primeras fases, esto se consideró un logro que le da mayor valor al estudio y análisis realizado, pues entrega a la empresa un panorama amplio de cómo se encuentra actualmente y donde enfocarse para realizar planes de mejora.

Palabras claves: Seis sigmas, No conformidad, Calidad.

ABSTRACT

Six Sigmas is a widely recognized methodology for increasing the quality levels of production processes in goods and services business. Despite its popularity, some goods and services business in Colombia seldom use it as a tool to improve their quality. This study used Six Sigmas to determine the quality level of the packaging process of pre-cooked corn flour in SOBERANA. Six Sigmas includes five phases: Define, Measure, Analyze, Improve and Control. This Project followed the first three phases only based on data from SOBERANAs' verification tables from January to August 2020. Measurements yielded a 3.44 Sigmas value for the packaging process, suggesting that SOBERANAs packaging is a controlled process. Main non-conformities were low weight, vertical unit sealing, incomplete coding, among other. However, this result also shows the need for improvement and standardization actions of the packaging process so as to allow SOBERANA reach a higher quality target, minimizing production costs. Indeed, just by applying the three firs phases the packaging process increased from 3.005 to 3.44. This gives added value to our study and analysis because it provided SOBERANA with a wider perspective on the quality of its processes and how to design improvement plans.

Keywords: Six sigma, Non-conformity, Quality.

INTRODUCCIÓN

Cualquier negocio u organización debe saber dónde está "parada" actualmente, si está intentando lograr una meta definida. Seis Sigmas es un sistema de mediciones que establece una base capaz de identificar las relaciones existentes entre un bien o servicio y unas metas definidas (Kumar, 2009), es una ***herramienta de mejoramiento*** que permite obtener organizaciones eficaces y eficientes, continuamente alineadas con las necesidades de los clientes(Salazar, 2004). Cuando un negocio sabe dónde está y adónde quiere llegar, las brechas existentes pueden ser determinadas, así como los esfuerzos y recursos necesarios para reducirlas y alcanzar las metas (Kumar, 2009).

Las empresas de clase de mundial mantienen en forma permanente, resultados sobresalientes para sus clientes, accionistas, colaboradores y comunidad. Son empresas con una cultura distintiva, con planes estratégicos en constante evolución, con sistemas de medición que les permite crearse nuevos retos para alcanzar altos estándares de calidad y rentabilidad. El mercado exige productos de calidad a bajo precio, con variedad, cantidad y disponibilidad en el momento y lugar oportuno; obligando a las empresas a transformarse en competidoras globales por excelencia. Por tanto, se hace necesario el perfeccionamiento de sus procesos, esto se logra a través de un análisis al interior de la organización, detectando debilidades para darles una solución efectiva en el menor tiempo posible (García, 2013).

Soberana S.A.S es una empresa productora y comercializadora de alimentos básicos de la canasta familiar, dónde se destacan las conservas, granos, pastas y harinas, bajo las marcas de La Soberana, Bocado de mar y arepapepa principalmente. A nivel nacional, cuenta con 14 distritos ubicados de manera estratégica en las principales ciudades del país, con el fin de facilitar los procesos de comercialización y atención al cliente. Tiene en la ciudad de Cereté – Córdoba la planta productora de harina precocida de maíz, una de las más importantes del País, y en la cual se centra el trabajo de aplicación.

En el desarrollo del proceso productivo, las organizaciones se enfrentan diariamente a diferentes situaciones que pueden generar eventos no deseados. Estos, deben ser resueltos de manera rápida y oportuna por el personal líder del proceso. Sin embargo, existirán eventos para los cuales no se cuentan con las respuestas adecuadas, ni las medidas preventivas suficientes para evitar que ocurran, generando defectos en el producto terminado y costos de no calidad. El área de empaque de la empresa no es ajena a estas situaciones, por lo que sería importante un método de

medición y estudio que permita evaluar su rendimiento frente a las no conformidades del proceso de empacado, para posteriormente determinar las causas y establecer las estrategias de mejoras, teniendo en cuenta que la empresa apunta a la mejora continua y pretende elevar su nivel de competitividad, promoviendo la productividad en cada una de sus áreas. Una de las metodologías utilizadas en las empresas para el mejoramiento de la productividad, es Seis Sigmas(Díaz-Castellanos, Díaz-Ramos, Barroso-Moreno, & Pico-González, 2015). Su objetivo es reducir la variabilidad de un proceso a través de la aplicación de los métodos estadísticos y herramientas de gestión de la calidad (Galvani & Carpinetti, 2013).

El área de empaque no tenía un sistema claro de medición, la implementación de la metodología de Seis Sigmas ha permitido, establecer una herramienta de medición eficaz, aplicada al proceso de empacado, capaz de identificar su estado actual en el control y manejo de no conformidades y la evaluación de las mejoras pertinentes.

1. INFORMACIÓN DE LA EMPRESA

SOBERANA SAS es una compañía con una gran participación en la industria de alimentos de consumo masivo de la canasta familiar colombiana. Se destaca por la excelente calidad, confianza y precio justo de sus productos. Posee un amplio portafolio, creado pensando en aquellas personas que cuidan de sí y piensan en la familia, el buen sabor, la excelente calidad, practicidad y tiempo, porque confían de manera asertiva en sus productos. El logo principal de la Empresa se muestra en el grafico 1.

Gráfico 1. Logo Soberana. Fuente: área de mercadeo de la empresa Soberana S.A.S.

1.1.1. Plataforma Estratégica

Soberana S.AS soporta su estrategia competitiva basada en un propósito superior según la declaración mostrada en el siguiente esquema:

QUÉ: Alimentos honestos

QUIÉN: para todos

DÓNDE: en Latinoamérica y el Caribe

CÓMO: promoviendo hábitos conscientes

PARA QUÉ: contribuyendo a la transformación de la sociedad

CUANDO: en un mundo que necesita reconectarse con lo esencial

Gráfico 2. Declaración propósito Soberana

Para esto se focaliza en los siguientes valores:

- Pasión por servir: vocación de servicio, objetivos comunes
- Excelencia: se promueve el crecimiento y aprendizaje continúo construyendo un equipo positivo, asumiendo y gestionando los cambios
- Respeto: Edificación de relaciones honestas y abiertas, soportadas en una comunicación permanente
- Integridad: capacidad de hacer lo correcto, hablar con la verdad, cumplir las promesas
- Compromiso: empresa apasionada, empañada en hacer más con menos y autogestión

Teniendo como misión y objetivos la siguiente declaración:

- Misión**:** Para2025 Soberana será reconocida como una compañía por sus marcas líderes e innovadoras, que brindan productos honestos para todos, con una fuerte presencia en el territorio colombiano y en países de Latinoamérica.

En correlación a la misión, declara los siguientes objetivos:

- Ser el mejor productor de harina precocida de maíz en Colombia.
- Marca referente en conservas.
- Líderes en snacks saludables para niños.
- Ser reconocidos por nuestro sistema de innovación y transformación digital.
- Ser reconocidos como uno de los mejores lugares para trabajar.
- Ser una marca retadora en granos y pastas.

Su portafolio de servicio está basado en cuatro unidades estratégicas de negocio (UEN): conservas, granos, pastas y harinas. Recientemente ingresó una nueva línea: snacks saludables. Estas se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 1 Productos Soberana por UEN

UEN	Descripción	Portafolio	Marcas
Conservas	Productos de mar	Atún y Sardinas	Bocado de Mar
Granos	Productos no perecederos para consumo humano y animal	Lenteja, frijol, alpiste, maíz pira, garbanzo, arveja, arroz	LA SOBERANA
Pastas	Producto de masa de harinas	Espagueti, Conchas y Macarrones	LA SOBERANA
Harinas	Harinas precocidas de maíz. Incluye saborizadas a mantequilla y sal y choclo	Harina de maíz blanco y amarillo, harina saborizada a mantequilla y sal y mezcla sabor a choclo.	LA SOBERANA arepa repa
Snacks	Innovación de productos con ingredientes saludables	Galletas harina de arroz integral y expandidos de maíz y quinua	MOSTRO

1.1.2. Mapa de procesos

A pesar de que Soberana no cuenta con un sistema de gestión de calidad certificado bajo normas internacionales, posee un sistema de procesos claramente establecido, basado en ciclo PHVA para la mejora continua. Sus procesos se encuentran bajo un sistema de gestión documental definido y actualizado, abierto a las mejoras de los procesos, sus técnicas y métodos. El proceso productivo se encuentra bajo control, desde la compra de materias primas, hasta la entrega de producto final a los clientes, asegurando la calidad en cada una de esas etapas, a través de la utilización de equipos y herramientas de altos estándares. Para la gestión de la inocuidad, toma los principios del sistema HACCP como eslabón fundamental para la obtención de productos, no

solo con una calidad que satisfagan las necesidades de los clientes, sino también, productos inocuos que brinden seguridad.

La estructura organizacional de la cabeza de la Dirección General, seguida de las diferentes Gerencias, permite que la distribución del trabajo y los roles tomados por cada participante del proceso se realice de forma compacta, segura e interdisciplinaria. La planeación estratégica esta soportada en un mapa proceso fuerte, con un gran compromiso con los valores declarados por Soberana, así como sus objetivos. En grafico 3 se muestra el mapa de procesos Soberana. Cada uno de este proceso es liderado por un grupo de profesionales idóneos y un recurso humano valioso y comprometido con la visión de la empresa, preocupados por la seguridad y bienestar de las personas y el cuidado al medio ambiente.

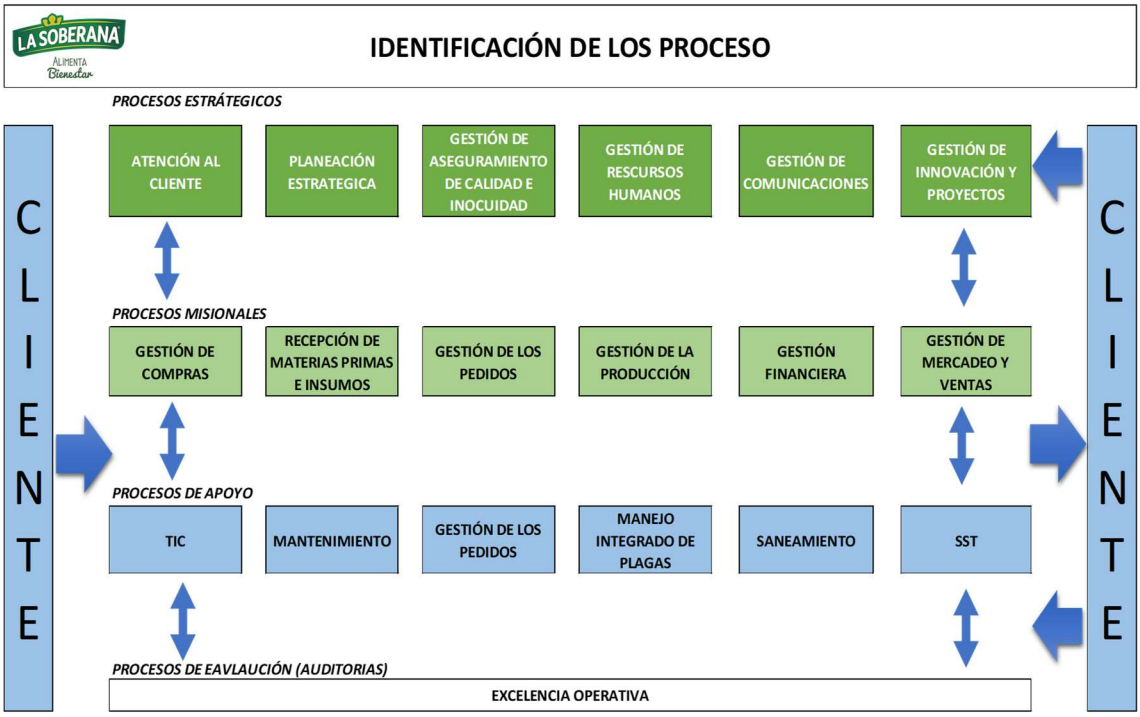


Gráfico 3. Mapa de procesos Soberana S.A.S

1.1.3. Organigrama

El organigrama de la empresa está basado en 9 niveles jerárquicos: Dirección General, Gerencias, Jefaturas, Líderes, Coordinadores, Analistas, Técnicos, Auxiliares y Personal

Operativo. La Dirección General es la máxima autoridad de la empresa, quien toma las decisiones más relevantes y es la responsable de su rentabilidad, su principal apoyo son las Gerencias, administradoras de los recursos humanos, físicos, tecnológicos y financieros de la empresa, y a través de la planificación, organización, dirección y control alcanzan las metas propuestas. Según la planificación estratégica de la empresa, se dividen en 7 grupos: Gerencia Técnica, Gerencia de Gestión Humana, Gerencia Financiera, Gerencia Administrativa, Gerencia de Ventas, Gerencia Logística y Gerencia de Mercadeo; a su cargo tienen las Jefaturas. Estás se caracterizan por el control sistemático de los procesos, la promoción de la innovación y la dirección de personas. Para su apoyo tienen a los Líderes, guías y motivadores de los equipos de trabajo; enfatizan los objetivos, proveen retroalimentación continua y personalizada con cada colaborador, analizan datos y entregan mejoras. A los Líderes los acompañan los Coordinadores, Técnicos y Analistas, quienes están al frente del hacer en cada uno de los procesos, al pendiente del personal, del cumplimiento de normas y estándares, capaces de tomar decisiones y dar soluciones inmediatas.

Finalmente se encuentra la parte operativa, responsables del desarrollo de las actividades, capacitadas en el desarrollo técnico de sus funciones, manejan adecuadamente los recursos, equipos y herramientas de la empresa. El esquema general se muestra en el gráfico 5:

Gráfico 4. Estructura de organigrama de la Empresa

1.1.4. Descripción del proceso productivo.

Soberana S.A.S. cuenta en el municipio de Cereté, Córdoba, con la Planta productora de harina precocida de maíz, para la cual se sigue el siguiente proceso productivo:

- **Recepción de maíz:** El maíz que se recibe en Planta puede ser blanco o amarillo, húmedo o seco, nacional o importado.

- **Aceptación o rechazo:** una vez el maíz entra a Planta, se toman muestras de cada vehículo con maíz y se realiza análisis de calidad, donde se determina la aceptación o rechazo del mismo. Si el maíz es aceptado, el vehículo pesa y pasa a la zona de descargue de maíz. Si el maíz es rechazado, el vehículo sale inmediatamente de la Planta.

- **Prelimpieza:** El maíz es sometido a un proceso de prelimpieza, para extraer materiales extraños de gran tamaño

- **Almacenamiento:** Teniendo el maíz seco con la humedad necesaria (menor o igual a 14,5%) es ingresado a los silos de Almacenamiento, donde es aireado para mantener y conservar la temperatura óptima del grano antes de moverlo hacia el proceso de Limpia, de igual manera el grano en los silos de almacenamiento es sometido a control de plagas.

- **Limpieza:** El maíz es sometido a un proceso de limpieza, para separar impurezas como piedras, hojas, pedazos de tuzas, arena, etc., que no lograron evacuarse en la pre-limpieza.

- **Acondicionamiento 1:** El grano pasa a través de un acondicionador de maíz (eje giratorio con paletas) en donde se le inyecta agua para mejorar y facilitar su pelado y desgerminación.

- **Desgerminación:** Consiste básicamente en retirar del grano el germen y la mayor cantidad de pericarpio, esto se logra a través de un proceso por fricción y abrasión. Al final el objetivo es obtener la materia prima para la Laminación, el grits.

- **Acondicionamiento 2:** El grits pasa por otro sin fin donde se le adiciona agua, seguidamente es conducido a unos tanques (Temperos), que logran mejorar la adsorción del agua en el grits buscando mejorar las condiciones previas a la precocción.

- **Precocción:** El grits proveniente del tempero se direcciona hacia los cocinadores, donde se le inyecta vapor saturado hasta lograr cambiar las características físicas y químicas del mismo, llevándola a 102°C.

