

**Implementación de la metodología DMAIC para el análisis y mejoramiento del proceso de  
producción de las salchichas de pasta fina, en una empresa de cárnicos en la ciudad de  
Medellín**

Daniel Acevedo Castaño

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD  
Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería ECBTI  
Ingeniería Industrial  
2022

**Implementación de la metodología DMAIC para el análisis y mejoramiento del proceso de  
producción de las salchichas de pasta fina, en una empresa de cárnicos en la ciudad de  
Medellín**

Daniel Acevedo Castaño

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Industrial

Asesora:

Ing. Marta Catalina Ospina Hernández

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD  
Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería ECBTI  
Ingeniería Industrial

2022

## Resumen

Las industrias que procesan carne y sus derivados tienen como objetivo principal fabricar productos con altos estándares de calidad que permita satisfacer a los clientes de manera segura; distribuyendo diferentes productos cárnicos que son de consumo masivo en Colombia. Para llevar a cabo de manera exitosa sus objetivos, es necesario estandarizar las cualidades de los productos en todo lo que respecta a peso, color, sabor, textura, garantizando la entrega a los consumidores de un producto uniforme, de calidad y con el peso que se señala en el empaque, cuando estos productos muestran un incumplimiento de peso y contenido, trae consigo diferentes problemáticas de organización y pérdidas financieras para la empresa que las fabrica.

La presente investigación trata el incumplimiento en los estándares de peso declarado ante los entes de control para un producto cárnico (salchicha de pasta fina) producida por la empresa procesadora de cárnicos de la ciudad de Medellín, en la que se llevó a cabo el estudio, presentando un desnivel de resultados en los procesos de producción. Por lo tanto, se dará a conocer cómo se aplicó un mejoramiento en el proceso, por medio de una investigación aplicada la cual tiene como principal objetivo resolver problemas concretos de una empresa. Se tomó el producto cárnico (salchichas enlatadas) que presenta una fluctuación en el peso y tamaño, en la cual se realizó un análisis y mejoramiento mediante el uso de la metodología DMAC Y SEIS SIGMA del proceso de producción para evitar pérdidas o retrasos de tiempos de producción.

**Palabras claves:** Industria de alimentos, control de calidad, mejoramiento de procesos, estándares de calidad.

## **Abstract**

The main objective of meat processing industries is to manufacture products with high quality standards that allow customers to be satisfied safely; distributing different meat products that are of mass consumption in Colombia. To successfully carry out its objectives, it's necessary to standardize the products in terms of weight, color, flavor, texture, guaranteeing consumers a uniform, quality product with the weight offered and indicated on the packaging, when these products show a breach of weight and content, brings with it different organizational problems and financial losses for the company that manufactures them.

The present investigation deals with the non-compliance with the weight standards presented before the control entities for a meat product (fine paste sausage) produced by the Colombian company of the city of Medellín, in which the study was realized, presenting an unevenness of results in the production processes. Therefore, it will be announced how an improvement was applied in the process, through an applied investigation whose main objective is to solve specific problems of a company. The meat product (canned sausages) that presents a fluctuation was taken, in which an analysis and improvement was carried out using the DMAIC & SIX SIGMA methodology of the production process to avoid losses or delays in production times.

***Keywords:*** Food industry, quality control, process improvement, quality standards.

## Tabla de Contenido

Lista de Tablas .....	9
Lista de Imágenes .....	10
Lista de Apéndices .....	11
Introducción .....	12
Planteamiento del Problema .....	13
Antecedentes .....	14
Pregunta de la Investigación .....	15
Sub-pregunta de investigación .....	15
Justificación .....	16
Objetivos .....	18
Objetivo General .....	18
Objetivos Específicos .....	18
Marco Referencial.....	19
Estado del Arte .....	19
Marco Teórico.....	23
¿Qué es DMAIC? .....	23
Primera Fase Definir.....	24
Segunda Fase Medir .....	24
Tercera Fase Analizar .....	24
Cuarta Fase Mejorar .....	24
Quinta Fase Controlar.....	25

¿Qué es Seis Sigma? .....	25
Marco Conceptual.....	28
Aplicación de Seis Sigma en empresa de Productos Cárnicos.....	28
Límites de Especificación.....	28
Nivel Sigma .....	28
Ahumado .....	28
Atemperado .....	29
Cárnicos o Productos Cárnicos.....	29
Cutter .....	29
Embutido .....	29
Horno de Cocción.....	29
Humo Líquido.....	29
Incubación .....	30
Inocuidad .....	30
Lote.....	30
Materia Prima .....	30
Mermas de Temperado .....	30
Merma de Cocción.....	30
Merma de Enfriamiento.....	30
Merma Estándar.....	31
Merma.....	31

Peso Bruto.....	31
Peso de Drenado .....	31
Peso de Llenado.....	31
Límite Inferior .....	31
Límite Superior.....	31
Peso Neto.....	31
Temperatura.....	32
Temperatura Ambiente .....	32
Tiempo.....	32
Tratamiento Térmico .....	32
Productos Cárnicos .....	32
Balance de Materia .....	33
Marco Legal .....	34
La ley 1480 de 2011 .....	34
Resolución 2674 de 2013 .....	34
Marco Metodológico.....	35
Método .....	35
Muestra.....	36
Variable .....	36
Hipótesis.....	36
Instrumentos .....	37
Análisis de los Resultados .....	40

Método de Medición de las Salchichas de Pasta Fina en Cada Etapa del Proceso	40
Fase 1. Formadoras de Embutido .....	40
Fase 2. Colado de Varillas en Ahumadero Estático .....	44
Fase 3. Medición de la Tira de Embutido.....	45
Fase 4. Peso Final del Producto Envasado y Pasado la Cuarentena Establecida .....	47
Conclusiones .....	50
Recomendaciones .....	51
Bibliografía .....	52
Apéndices.....	55



**Lista de Tablas**

<b>Tabla 1</b> .....	37
<b>Tabla 2</b> .....	38
<b>Tabla 3</b> .....	40

**Lista de Imágenes**

<b>Imagen 1</b> .....	23
<b>Imagen 2</b> .....	25
<b>Imagen 3</b> .....	26
<b>Imagen 4</b> .....	41
<b>Imagen 5</b> .....	42
<b>Imagen 6</b> .....	43
<b>Imagen 7</b> .....	43
<b>Imagen 8</b> .....	44
<b>Imagen 9</b> .....	45
<b>Imagen 10</b> .....	46
<b>Imagen 11</b> .....	48
<b>Imagen 12</b> .....	49
<b>Imagen 13</b> .....	49

**Lista de Apéndices**

<b>Apéndice A</b> .....	55
<b>Apéndice B</b> .....	56
<b>Apéndice C</b> .....	57
<b>Apéndice D</b> .....	58
<b>Apéndice E</b> .....	59
<b>Apéndice F</b> .....	60
<b>Apéndice G</b> .....	61
<b>Apéndice H</b> .....	62
<b>Apéndice I</b> .....	63
<b>Apéndice J</b> .....	64

## Introducción

Los productos cárnicos son elaborados y distribuidos por empresas manufactureras, a partir de un proceso productivo que viene desde el ganado hasta las fábricas que lo trabajan, lo que quiere decir, que los productos cárnicos son el resultado de un proceso realizado por una fábrica a partir de la carne de res, estos productos pueden encontrarse en diferentes presentaciones, como los son: la carne fresca, ahumada, seca y derivados de productos cárnico (salchichas enlatadas, butifarras, chorizos, longaniza, mortadela, morcilla y otros embutidos más), en Colombia estos productos son consumidos por gran parte de la población por su manera rápida y practica de consumo (Nieto y Ramírez, 2018).

