

Análisis de Pesos y Optimización del Proceso

*Manuel Betancourt Díaz
Ingeniería en Manufactura
Carlos González, Ph.D.
Ingeniería Industrial y Sistemas
Universidad Politécnica de Puerto Rico*

Abstracto – *Este proyecto se desarrolló con el objetivo de implementar la metodología DMAIC seis sigmas 5s. Organizando el lugar de trabajo y validando el proceso de confección de pastelillos para reducir la variabilidad en peso, aumentar eficiencia de los empleados, asegurando calidad del producto para el cliente y para el comerciante asegurar ganancias y un aumento en productividad. En el desarrollo del proyecto fue necesario definir los aspectos del proceso que se quiere mejorar y luego medir y recolectar información necesaria para luego analizar los resultados por medio de un diagrama de causa/efecto y analizando los datos de pesos en Minitab. Luego en base a los resultados se recomiendan unas mejoras al proceso para finalmente desarrollar una propuesta para controlar los cambios recomendados.*

Palabras Claves – *DMAIC, Eficiencia, Seis Sigma, Variabilidad*

INTRODUCCIÓN

Durante este pasado año los negocios pequeños en puerto rico han sufrido mucho por la pandemia. Es retante mantenerse operando con todas las restricciones que han tenido. Debido a esto Frituras Spot comenzó la venta al por mayor de pastelillos como un método para sobrevivir la crisis de la pandemia. Debido a este proceso ser uno nuevo para el negocio el dueño quiere brindar un producto de calidad para mantener a flote el negocio.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Frituras Spot comenzó la venta de pastelillos al por mayor hace poco tiempo. Debido a esta nueva modalidad el comerciante tiene empleados concentrándose en hacer docenas de pastelillos para ventas al por mayor, ha recibido comentarios (feedback) de todo tipo. Los empleados y el proceso

de venta es algo nuevo para el negocio. Debido a esto el proceso no está estructurado adecuadamente. El comerciante quiere evitar variabilidad y lograr que el proceso sea organizado para garantizar un producto de excelencia.

DESCRIPCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Este proyecto buscará crear un proceso robusto que como resultado se obtenga la organización del lugar de trabajo, reducir el tiempo de confección y disminuir la variabilidad en peso del producto. Durante una evaluación realizada del proceso de confección de pastelillos se observó que los empleados suelen pasar trabajo para identificar los diferentes envases que contiene los rellenos de los pastelillos, también en la busca de las herramientas de trabajo para poder completar la confección del producto, al no tener un proceso definido actualmente. Esto afecta la productividad, variabilidad y calidad del producto, ya que se pierde tiempo en la búsqueda e identificación de los materiales de trabajo afectando directamente a la variabilidad del producto y productividad de los empleados dentro del proceso de la confección de los pastelillos. Con este proyecto se pretende eliminar la variabilidad del y aumentar la productividad en el proceso.

OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

El Objetivo de este proyecto es mejorar el proceso actual de la confección de Pastelillos en Frituras Spot, implementando un programa 5S. Con esto lograremos definir el proceso, disminuir la variabilidad en peso y garantizar un oren en el lugar de trabajo. Creando un ambiente de trabajo productivo, seguro e higiénico. Para brindarle un producto de alta calidad y cumpliendo con los procesos y expectativas de la compañía.

CONTRIBUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación de este proyecto reducirá el tiempo de confección del producto, disminuirá la variabilidad en pesos garantizando ganancias a la empresa y establecerá un proceso ordenado y organizado. Tendremos unos empleados más productivos al tener un lugar de trabajo ordenado y con la implementación de un proceso definido, generando ganancias al negocio. Además de contribuir con las buenas prácticas de calidad, brindando así un producto con los más altos estándares de higiene y excelencia el cliente.

REVISIÓN DE LITERATURA

La metodología SEIS SIGMA fue desarrollada en los años 80 por Motorola. Posteriormente, en 1991, se implanta la metodología SEIS SIGMA en Allied Signal. A esta implantación le siguen numerosas iniciativas, como la de Texas Instruments, si bien no es hasta que Jack Welch implanta la metodología en General Electric, cuando se consiguen resultados impactantes y se difunde a nivel internacional la potencia del enfoque SEIS SIGMA.

Durante la década de los 90, numerosas empresas han introducido esta novedosa, pero a la vez experimentada técnica dentro de sus organizaciones tales como Bombardier, Siebe, Sony, Polaroid Corporation, Toshiba, etc.