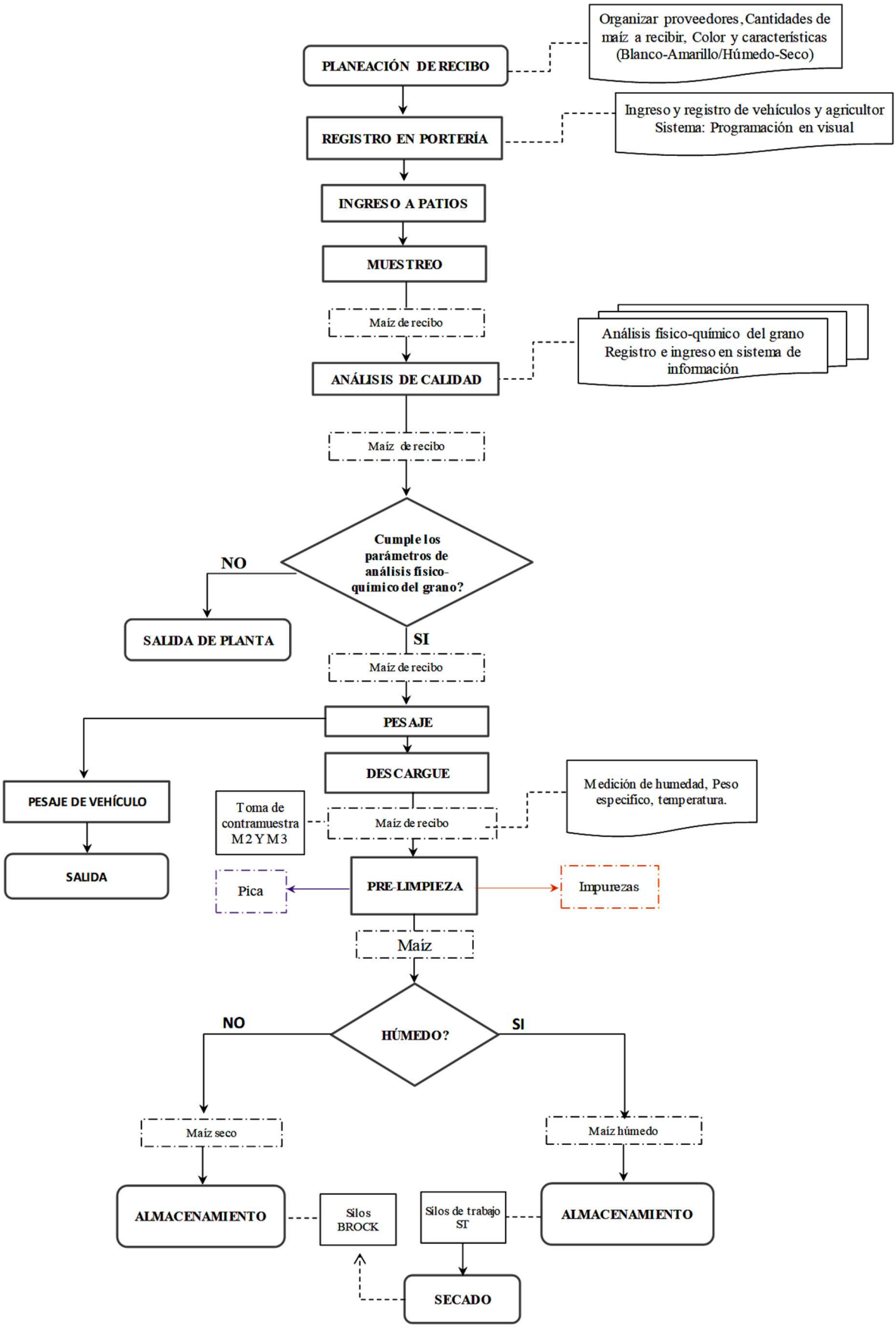
- **Laminación:** Luego de la precocción el grits, se somete a un proceso de laminación donde se usan dos rodillos a presión, que logran convertirlos en hojuelas de maíz húmedas.

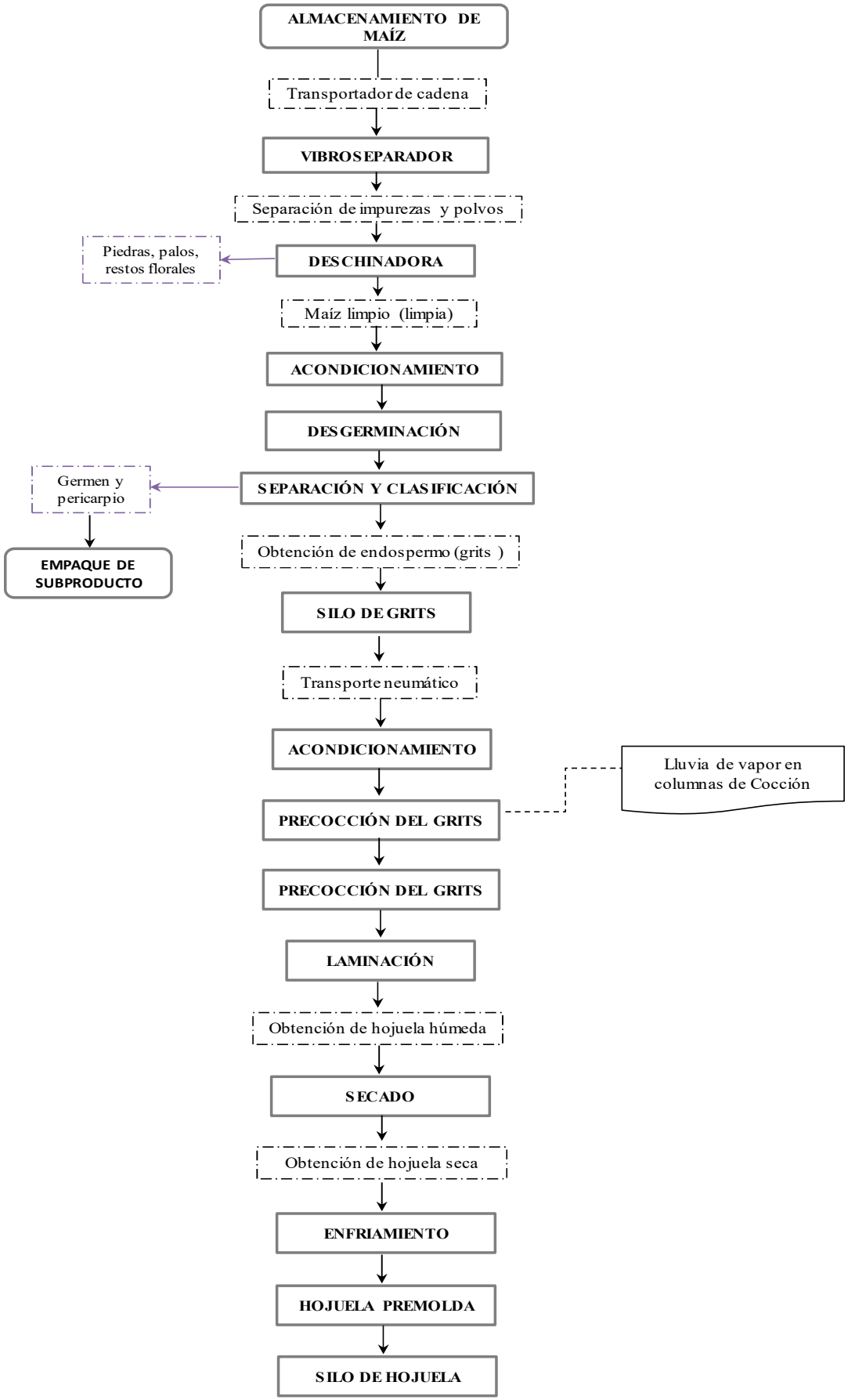
- **Secado de hojuela:** Las hojuelas se incorporan en un equipo de Secado usando vapor para retirar el exceso de humedad, hasta obtener una hojuela seca.

- **Enfriamiento:** Las hojuelas secas calientes son transportadas hacia un equipo de enfriamiento que al descender en forma de cascada y al estar en con contacto con aire limpio se logra disminuir la temperatura de la Hojuela.

- **Molienda y cernido:** Finalmente la hojuela es reducida de tamaño a través de bancos de molienda y cernida mediante equipo con juego de mallas, hasta obtener un tamaño de partícula deseado.

- **Empaque:** La Harina obtenida es empacada a través de máquinas empacadoras en unidades de 500 y 1000 gramos. Las unidades empacadas de 500 gramos se agrupan en paquetes (fardos) de 24 unidades y las unidades empacadas de 1000 gramos se agrupan en paquetes (fardos) de 20 unidades. Esta operación última se realiza a través de máquinas enfardadoras. A continuación, el grafico 4 muestra el flujograma de procesos:


Organizar proveedores, Cantidades de maíz a recibir, Color y características (Blanco-Amarillo/Húmedo-Seco)
PLANEACIÓN DE RECIBO
Ingreso y registro de vehículos y agricultor Sistema: Programación en visual
REGISTRO EN PORTERÍA
INGRESO A PATIOS
MUESTREO
Maíz de recibo
Análisis físico-químico del grano Registro e ingreso en sistema de información
ANÁLISIS DE CALIDAD
Maíz de recibo
Cumple los parámetros de análisis físico-químico del grano?
NO
SALIDA DE PLANTA
SI
Maíz de recibo
PESAJE
DESCARGUE
PESAJE DE VEHÍCULO
SALIDA
Toma de contramuestra M2 Y M3
Maíz de recibo
Medición de humedad, Peso especifico, temperatura.
Pica
PRE-LIMPIEZA
Impurezas
Maíz
NO
HÚMEDO?
SI
Maíz seco
Maíz húmedo
ALMACENAMIENTO
Silos BROCK
Silos de trabajo ST
ALMACENAMIENTO
SECADO


ALMACENAMIENTO DE MAÍZ
Transportador de cadena
VIBROSEPARADOR
Separación de impurezas y polvos
Piedras, palos, restos florales
DESCHINADORA
Maíz limpio (limpia)
ACONDICIONAMIENTO
DESGERMINACIÓN
Germen y pericarpio
SEPARACIÓN Y CLASIFICACIÓN
EMPAQUE DE SUBPRODUCTO
Obtención de endospermo (grits)
SILO DE GRITS
Transporte neumático
ACONDICIONAMIENTO
Lluvia de vapor en columnas de Cocción
PRECOCCIÓN DEL GRITS
PRECOCCIÓN DEL GRITS
LAMINACIÓN
Obtención de hojuela húmeda
SECADO
Obtención de hojuela seca
ENFRIAMIENTO
HOJUELA PREMOLDA
SILO DE HOJUELA

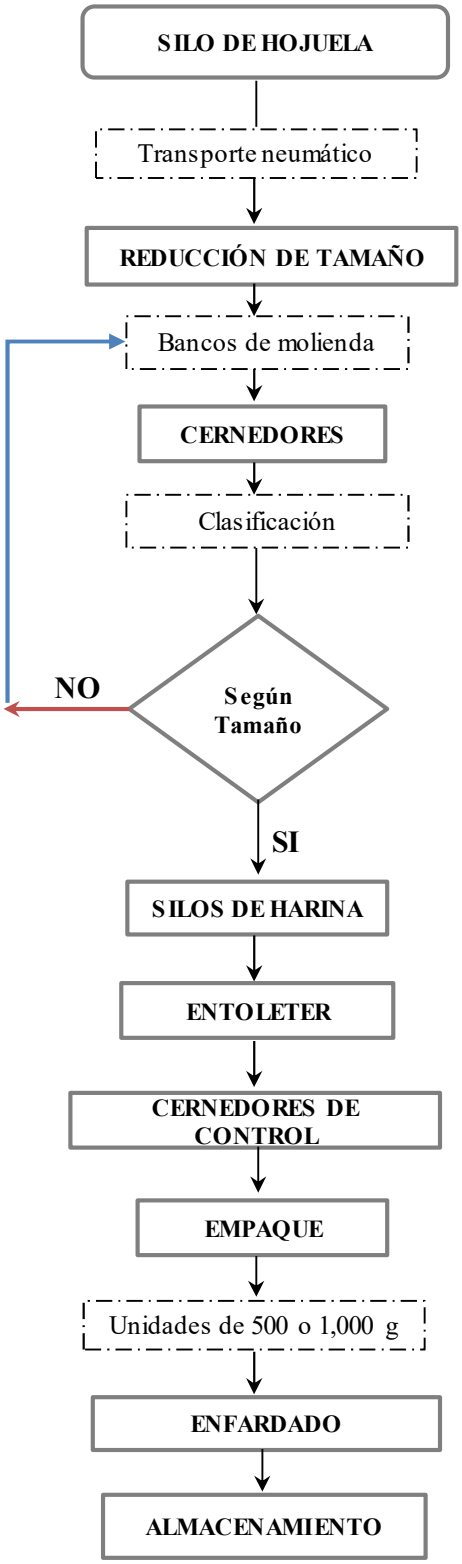


Gráfico 5. Diagrama de flujo de la harina precocida de maíz

1.1.5. Área de trabajo

El trabajo de investigación se realizó en el área de Empaque. Esta pertenece al área de Producción, de la Gerencia técnica Jefatura de Producción-Calidad. Se encuentra al frente de este proceso el Líder de Empaque. Como apoyo a la labor se encuentran los Coordinadores y Técnicos de Empaque, responsable del proceso durante su turno de trabajo. Finalmente, se encuentra el personal operativo, Operarios de Empaque, quienes son los encargados de operar las máquinas.

Para el proceso de empacado se necesitan dos equipos principales: maquinas empacadoras y máquinas enfardadoras, con sus respectivas bandas de transporta. La tabla 2, muestra la imagen y función principal de cada uno de estos equipos.

Tabla 2. Máquinas de empaque

EQUIPO	FUNCIÓN PRINCIPAL	IMAGEN
Máquinas empacadoras	Formar las unidades de venta de 500 g o 1000 g.	
Máquina enfardadora	Formar fardos (paquetes) de 24 unidades de 500 g (a los que llaman arrobas) o fardos de 20 unidades de 1000 g (a los que llaman Pacas)	

Una vez la harina se encuentra contenida en los silos (silos de harina), pasa por sistemas de separación y control, su transporte hacia las máquinas empacadoras se realiza a través de tornillos sin fin hasta las tolvas de cada máquina, donde se regula la dosificación teniendo en cuenta la referencia a empacar según el peso (unidades de 500 g o 1000 g).

Las máquinas empacadoras se encargan de formar láminas preimpresas de polietileno y polipropileno en unidades de venta con pesos de 500 g y 1000 g de contenido neto. Las máquinas

enfardadoras por su parte forman fardos, a los que se les llama “arrobas”, cuando está constituido por 24 unidades de 500 g, mientras que las pacas son formadas por 20 unidades de 1000g. Las arrobas y pacas son formadas en material de polietileno (tabla 3). El operario de empaque recibe los fardos, los estiba para ser recogidos por montacargas hasta su almacenamiento en CEDI (Centro de Distribución)

Tabla 3 Tipos de fardos

TIPO DE FARDO	IMAGEN
Arroba	
Paca	

Para el proceso de empacado la empresa cuenta con 3 núcleos de trabajo, conformado por máquinas empacadoras y una enfardadora. Las máquinas de empaque y los núcleos están identificados numéricamente, según la cantidad existente. Es decir, las máquinas empacadoras van de la 1 a las 6, las enfardadoras de la 1 a la 3, mientras que los núcleos de trabajo van del 1 al 3. Según esto, el Núcleo 1 está conformado por las máquinas de empaque 1 y 2, y la enfardadora 1. El Núcleo 2, por las máquinas de empaque 3 y 4 y la enfardadora 2; mientras que el Núcleo 3 lo conforman las máquinas de empaque 5 y 6 y la enfardadora 3.

El proceso es continuo, se trabaja de domingo a domingo, en tres turnos de trabajo de 8 horas. El personal de empaque es responsable del autocontrol en cada uno de sus procesos. Los Auxiliares y Analistas de calidad auditan cada hora este proceso. En estas revisiones, fueron medidas las No Conformidades, del proceso y con ello se estableció el nivel Sigma del proceso.

2. DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Para el proceso de empacado de harina precocida de maíz, la empresa Soberana S.A.S, cuenta con 3 núcleos de trabajo, conformados por dos máquinas empacadoras y una enfardadora. La máquina de empaque forma las unidades empacadas para luego ser armadas en fardos (paquetes de 24 unidades de 500 g o 20 unidades de 1.000g), posteriormente armados en estibas y entregados a CEDI para su posterior distribución. Durante el proceso de empacado se presentan diferentes no conformidades, que van desde la presentación de las unidades (unidades con impresión defectuosa, manchadas, no centradas, lote no legible o entre posición inadecuada, entre otras), problemas de sellado de la unidad, peso por debajo del límite inferior, hasta problemas en la formación del fardo (fardo con unidades en forma de balón, hileras torcidas, sellado no resistente, entre otras). Estas no conformidades generan costos de no calidad (retrocesos, retrasos, gasto innecesario de material de empaque, perdida de producto, aumento en tiempos muertos, regueros, aumento en el costo de mano obra, entre otras) los cuales están ligados a deficiencias en los procesos de autocontrol y medidas preventivas.

La metodología Seis Sigmas ayuda a las compañías a controlar los procesos de una manera más estricta y así encontrar nuevas oportunidades de mejor***a***, generando retos para las compañías e investigadores(Gutierrez& de la Vara, 2009). Seis Sigmas *es una estrategia de mejora continua* que busca identificar las causas de los errores, defectos y retrasos en los diferentes procesos de negocio, enfocándose en los aspectos que son críticos para el cliente(Salazar, 2004).

Se utilizó la metodología de seis Sigmas con el fin de determinar el nivel Sigma en el cual se encuentra actualmente el proceso de empaque de la empresa. Esta medición, permitió analizar el origen de las no conformidades y dejar recomendaciones de mejora que permitirán reducir los costos de no calidad, elevando al tiempo el nivel Sigma.

Formulación Del Problema

¿En qué nivel Sigma se encuentra el proceso de empaque de harina precocida de maíz en la empresa Soberana S.A.S de Cerete – Córdoba?