El consumo de productos cárnicos es alto en muchos países, por lo tanto, la elaboración de estos productos termina siendo de gran importancia o de gran uso en muchas familias en su vida diaria, la mala elaboración de cualquier producto puede traer repercusiones tanto para el consumidor, como para la empresa que las fabrica.

Los procesos de producción deben ser vigilados de manera correcta para hallar posibles problemáticas en proceso de distribución, y brindarle al consumidor final calidad y seguridad en su alimentación, cumpliendo las normas sanitarias y de empaquetado que se exigen, lo que permite a la empresa manufacturera encargada de la elaboración del producto, evitar gastos en tiempo de producción y una entrega de baja calidad a los distribuidores (Anexia, 2019).

De tal manera el desarrollo de este trabajo se enfoca en el mejoramiento del proceso productivo de las salchichas enlatadas la cual en el transcurso de su producción se han presentado problemáticas en cuanto a su peso y tamaño, por lo que genera gastos adicionales en los procesos de producción, en el uso de la materia prima y el tiempo distribución, generando grandes pérdidas económicas para la empresa que la fábrica y para sus distribuidores.

## **Planteamiento del Problema**

En Colombia, el consumo de productos cárnicos abarca una gran población, que toman como preferencia snacks que aporten una satisfacción tanto en sabor como en saciedad; la mayoría de la población que lo consume, se guían de su tabla de composición para tener la seguridad de lo que se consumirá y aportará dicho producto, en este caso las salchichas enlatadas. Sin embargo, Existe un incumplimiento de las mediciones del peso para la salchicha de pasta fina, de la línea de producción de salchichas después del proceso de cuarentena (10 días calendario), lo que puede presentar un gasto en materias primas de fabricación y futuras quejas del consumidor o incluso problemas de salud en las personas que deben comer de manera moderada o una cantidad específica de productos cárnicos enlatados. (Sancedo Segura, 2005)

Los procesos de producción de productos cárnicos, tienen diferentes tiempos de elaboración del producto, al igual que el tiempo de entrega a los distribuidores que lo adquieren, cuando se presenta un incumplimiento en el peso del producto, se quiere iniciar nuevamente un proceso donde el presente problema sea solucionado de manera eficaz, por lo tanto, requiere de más tiempo de producción, lo que genera una pérdidas en materia prima y el tiempo de producción de los productos cárnicos, lo cual indica un posible pérdida financiera para la empresa manufacturera.

Por lo tanto, es importante realizar un análisis que permita llegar al núcleo del problema para desarrollar diferentes alternativas de solución. Lo que permite llegar a la pregunta... ¿Cómo eliminar la fluctuación del peso en las salchichas que salen de la formadora, con el fin que se dé cumplimiento a los estándares establecidos?

### **Antecedentes**

En la empresa objeto de estudio para este trabajo, la cual se encarga de la fabricación de diferentes productos cárnicos; se presentó un incumplimiento de los parámetros establecidos en cuanto al peso de un producto en específico, el cual se debe a la línea de enlatados (salchichas enlatadas), estos productos son altamente comerciales y es consumido por gran parte de la sociedad como anteriormente fue mencionado. La problemática fue hallada, luego de que los productos pasaran a ser envasado y llevados al proceso de pesaje, se encontró una variación de pesos por enlatados, lo que alarmó el estado de efectividad de cada uno de los procesos y de los instrumentos utilizados para su fabricación.

De tal manera, se inició un análisis de los procesos de fabricación, los cuales van a ser mencionados en el desarrollo de la presente investigación, determinando los objetivos establecidos para desarrollar el proceso de estudio, y los procedimientos utilizados para hallar el núcleo del problema y que este sea ejecutado de manera efectiva, dándole una solución a la problemática.

### **Pregunta de la Investigación**

¿Cómo hallar el núcleo de la problemática de incumplimiento de peso?

### **Sub-pregunta de investigación**

¿Cómo eliminar la variación de peso que se hallaron en las salchichas enlatadas?

### **Justificación**

Los enlatados, resultan ser una solución rápida a la hora de consumir cualquier alimento, según Mobimetrics (2020), afirma por medio de una encuesta virtual que el 75.3% de los colombianos consumen enlatados y su mayoría salchichas de pasta fina. En su producción, se han presentados problemas de estandarización en cuanto a su peso, lo que ha llevado a presentar un desnivel en su producción y un gasto adicional en la utilización de materias primas para su fabricación. Por lo tanto, en su medida se desglosan problemáticas económicas en su producción y la disminución de su calidad y seguridad, de acuerdo con lo indicado de sus tus tablas nutricionales; ya que esta se garantiza su peso, nutrientes, calorías y grasas, lo que quiere decir, que presentándose un desbalance en su peso, coloca en desventaja todos sus otros componentes, ya que a partir del peso varían su contenido nutricional, sumándose a demás, que traería consigo reclamaciones por medio de sus consumidores y los clientes que la distribuyen, ya que por lo anteriormente mencionado, su desnivel composicional traería problemas en la salud para aquellas personas que deben ser estrictos con el consumo de ciertos componentes que trae las salchichas enlatadas.

Es importante realizar la identificación, análisis, intervención, seguimiento y control a las desviaciones de las especificaciones declaradas ante el consumidor; lleva al mejoramiento de los procesos, a producir productos con mayor calidad, a conserva la imagen y lo más importante se satisface las exigencias del consumidor. En la presente investigación, se propone el mejoramiento de los procesos en la línea de producción de un producto cárnico, integrado en la canasta familiar de gran parte de los hogares colombianos. Permitiendo en su medida, obtener diferentes beneficios para la empresa que lo produce y los distribuidores potenciales, obteniendo excelentes ganancias por presentar un producto de buena calidad y brindando seguridad al consumidor. Si bien este trabajo es desarrollado con datos verídicos, es importante aclarar que



esta presentado de una forma generalizada, debido a un acuerdo de confidencialidad entre la empresa y el autor del trabajo de grado para protección de la empresa y las marcas aliadas.

## Objetivos

A continuación, se presentarán los objetivos del estudio. Su enfoque de estudio será las salchichas de pasta fina, la cual son aquellos productos cárnicos embutidos que se transforman mecánicamente en emulsión, donde la pasta en proceso es de estructura fina, que finalmente pasan a ser un producto (salchichas) enlatado, de peso y tamaño uniforme.

### Objetivo General

Establecer el procedimiento de estandarización en la producción de la salchicha de pasta fina, mediante el estudio de las diferentes etapas de producción

### Objetivos Específicos

Realizar mediciones mediante un proceso de conteo del peso en las todas las etapas del proceso de producción, reduciendo la variabilidad en las salchichas de pasta fina.

Controlar las variables del proceso de embutidos, térmicos y en el proceso de empaque dando un seguimiento de producción.

Mejorar los tiempos de producción, mediante la producción adecuada de la salchicha de pasta fina para reducir los costos de toda la materia prima cárnica en un 30%.

Los objetivos del proyecto son una fase fundamental para el desarrollo efectivo, ya que por que medio de los diferentes objetivos planteados se sigue una línea de ejecución y desarrollo, con el fin de cumplir a cabalidad la finalidad del proyecto aplicado. Por lo tanto, se traza como objetivo general el estandarizar todo el proceso de producción de la salchicha de pasta fina mediante el estudio de las diferentes etapas de producción, permite darle un enfoque directo, de lo que se espera obtener al final de dicho proyecto. Por consiguiente, es importante definir otros términos relacionados con el enfoque del proyecto permitiendo que su desarrollo sea comprendido.