Su objetivo se centra en la consecución de un índice DPMO (defectos por millón de oportunidades) no superior a los 3,4 defectos por millón, entendiéndose por defecto todo aquel elemento del producto o servicio que cause la insatisfacción de un cliente.

El enemigo de SEIS SIGMA es la variabilidad, definida como la desviación respecto al nivel objetivo. Para ello SEIS SIGMA requiere el uso intensivo de numerosas herramientas estadísticas con el objeto de eliminar la causa de la variabilidad de los procesos y alcanzar el mínimo posible de defectos, reduciendo así drásticamente los costes de la no calidad y alcanzando la máxima satisfacción del cliente.

El interés en six sigma creció de manera asombrosa. Por lo menos el 25 por ciento de las empresas listadas en la Fortune 200 asegura tener un programa serio de esa índole, y entre ellas se cuentan Ford Motor, Bank of America, Eastman Kodak y DuPont. En junio de 2001, durante una conferencia sobre mejora de rendimiento, se interrogó a los participantes sobre el uso de six sigma en sus empresas. De las 65 encuestadas, 40 estaban aplicando la metodología, y casi todas las restantes tenían planes de empezar muy pronto. Los esfuerzos de las empresas no son menores.

Empresas comprometidas con la satisfacción del cliente en la entrega oportuna de productos y servicios, libres de defectos y a costos razonables. Seis Sigma es una metodología que involucra a toda la organización y utiliza herramientas y métodos estadísticos y no estadísticos y está basada en la mejora continua [1]

La metodología DMAIC es un procedimiento estructurado para la solución a problemas, este método es ampliamente utilizado para la mejora de procesos y calidad. A menudo se asocia con actividades Six Sigma y casi todas las implementaciones de Six Sigma utilizan el proceso DMAIC para la gestión y finalización de proyectos. Sin embargo, DMAIC no está necesariamente formalmente vinculado a Six Sigma y se puede utilizar independientemente del uso que haga una organización de Six Sigma. [2]

Las letras DMAIC forman un acrónimo de los siguientes cinco pasos; Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. [2]

La estructura DMAIC fomenta el pensamiento creativo sobre el problema y su solución, dentro de la definición del producto, proceso o servicio original. Cuando el proceso está operando erróneamente es necesario abandonar el proceso original y comenzar uno nuevo, o si se puede determinar que se requiere un nuevo producto o un nuevo servicio, entonces DMAIC se convierte en un paso de diseño. [2]

Una de las razones por las que DMAIC tiene tanto éxito es que se centra en el uso eficaz de un conjunto relativamente pequeño de herramientas. [2]

Las siguientes herramientas son unas de las más comunes, pero no las únicas:

- **‘Project Charter’** : Esto es un documento breve (normalmente de hasta dos páginas) que contiene una descripción del proyecto y su alcance, el inicio y las fechas de finalización anticipadas, una descripción inicial de ambas métricas secundarias que se utilizarán para medir el éxito y cómo esas métricas se alinean con el negocio objetivos corporativos y de la unidad, los beneficios potenciales para el cliente, los beneficios económicos potenciales para la organización, los hitos que deben lograrse durante el proyecto, el equipo miembros y sus roles, y cualquier recurso adicional que pueda ser necesario para completar el proyecto. [2]
- **‘Process Maps & Flow Charts’**: Los diagramas de flujo, los diagramas de procesos operativos son particularmente útiles para desarrollar la definición y la comprensión del proceso. Un diagrama de flujo es simplemente una secuencia cronológica de pasos del proceso o flujo de trabajo. A veces, los diagramas de flujo se denominan como mapas de procesos. Los diagramas de flujo o mapas de procesos deben construirse con suficiente detalle para identificar la actividad de trabajo de valor agregado versus la actividad de trabajo sin valor agregado en el proceso. [2]
- **‘Cause-and-Effect Análisis’**: El diagrama de causa y efecto se utiliza para ilustrar las diversas fuentes de no conformidades en los productos y sus interrelaciones. Es útil en centrando la atención de los operadores, ingenieros de fabricación y gerentes en los problemas de calidad. Desarrollar un buen diagrama de causa y efecto generalmente avanza el nivel de tecnología comprensión del proceso. [2]
- **‘Hypothesis tests, confidence intervals’**: La prueba de hipótesis es un acto en estadística mediante el cual un analista prueba una suposición con respecto a un parámetro de población. La metodología empleada por el

analista depende de la naturaleza de los datos utilizados y el motivo del análisis. [2]