3. MARCO DE REFERENCIA

Este capítulo reseña brevemente el concepto de *lean manufacturing* y el antecedente histórico de la metodología seis Sigmas. También explica que es la metodología Seis Sigmas, sus objetivos, principios, herramientas para su implementación y su métrica. El capítulo profundizará en la metodología DMAIC (definir, medir, analizar, mejorar, controlar) y cada una de sus fases. Por último, presenta algunos conceptos claves para este trabajo y por da una mirada a estudios recientes que han usado seis Sigmas con éxito.

3.1.1. Seis Sigmas

Seis Sigmas es una metodología de mejoramiento continuo de la calidad adoptada por muchas organizaciones recientemente. Su origen parte de los principios y herramientas de gestión de la producción conocidas como el modelo *lean manufacturing*. Este modelo de gestión de la producción busca la mejora continua a través de la disminución del desperdicio, considerado este último como toda actividad que no agrega valor(Peréz Rave, 2011). La primera aplicación de Seis Sigmas ocurrió en Motorola en el año 1987 por el ingeniero Bill Smith, quien la usó como una estrategia de negocios y mejora de la calidad. Posteriormente, esta metodología fue mejorada y popular por General Electric, AlliedSignal, Bombardier, Sony, American Express, FeDex, Dupont, NASA, Toshiba, Jonhson & Jonhson, Ford, Black & Decker, entre otras. Es una metodología de mejora de procesos, centrada en la reducción de la variabilidad de estos, consiguiendo reducir o eliminar los defectos o fallas en la entrega de un producto o servicio al cliente. La meta de Seis Sigmas es llegar a un máximo de 3,4 defectos por millón de eventos u oportunidades (DPMO), entendiéndose como defecto cualquier evento en que un producto o servicio no logra cumplir los requisitos del cliente (Gutierrez & de la Vara, 2009).

Seis Sigmas utiliza herramientas estadísticas para la caracterización y el estudio de los procesos, de ahí el nombre de la herramienta, ya que **Sigma** es la desviación típica que da una idea de la variabilidad en un proceso. El objetivo de la metodología seis Sigmas es reducir esta desviación, de modo que el proceso se encuentre siempre dentro de los límites establecidos por los requisitos del cliente. Dentro de los beneficios que se obtienen del Seis Sigmas están la mejora de la rentabilidad y la productividad. Esta estrategia requiere que se optimice entonces las salidas del

proceso mediante un enfoque en las entradas y procesos involucrados. Matemáticamente esto se describe mediante la ecuación $y = f(x)$ explicada en el gráfico 6.

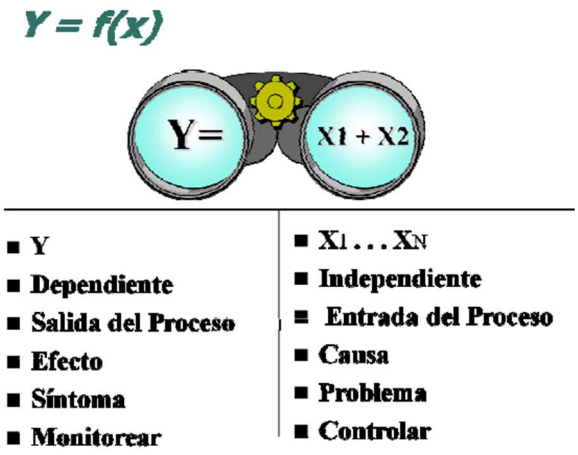


Gráfico 6. Ecuación de las relaciones entre causas y efectos. Fuente (Polesky, 2006)

Esto se expresa como Y es una función de x; donde Y es una variable dependiente de la salida del proceso, un efecto o síntoma que hay que monitorear y x son las variables independientes de entrada o del proceso que representan las causas que hay que controlar o que de hecho son controlables(Polesky, 2006).

La meta de Seis Sigmas que le da su nombre, es lograr que los procesos tengan una calidad seis Sigmas. Cuantitativamente esto quiere decir tener 3,4 defectos por millón de oportunidades o, en otras palabras, estar bien el 99.9997% de las veces a la primera. Culturalmente esto quiere decir que se deben de ejecutar los procesos claves casi a la perfección (Polesky, 2006).Esta meta se puede alcanzar mediante un proceso riguroso de mejora, diseñado e impulsado por la alta dirección de las organizaciones en las que se desarrollan proyectos de seis Sigmas con el objetivo de lograr mejoras mediante la eliminación de defectos, retrasos de productos, procesos y transacciones (Gutierrez & de la Vara, 2009, p. 548).

Esto se refiere a que, de acuerdo a los límites de las especificaciones del cliente, la variación estándar de un proceso resulta en seis desviaciones estándar entre la media del proceso y los límites de especificación del cliente. Por lo tanto, seis Sigmas se utiliza como una medida estadística de nivel de desempeño de un proceso o un producto(Escalante, 2013).En el gráfico 7 muestra el cambio de un proceso con una calidad tres Sigmas a uno con calidad seis Sigmas.

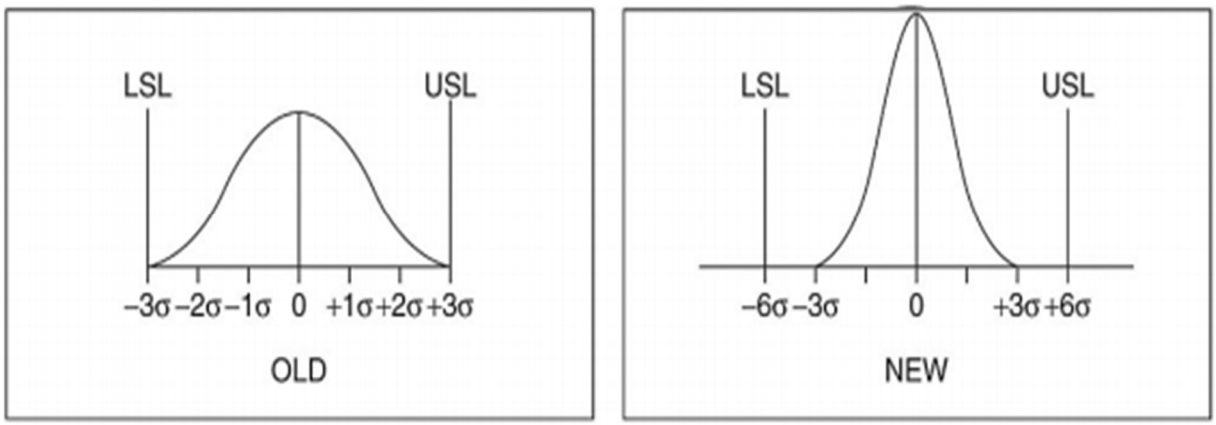


Gráfico 7. Cambio de un proceso con calidad tres Sigmas a Seis Sigmas. Fuente Pearlstein (2006).

Para entender mejor lo que genera una mejora en el nivel sigma, en el siguiente ejemplo se ilustra el cambio de un proceso de tres sigmas a seis sigamas: Cambiar de un nivel de calidad igual a tres Sigmas a seis Sigmas, significa pasar de un proceso con un rendimiento de 99.73% , en el cual se pueden generar 66,800 DPMO (Defectos por millon de oportunidades), a uno con un rendimiento del 99.9997%, el cual puede generar solo 3,4 DPMO. El gráfico 8 muestra el proceso en detalle.

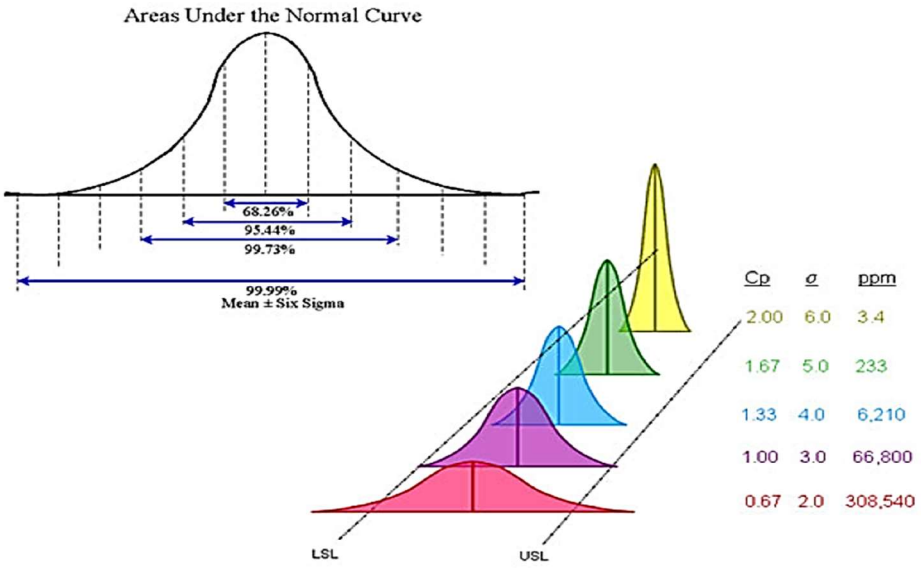


Gráfico 8. Demostración gráfica del nivel Seis Sigmas. Fuente Stremi (2007).

Entre los Objetivos de la Metodología Seis Sigmas tenemos**:**

- Reducir la variabilidad,
- Optimizar productos y procesos,
- Mejora global del servicio al cliente
- Crecimiento de la productividad y valor agregado
- Mejora de la capacidad y rendimiento de los procesos
- Reducción de los defectos totales y duración del ciclo
- Aumento de la confianza del producto
- Mejora en el flujo de procesos para hacerlos más predecibles
- Mejora en el retorno de la inversión

3.1.2. Principios de Seis Sigmas.

Según (Olmedo Alba & Castelblanco Cano, 2012) los principios de seis Sigmas son:

- Enfoque en el Cliente: La voz del cliente (VOC) es el fundamento de la metodología. Se tiene que poner especial atención en lo que el cliente solicita.
- Administración basada en datos y hechos: Durante la aplicación de la Metodología se identifican los métricos claves, después se realizan mediciones claras y se utilizan datos que son analizados para probar que las soluciones funcionan y mantienen las ganancias.
- Los procesos están donde está la acción: Seis Sigmas se enfoca en el proceso, administración y mejora; Al mejorar los procesos asegura ventajas competitivas, entregando un valor agregado a los clientes.
- Administración proactiva: Es necesario que la dirección sea dinámica, receptiva, proactiva, establezca y de seguimiento a las metas fijadas de manera ambiciosa, a las prioridades claramente implantadas y se enfoque en la prevención de problemas.
- Colaboración sin límites: Debe ponerse atención en derribar las barreras que limitan el trabajo en equipo entre los miembros de la organización; siempre enfocados en las necesidades del cliente, los procesos trascienden más allá de las barreras interdepartamentales.

- Enfoque a la perfección – tolerancia al fracaso: Las nuevas ideas y propuestas tienen un riesgo, vencer el miedo a cometer errores es necesario para lograr los objetivos que se han propuesto.

3.1.3. Otras métricas seis Sigmas.

Existen otras métricas seis Sigmas para medir desempeño de un proceso con el enfoque seis Sigmas; sin embargo, es importante tener en cuenta los siguientes conceptos:

- Unidad: la parte o producto que es elaborada por un proceso y que, por lo tanto, es posible inspeccionar o evaluar su calidad.
- Oportunidad de error: cualquier parte de la unidad que es posible medirse o probarse si es adecuada.
- Defecto: es cualquier no conformidad desviación de la calidad especificada de un producto

- DPU (defectos por unidad): El cual es una métrica que determina el nivel de no calidad de un proceso que no toma en cuenta las oportunidades de error y se obtiene con el siguiente cociente(Gutierrez & de la Vara, 2009, pp. 113-115):

$$DPU = d/U$$

Donde d es el numero defectos encontrados y U es el número de unidades producidas en cierto periodo de tiempo. Una desventaja del DPU es que no toma en cuenta el número de oportunidades de error en la unidad.

- DPO (defectos por oportunidad):se utiliza para medir la no calidad de un proceso y se obtiene de la siguiente manera:

$$DPO = d/(U * O)$$

Donde O es el número de oportunidades de error por unidad. Debe asegurarse de que solo se cuenten oportunidades que son significantes al proceso.

- DPMO (defectos por millón de oportunidades): Este índice se utiliza para procesos de atributos que cuantifica los defectos esperados en un millón de oportunidades de error. Y se calcula de la siguiente forma:

$$DPMO = DPO * 1000000$$

3.1.4. Metodología Seis Sigmas.

Polesky (2006) afirma que dentro de Seis Sigmas existen múltiples metodologías, y el uso de estas depende del tipo de proyecto o el fin para el cual se utilice. A continuación, se da una breve descripción de alguna de ellas:

- DMAIC: (Define, Measure, Analyze,improve,control); se utiliza para mejorar procesos ya existentes.
- DMADV: (Define, Measure, Analyze,Design,Verify); Se usa en el rediseño de los procesos que no alcanzan la mejora aun siendo mejorados.
- IDOV: (Identify, Design,Optimize,Validate); se aplica para nuevos procesos o productos y no existe medición alguna disponible.
- CQDFSS: (Commercial,Quality,Design,For, SeisSigmas); se utiliza para la búsqueda y aseguramiento en introducción de productos o servicios al mercado.

Para el presente trabajo de aplicación se utilizará la metodología DMAIC, por que se pretende mejorar un proceso que ya existe dentro de la empresa.

3.1.5. Proceso DMAIC.

El proceso Seis Sigmas se caracteriza por 5 etapas concretas (Gráfico 9):

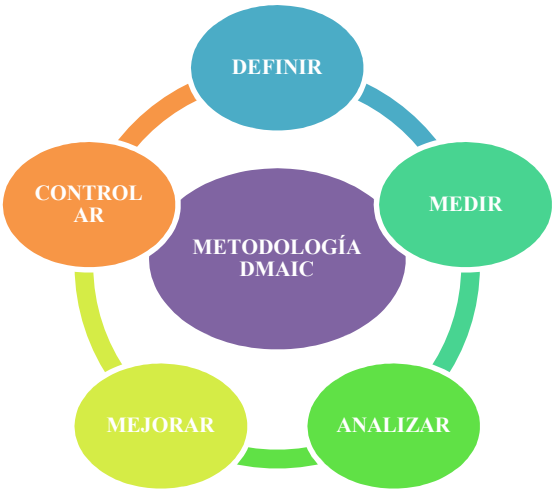


Gráfico 9. Imagen de la metodología DMAIC de seis Sigmas.

1. **D (Definir)**. Es la fase inicial, en ella se define en qué consiste el proyecto, se comprende y define el proceso actual.Bersbach (2009), manifiesta que para definir el problema se debe dar respuesta a las siguientes preguntas: ¿por qué es necesario hacer (resolver) esto ahora? ¿Cuáles el flujo de proceso general del sistema? ¿Qué se busca lograr en el proceso? ¿Qué beneficios cuantificables se esperan lograr del proyecto? ¿Cómo sabrá que ya terminó el proyecto (criterio de finalización)? ¿Qué se necesita para lograr completar el proyecto exitosamente? En síntesis responde a la pregunta ¿Qué es lo importante?. También se menciona que deben seguirse los criterios deEscalante (2013):

- Definir a los clientes y sus requerimientos.
- Formar el equipo
- Definir el chárter y plan del proyecto: título, caso de negocio,definición del problema, COPQ (cost of poor quality o costo de baja calidad o calidad pobre), línea base y potencialidad (baseline/entlitementent) CTQs], objetivos y metas, alcance, recursos estimados, beneficios esperados, personal involucrado,aprobación del proyecto y tiempo estimado.
- Desarrollar un mapa del proceso de alto nivel.

Sobre las técnicas a utilizar, Legaria and Mesita (2010) exponen en su trabajo de investigación:

Existen numerosas técnicas que los equipos pueden emplear para la realización de los mapas de los procesos y su análisis. Así, el equipo puede realizar diagramas de flujo verticales, mapas de despliegue funcional, mapas de procesos internacionales, etc. Una vez el equipo conoce el proceso tal como es, puede identificar "mejoras rápidas" que posiblemente sean suficientes o para alcanzar los objetivos de mejora propuestos. Esto suele ser muy común en los procesos no analizados durante mucho tiempo(Legaria & Mesita, 2010, p. 23).

2. M (Medir) La fase de medición consiste en la caracterización del proceso identificando los requisitos clave de los clientes, las características clave del producto (o variables del resultado) y los parámetros (variables de entrada) que afectan al funcionamiento del proceso y a las características o variables clave. A partir de esta caracterización se define el sistema de medida y se mide la capacidad del proceso. El desarrollo de la metodología en esta fase se basa en los siguientes criterios definidos por Escalante (2013):

- Desarrollar un mapa detallado del proceso
- Identificar entradas y salidas
- Evaluar el sistema de medición
- Evaluar la capacidad inicial del proceso y su potencialidad.

Entre las herramientas más comúnmente usadas en esta fase se encuentran:

- Matriz de Priorización
- Análisis de Tiempo de Valor
- Gráficos de Pareto
- Gráficos de Control

Entre otras tenemos:

- Histogramas.
- Hojas de Verificación.
- Diagramas Causa-Efecto.
- Diagrama de concentración de defectos.
- Diagrama de dispersión.