## **Marco Referencial**

A continuación, se expondrán antecedentes referentes al estudio que se realizará, por lo tanto, servirán de guía los estudios anteriormente realizados por diferentes autores que lleven a cabo el desarrollo de un tema en específico con afinidad a perfeccionar un proceso metodológico de empresas manufactureras especializadas en cárnicos de pasta fina.

### **Estado del Arte**

Los autores Osorio, S y Anyel, M. Realizaron una propuesta titulada “Mejoramiento del proceso de producción de cárnicos refrigerados por medio de la metodología Value Stream Mapping para disminuir los desperdicios Gate Gourmet Colombia”. Realizado un análisis de variables cualitativas por medio de la observación directa y presencial de la operación, realizando entrevistas a los dueños del proceso, apoyado en la información teórica acerca del Lean Manufacturing. Para acortar el impacto económico de los desperdicios se desarrollaron dos propuestas utilizando el Value Stream Mapping estado futuro. Inicialmente se realiza una comparación costo-beneficio entre el proveedor actual y un nuevo proveedor de cárnicos, al realizar dicha comparación se concluye que, al seleccionar el nuevo proveedor, los costos en cuanto a materias primas y tiempos de mano de obra disminuirán, y a su vez la merma generada en el proceso. Los ahorros alcanzados serian de \$ 48,108 por kilogramo comprado.

Adicionalmente se propuso un cambio en el estándar de cocción de cárnicos, en donde se controle de manera adecuada la temperatura y el tiempo de cocción de la materia prima, dicha propuesta disminuye los desperdicios generados en el proceso, impactando directamente en los costos de producción. Finalmente se propuso el control estadístico del proceso de cocción, con el fin de conocer la variabilidad del proceso y definir los límites máximos y mínimos de aceptación

de desperdicios dentro del mismo. Al realizar este cambio se genera un ahorro de \$ 17.664.242 mensuales (Osorio y Anyel, 2017).

El siguiente estudio, fue realizado por el autor López Tumbaco, J. en el año 2015 la cual era una propuesta de estandarización a un sistema de producción para la optimización de recursos en el área de elaboración de productos cárnicos de la planta Guayaquil del grupo INTFSC S.A. en donde se presentaban diferentes problemáticas con los productos cárnicos, como lo eran Fluctuaciones en los costos de producción y, por ende, variaciones en el precio de venta de los productos terminados hacia los restaurantes. - Variaciones considerables en el costo de la mano de obra. - Quejas continuas de los clientes (consumidores finales) debido al no cumplimiento de características organolépticas (sabor, suavidad, presentación visual) de los productos cárnicos; por lo tanto, realizaron un análisis de los problemas presentes en el sistema de producción del área de cárnicos y embutidos, definir la propuesta de un plan para mitigar el impacto negativo originado por las causas de los problemas presentes en el área, detallar un estudio de tiempos para la estandarización de las velocidades de los procesos del área de cárnicos e Identificar el impacto económico que generaría la ejecución del plan propuesto y el estudio de estandarización de tiempos de producción, Este plan está dividido en dos etapas: la primera consiste en ejecutar las actividades que ataquen directamente a las causas que afecten mayormente al área de cárnicos en costos adicionales, La segunda, implica un plan de acción a tomar para atacar las causas que afectan en menor nivel al área de cárnicos con costos adicionales, incluyendo en este plan las acciones a tomar, las actividades específicas a realizar, la duración de dicha actividad, el responsable de la ejecución y los objetivos de todas las actividades Con la aplicar la estandarización de las velocidades de los procesos en cada una de

las etapas de elaboración del área de cárnicos, se busca una optimización en todos los factores de producción consumidos por el área (López, 2015).

Se halló también, en un estudio titulado “Mejoramiento del control de pesos en los productos embutidos de la empresa antioqueña de Porcinos S.A.A” por el autor López Arango, en el año 2020. El objetivo principal era el mejoramiento en el control de pesos de los productos embutidos por motivos de ahorros y alto desperdicio de mermas, por lo tanto se guiaron de los objetivos generales del estudio por el cual se inició el desarrollo, tomaron como ayuda las tablas estadísticas militares las cuales indican que según el peso del bache estarían determinando el rango donde deben conseguir un número aceptable de unidades a trabajar; como segundo punto los ingenieros de PDC (Procesos, Diseño y Calidad) evaluarían los datos obtenidos de las tablas militares y la cantidad de kilos que se realizaban constantemente en la empresa se determinó cuantas unidades y que productos se debían tomar como referencia para las mermas y estandarización del proceso. A partir de ello, se realizarían otras actividades de control como lo era el consumo y control L&D, llevando un registro de los productos utilizados en el área de limpieza y desinfección y supervisar las cantidades utilizadas; el control y verificación de las áreas donde se revisa el cumplimiento de los criterios establecidos por el personal de calidad y rectificar que los auxiliares operativos cumplieran con cada una de sus tareas e indicaciones dadas por los superiores o especificaciones del cargo, las capacitación y las verificación de procesos fueron de gran ayuda para el proceso El cumplimiento del objetivo general de la mejora en el control de pesos de los embutidos en la empresa fue exitoso ya que se dejó un precedente y un control que se estaba haciendo y que se deberían seguir haciendo para que sigan las mejoras y el cumplimiento de todos los estándares que caracterizan a la empresa (Lopez Arango, 2021).

Dadas las búsquedas, se halló una investigación titulada “propuesta para el mejoramiento del sistema productivo en carnes frías Rieti utilizando metodología six sigma” durante los últimos años las empresas han buscado un mejorar los servicios y productos que brindan a la comunidad, esto ha exigido a muchas empresas disponer de productos de alta calidad apuntando siempre a las necesidades de los consumidores respondiendo a un buen costo y tiempo a la demanda. Industria de Alimentos Cárbel S.A y su Planta procesadora de carnes frías Rieti presenta deficiencias en su producción, ya que se están presentando pedidos no despachados debido a falta de existencias o inventario, provocando así ventas perdidas. Este problema se genera por una mala planeación de producción y una inadecuada capacidad de producción, por tal motivo en este proyecto se enfocara en generar propuestas tipo lluvia de ideas para mejorar el sistema productivo de la planta de procesamiento con el fin de transformar positivamente el nivel de servicio, la productividad, satisfacción del cliente y la rentabilidad para la empresa; mediante el cual se hará uso de la metodología LSS aplicando métodos como Voz del cliente, Análisis estadístico, Kanban y Value Stream Mapping. Al realizar el VSM, se evidencio que, de los cuatro productos analizados, solo el jamón super\*450 gr no puede cubrir la demanda debido a que el tiempo de ciclo es mayor al takt time, por ello se hace necesario producir a mayor velocidad, agregar un turno, extender el turno o aumentar el número de baches al día. En el caso del chorizo super pollo\*900 gr, jamón pierna\*450gr y la costilla ahumada kilo se puede decir que la planta de procesamiento es capaz de producir la demanda de los clientes (Restrepo, 2019).