Un proyecto debe representar un avance potencial en el sentido de que resultará en una mejora importante en el producto o servicio. El impacto del proyecto debe evaluarse en términos de su beneficio financiero para el negocio, medido y evaluado por el departamento de finanzas; esto ayuda a asegurar evaluaciones de proyectos más objetivas. Obviamente, los proyectos con un alto potencial de impacto son los más deseables. Esta integración de sistemas financieros es una práctica estándar en Six Sigma y debe ser parte de cualquier proyecto DMAIC. [2]



Figura 1
Metodología DMAIC

METODOLOGÍA

Para Frituras Spot es importante alcanzar el nivel más alto en sus procesos. Para sobrepasar a la competencia, el negocio necesita producir y entregar un producto libre de defectos en el tiempo que se es requerido. Para lograr esto, estaremos utilizando una estrategia de Six Sigma. Mediante la metodología DMAIC (Figura 1) la cual es un proceso de cinco fases que ayuda a enfocar a un equipo a tener un objetivo y una visión del problema, y a definir los controles y diseños que se requieren para evitar seguir teniendo el problema explicaremos estas cinco fases.

DEFINIR

El objetivo del paso Definir de DMAIC es identificar la oportunidad del proyecto y verificar o validar que representa un potencial de avance legítimo. Un proyecto debe ser importante para los

clientes e importante para el negocio, también para los que trabajan en el proceso. [2]

MEDIR

El propósito del paso Medir es evaluar y comprender el estado actual del proceso. Esto implica recopilar datos sobre medidas calidad, costo y tiempo.

Decidir qué y cuanto los datos a recopilar son tareas importantes; debe haber datos suficientes para permitir un análisis completo y comprensión del desempeño actual del proceso con respecto a las métricas clave. [2]

ANALIZAR

En el paso Analizar, el objetivo es utilizar los datos del paso Medir para comenzar a determinar las relaciones de causa y efecto en el proceso y comprender las diferentes fuentes de variabilidad. En otras palabras, en el paso Analizar queremos determinar las causas potenciales de los defectos, problemas de calidad, ineficiencia que motivaron el proyecto. Es importante separar las fuentes de variabilidad en causas comunes y causas asignables. Eliminar una causa común de variabilidad generalmente significa cambiar el proceso, mientras que eliminar una causa asignable generalmente implica eliminar ese problema específico. [2]

MEJORA

En los pasos de Medir y Analizar, el equipo se centró en decidir qué datos recopilar, cómo analizar y mostrar los datos, fuentes potenciales de variabilidad y cómo interpretar los datos que obtuvieron. En el paso Mejorar, recurren a pensamiento creativo sobre los cambios específicos que se pueden realizar en el proceso y otras cosas que se pueden hacer para tener el impacto deseado en el desempeño del proceso. [2]

CONTROL

Los objetivos del paso de Control son completar todo el trabajo restante en el proyecto y Entregue el

proceso mejorado al propietario del proceso junto con un plan de control del proceso y otros procedimientos necesarios para asegurar que los beneficios del proyecto se institucionalicen. Es decir, el objetivo es asegurar que las ganancias sean de ayuda en el proceso y, si es posible, la Se implementarán mejoras en otros procesos similares en el negocio. [2]

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Esta sección discutirá todas las etapas de la Metodología DMAIC.

DEFINIR

Frituras Spot es un negocio familiar ubicado en Bayamón Puerto Rico. Se dedican a la venta de pastelillos. Recientemente comenzó a vender pastelillos al por mayor para otros establecimientos. La gerencia de frituras spot está en búsqueda que sus pastelillos de carne estén dentro de un rango de peso 3.6 a 4.0 oz siendo el peso ideal 3.8 oz, para garantizar uniformidad en el producto que se está vendiendo y garantizar ganancias.

Tabla 1
Carta del Proyecto

Carta del Proyecto
Planteamiento del Proyecto: El proceso de confección de pastelillos actualmente no es el adecuado, Podemos notar la falta de organización en el área de trabajo. Lo que nos lleva a una disminución en ganancias para la empresa y productividad del empleado impactando la variabilidad en peso del producto.
Planteamiento del Objetivo: El fin del Proyecto es utilizar la técnica 5S para organizar las herramientas de trabajo y los productos alimenticios, de manera que sea más fácil para los empleados completar las tareas. Diseñado así un flujo de trabajo estandarizado para aumentar la productividad de los empleados, disminuir la variabilidad del producto garantizando ganancias para el comerciante.
Alcance de entrada/salida: Todos los materiales necesarios para crear estándares están al alcance de este proyecto.