3. A (Analizar) En la fase de análisis, el equipo evalúa los datos de resultados actuales e históricos. Se desarrollan y comprueban hipótesis sobre posibles relaciones causa-efecto utilizando las herramientas estadísticas pertinentes. De esta forma el equipo confirma los determinantes del proceso, es decir las variables clave de entrada o "focos vitales" que afectan a las variables de respuesta del proceso. El desarrollo de la metodología en esta fase se basa en los siguientes criterios definidos por Escalante (2013):

- Análisis de los datos. Empleo de mediciones y datos, bien los que ya se han recopilado, o los nuevos reunidos en la fase Analizar, para discernir patrones, tendencias y otros factores acerca del problema que puedan sugerir o bien aceptar/rechazar las posibles causas.
- Análisis del proceso. Una investigación más a fondo y la comprensión de su funcionamiento permite identificar las entradas críticas del proceso, determinar las entradas críticas, ajustar el proceso, evaluar la capacidad del proceso ajustado.

4. I (Mejorar) En la fase de mejora (Improve en inglés) el equipo trata de determinar la relación causa-efecto (relación matemática entre las variables de entrada y la variable de respuesta que interese) para predecir, mejorar y optimizar el funcionamiento del proceso. Por último, se determina el rango operacional de los parámetros o variables de entrada del proceso. El desarrollo de la metodología en esta fase se basa en los siguientes criterios definidos por Escalante (2013):

- Optimizar las entradas críticas
- Generar y probar soluciones posibles
- Seleccionar la mejor solución
- Diseñar un plan de implementación

Verificar la capacidad final del proceso Entre las herramientas más comúnmente utilizadas en esta fase se encuentran:

- Lluvia de Ideas
- Modo de Falla y Análisis de Efecto
- Herramientas Lean
- Simulación de Eventos Discretos

5. C (Controlar) Fase, control, consiste en diseñar y documentar los controles necesarios para asegurar que lo conseguido mediante el proyecto Seis Sigmas se mantenga una vez que se hayan implementado los cambios. Cuando se han logrado los objetivos y la misión se dé por finalizada, el equipo informa a la dirección y se disuelve. El desarrollo de la metodología en esta fase se basa en los siguientes criterios (Escalante, 2013):

- Desarrollar un plan de control y monitoreo
- Obtener la aprobación-recibo del dueño del proceso
- Elaborar el reporte final/ lecciones aprendidas
- Mejorar continuamente

3.1.6. Herramientas básicas Seis Sigmas

Según Gutierrez and de la Vara (2009, pp. 138-174)las herramientas básicas de seis Sigmas son:

- Diagrama de Pareto: el cual es un gráfico especial de barras cuyo campo de análisis o aplicación son los datos categóricos, y tiene como objetivo ayudar a localizar el o los problemas vitales, así como sus principales causas.
- Estratificación: Consiste en analizar problemas, fallas, quejas o datos, clasificándolos de acuerdo con los factores que pueden influir en la magnitud de los mismos.
- Hoja de verificación (obtención de datos): Es un formato construido para colectar datos, de forma que su registro sea sencillo y sistemático, y se puedan analizar visualmente los resultados obtenidos.
- Diagrama de Ishikawa (o de causa-efecto): Es un método gráfico que relaciona un problema o efecto con los factores o causas que posiblemente lo generan.
- Lluvia de ideas: son una forma de pensamiento creativo encaminada a que todos los miembros de un grupo participen libremente y aporten ideas sobre determinado tema o problema.
- Diagrama de dispersión: Es una gráfica cuyo objetivo es analiza la forma en que dos variables numéricas están relacionadas.
- Diagramas de procesos: Es una representación gráfica de la secuencia de los pasos o actividades de un proceso, que incluye transportes, inspecciones, esperas, almacenamientos y actividades de retrabado o reproceso.

- Despliegue de la Función de Calidad (DFC, QFD): (*QualityFunction Deployment*, QFD), la cual es una herramienta de planeación que introduce la voz del cliente en el desarrollo y diseño del producto o el proyecto. Es un mecanismo formal para asegurar que "la voz del cliente" sea escuchada a lo largo del desarrollo del proyecto. También identifica medios específicos para que los requerimientos del cliente sean cumplidos por todas las actividades funcionales de la compañía.
- Sistemas poka-yoke:es diseñar sistemas y métodos de trabajo y procesos a prueba de errores. El término proviene del japonés: poka (error inadvertido), yoke (prevenir). El enfoque poka-yoke propone atacar los problemas desde su causa y actuar antes de que ocurra el defecto entendiendo su mecánica.

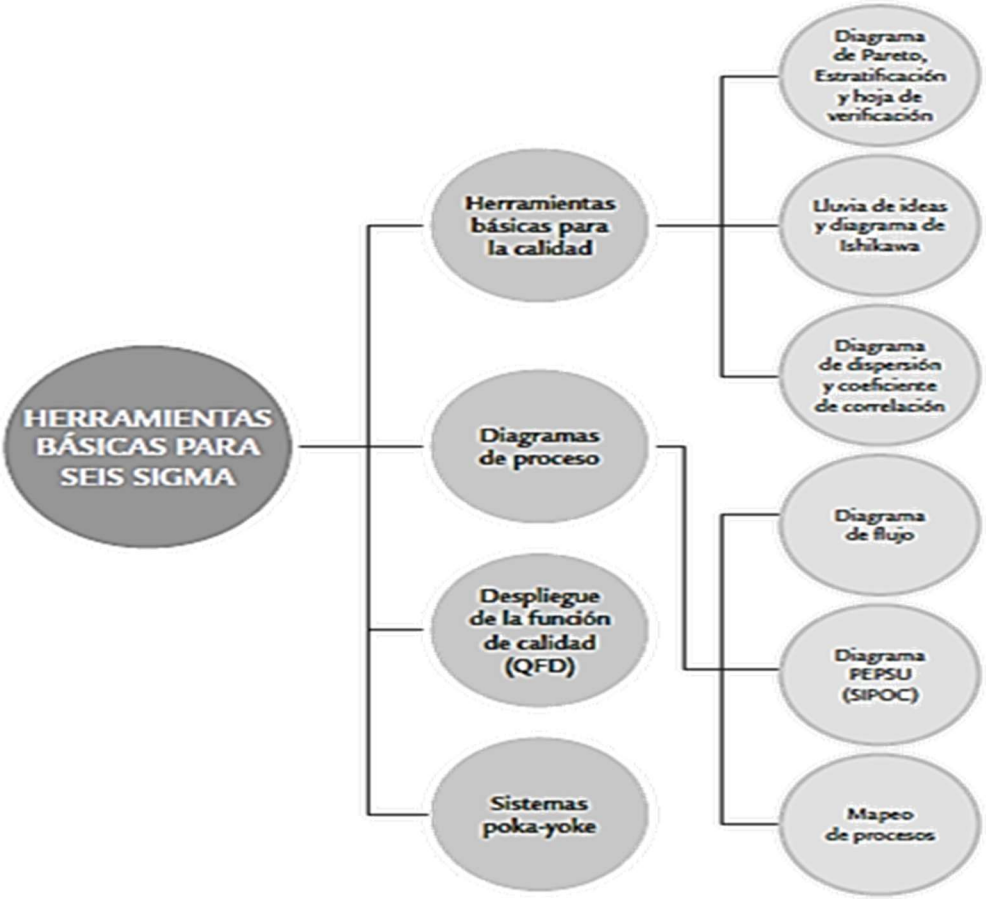


Gráfico 10. Herramientas básicas para seis Sigmas. Fuente Gutierrez and de la Vara (2009)

3.2. Marco Conceptual

- **Defecto:** Es cualquier no conformidad o desviación de la calidad especificada de un producto (Gutierrez & de la Vara, 2009).
- **Eficiencia:** Es la relación entre los recursos programados y los insumos utilizados realmente. El índice de eficiencia expresa el buen uso de los recursos en la producción de un producto en un periodo definido. Eficiencia es hacer bien las cosas(García, 2013, pp. 16-17).
- **Eficacia:** Es la relación entre los productos logrados y las metas que se tienen fijadas.

  El índice de eficacia expresa el buen resultado de la realización de un producto en Un periodo definido. Eficacia es obtener resultados(García, 2013, p. 17).
- **Sigmas:** Es la desviación típica que da una idea de la variabilidad en un proceso.
- **Oportunidad de error**: cualquier parte de la unidad que es posible medirse o probarse si es adecuada.
- **Unidad**: La parte o producto que es elaborada por un proceso y que, por lo tanto, es posible inspeccionar o evaluar su calidad
- **Variabilidad:** La estadística está formada por un conjunto de técnicas y conceptos orientados a la recolección y análisis de datos tomando en cuenta la variación en los mismos. La variabilidad es parte de nuestra vida diaria y se refiere a la diversidad de resultados de una variable o de un proceso; reducir la variación de los procesos es un objetivo del control estadístico y de Seis Sigmas. Por lo tanto, es necesario entender los motivos de variación, y para ello se parte de que en un proceso interactúan materiales, máquinas, mano de obra, mediciones, medio ambiente y métodos.

3.3. Estado Del Arte

Explorando el tema de interés el equipo se dio a la tarea de revisar la literatura existente a través de bases de datos, buscado estudios, investigaciones o artículos similares o relacionado con nuestro tema, que permitan construir una base sólida para el desarrollo del presente trabajo de aplicación de modo que las conclusiones y resultados obtenidos sean congruentes con la construcción del conocimiento y generando un aporte adicional a todos aquellos interesados en este tipo de trabajos.

El primer artículo encontrado se titula *Aplicación Seis Sigmas, a los procesos productivos, para optimizar la materia orgánica desperdiciada*(Castelo, Perez, Alarcon, & Castelo, 2018)afirma que aplicación de la metodología Seis Sigmas permitió demostrar la factibilidad de su aplicación en el contexto específico de la empresa objeto de estudio, puesto que se optimizaron todos los procesos. Además, favoreció mejora en el desempeño de esta y la dotó de una herramienta que aplicada de forma sistemática la debe hacer más competitiva contribuyendo en el proceso de mejora continua de la misma.

El segundo documento está la tesis titulada *Metodología lean seis Sigmas aplicada a un proceso de manufactura* en este trabajo se analizan los problemas del proceso de ensamble de la empresa, los cuales son: El tiempo de ciclo y los costos, para ello ultizan la metodologiade seis Sigmas DMAIC(Definir,Medir,Analizar,Mejorar y Controlar) y en los resultados de su investigacion se muestra que esta metodologia es una herramienta util para formular y desplegar estrategias para lograr un cambio significativo en el proceso logrando eficacia y mejora de la productividadde la empresa esto en terminos de disminucion de costos por unidad.

De lo anterior se puede concluir que las investigaciones consultadas tiene en comun que frente a un mercado cambiante cada dia mas competitivo surge la necesida de implementar en las empresas ya sea de producto o servicios metodologias y estrategias que les permitan mejorar la productividad en la busqueda de cero defectos como las que ofrece seis Sigmas, siendo ademas un herramienta para medir el nivel de calidad de los procesos.

4. JUSTIFICACION

Las empresas de clase de mundial mantienen en forma permanente, resultados sobresalientes para sus clientes, accionistas, colaboradores,comunidad y stakeholders. Son empresas con una cultura distintiva, con planes estratégicos en constante evolución y con sistemas de medición que les permite crearse nuevos retos para alcanzar altos estándares de calidad y la organización, detectando debilidades para darles una solución efectiva en el menor tiempo posible. (García, 2010).

Soberana S.A.S es una empresa que apunta a la mejora continua y pretende elevar su nivel de competitividad, promoviendo la productividad en cada una de sus áreas. Para ello es necesario un sistema medición que genere un punto de partida que permita establecer de manera clara, los planes de mejora. Una de las metodologías utilizadas en las empresas para el mejoramiento de la productividad, es Seis Sigmas (Díaz Castellanos, 2015). Su objetivo es reducir la variabilidad de un proceso a través de la aplicación de los métodos estadísticos y herramientas de gestión de la calidad (Galvani, 2013).

El área de empaque no tiene un sistema claro de medición, el cual le permita establecer las bases para los principios de mejora que pretende. Con el siguiente trabajo de aplicacion, brinda una herramienta de medición eficaz que pueda aplicar a su proceso y que le muestre su estado actual de productividad en cuanto al control de no conformidades y con ello, establecer las mejoras pertinentes.

5. OBJETIVO

5.1 Objetivo General

Determinación del nivel de calidad del proceso de empaque de harina precocida de maíz en la empresa Soberana S.A.S. utilizando la metodología Seis Sigmas

5.2 Objetivos Específicos

- Descripción y diagnóstico del proceso de empaque de la empresa Soberana S.A.S
- Medición inicial del nivel Sigma del proceso de empaque de la empresa Soberana S.A.S
- Análisis y recomendaciones para el mejoramiento de la calidad en el proceso de empaque de la empresa Soberana S.A.S

6. METODOLOGÍA Y TRABAJO DE CAMPO

Este trabajo se realizó dentro de la empresa Soberana S.A.S utilizando la metodología Seis Sigmas como herramienta de medición para saber cómo se encuentra el rendimiento del proceso de empaque de harina precocida de maíz en función del número de unidades no conformes. Como se menciona en el marco referencial, cada fase cuenta con diversos pasos y herramientas, para ello se hizo énfasis en la fase de definir, medir y analizar puesto que el objetivo principal es saber cuál es el nivel de calidad SOBERANA SAS en este momento. Se analizaron las unidades empacadas de venta de harinas precocida de maíz, producidos desde el mes de enero hasta agosto 2020.

6.1. Fases.

Para el desarrollo de la metodología de estudio se siguieron los pasos que se describen a continuación:

6.1.1. Definir

Se aplicaron tres herramientas para definir con claridad a los clientes, sus características, así como sus necesidades. Para esto, se utilizó el Project Charter y el CustomertoQuality (CTQ), así como la herramienta denominada SIPOC (supplier, imput, process, output, costumer). En la tabla 4 se muestra la descripción del proyecto a través del Project Charter. En ella se detalla la estructura de la planificación del estudio realizado.

Tabla 4. Project Charter

Project Charter

Resource Plan

Nombre del Proyecto:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE CALIDAD DEL PROCESO DE EMPAQUE DE HARINA PRECOCIDA DE MAÍZ EN LA EMPRESA SOBERANA S.A.S. UTILIZANDO LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA
Líder del Proyecto:	Alexander Leal Espitia - Jefe de Calidad
Área Foco:	Producción - Empaque
Sponsor:	Jaider Najar Monroy - Gerente Técnico
Equipo:	Alexander Leal, Edelcio Ramos, Leonardo ortega, Daniel Ramos, Jorge Jiménez, Nacira Martínez
Analista financiero:	N/A
Distrito	☑ Distrito Cereté ☐ Distrito Medellín ☐ Distrito Bogotá ☐ Distrito Valledupar ☐ Distrito Cartagena ☐ Distrito Cúcuta ☐ Distrito Ibagué ☐ Distrito Pereira ☐ Distrito Cali ☐ Distrito Ipiales ☐ Distrito Barranquilla ☐ Distrito Itagüí

Resource Plan

Tipo de Proyecto:	☑ Six sigma ☐ Lean ☐ PMI
Estado de Proyecto:	Nuevo
Fase Actual:	☐ D ☑ M ☐ A ☐ I ☐ C
Confidencialidad:	☑
Cliente:	Área de Logística (Almacenamiento y Distribución)
Problema/Declaración de Oportunidad:	Aumento en las unidades no conformes de harina precocida de maíz, de las referencias de 500g y 1000g, por defectos en la presentación, sellado, peso por debajo del limite inferior, formación del fardo, entre otros, en los núcleos de empaque 1, 2, y 3 del distrito Cereté durante el ultimo año.
Declaración de Objetivo:	Determinar el nivel de calidad del proceso de empaque de harina precocida de maíz en la empresa Soberana S.A.S.
Alcance del Proyecto:	El proyecto está dirigido a analizar el proceso de empacado en los núcleos 1, 2, y 3 en el distrito Cereté, desde la programación de empaque hasta la entrega para almacenamiento en CEDI.
Beneficios esperados:	*Reducir el indicador no conformidades en los lotes de producto terminado ocasionados por fallas en el proceso de empaque *Reducir el indicador de resello de material de empaque *convertir tiempo improductivo en producto
Riesgos:	*Riesgo ergonómico.
Stakeholders/ interesados:	*Gerencia técnica. *Jefe de Mantenimiento *Jefatura de Producción * Jefe de Calidad *Coordinador de empaque *Líder de Empaque *Auxiliares de calidad *Área de empaque (Operarios y Técnicos) *Área de Logística
Restricción de tiempo:	7 Meses, bajo el cronograma del anexo 1
Restricción de presupuesto:	$241.000 para internet, y electricidad

La siguiente fase del proceso consistió en la identificación, gerenciamiento y análisis de los Stakeholders, incluyendo la matriz de poder en cada uno de ellos. La tabla 4 muestra en detalle este proceso:

Tabla 5 Análisis de Stakeholders

Gerenciamiento de los Stakeholders Nombre	Desconocedores	Resistente	Neutral	Soporta	Llidera
Gerencia Técnica					D D
Jefatura de Producción					D D
Jefatura de Calidad					D D
Líder de Empaque					D D
Jefe de Mantenimiento				C D	
Coordinador de empaque				D	D
Auxiliares de calidad				B B	
Área de empaque (Operarios y Técnicos)	B				B
Área de Logística			B	B	

Estrategias para gereneciar a los Stakeholders	
Gerencia Técnica	Informes semanales con indicadores del cumplimiento del proyecto y resultados de medición al iniciar esta fase.
Jefatura de Producción	Informes semanales con indicadores del cumplimiento del proyecto y resultados de medición al iniciar esta fase.
Jefatura de Calidad	Informes semanales con indicadores del cumplimiento del proyecto y resultados de medición al iniciar esta fase.
Líder de Empaque	Informes semanales con indicadores del cumplimiento del proyecto y resultados de medición al iniciar esta fase.
Jefe de Mantenimiento	Informes semanales con indicadores del cumplimiento del proyecto y resultados de medición al iniciar esta fase.
Coordinador de empaque	Acercamiento y acompañamiento en el proceso por parte del líder del proyecto, donde se les muestre la importancia y beneficios del proyecto para el proceso.
Auxiliares de calidad	Acercamiento y acompañamiento en el proceso por parte del líder del proyecto, donde se les muestre la importancia y beneficios del proyecto para el proceso.
Área de empaque (Operarios y Técnicos)	Acercamiento y acompañamiento en el proceso por parte del líder del proyecto, donde se les muestre la importancia y beneficios del proyecto para el proceso.
Área de Logística	Informe quincenal de los avances del proyecto y de las mediciones realizadas. Además de un acecamiento por parte del lider del proyecto donde se evidencie la disposición y el compromiso de mejora.