## Marco Teórico

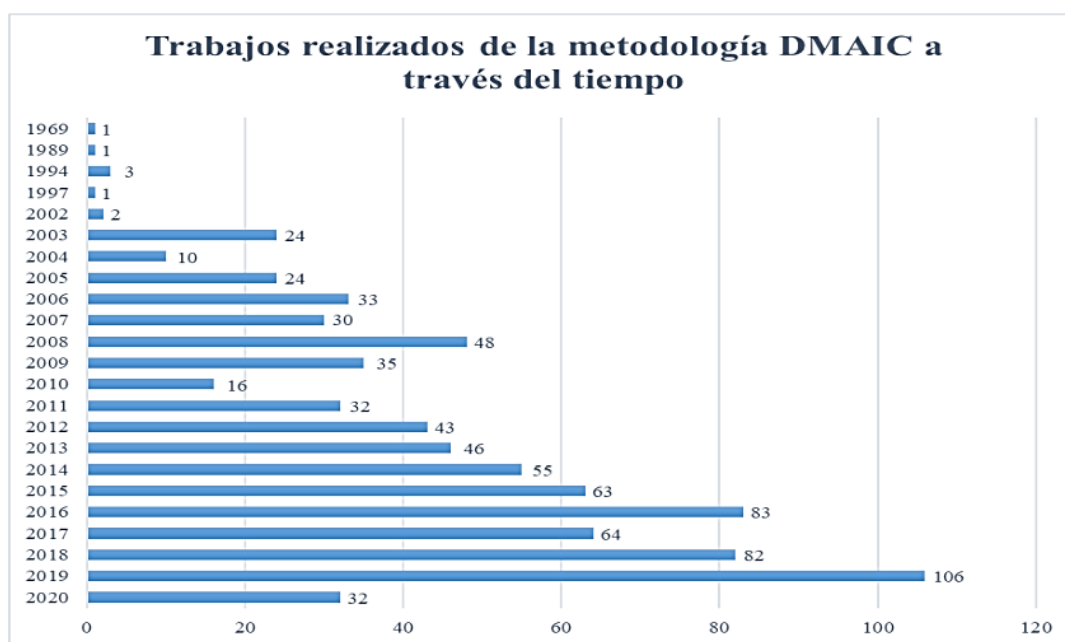
El marco teórico permite la acomodación de las teorías y estudios existentes relacionados al tema que se está abordando, lo que permite tener conocimiento sobre la ejecución, evitando que durante todo el desarrollo del proyecto se cometa ciertos errores que pueden cambiar el rumbo del proyecto (Rico, 2019).

### ¿Qué es DMAIC?

Este nombre corresponde al acrónimo de 5 palabras interconectadas entre sí (Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar), los cuales aportan a definir todos los objetivos del proyecto y medir desde un inicio el proceso, al igual que analizar y determinar la causa y el proceso que se espera llevar a cabo para el cumplimiento de control de rendimiento. La primera aplicación de la metodología DMAIC se hizo en 1964, a partir de ahí se han realizado diferentes trabajos implementando esta metodología (Carrol, 2013).

### Imagen 1

*Trabajos desarrollados con la metodología DMAIC*



*Fuente:* Pérez y otros, 2019.

DMAIC cuenta con 5 fases, las cuales son:

### ***Primera Fase Definir***

Esta es una metodología muy eficaz, para garantizar que los proyectos que implementen SEIS SIGMA sean afrontados con rigor, y que estos obtengan los resultados esperados por la empresa que los emplea, por lo tanto, la primera etapa de DMAIC, corresponde con definir en qué consiste el proyecto que se llevará a cabo, con la finalidad de satisfacer al cliente, dándole un enfoque al proyecto y como se iniciará, de esta manera se buscan las oportunidades más rápidas de mejora, estableciendo los objetivos y llevando la mejora de acuerdo con las necesidades.

### ***Segunda Fase Medir***

Esta etapa corresponde a la recolección de datos para tener la capacidad de cuantificar el punto principal y tener una idea clara del punto de partida para el desarrollo del problema.

### ***Tercera Fase Analizar***

Las herramientas y métodos utilizados en el orden designado dependerán del problema del proceso, de igual forma, se deberá analizar los resultados arrojados de las mediciones, para que de esta manera, se pueda sacar una conclusión o detección de la raíz del problema.

### ***Cuarta Fase Mejorar***

La mejora de la fase o proyecto consiste en eliminar la causa principal del problema hallado, identificando las características de los procesos de que se pueden mejorar, las características son estudiadas para dar a entender si las mejoras y arreglos del proceso han sido relevantes en todo el tiempo.



### ***Quinta Fase Controlar***

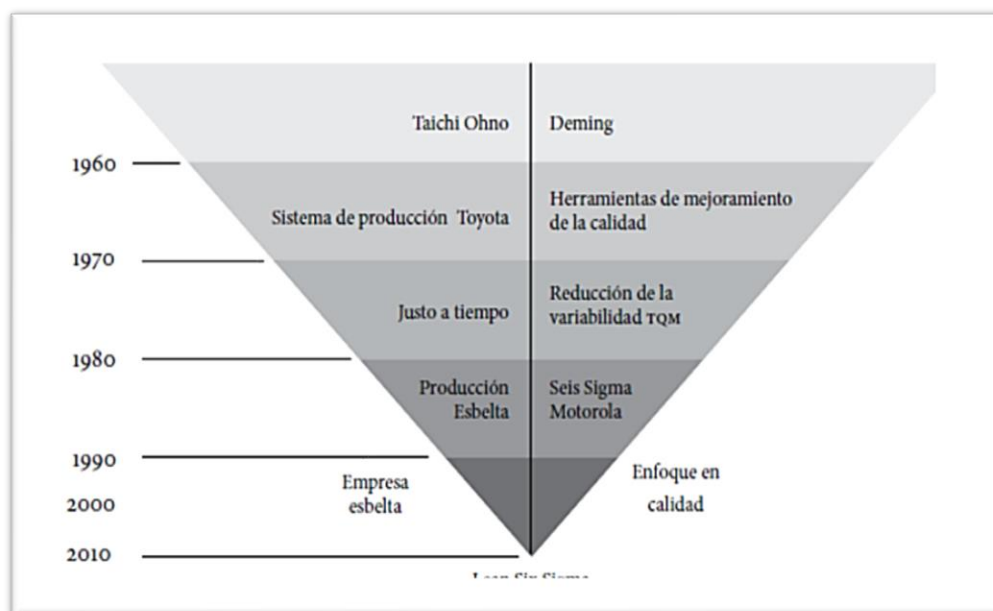
Esto permite que los procesos sean estables y capaces de mantenerse sin problemas, lo que significa que las variables que fueron definidos como puntos clave, se mantienen constante en el tiempo y sean predecibles de manera fácil.

### **¿Qué es Seis Sigma?**

Como concepto principal, Seis Sigma corresponden a una letra del alfabeto griego, la cual hace alusión a la variante estándar y es utilizada para explicar la diferencia de resultados en el proceso de una empresa o fabrica (Macadam & Hazlet, 2010). El seis sigma es una metodología eficaz y manejable para lograr, permanecer y aumentar los resultados exitosos en las empresas, brindando grandes ganancias de las hacen parte la disminución en costos, perfeccionando la productividad, confiabilidad por parte de los clientes, disminución de tiempo de producción, disminución de fallas y mejoras en los productos y servicios. Rodríguez, 2015)