En la Tabla 1 se puede observar la Carta de proyecto explicando el planteamiento del proyecto, planteamiento del objetivo y el Alcance de entrada/salida.

MEDIR

Con una balanza digital se pesaron 98 pastelillos en total. Estas muestras fueron obtenidas en 2 días diferentes, pesando 4 pastelillos por docena. Los pastelillos fueron escogidos aleatoriamente. Ambos días se entrevistó al empleado que estaba de turno. Los valores de ganancias y pérdidas fueron hechos en base al peso ideal 3.8 oz.

Dotplot of Día 1 Pesos en Onzas



Figura 2
Dotplot Día 1 Pesos en Onzas

En la Figura 2 de los datos del día 1 se puede observar que hay datos que están fuera del rango establecido.

Dotplot of Día 2 Pesos en Onzas



Figura 3
Dotplot Día 2 Pesos en Onzas

En la Figura 3 de los datos del día 2 se puede observar que hay datos que están fuera del rango establecido.

Dotplot of Pesos en Onzas



Figura 4
Dotplot Pesos en Onzas

En la Figura 4 se puede observar los datos del día 1 y 2 resumidos.

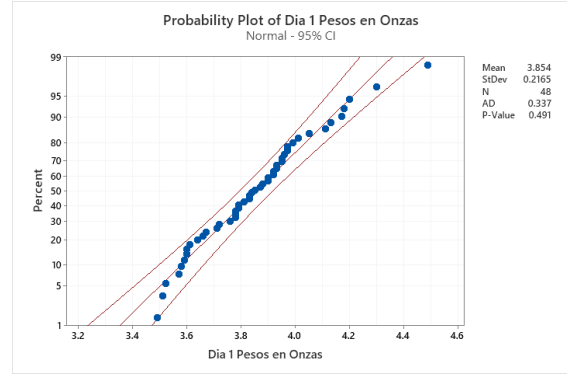


Figura 5
Probability Plot Día 1 Pesos en Onzas

En la Figura 5 de los datos del día 1 se puede observar que tenemos una distribución normal. P-Value es mayor a 0.05.

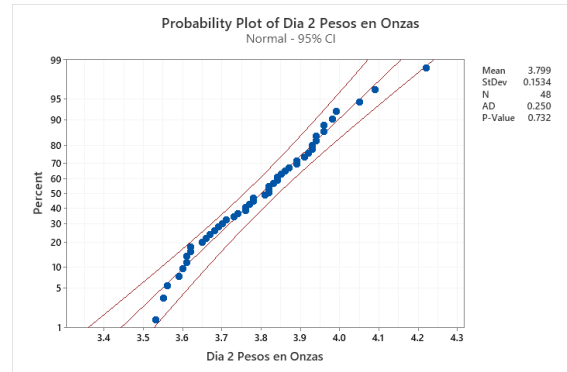


Figura 6
Probability Plot Día 2

En la Figura 6 de los datos del día 2 se puede observar que tenemos una distribución normal. P-Value es mayor a 0.05.

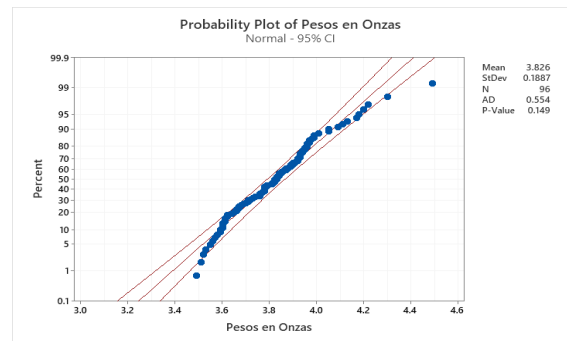


Figura 7
Probability Plot

En la Figura 7 se puede observar los datos del día 1 y 2 resumidos.