Definidos y gerenciados los Stakeholders, se estableció la estructura de desglose del trabajo (WBS por sus iniciales en inglés), mostrado en la gráfica 11.

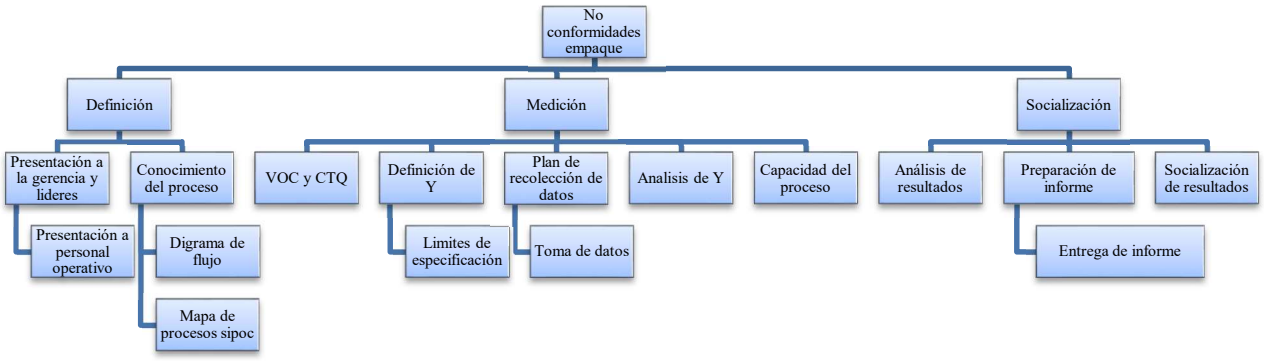


Gráfico 11. WBS (estructura de desglose)

El cronograma definido por el equipo de trabajo Seis Sigmas se puede ver en el anexo 1.

Caracterización del proceso: Los datos de producción fueron consignados en el ERP SIESA ENTERPRISE, mientras que para la identificación de no conformidades se creó un formato digital donde se registrar los resultados obtenidos hora a hora de cada máquina de empaque durante todo el turno de trabajo. Los datos que se midieron fueron obtenidos de enero hasta agosto de 2020. Realizando revisión y análisis del proceso de empacado de harina precocida de maíz, tanto de la parte documental como revisión in situ del área de empaque y se estableció el mapa de proceso.

Mapa de proceso de empaque.

El mapa de proceso que se presenta en el grafico 12 fue validado por el equipo y se consideró que representaba de manera clara las entradas y salidas del área de empaque. Este es conocido por (Escalante, 2003) como "el mapa como es" en la metodología seis Sigmas.

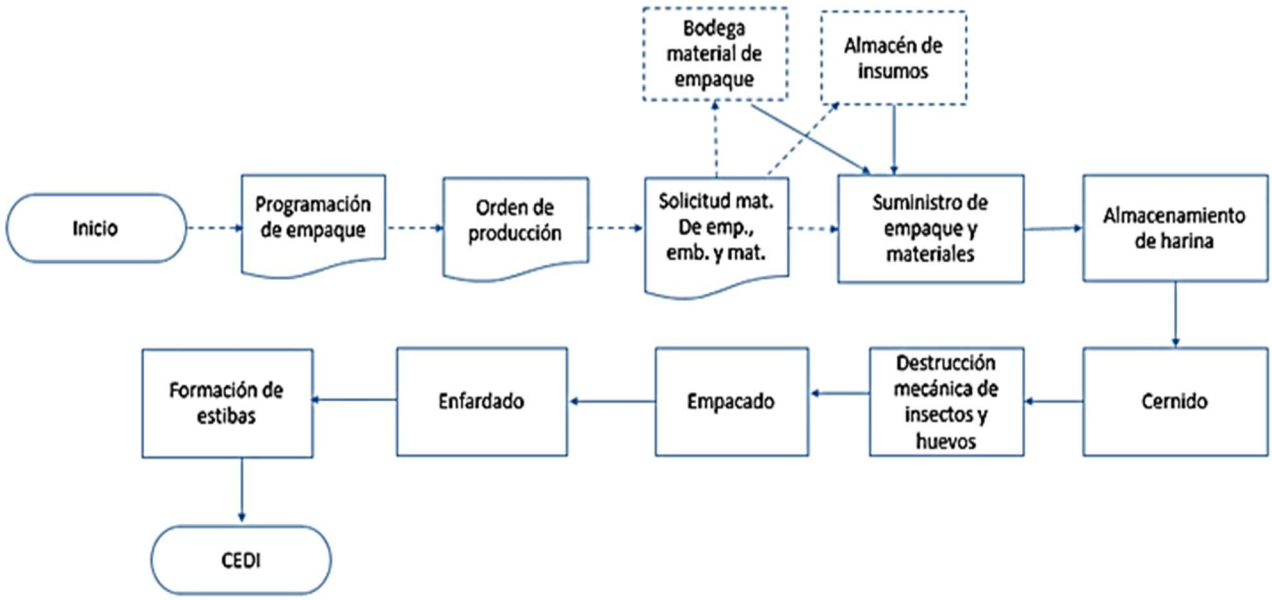


Gráfico 12. Mapa del proceso fuente elaboración propia

Con el fin de establecer una mayor caracterización del proceso de gestión empaque, se realizó el SIPOC. En él se visualizan los pasos secuenciales del proceso de empaque definiendo

claramente las entradas, salidas, proveedores y clientes. Recogiendo los detalles importantes sobre el inicio y el final del proceso el grafico 13 muestra el SIPOC del proceso de empaque en la Empresa Soberana S.A.S.

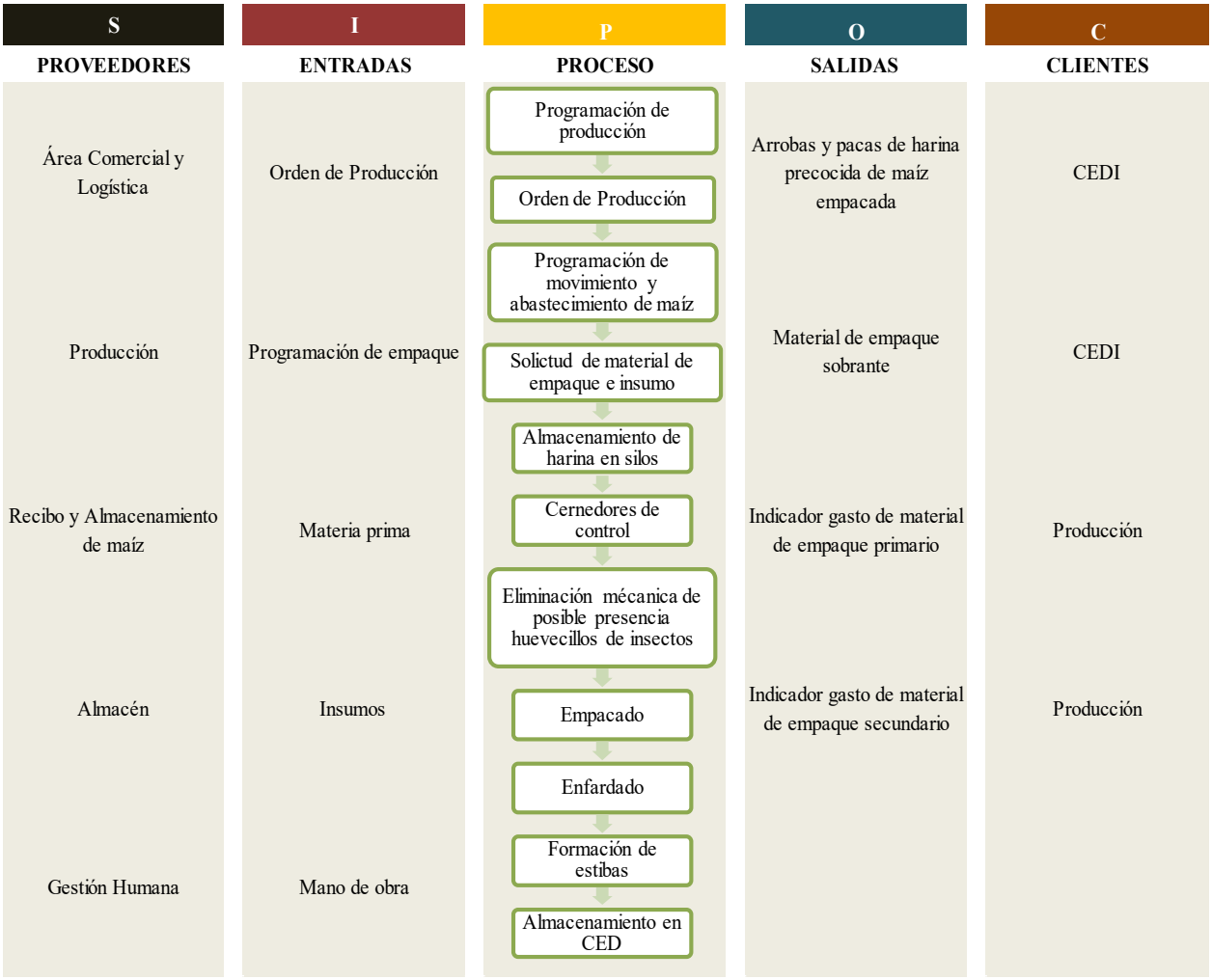


Gráfico 13 SIPOC de Soberana SAS. Fuente elaboración propia.

Para establecer los procesos involucrados, los riesgos y priorizar los requisitos específicos del cliente (necesidades, expectativas y percepciones de los clientes), se establecieron los CTQ´s y el Análisis VOC que se muestran en las tablas 6 y 7 respectivamente.

Tabla 6. CTQ´s del proceso de empaque.

CTQ	
Área:	Empaque -Producción
Cliente :	Área de logística (Almacenamiento y Distribución)
VOC:	Se están presentado aumento en las unidades no conformes harina precocida de maíz en las referencias de 500g y 1000g durante el empacado
CTQ:	Aumento en las unidades no conformes de harina preocida de maíz ref. 500g y 1000g durante el proceso de empacado
Medida del CTQ:	Porcentaje de unidades no conformes empacadas diariamente de las referencias 500g y 1000g
Especificación del CTQ:	Máximo 0,20% de las unidades empacadas diariamente

Tabla 7. VOC

Fuentes de VOC	
Fuentes reactivas	Fuentes proactivas
☑ Quejas	☐ Entrevistas
☐ Línea de servicio	☐ Grupos foco
☐ Llamadas de soporte técnico	☐ Encuestas
☐ Llamadas servicio al cliente	☐ Tarjetas de comentarios
☑ Reclamos	☐ Llamadas
☑ Informe de no conformes	☑ Observación directa
☑ Informe de desabasto	☐ Investigación
☐ Reclamos de garantías	☐ Comparación competitiva
☐ Actividad página Web	☐ Otros
☐ Otros	

El siguiente paso del proceso para la elaboración del Project chárter, fue la definición de las de la variable a medir Y= %De unidades no conformes empacadas mensuales.

Tabla 8. Definición de Y

Y´s Definition		
¿Se puede medir la Y?	☑ Si	☐ No
¿ Está directamente vinculada a un CTQ?	☑ Si	☐ No
¿ Es una medida directa del proceso de estudio?	☑ Si	☐ No
¿ la Y atiende un problema con un defecto importante?	☑ Si	☐ No
¿ Es fácil la recolección de datos de la Y?	☑ Si	☐ No
¿ Los datos de la Y son continuos o discretos?	☑ Continuos	☐ Discretos
¿ Puedo identificar fácilmente los puntos de inicio y terminación de este proceso?	☑ Si	☐ No
¿ Conozco quién es el dueño del proceso?	☑ Si	☐ No

Definición Operacional de la Y		
% De unidades no conformes empacadas mensuales		
%Unc	Unidades No conformes	$\%Unc = (Unc/UT) * 100$
UT	Unidades diarias empacadas	
Unc	Unidades diarias No conformes	

Una vez establecida la variable de medición, se establecieron los límites de la misma, tal como se muestra en la tabla 9.

Tabla 9. Especificación de la variable de medición Y

Specifications Limits	
Declaración de Objetivo:	Determinar el nivel de calidad del proceso de empaque de harina precocida de maíz en la empresa Soberana S.A.S.
LES:	0,20 % de las unidades empacadas diariamente
LEI:	NA
Unidad:	Cada Bolsa de 500g o de 1000g de harina de maíz
Oportunidades:	19 Por cada bolsa de 500g o 1000g de harina de maíz empacada
Características examinadas:	1. Variaciones de peso 2. Alto peso 3. Bajo peso 4. Sellado horizontal de la unidad 5. Sellado vertical de la unidad 6. Fuelle débil 7. Sellado horizontal del fardo 8. Sellado vertical del fardo 9. Mala presentación del fardo 10. Error N° de unidades del fardo 11. Perforaciones fuera del estándar 12. Falta de código 13. Código en posición inadecuada 14. Error en fecha, maquina o turno 15. Codificación incompleta y/o Borrosa 16. Mala presentación de la unidad 17. Calidad de la harina 18. Calidad del material de empaque 19. Riesgo de contaminación física
Defecto:	cada Bolsa de 500g o de 1000g de harina de maíz que no cumpla con el nivel aceptable de calidad

Lo siguiente que se definió, fue la recolección de los datos. Este se contempló según la tabla 10

Tabla 10. Definición de la recolección de datos

Data Collection		
Plan de recolección de datos		
Objetivo de la recolección de datos: Determinar el nivel de calidad del proceso de empaque de harina precocida de maíz en la empresa Soberana S.A.S.		
¿Qué medir?	Definición operacional	Unidades no conformes empacadas mensualmente
	Tipo de medida salida (x) o Entrada (x) o Proceso (x)	Salida
	Tipo de Dato Continuo o Discreto	Continuo
¿Por qué medir?	Importancia de la medición	Para establecer la situación actual del proceso de empacado
¿Cómo se va a hacer la medición?	Herramientas de medición	Inspección y revisión de unidades cada hora
	Frecuencia	Cada hora se actualiza el informe de no conformidades de empaque
¿Quién recolecta los datos?	Quién recolecta los datos	Auxiliar de calidad

Una vez se obtuvo el diario de ruta en la esta fase de definir se realizó un informe a la jefatura de calidad de la empresa con base en el registro y estudio de las principales no conformidades de las unidades de venta durante el proceso de empaque en los periodos de enero a julio del 2020reporteque se encuentra en las tablas de verificación de la empresa. (ver anexo 2).

6.1.2. Medir resultados.

En esta segunda fase de DMAIC una vez definido el proceso la información recolectada se analizó en Excel a partir de dos métodos principales de medición Seis Sigmas: Una teniendo en cuenta el número de unidades procesadas y el porcentaje de posibilidades de encontrar un defecto y calculando DPMO teniendo en cuenta el número de oportunidades de defecto. Por su parte, para el análisis gráfico se utilizó Power BI. El desarrollo de la metodología en esta fase se basó en los siguientes criterios definidos por Escalante (2013):

- **Definir unidad, oportunidad, defecto y métrica:** para ellos se realizaron las siguientes actividades:

- ✓ Establecer unidad de producto
- ✓ Establecer Oportunidades de defecto por unidad
- ✓ Establecer defectos por unidad
- ✓ Establecer métrica

- **Establecer límites de especificación:** Estándar de desempeño límite superior y/o límite inferior, todo lo anterior se ve en detalle en la tabla 11 de las especificaciones del proyecto.

Tabla 11 Límites de especificación del proyecto.