### **Imagen 2**

#### *Historia de SEIS SIGMA*



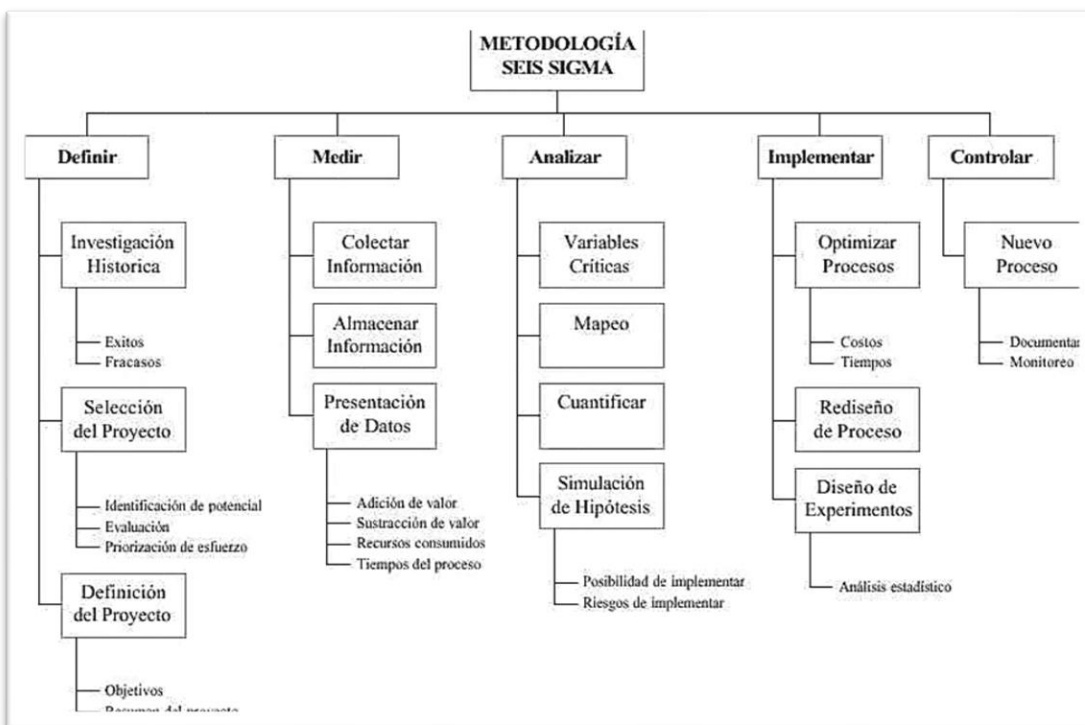
*Fuente: Leansigma.com 2014*

Primeramente, este sistema tuvo un enfoque en las plantas de producción, pero cuando empezó a dar un seguridad y utilidad, y en gran parte maduración por su parte, se empezó a utilizar en diferentes producciones, como de alimentos, automóviles y servicios

Seis SIGMA es una metodología que se creó para mejorar de procesos por la empresa Motorola y fue desarrollada por el ingeniero Bill Smith en los 80, esta metodología busca disminuir la inestabilidad, reduciendo o eliminando las posibles fallas a la hora de realizar la entrega de una producción o producto. El principal objetivo de la metodología Seis Sigma es llegar a un sumo de 3,4 de fallas o defectos por millón de hechos u oportunidades (DPMO), interpretándose como un error en algún evento en que un producto no llega a cumplir lo estipulado de calidad. (Guerrero, 2019).

### Imagen 3

*Estructura de SEIS SIGMA.*



*Fuente:* Gestión polis, 2019.

Seis SIGMA es utilizado en diferentes empresas, las cuales sus objetivos sean mejorar los procesos productivos, para el caso que se está desarrollando, en una de productos cárnicos, según Tobón (2016) en su mayoría se encuentran pérdidas de peso en los procesos donde se ve involucrado la temperatura del producto la cual es una de las etapas más críticas en el proceso de producción.

Tener calidad contemplada por el proceso Seis SIGMA, equivale a que el producto cárnico tenga una variación muy pequeña, y que las inconformidades en base al producto sean reducidas al máximo, lo que quiere decir que se debe eliminar los defectos en una tasa de 0.002 por cada millón (Gutiérrez y Salazar, 2019).

Muchos autores proponen diferentes estrategias para eliminar la cantidad de desperdicios de los procesos de fabricación de embutidos, Moratalla y Jiménez (2016), colocan como ejemplo la metodología Lean Manufacturing, la cual es la más usada actualmente, se aplica en procesos de mejoramiento continuo donde requiera la optimización de la producción.

Otros autores afirman que la metodología Seis SIGMA, entrega resultados positivos, tanto en la relación de actividades que son ineficaces en el proceso de producción y tampoco generan valor al servicio, diferentes estudios demuestran como Seis SIGMA mejora la optimización de tiempo, seguridad y salud de los trabajadores que hacen parte de la fabricación (Fontalvo, 2011).

## **Marco Conceptual**

A partir del Marco conceptual se buscará darle a lector una explicación y brindarles conocimientos de los términos que se van a llevar a cabo en el desarrollo del proyecto.

### **Aplicación de Seis Sigma en empresa de Productos Cárnicos**

Para entender el significado de Seis Sigma primero se debe entender que presenta una variabilidad y su medición: Sigma corresponde a una letra del alfabeto griego ( $\sigma$ ), es usada principalmente para patentizar la desviación estándar, representa el cambio o separación de un grupo de información. (Mendoza y Mendoza, 2005).

#### ***Límites de Especificación***

Estos representan los valores máximos y mínimos que se pueden presentar para ejecutar con las metas de los clientes.

#### ***Nivel Sigma***

Esta se decreta validando la cantidad de modelo que entran en la final diferenciación del transcurso del proceso y el punto central. El nivel sigma es una medición que informa la realización adecuada en la que se encuentran desarrollados los procedimientos y se relaciones con las problemáticas detéctales por millón de oportunidades (DPO) Para comprender las variables de estudio y análisis es necesario conocer los siguientes conceptos:

#### ***Ahumado***

Se entiende como el proceso por medio del cual los productos cárnicos que se procesan adquieren la caracterización de color sabor y conservación, por medio de la acción del humo, utilizando una relación de temperatura, tiempo y humedad relativa conformes.

***Atemperado***

Es el cambio de temperatura donde alcanza el estado ideal de enfriamiento para ser ingresado a cavas o zonas de empaque.

***Cárnicos o Productos Cárnicos***

Son los productos elaborados a base de carne, grasa vegetal o animal y subproductos comestibles de animales autorizados para el consumo humano y adicionados o no con condimentos y aditivos de uso permitido y sometidos a procesos tecnológicos adecuados.

***Cutter***

Máquina procesadora de alimentos, la cual consiste en un plato móvil donde se ingresa la carne con sus ingredientes y que al girar y pasar por un juego de cuchillas la transforma en una masa bien definida.

***Embutido***

Son aquellos productos de derivados cárnicos preparados creados en una mezcla de carne triturada, grasas, sal, condimentos, especias y aditivos que se introducen en tripas naturales o artificiales, dependiendo del producto.

***Horno de Cocción***

Equipo profesional de secado, ahumado y cocción de productos cárnicos por recirculación de aire caliente y la inyección de vapor directa a baja presión.

***Humo Líquido***

Es una mezcla de agua y humo de madera condensado, mejora la obtención de productos con sabor ahumado.

***Incubación***

Es un proceso mediante el cual un producto se coloca en “cuarentena” o se encierra sometiéndolo a una temperatura por días, semanas o meses con el fin de estudiar su comportamiento.

***Inocuidad***

Condición de los alimentos que certifica que no causara daño al consumidor, cuando se preparen y/o se consuman de acuerdo con el uso al que se destinan.

***Lote***

Número que identifica el producto donde se valida: fecha, tipo de producto, máquina de empaque, y horario, para su posterior trazabilidad si llega a ser necesario.

***Materia Prima***

Son todos los elementos que se ingresan en la elaboración de un producto en este caso cárnico y son transformados para incorporarlos en un producto final embutido. Los más usados son: carnes rojas, grasas, aditivos, condimentos y agua.

***Mermas de Temperado***

Es la pérdida de peso causado por el tiempo de espera en que los productos deben llegar a una temperatura determinada para ingresar a las cavas.

***Merma de Cocción***

Es la pérdida de peso de los productos, dándose antes y después de cada proceso de cocción. (Plaza Reina, 2013)

***Merma de Enfriamiento***

Es el tiempo que demora el producto dentro de los cuartos de enfriamiento hasta alcanzar una temperatura aproximada entre 4 y 7°C.