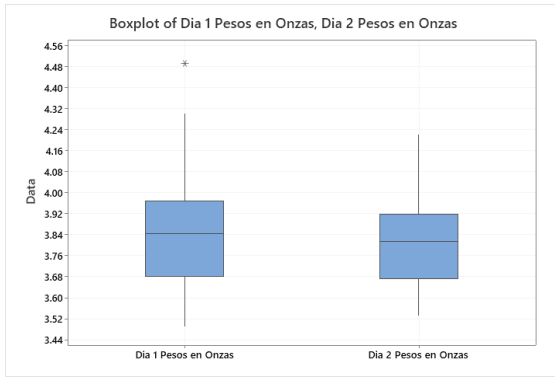


Figura 8
Boxplot Día 1 y 2

En la Figura 8 se comparan los datos del día 1 y el día 2. Los pesos varían menos el día 2, también se puede observar un valor aislado (outlier) en el día 1.

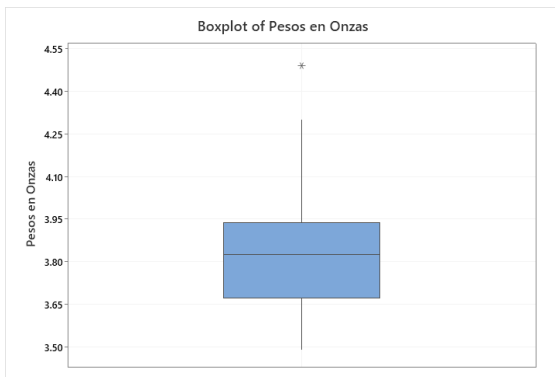


Figura 9
Boxplot

En la Figura 9 se puede observar los datos del día 1 y 2 resumidos.

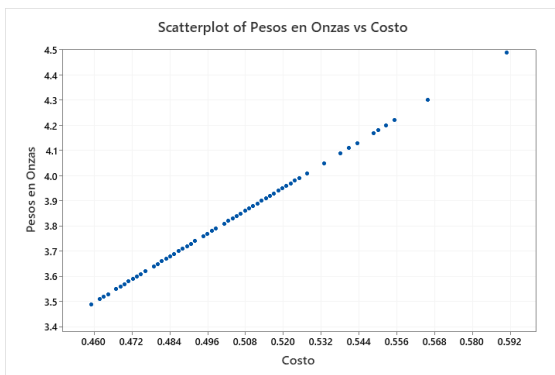


Figura 10
Scatterplot Peso en Onzas vs. Costo

En la Figura 10 se observa el impacto del costo por pastelillo con respecto al peso.

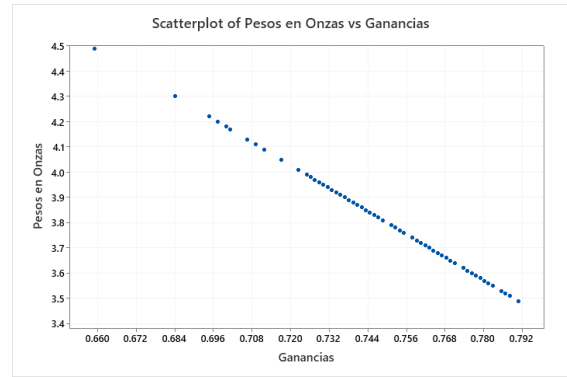


Figura 11
Scatterplot Peso en Onzas vs. Ganancias

En la Figura 11 se observa el impacto en ganancias por pastelillo con respecto al peso.

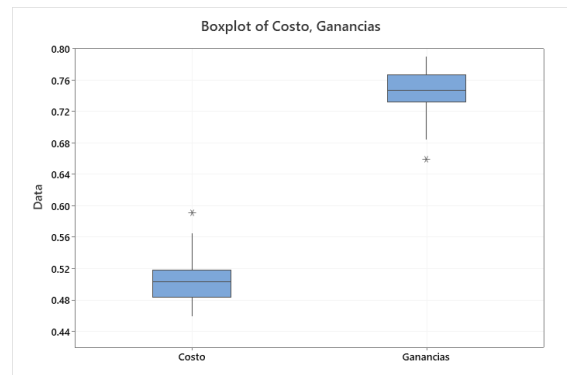


Figura 12
Boxplot Costos vs. Ganancias

En la Figura 12 se confirma que tenemos un valor aislado (Outlier).

ANALIZAR

Se analizaron los datos utilizando Minitab. Comparamos la data obtenida contra el peso ideal 3.8 oz, también se creó un diagrama de Fishbone para identificar las posibles causas de la variabilidad en el proceso.