Specifications Limits	
Declaración de Objetivo:	Determinar el nivel de calidad del proceso de empaque de harina precocida de maíz en la empresa Soberana S.A.S.
LES:	0,20 % de las unidades empacadas diariamente
LEI:	NA
Unidad:	cada Bolsa de 500g o de 1000g de harina de maíz
Oportunidades:	19 por cada bolsa de 500g o 1000g de harina de maíz empacada
Características examinadas:	1. Variaciones de peso 2. Alto peso 3. Bajo peso 4. Sellado horizontal de la unidad 5. Sellado vertical de la unidad 6. Fuelle débil 7. Sellado horizontal del fardo 8. Sellado vertical del fardo 9. Mala presentación del fardo 10. Error N° de unidades del fardo 11. Perforaciones fuera del estándar 12. Falta de código 13. Código en posición inadecuada 14. Error en fecha, maquina o turno 15. Codificación incompleta y/o Borrosa 16. Mala presentación de la unidad 17. Calidad de la harina 18. Calidad del material de empaque 19. Riesgo de contaminación física
Defecto:	cada Bolsa de 500g o de 1000g de harina de maíz que no cumpla con el nivel aceptable de calidad

- **Plan de recolección de datos:** Los datos recolectados se encuentran en el anexo 4.
- **Análisis de la variable de interés (Y):** Los datos de la variable Y son el porcentaje de unidades no conformes. Se obtuvieron datos que alimentaron el informe de no conformidades de empaque entre los meses de enero a agosto del 2020. Estos reportes indican el día, el total de unidades empacadas, el total de unidades no conformes y las discrimina según su no conformidad información que se encuentra en el anexo 3 de este trabajo, a continuación, mostramos la gráfica 14 con el diagrama de Pareto que muestran el comportamiento de la variable Y, y que posteriormente será analizada en detalle la siguiente fase.

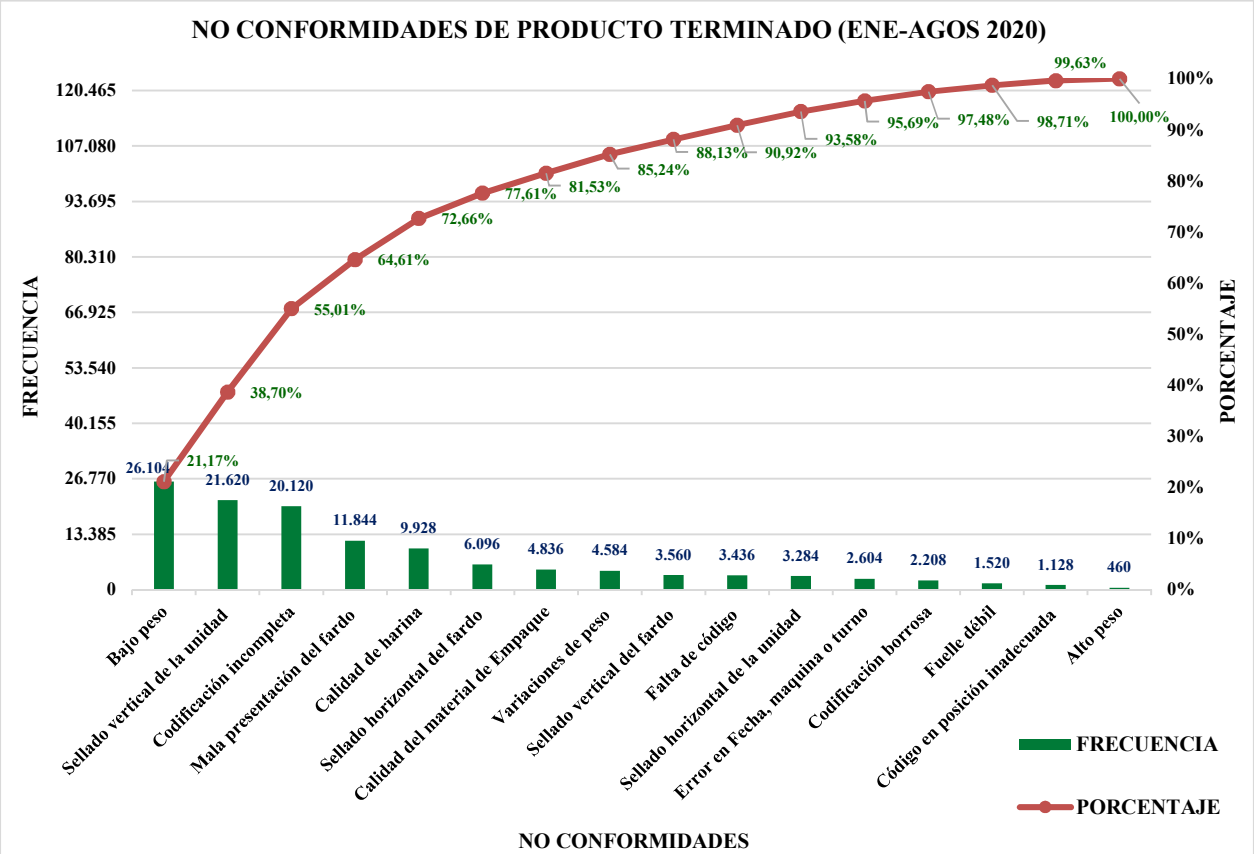


Gráfico 14. Diagrama de Pareto

- **Análisis de la capacidad:** Se determina la capacidad del proceso y el nivel Sigma correspondiente, con los datos capturados durante el plan de recolección se calcula el DPU, DPO, y DPMO, utilizando las siguientes ecuaciones:

$$DPU = \frac{número\ total\ de\ defectos}{número\ total\ de\ unidades} \quad (1)$$

$$DPO = \frac{número\ de\ defectos}{número\ de\ unidades * número\ de\ oportunidades} \quad (2)$$

$$DPMO = DPO * 1000000 \quad (3)$$

Posteriormente para calcular el nivel Sigma, primero se debe obtener el valor de Yield (rendimiento) del proceso a partir de la siguiente ecuación:

$$Yield = \frac{(oportunidades - defectos)}{oportunidades} * 100 \quad (4)$$

Una vez calculados los defectos por millón de oportunidades, así como el Yield del proceso mes a mes, se calculó el nivel Sigma utilizando en Excel la función inversa de la distribución normal estándar.

Para lo cual se obtuvieron los resultados representados en la gráfica15 se realizaron los cálculos con los dos métodos documentados en el marco teórico y se obtuvieron datos muy parecidos y con la misma tendencia disponibles para su posterior análisis:

Tabla 12 Datos mensuales de rendimiento

Año	Mes	CANTIDAD UDS EMPACADAS	Kg PRODUCIDOS	CANTIDAD DE NC	Kg NC	DPMO	YIELD
2020	enero	5,249,396	3,016,208	16,248	10,524	60,534	93.9500%
2020	febrero	5,465,864	3,413,552	20,028	17,064	71,796	92.8200%
2020	marzo	5,722,144	3,566,812	17,156	11,288	53,578	94.6400%
2020	abril	6,310,268	3,832,604	16,708	12,004	52,572	94.7400%
2020	mayo	7,011,960	4,104,420	16,740	8,640	52,672	94.7300%
2020	junio	6,727,388	3,920,864	13,864	9,772	40,601	95.9400%
2020	julio	3,643,644	2,260,332	13,452	8,976	56,854	94.3100%
2020	agosto	7,060,380	4,108,980	9,136	5,128	25,954	97.4000%
TOTAL		**47,191,044**	**28,223,772**	**123,332**	**83,396**		

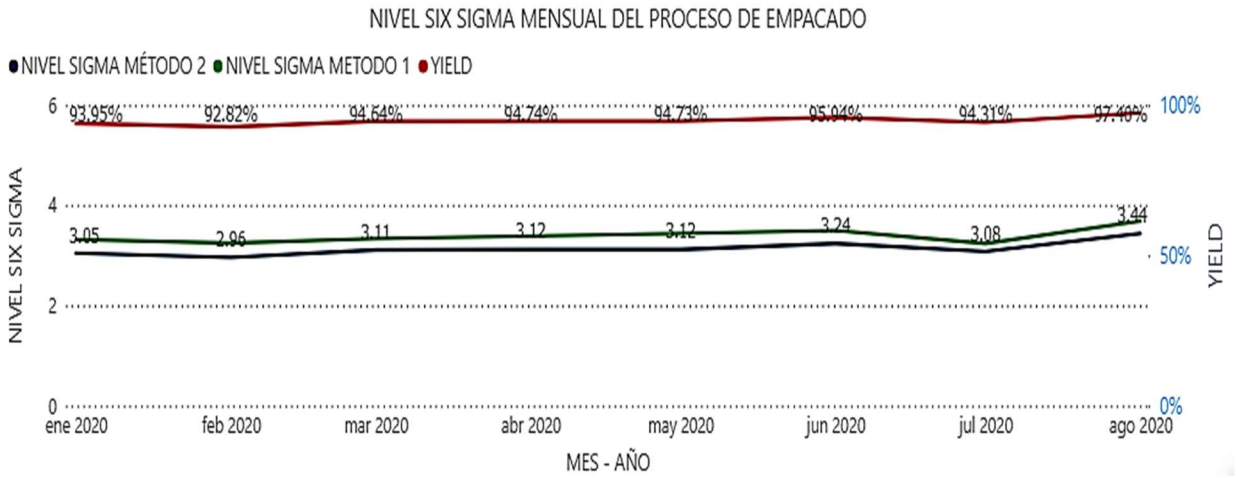


Gráfico 15. Nivel Sigma calculado.

6.1.3. Analizar

El desarrollo de la metodología en esta fase se basa en los siguientes criterios definidos por Escalante (2013):

- **Análisis de los datos.** Como se sabe esta fase se enfoca en el análisis de todos los datos recopilados en el desarrollo de este trabajo de aplicación y así identificar las posibles fuentes de los problemas que llevan a las no conformidades encontradas, en ese sentido entonces se inició el proceso con el analizar el diagrama de Pareto de la gráfica 14y se detectó en el periodo de estudio un total de 123.332 no conformidades, de las cuales bajo peso, sellado vertical de la unidad, codificación incompleta y mala presentación del fardo representan el 71,06% del total de defectos esto se puede visualizar mejor en los grafico 16 y 17 que se muestran a continuación.

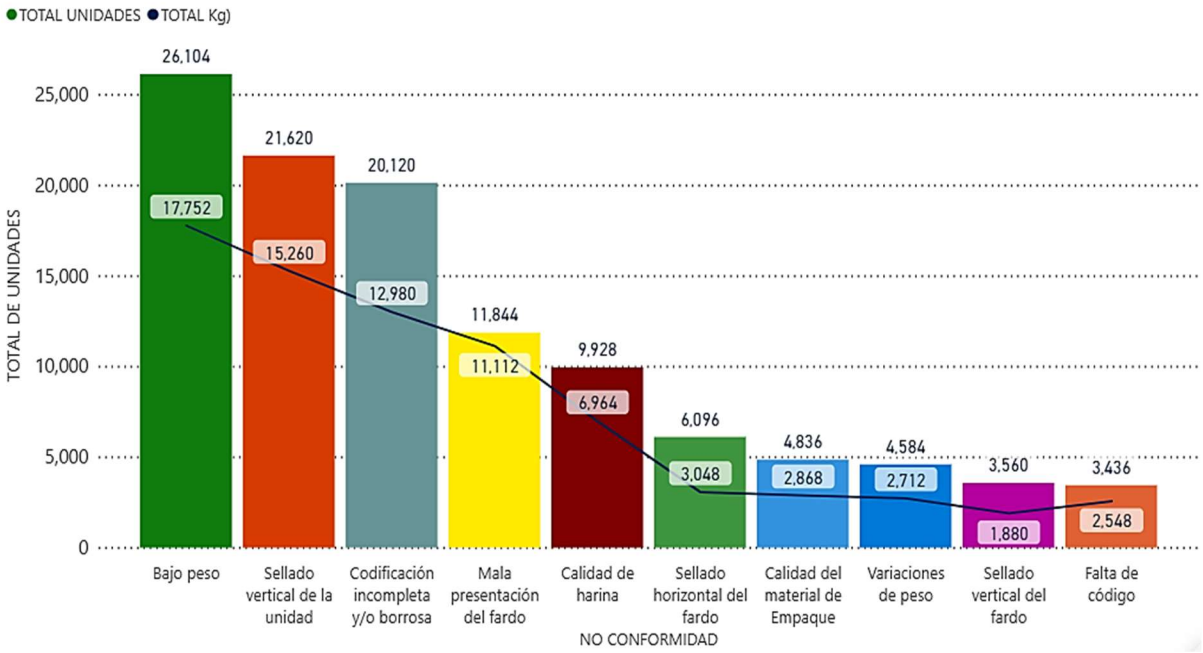


Gráfico 16 Diagrama de barras de las no conformidades elaboración propia.

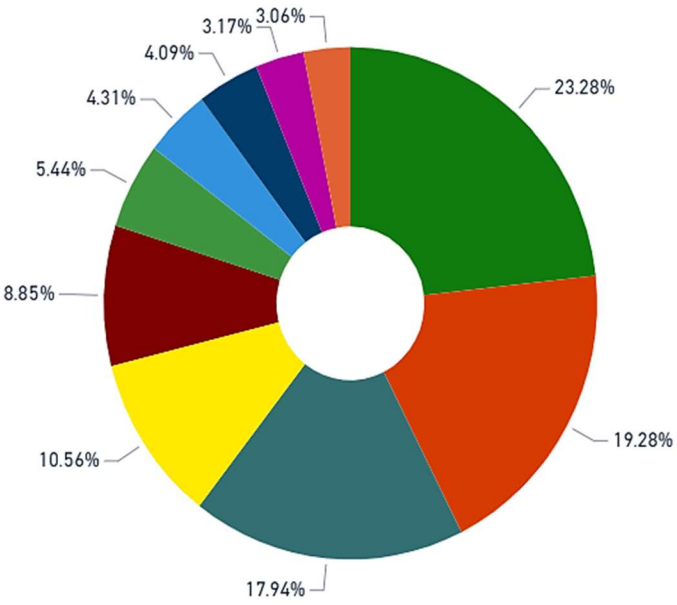


Gráfico 17 diagrama de torta de las no conformidades

Se encontró que la referencias con mayor número de no conformidades fueron la presentación de 500g y la de 1000g y que en términos de peso se obtuvieron 83.396 kg no conformes como se evidencia en las gráficas 18; en el gráfico 19 se muestra estos datos en términos porcentuales.

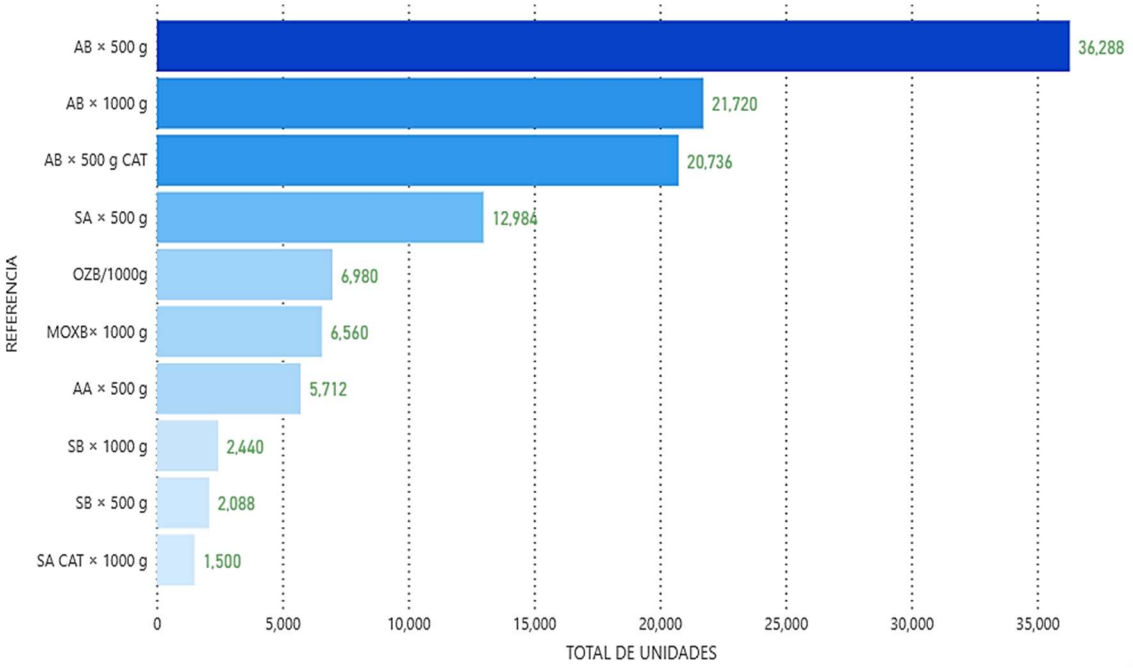


Gráfico 18 Top 10 de unidades no conformes por referencia de peso.