***Merma Estándar***

Es la merma teórica y que se debe comparar con los resultados reales, teniendo en cuenta el peso inicial contra el final teniendo en cuenta los parámetros de temperatura y tiempo.

***Merma***

Perdida inevitable física tanto en volumen y peso ocasionadas por causas inherentes a su naturaleza o al proceso productivo el cual se representa en términos de porcentajes donde una compañía se puede ver afectada por la disminución de la rentabilidad.

***Peso Bruto***

Peso del producto neto, incluyendo el envase más la tapa y la etiqueta. (Perez Juarez, 2017).

***Peso de Drenado***

Corresponde al peso de la lata con las salchichas al interior, una vez escurrido o drenado el líquido interno. Para el proyecto se definirá validar en el día 10 después de ser empacado.

***Peso de Llenado***

Corresponde al peso del producto sólido (salchicha) antes de incluir el líquido de cobertura.

***Límite Inferior***

En función al cumplimiento del peso de drenado (LSL).

***Límite Superior***

En función a la efectividad del proceso de esterilización (USL).

***Peso Neto***

Peso del producto más el líquido de cobertura (lo declarado en la etiqueta).

### ***Temperatura***

Parámetro que se utiliza para definir la condición en que se encuentran los productos como es caliente tibio o frío, tanto en crudo como cocidos. La temperatura se mide con un termómetro y la unidad de medición es en grados centígrados (°C).

### ***Temperatura Ambiente***

Es aquella temperatura que resulte efectiva para permanecer en un ambiente cerrado, habiendo un equilibrio entre frío y caluroso. De esta manera, se hace caso que esta temperatura debe oscilar entre los 15°C y los 23°C siendo la más aceptable para el ser humano.

### ***Tiempo***

Parámetro que permite identificar el tiempo que deben estar los productos en cocción y en temperatura ambiente, para cumplir con las condiciones organolépticas y de calidad, es decir, magnitud física que representa el periodo que transcurre entre un estado x y en el instante en que x presenta una variación perceptible por el instrumento de variación y medida.

### ***Tratamiento Térmico***

Se define como el proceso donde el producto elaborado es sometido a temperaturas cuyo valor y duración dependen del diámetro del producto, para destruir agentes patógenos y prácticamente la totalidad de su flora banal sin alterar el valor nutritivo o las características fisicoquímicas (Lataste y otros, 2020).

### ***Productos Cárnicos***

Los productos cárnicos embutidos son la mezcla de ingredientes, entre ellos: carnes de res, carne de cerdo, grasas, aditivos, condimentos, agua, hielo, entre otros. Es necesario que dichos productos cuenten con las siguientes características para los clientes y la compañía: Visualmente bien presentados (Color, empaque e higiene).



- a) Agradable sabor para el paladar.
- b) Buena textura.
- c) productos con buena calidad, que generen rentabilidad con costos mínimos de operación.

Para el desarrollo del proyecto, se tomó como referencia:

### ***Balance de Materia***

Para la determinación de las mermas en un proceso se debe realizar el balance de materia, el cual se basa en el principio de conservación de la materia: “la materia no se crea ni se destruye si no que por el contrario se transforma”, razón por la cual es necesario profundizar en este tema.

Definición. “Según Simón Reif Acherman, en su libro Elementos de Procesos, hace referencia a que el balance de materia es simplemente una contabilidad de los flujos de materiales que entran a un proceso, los que salen de él y los cambios de inventario que ocurren en su interior. El balance se realiza alrededor de un sistema donde se puede aplicar a la especie molecular integrante de los flujos totales”. Cuando el balance se realiza para todas las especies participantes en el proceso se obtiene una expresión matemática para el balance de flujo total, como es:  $\text{Masa total entra} - \text{Masa total sale} = \text{Masa total Acumulada}$  esta hace referencia a la asociación, en cuando al cambio de organización del flujo final del sistema en cuestión, por lo tanto, mediante el balance se puede analizar de manera eficiente lo que entra y sale en un intervalo de tiempo.

Dentro de los procesos de fabricación de productos cárnicos embutidos, existen variables determinantes para la estimación de los costos de producción, uno de ellos es el desperdicio de equipos y merma de producto que es la disminución de pesos de los productos, en cada una de sus etapas (molinos, mezclador y/o cutter, embutido, cocción (horno y/o marmitas), atemperado y enfriamiento. (Nieto Galindo y Ramirez, 2018).

## **Marco Legal**

### **La ley 1480 de 2011**

Tiene como principal objetivo, resguardar, patrocinar y mejorar el efectivo alegato del derecho de seguridad e indemnidad, lo que dispone que los productos o servicios que sean obtenidos por el consumidor deberán satisfacer sus necesidades sin afectar de ninguna manera al consumidor, todo productor debe asegurar la protección y seguridad de los servicios y/o productos que ofrezca o ponga en el mercado uso o consumo de los bienes y servicios, su conservación e instalación.

### **Resolución 2674 de 2013**

Esta resolución tiene como principal objetivo implantar los requisitos de sanidad necesarios, las cuales deben cumplir las personas naturales o jurídicas que realicen actividades de procesamiento, fabricación, preparación, envasado, almacenamiento, transporte, distribución y comercialización de productos alimentarios, al igual que las materias primas de alimentos y los requisitos para su notificación, los permisos necesarios para proteger la vida de los consumidores sin incurrir algún riesgo de en salud pública.

Cualquier producto que sea natural o artificial, el cual sea consumido y este aporte al organismo humano los nutrientes necesarios para el desarrollo biológico natural son incluidas las bebidas no alcohólicas y sustancias que permiten sazonar otros alimentos de consumo diario, los cuales son reconocidos como genérico de especias.

## **Marco Metodológico**

El marco metodológico permite ilustrar la forma en que se va a realizar el proceso de estudio del proyecto aplicado. Así mismo Arias (2016) señala que “el marco metodológico es el conjunto de pasos y técnicas que se emplean para resolver un problema o varios problemas en concreto”.

El presente proyecto se realiza bajo la investigación experimental, Según Fidiás Arias (2015), explica que la investigación experimental es un proceso que consiste en someter a un objeto o grupo de individuos a una serie de pruebas, condiciones o estímulos para observar los efectos o reacciones que producen. En la investigación experimental el investigador tiene el poder de manipular ciertas variables para controlar el aumento o disminución del efecto de la observación de estas.

En la cual se llevará a cabo la metodología SIX SIGMA, Una investigación experimental se considera efectiva, cuando el investigador logra obtener cambios de las variables en materia, por lo cual es importante establecer en la investigación una causa y efecto del fenómeno para que sean observados los efectos causados (Guevara Alban, Verdesoto Arguello, & Castro Molina, 2020).

## **Método**

El estudio será de carácter cuantitativo, es caracterizado por la redacción de objetivos, e informar una explicación desde el uso de métodos de control y situaciones ejemplares. La investigación cuantitativa es un método muy utilizado para la recolección de datos en un contexto investigativo, como finalidad se recogen y analiza información a través de diversas fuentes. Se debe llevar a cabo mediante herramientas estadísticas con el propósito de cuantificar y validar los datos recogidos para conocer la solución del problema de investigación (Babativa, 2017).

**Muestra**

Línea de salchichas de pasta fina de una empresa de cárnicos en la ciudad de Medellín Antioquia.

**Variable**

El estudio se llevará a cabo por medio de la variable cuantitativa continua, la cual permite medir datos estadísticos de cualquier valor como lo son los decimales, gran parte de los resultados del proyecto serán medidas decimales.