Tabla 2
Descripción del Análisis

Method

Null hypothesis	All data values come from the same normal population
Alternative hypothesis	Smallest or largest data value is an outlier
Significance level	$\alpha = 0.05$

En la Tabla 2 se observar la Hipótesis nula, Hipótesis alterna y el nivel de significancia del análisis.

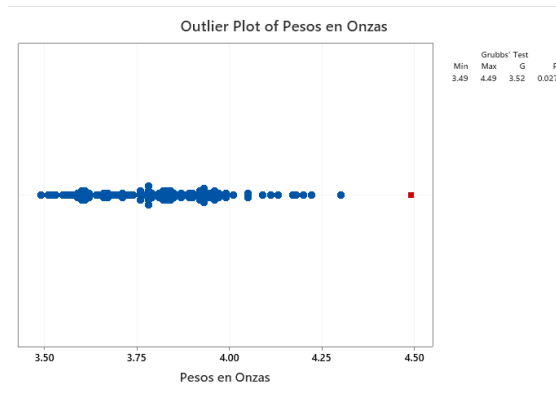


Figura 13
Outlier Plot

Tabla 3
Resultados de Valor 'Outlier'

Variable	Row	Outlier
Pesos en Onzas	7	4.49

En el Outlier Plot Figura 13 y Tabla 3 podemos confirmar lo que se había visto en los Box Plots anteriores la data tiene un valor aislado (Outlier). Siendo este un peso de 4.49 oz.

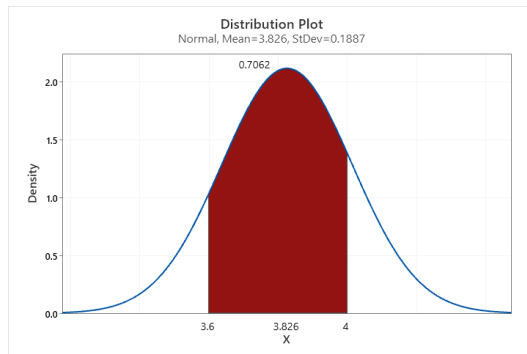


Figura 14
Distribution Plot

Tabla 4
Resultados Estadísticos

Descriptive Statistics				
N	Mean	StDev	SE Mean	95% CI for μ
96	3.8262	0.1887	0.0193	(3.7885, 3.8640)

μ : population mean of Pesos en Onzas
Known standard deviation = 0.1887

En la gráfica de Normal Distribution Plot (Figura 14), utilizando los datos de ambos días se obtuvo un mean de 3.826 y un StDev de 0.1887 (Tabla 4). La grafica muestra que el 70.62% de los pastillitos están dentro del rango establecido (3.6/4.0 oz).

Tabla 5
One Sample Z Results

Test	
Null hypothesis	$H_0: \mu = 3.8$
Alternative hypothesis	$H_1: \mu \neq 3.8$
Z-Value	P-Value
1.36	0.173

Luego se hizo un One Sample Z (Tabla 5) para determinar si hay evidencia suficiente que el 'mean' de 3.826 obtenidos en los días 1 y 2, difiere significativamente del peso ideal de 3.8oz. Con un P-Value de 0.173 el One Sample Z muestra que no hay evidencia para rechazar la hipótesis nula ($H_0: \mu = 3.8oz$).

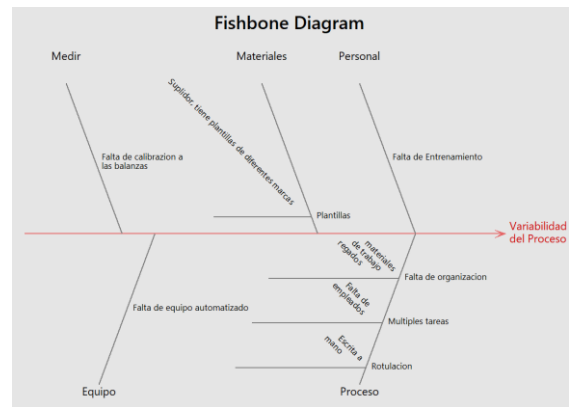


Figura 15
Fishbone Diagram

En la Figura 15 se puede observar las posibles causas de la variabilidad del proceso.

MEJORA

Como parte del proceso de mejora, se creó un documento 5S (Figuras 16 y 17) para que los empleados mantengan el proceso adecuado para evitar la variabilidad y un entregar un producto de calidad. Este documento es para llenarse

semanalmente la intención es mantener el área de trabajo y las herramientas de uso diario en óptimas condiciones.