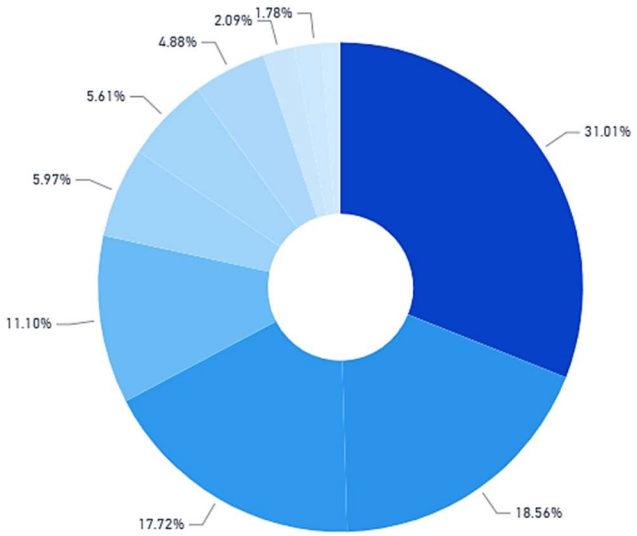


Gráfico 19 diagrama de torta de no conformidades por referencia.

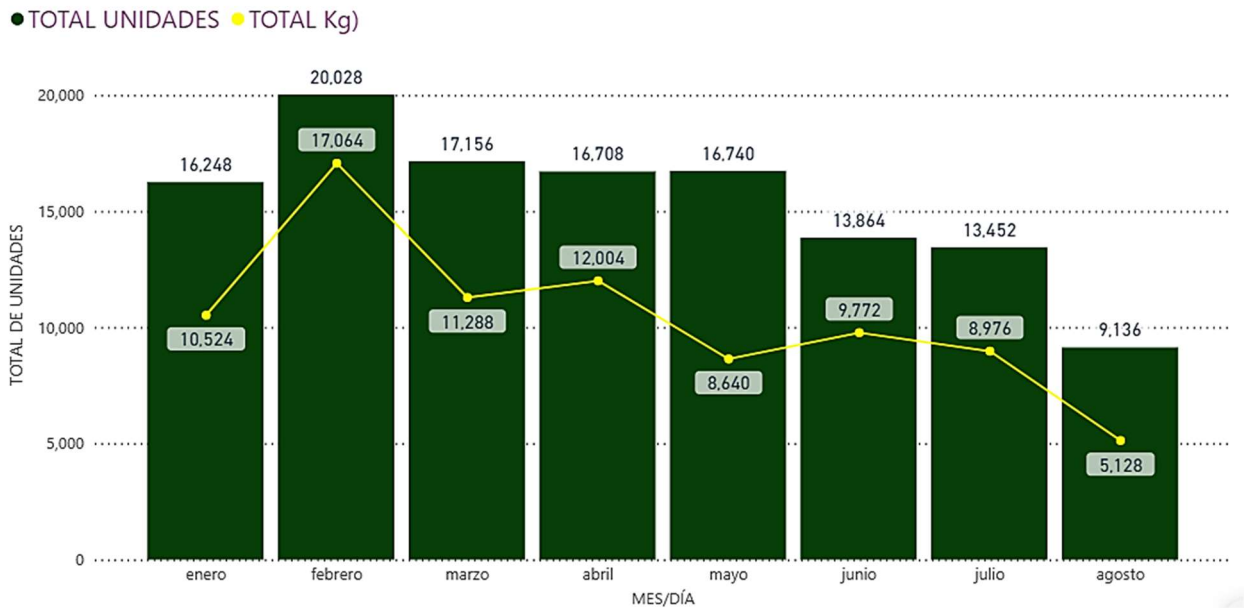


Gráfico 20.Unidades no conformes mes a mes.

De la gráfica 20 se puede decir que en la medida que el equipo empieza a hablar de metodología Seis Sigmas como estándar de calidad se evidencia una tendencia a la disminución de unidades no conformes en la empresa de 10.524 a 5.128 lo cual es un balance extremadamente positivo, es importante decir también que en el mes de marzo se realizó la primera capacitación de concientización del proyecto Seis Sigmas, esta acción de la empresa se refleja en la tendencia en los resultado obtenidos de mayo a agosto..

A continuación, se muestran los gráficos 21 y 22 en donde se puede ver el comportamiento por turnos y por operarios respectivamentey de lo cual se puede decir lo siguiente:

- El porcentaje más alto se presentó en el turno 2 con un 36.23%, seguido del turno 1 con un 31.09% y por último el turno 3 con un 32.68%, como se puede las no conformidades se encuentran repartidas en los tres turnos sin diferencias muy relevantes sin embargo el turno 2 sobresale un poco.
- Los operarios con más unidades no conformes generadas fueron Edmundo con un 13.02%, Jerson con un 13% Evangelino con un 10, 51%

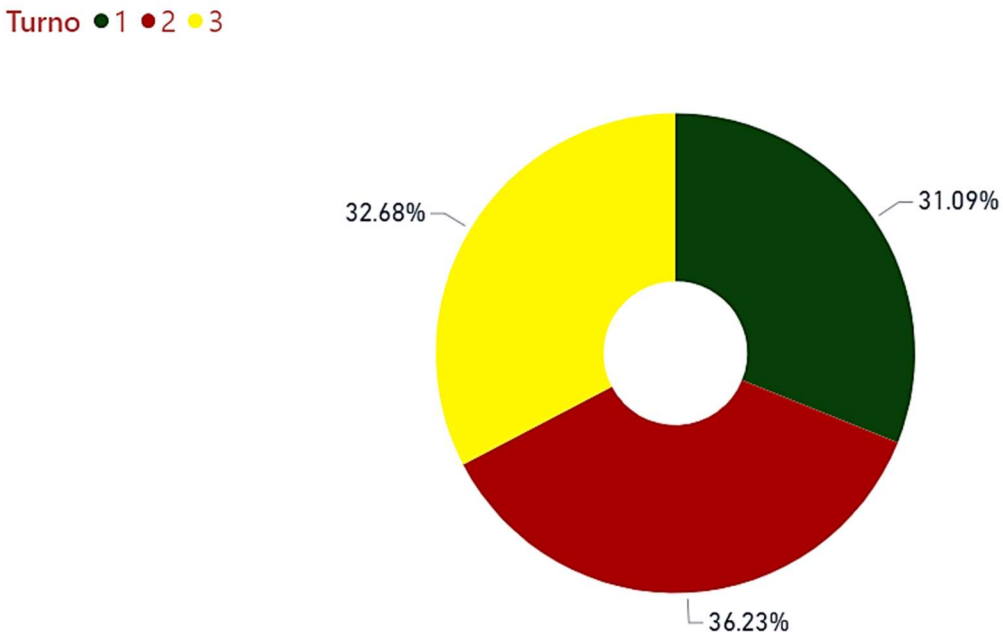


Gráfico 21 kg de PNC por Turno de trabajo.

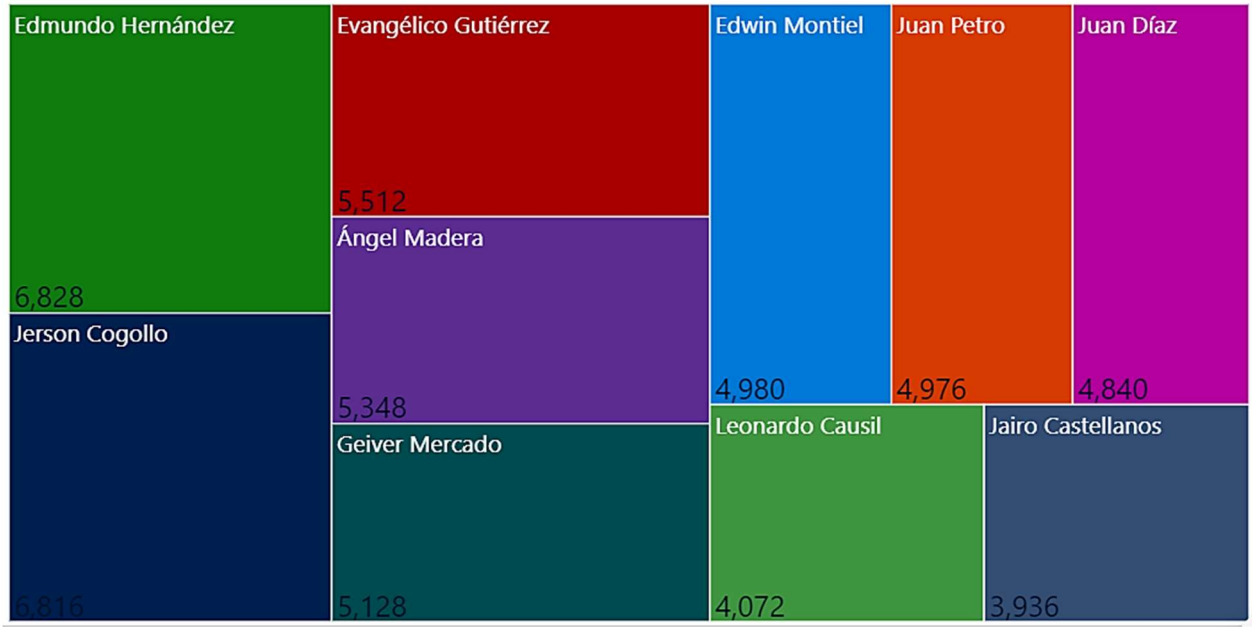


Gráfico 22 Top 10 de unidades retenidas por operario de máquina.

- Por otra parte, realizando el análisis de las no conformidades más relevantes (son bajo peso, sellado vertical de la unidad, codificación incompleta y mala presentación del fardo) y analizándolas una a una tenemos que bajo peso presento un comportamiento con tendencia a la disminución que paso de un pico en marzo de 3.128 kg a 1216 kg como se muestra en grafico 23 , esto se debe a que el equipo Sigmas realizo una socialización de las principales no conformidades y con base esto se establecieron acciones correctivas y acciones de mejora que se implementaron haciendo focos en la revisión de las mismas, y si se hace el ejercicio en términos de costos de no calidad tenemos que si cada kg tiene un costo de $2.600 entonces 3.128*$2600 es igual a $8´132.800lo que significa que para el mes de agosto la empresa ha dejado de perder 4´971.200 solo en esta no conformidad.

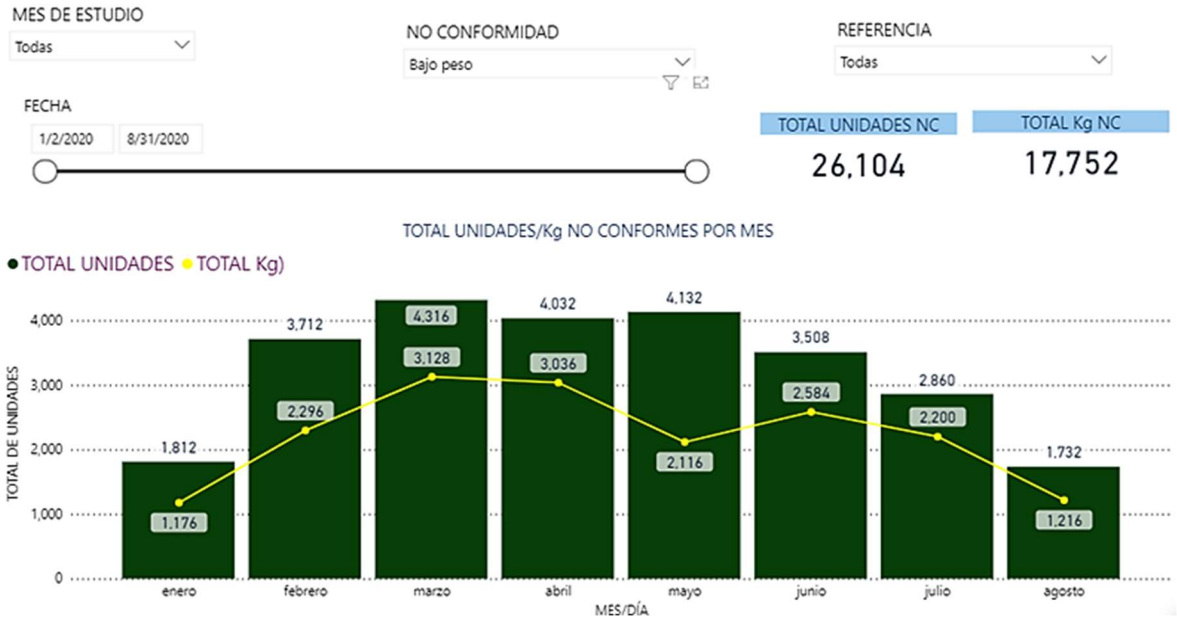


Gráfico 23 Comportamiento mes a mes de la no conformidad Bajo peso

- En lo que tiene que ver con el comportamiento de la no conformidad sellado vertical incompleto el grafico 24 muestra la tendencia a la disminución en el tiempo.

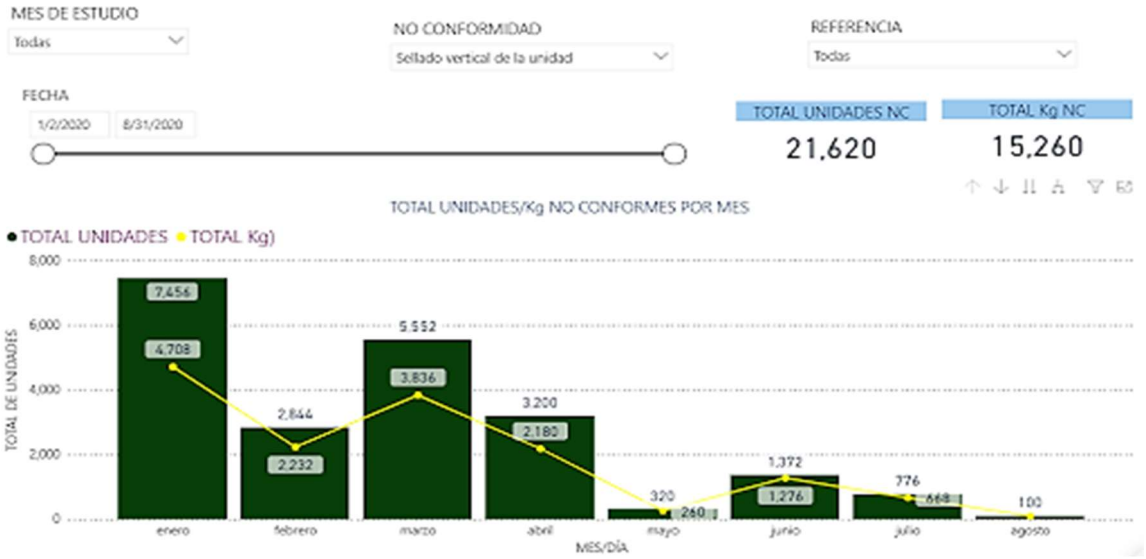


Gráfico 24 Comportamiento mes a mes de la no conformidad sellado vertical incompleto

- La no conformidad de codificación incompleta es la que presenta mayor variación en el tiempo como se muestra en el gráfico 25 en la cual se observa una tendencia definida, los valores baja y suben de un mes a otro. Esta se variación puede deberse a la inexistencia de procedimientos y controles claros a la hora de revisar los codificadores cintas de codificación. En esta actividad se evidencia la necesidad de implementar una acción de mejora.

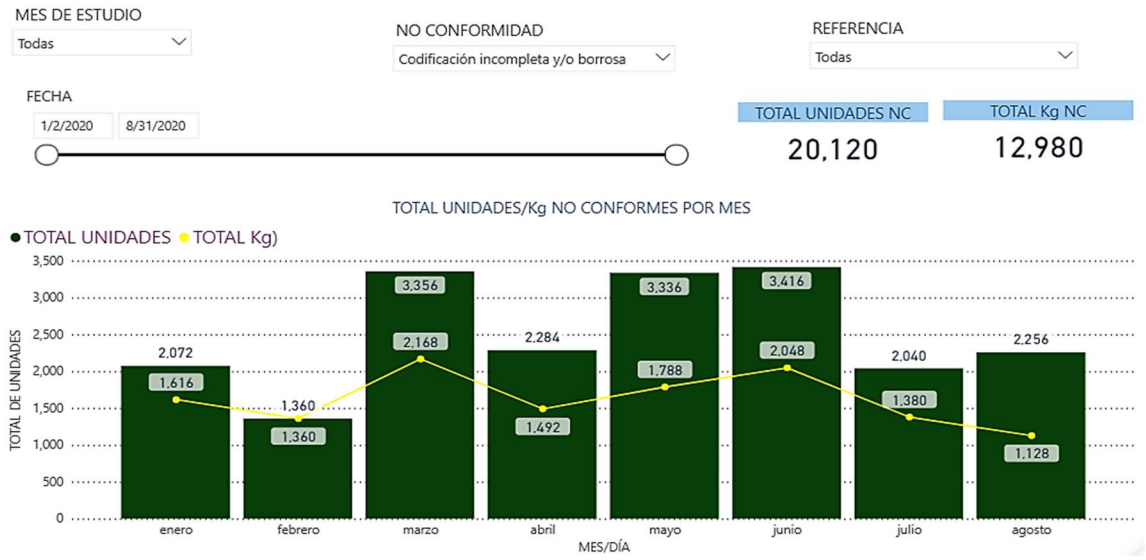


Gráfico 25 Comportamiento mes a mes de la no conformidad codificación incompleta

- La mala presentación del fardo muestra una elevada aceleración de la no conformidad en el mes de febrero, esto atribuye a problemas específicos en la maquina enfardadora, la cual en el mes de febrero presento inconvenientes en el sensor de llenado del fardo. Además, se evidencia que se realizó una acción correctiva en ese sentido puesto que esta no conformidad presento en los meses siguientes datos tan pequeños que no pueden visualizar en el rango gráfico.