**Hipótesis**

Dados los análisis anteriormente realizados, de manera visual, se pudo observar que las salchichas de pasta fina arrojaban una fluctuación en peso y tamaño, que podría ser a partir del empaquetado o en los diferentes procesos de producción de la salchicha, como lo es la mezcla y embutido de pasta fina. Principalmente se pensaba que el problema de peso podría ser producto de un mal funcionamiento de las maquinas formadoras, las cuales tienen como objetivo embutir la pasta fina, la cantidad que dispensaban cada maquina presentaba una variabilidad, debido a que unas presentaban mayor presión de embutidos que otras, por lo tanto, se evidencia un hecho importante de análisis como mejoramiento en producción. Posterior a esto, se revisaron los procesos de cocción desde que se colgaban en las varillas en un carro de cocción y a partir de allí se observó que la mezcla en el momento de ser colgadas, debido al peso de la pasta fina podía bajar al fondo de las tripas en las que son dispensadas, por lo tanto, la salchicha en la parte superior iba a dar una cantidad de contenido diferente y menor que la parte media y baja de la salchicha. De esta manera se pudo observar que la fluctuación podría surgir de estas variables de producción, por consiguiente, se llevó a cabo la ejecución de la metodología descrita para detectar de forma concreta el problema y encontrar la solución a los procesos.

## Instrumentos

El instrumento principal de recolección de datos será la observación estructurada, la cual es utilizada para probar hipótesis y para la descripción sistemática del algún fenómeno en específico, en este caso se quiere observar los procesos de producción de las salchichas de pasta fina, para hallar el problema del incumplimiento de peso.

Por otro lado, uno de los principales instrumentos de recolección de datos y de variables se hará por medio de Minitab, el cual es un programa de computadora, diseñado para trabajar funciones estadísticas básicas y avanzadas.

### Tabla 1

*Metodología DMAIC en el proceso de producción de salchicha de pasta fina*

Fases	Descripción de la Actividad
Fase 1. Definir.	Primeramente, se definirá el proceso de producción de la salchicha de pasta fina, permitiendo observar el problema y posiblemente donde se origina.
Fase 2. Medir.	Medir cada una de las variables al que es sometido el proceso de producción de la salchicha de pasta fina, desde el tamaño, diámetro, variabilidad de pesos y el peso del enlatado final.
Fase 3. Analizar.	Una vez realizado el proceso de medición, de observaran los resultados arrojados y se analizaran de manera minuciosa, encontrando donde se originó la fluctuación de la salchicha.
Fase 4. Mejorar.	Ya que se halló el problema central, se llevará a cabo una mejora en el proceso de producción para ir corrigiendo la raíz del problema.
Fase 5. Controlar.	Hallada la raíz del problema, se controlarán las variables de fluctuación, y de esta manera se obtendrá una mejora en los resultados de la producción de la salchicha de pasta fina.

*Fuente:* Propia.

Una vez implementada la metodología DMAIC en el proceso de producción de la salchicha de pasta fina, se hará uso de la metodología SEIS SIGMA para perfeccionar el proceso de mejora en la producción, siguiendo sus debidas fases y consiguiendo un resultado positivo para la empresa de cárnicos de la ciudad de Medellín.

**Tabla 2**

*Metodología SEIS SIGMA en el proceso de mejoramiento de la salchicha de pasta fina*

Fase	Descripción
Definir las bases teóricas de las que se harán uso.	Realizar un estudio documental, permitirá tener bases teóricas sobre las mejoras de procesos de producción, en el apartado del trabajo de estudio “marco referencial” se adjuntaron los estudios realizados basados en el mejoramiento de los tiempos de producción de cárnicos de pasta fina.
Medir cada una de las variables y objetos de estudio.	En este caso, las mediciones necesarias serán elaboradas a partir de los procesos de producción de la salchicha de pasta fina la cual presenta una fluctuación en su peso, problema el cual se desea mejorar.
Análisis de datos recolectados	Se realizará análisis de datos, análisis de proceso y análisis de la causa raíz del problema: Métodos estadísticos y análisis de los datos obtenidos, análisis de Pareto, pruebas de hipótesis.
Implementar	En este apartado se optimizarán los procesos y a su vez se experimentarán los cambios pertinentes para la mejora de la problemática en la producción de salchichas de pasta fina.
Controlar los procesos	Una vez diseñado el plan de mejora, se comenzará a controlar las variables de peso, los procesos de producción entre otras actividades importantes para el producto final mejorado.

*Fuente:* Propia.

Ya que se definió el método para el desarrollo del proyecto aplicado implementando la metodología DMAIC & SS para el mejoramiento de la situación problema en una empresa de

cárnicos de la ciudad de Medellín, se procede a validar y dar a conocer los resultados encontrados en el estudio de este.

## Análisis de los Resultados

En esta parte se procede a validar y dar a conocer los resultados encontrados en el estudio de las variables de producción, y de esta manera poder hallar y presentar el núcleo del problema que en este caso es la fluctuación de la salchicha de pasta fina.

Los resultados se darán a conocer siguiendo los objetivos específicos del proyecto, lo que permitirá cumplir de manera eficaz el proceso de el mejoramiento de la situación problema de la producción de la salchicha de pasta fina.

### Método de Medición de las Salchichas de Pasta Fina en Cada Etapa del Proceso

Se definieron los pasos que se seguirán para analizar el proceso de producción y de esta manera empezar con el estudio de su funcionamiento y posibles anomalías del proceso (**ver tabla 3**), por lo tanto, se iniciará con las maquinas formadoras de embutido, finalizando con el peso final del envasado y drenado.

#### Tabla 3

*Variables de estudio*

Variables de Estudio	
Fase 1	Formadoras de embutido
Fase 2	Colgado en varillas en ahumadero estático
Fase 3	Mediciones de la tira de embutido
Fase 4	Peso final del producto envasado y luego de la cuarentena establecida

*Fuente:* Propia.

#### ***Fase 1. Formadoras de Embutido***

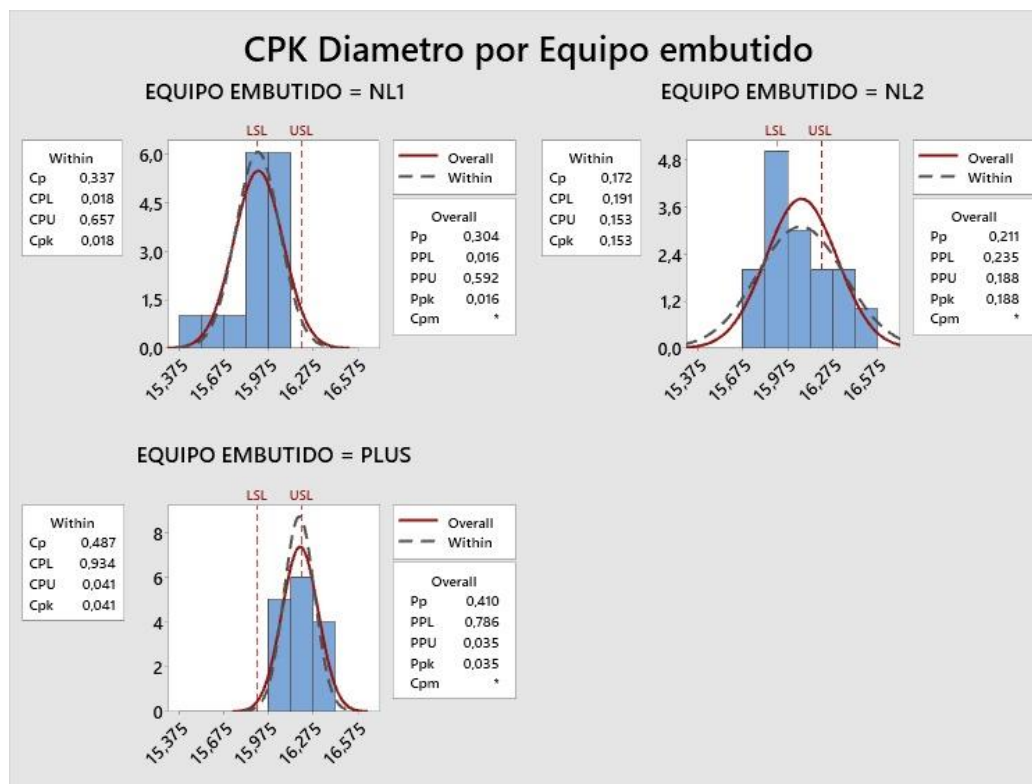
Como inicialmente se describió en la hipótesis del proyecto, se pensaba que las formadoras podían estar generando el desbalance en los pesos por el proceso de embutido (**Apéndice A**), por lo tanto, se realizó un análisis del funcionamiento de cada formadora, que en