También se estableció que era necesario utilizar una máquina de rotulación para evitar los problemas anteriores de rotulaciones no legibles por ser escritas a mano. Por último, se diseñó un diagrama Figura 18 explicando paso por paso como se debe trabajar en la confección de pastelillos. Se dividió el lugar de trabajo por ‘stages’, para tener un lugar de trabajo organizado.

Llenar Diariamente luego de terminar el turno		
Nombre del Empleado:	Día:	Turno:
1	<input checked="" type="checkbox"/>	No hay botellas vacías, ni basura en el área de trabajo ?
2	<input type="checkbox"/>	Lo que se encuentra en el área de trabajo actualmente se esta utilizando ?
3	<input type="checkbox"/>	Objetos personales estan guardados en el locker?
4	<input type="checkbox"/>	Los envases de comida estan correctamente etiquetados?
5	<input type="checkbox"/>	Las cajas de entrega estan organizadas en las neveras correctamente?
6	<input type="checkbox"/>	Los utensilios y area de trabajo esta limpia?
7	<input type="checkbox"/>	Las cajas de entrega estan correctamente etiquetadas?
8	<input type="checkbox"/>	Se esta llenando este documento diariamente?
9	<input type="checkbox"/>	Los productos estan en sus envases correspondientes y en nevera ?
10	<input type="checkbox"/>	Se calibro la balanza ? Esto debe hacerle los durante los primeros 5 dias mensualmente
11	<input type="checkbox"/>	Hay algo mas que usted entienda debemos revisar? De ser asi dejar comentario abajo
Comentarios		

Figura 16
Documento 5S



5S.xlsx

Figura 17
Documento 5S en Excel

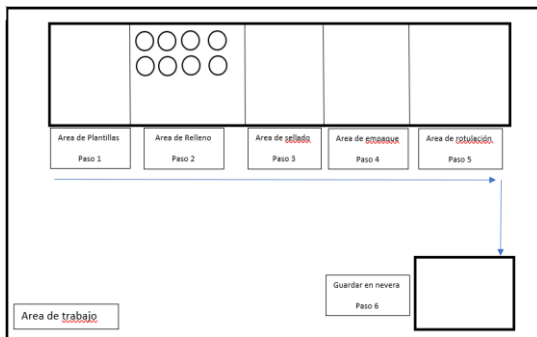


Figura 18
Diseño Lugar de Trabajo

CONTROL

Al culminar el proyecto se convocará una reunión con todo el personal actual del negocio para explicar los cambios establecidos y se estará implementando de manera escrita un manual

explicando el nuevo diseño de lugar de trabajo y el documento 5s, que se han establecido de manera estándar para la mejora en la variabilidad del proceso, también todo empleado que sea nuevo debe pasar por un entrenamiento para obtener los conocimientos básicos del proceso establecido y tener un entendimiento del documento 5S.

Se seguirá monitoreando el proceso, para de ser necesario tomar acción en caso de que los resultados no sean los deseados. Como ultimo La implementación de esta metodología y monitoreo será responsabilidad del comercio.

CONCLUSIÓN

Durante la investigación se identificaron las causas principales que afectaban la variabilidad en peso del producto, eficiencia del empleado y organización del lugar de trabajo. Para este comercio no solo es suficiente la calidad del producto sino la variabilidad y la eficiencia de los empleados, ya que esto afecta directamente el cumplimiento de tiempo establecido para que el cliente reciba su producto, poniendo en riesgo futuras ventas. Esto afectaría económicamente al comerciante.

Mediante el resultado de Six Sigma con la metodología DMAIC pudimos observar que el proceso no era uno organizado ni estandarizado y con necesitamos implementar una medida para que el proceso fuese uno efectivo.

RECOMENDACIONES

La recomendación de este proyecto es adquirir una máquina automatizada para confeccionar los pastelillos. Esto reducirá el error humano y aumentaría la producción. Actualmente por motivos de presupuesto, no es posible.

REFERENCIAS

- [1] T. KAIZEN Institute (16 Jul 2015) "Six Sigma Antecedentes" [Online] Disponible: <https://mx.kaizen.com/blog/post/2015/07/16/six-sigma-antecedentes>
- [2] Montgomery, D. C. (2012). *Statistical Quality Control*. (Vol. 1). John Wiley & Sons, Inc.