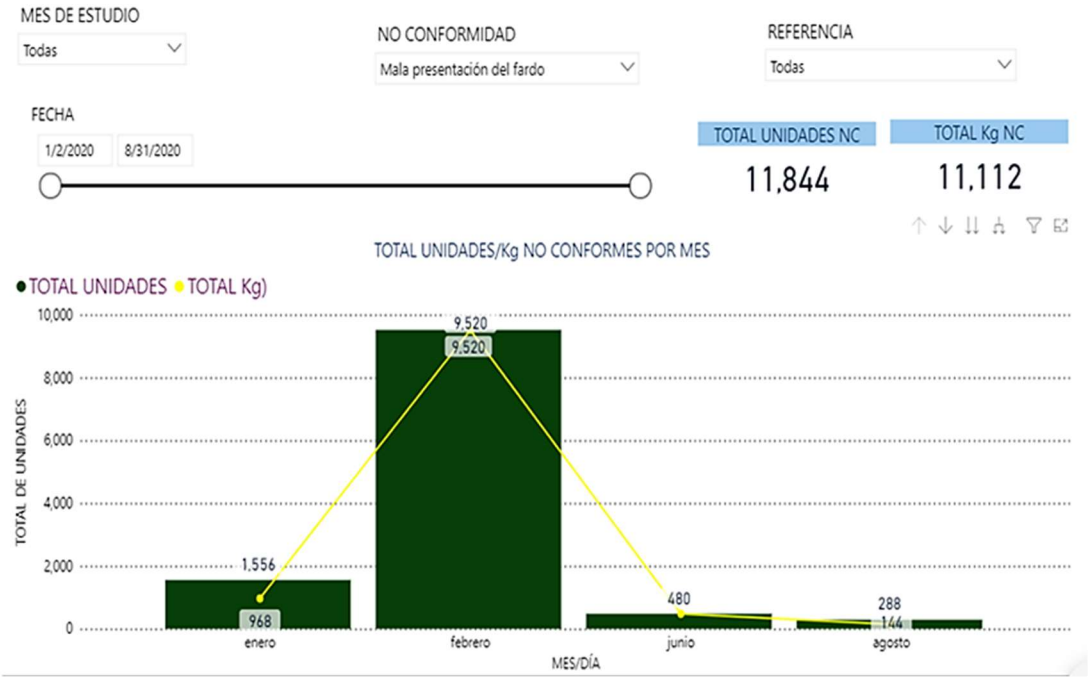


Gráfico 26 Comportamiento mes a mes de la no conformidad mala presentación del fardo

- **Análisis del proceso.**

Evaluando el proceso atreves de la medición del nivel Sigma se encontró que los datos referenciados en la gráfica 15 en donde nos muestra que el nivel Sigma fue aumentando en la medida del desarrollo de esta investigación. Tomando de base el método dos sé observa que el nivel que inicio 3,05 con Yield de 93.95% hasta el mes de agosto con un nivel Sigma de 3,44 y un Yield igual 97.40% dando vía libre a el análisis que se presenta en el siguiente capítulo de resultados y discusión.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al finalizar el proceso de medición y recolección de datos, el proceso de empaque de harina precocida de maíz en la empresa SOBERANA SAS, esta se encuentra en nivel Sigma igual a 3.44, tomando como base de medición el segundo método de cálculo referenciado bibliográficamente. El nivel Sigma encontrado al finalizar las pruebas, 3.44 Sigmas, indica que es un proceso controlado, según (Gutierrez & de la Vara, 2009), en el cual fueron identificados las principales no conformidades, punto que servirá como base para establecer las acciones de mejora y con ellos lograr disminuir el producto retenido, subir el nivel Sigma y bajar los costos de no calidad.

Revisando precisamente los costos de No Calidad, tomando de referencia el mes de agosto, donde finalizaron los procesos de mediciones, en el cual se detectaron 9.136 unidades no conformidades, equivalente a 5.128 Kg, se podrían calcular estos costos, multiplicando los Kg No conforme obtenidos (producto del total de unidades No Conformes) por $1.700, que es el factor de coste calculado internamente en la compañía por Kg de harina producida, se obtiene un total de $ 8.717.600. Si se toma este valor como promedio mensual de Kg no conformes en el área de empaque, al año serían $104.611.200. Eso indica, que aun siendo considerado un proceso controlado, el nivel Sigma del proceso de empaque está generando costos de no calidad relativamente altos, de ahí la importancia de seguir trabajando con la metodología para disminuir al mínimo posible estos valores.

Estos datos generan mayor valor al estudio y análisis realizado, pues entrega a la empresa un Panorama más amplio de cómo se encuentra actualmente el proceso, y donde puede enfocar energías para realizar planes de mejora continua. El empezar a analizar cada una de las no conformidades encontradas, y como repercuten en el total de unidades no conformes, se encontraron 4 principales que son las determinantes en el aumento o disminución de estos datos: bajo peso, sellado vertical de la unidad, codificación incompleta o borrosa y mala presentación de fardo entre otras, sumando un 71,06% de las no conformidades detectadas. Este porcentaje fue el foco de mayor de análisis en todo el proceso, en el cual se involucró a todo el equipo Sigmas.

Conociendo cuales son las principales no conformidades que se pueden presentar en el proceso de empaque, se establecieron medidas correctivas en cada caso durante el proceso de evaluación presentado, el cual logro pasar de un nivel Sigma igual a 3.05 en el mes de enero de 2020, incluyendo el pico más alto del mes de febrero, con un porcentaje de rendimiento (Yield) igual 92.82 %, con 20.028 unidades no conformes, equivalentes a 17.064 Kg de harina no conforme, a un nivel Sigma de 3.44, con un porcentaje de rendimiento del 97.40 % , con 9.136 unidades no conformes, equivalentes a 5.128 Kg, arrojando una disminución del 45.62 % de unidades retenidas y un 30.05 % de Kg de harina no conformes.

Todo lo anterior reafirma a esta metodología como una herramienta poderosa para mejorar el nivel de calidad de los procesos, la cual potencializa a las empresas elevando su competitividad y sostenibilidad en el mercado

8. RECOMENDACIONES

- La mejora continua es la llave para que toda empresa logre mantenerse y posesionarse en este mercado cambiante, es por ello que recomendamos a la Empresa seguir con las siguientes fases de esta importante metodología que más allá de convertirse en un gasto es una excelente inversión que se va a traducir en utilidades liquidas muy pronto.

- SOBERANA SAS debe aumentar sus esfuerzos en los procesos de autocontrol que permitan detectar no conformidades a tiempo para implementar acciones de mejoras es decir sus técnicos podrían hacer estas observaciones en rangos de tiempo más cortos.

- Hacer un plan de capacitación que le dé a sus operarios la herramienta para hacer de manera más eficiente los procesos.

- Buscar la causa raíz de todas las no conformidades detectadas para la posterior elaboración de un plan de mejoramiento, ya que inicialmente el objetivo de este estudio fue determinar cómo estábamos y marcar el inicio del que hacer para la empresa.

9. CONCLUSIONES

Este trabajo de aplicación encontró que el proceso de empaque de harina precocida de maíz de SOBERANA SAS se encuentra en un nivel entre 3,44 Sigmas lo que significa que cuenta con un proceso controlado pero que requiere una meta de calidad superior que le permita llegar al nivel 6 Sigmas. Con este estudio se detectaron un total de diecinueve (19) no conformidades de las cuales, bajo peso, sellado vertical de la unidad, codificación incompleta o borrosa, mala presentación de fardos representa el mayor número de ellas con un porcentaje de 71,06%.

Una vez se empieza a sintonizar una empresa con la necesidad de implementar métodos que lleven los procesos a una calidad mayor, el impacto es tan positivo que se ve reflejado en la organización de los medios y datos de control para lograr mejorar la visión desde la dirección para visualizar donde se encuentra y hacia donde deben dirigirse prueba de ello es que aun sin terminar la metodología Seis Sigmas en SOBERANA SAS, se puede percibir en los gráficos de control la tendencia hacia la disminución de unidades no conformes. De allí la importancia de este tipo de trabajos en la industria manufacturera y de servicios.

10. BIBLIOGRAFÍA

Bersbach, P. (2009). The first step of DMAIC – Define. Retrieved from http://www.SeisSigmastrainingconsulting.com/uncategorized/thefirst-stepof-dmaic-%E2%80%93-define/

Castelo, A., Perez, R., Alarcon, P., & Castelo, W. (2018). Aplicación Seis Sigmas a los procesos productivos para optimizar la materia orgánica desperdiciada. *SATHIRI, 13*(1), 269-280.

Díaz-Castellanos, E., Díaz-Ramos, C., Barroso-Moreno, L., & Pico-González, B. (2015). Desarrollo de un modelo matemático para procesos multivariables mediante Balanced SeisSigmas. *Ingeniería, investigación y tecnología, 16*(3), 419-430.

Escalante, E. (2013). *Seis-Sigmas: Metodologia y tecnicas*. Mexico: Editorial Limusa.

Galvani, L. R., & Carpinetti, L. C. R. (2013). Análise comparativa da aplicação do programa Seis Sigmas em processos de manufatura e serviços. *Production, 23*(4), 695-704.

García, R. F. (2013). *La mejora de la productividad en la pequeña y mediana empresa*. España: Editorial Club Universitario.

Gutierrez, H., & de la Vara, R. (2009). *Control estadístico de calidad y Seis Sigmas*. Mexico, D.F.: McGraw Hill.

Kumar, D. (2009). *SeisSigmass, las mejores practicas: una guía de escelencia en el proceso de los negocios*. Bogotá: 3R Editores.

Legaria, G., & Mesita, L. (2010). *Análisis y propuesta de mejora al proceso de la Dirección General de Vida Silvestre (DGVS) mediante la aplicación de la metodología DMAIC de SeisSigmas.* (Ingenieria Industrial BA). Universidad Nacional Autónoma de Mexico, México DF.

Olmedo Alba, N., & Castelblanco Cano, E. M. (2012). *Metodología Lean Seis Sigmas aplicada a un proceso de manufactura.*Universidad Ean,

Pearlstein, S. (2006). GE's SeisSigmas: Wealth of free advise. Retrieved from www.vbuster.com

Peréz Rave, J., La Rotta,D.,Sanchez,K.,Madera,Y.,Restrepo,G.,Rodríguez, M.y Parra, C. (2011). identificacion y caracterizacion de mudas de transport, procesos, movimientos y tiempos de espera en nueve pymes manufactureas incorporando la perspectiva del nivel operativo. *Ingeniare: Revista Chilena de Ingenieria*, 396-408.

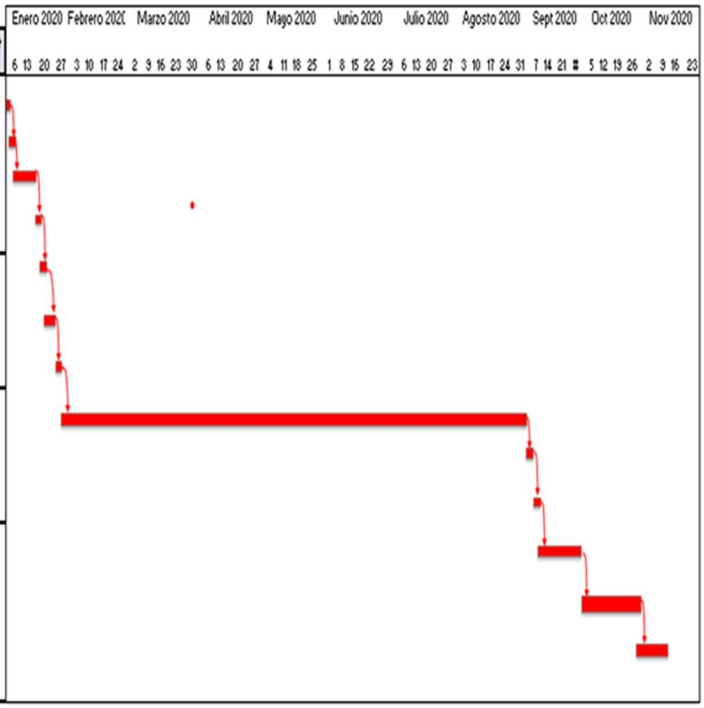
Polesky, G. (2006). *Curso de preparacion para green belt enla metodologia seis Sigmas.* Paper presented at the curso impartido en la universidad de la americas, puebla.

Salazar, H. G. P. y. R. d. l. V. (2004). *Control estadístico de la calidad y seis Sigmass, McGraww Hill, Mexico DF*. Guanajuato, México: McGraww Hill.

Stremi, C. (2007). Mejoramiento continuo 'Seis Sigmas'. *El Día*.

Anexo 1 Cronograma

CRONOGRAMA	Tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
DEFINICIÓN	A	Presentación gerencia y líderes	2 días	lun 6/01/20	mar 7/01/20	-
	B	Presentación Personal	2 días	mié 8/01/20	jue 9/01/20	A
	C	Conocimiento del proceso	10 días	Vie 10/01/20	sab 20/01/20	B
	D	Mapa de procesos sipoc	2 días	Dom 12/01/20	mié 22/01/20	C
MEDICIÓN	E	VOC Y CTQ	3 días	jue 23/01/20	Sab 25/01/20	D
	F	Definicion de la Y	3 días	Dom 26/01/20	mar 28/01/20	E
	G	Limites de especificación	3 días	mié 29/01/20	Vie 31/01/20	F
	H	Plan y recoleccion de	204 días	Sab 01/02/20	lun 31/08/20	G
	I	Análisis de Y	3 días	mar 01/09/20	jue 03/09/20	H
	J	Capacidad del Proceso	6 días	vie 04/09/20	mié 9/09/20	I
SOCIALIZACIÓN	K	Análisis de resultados	20 días	jue 10/09/20	mié 30/09/20	J
	L	Preparar informe	31 días	jue 1/10/20	Sab 31/10/20	K
	M	Entrega de informe, aprovación y socialización de	15 días	Dom 01/11/20	vie 6/11/20	L



Anexo 2 Formato tabla de verificación y consignación de datos de no conformidades de la empresa

LA SOBERANA	FORMATO CONTROL DE PRODUCTO NO CONFORME - PRODUCTO TERMINADO SOBERANA S.A.S.													**Código:** RG-AC-45 **Versión:** 02 **Fecha:** 09/10/2018. **Página:** Página 1 de 1.
Fecha de detección	*Fecha de vencimiento*	*No Conformidad encontrada*	*Origen de la No Conformidad*	*Especificación del incumplimiento*	*Referencia*	*Turno*	*Máquinas/ Enfardadora*	*NÚCLEO*	*@*	*Pacas*	*Analista o Auxiliar de Calidad que reporta la No Conformidad*	*Operarios de empaque*	*Técnico de Empaque*	*Observaciones*

Anexo 3 Consolidado mes a mes de PNC(Y)

CONSOLIDADO PNC EMPAQUE. ENERO-AGOSTO 2020								
NO CONFORMIDAD (OPORTUNIDADES DE DEFECTO)	**ENERO**	**FEBRERO**	**MARZO**	**ABRIL**	**MAYO**	**JUNIO**	**JULIO**	**AGOSTO**
Bajo peso	1.812	3.712	4.316	4.032	4.132	3.508	2.860	1.732
Sellado vertical de la unidad	7.456	2.844	5.552	3.200	320	1.372	776	100
Codificación incompleta	2.072	1.360	3.356	2.284	3.336	3.416	2.040	2.256
Mala presentación del fardo	1.556	9.520	0	0	0	480	0	288
Calidad de harina	0	460	0	3.928	2.256	1.020	1.160	1.104
Sellado horizontal del fardo	432	0	552	0	2.424	576	672	1.440
Calidad del material de Empaque	0	0	0	900	0	0	3.936	0
Variaciones de peso	1.736	0	1.272	216	0	160	1.200	0
Sellado vertical del fardo	240	584	720	0	1.296	720	0	0
Falta de código	0	60	740	452	288	696	808	392
Sellado horizontal de la unidad	528	0	432	288	696	1.340	0	0
Error en Fecha, maquina o turno	0	0	0	420	600	0	0	1.584
Codificación borrosa	0	1.488	0	144	0	576	0	0
Fuelle débil	272	0	0	0	1.008	0	0	240
Código en posición inadecuada	144	0	216	384	384	0	0	0
Alto peso	0	0	0	460	0	0	0	0
Error en Nº unidades de fardos	0	0	0	0	0	0	0	0
Perforaciones fuera del estándar	0	0	0	0	0	0	0	0
Riesgo de Contaminación física	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	**16.248**	**20.028**	**17.156**	**16.708**	**16.740**	**13.864**	**13.452**	**9.136**
TOTAL UNIDADES PRODUCIDAS	5.249.396	5.465.864	5.722.144	6.310.268	7.011.960	6.727.388	3.643.644	7.060.380
YIELD	93,95%	92,82%	94,64%	94,74%	94,73%	95,94%	94,31%	97,40%