este caso eran 3 formadoras de embutido (**Apéndice B**). Se inicio con la revisión de las 3 formadoras de manera individual, a las cuales se les aplicó el CPK (índice de capacidad del proceso), es un índice estadístico el cual nos indica si un proceso se encuentra en los límites de tolerancia definidos, es decir, si la media está centrada y controlada y no presenta valores por encima o por debajo de lo límites superior e inferior respectivamente, esto se evidencia mediante las mediciones previas al análisis. Se considera correcto el proceso si las especificaciones estadísticas nos informan que son mayores o iguales a 1,33.  $Cpk \geq 1,33$ , dando referencia a la maquina NL2 la cual presenta datos generales más equilibrados que las maquinas NL1 Y PLUS que presentan picos altos (**ver imagen 4**)

#### Imagen 4

*CPK diámetro por equipo embutido*

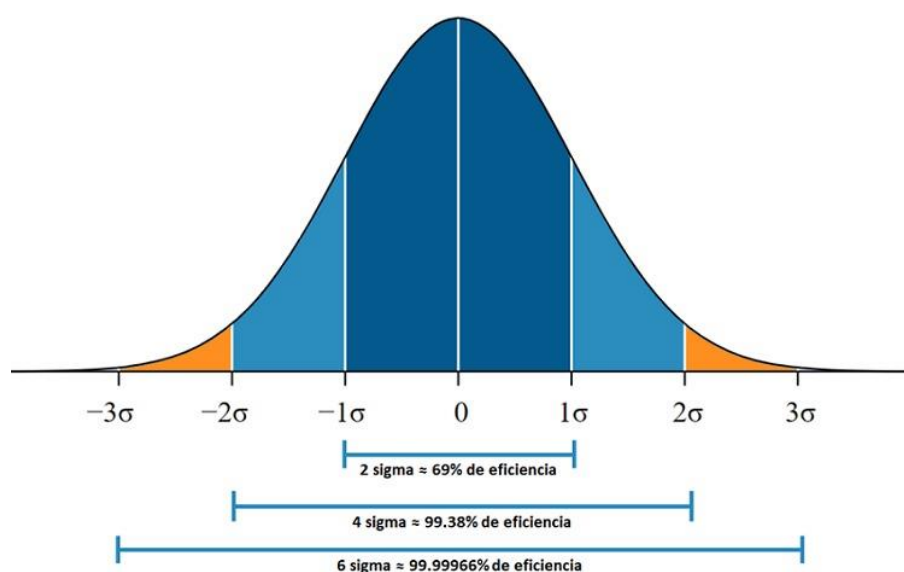


*Fuente: Propia*

Este análisis de máquinas va ligado a la campana de SEIS SIGMA, que permite demostrar el porcentaje de eficiencia del proceso de embutido en cuanto a las maquinas formadoras, esta campana explica que está repartido desde el límite inferior al centro hay 3 y desde el límite superior al centro otros 3, midiendo su eficiencia dentro del proceso de producción (**ver imagen 5**).

### Imagen 5

*Campana SEIS SIGMA*



*Fuente:* Propia

En este caso se midió la relación del diámetro de la formadora que embute, la cual arrojó que la formadora NL1 embutía en un diámetro de 15,9 peso por debajo del diámetro establecido el cual es de 16,2 y 16,5 (**Ver imagen 7**). Dados los resultados anteriores, se realizó un análisis individual de cada formadora, a las cuales se les asignaron las letras A, B y C (**Apéndice C, Apéndice D, Apéndice E**) de las cuales se mostró de forma detallada la diferencia de embutido por cada formadora en cuanto a la posición donde se debe medir la salchicha y como esta podía variar dependiendo su posición (**Ver Imagen 6**).

## Imagen 6

*Posiciones de cada medición en la salchicha de pasta fina*



**Medición**



**Lugar**

**A: Arriba**

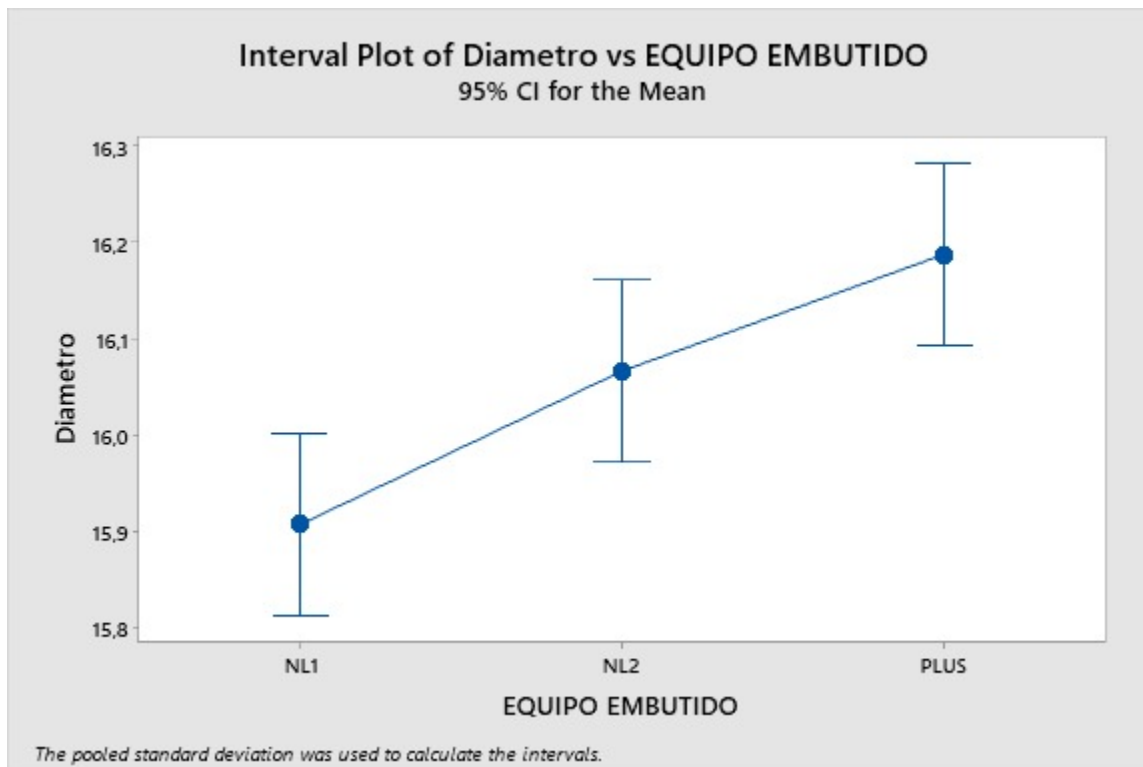
**B: Centro**

**C: Abajo**

*Fuente: Propia*

## Imagen 7

*Relación diámetro según la formadora que embute*



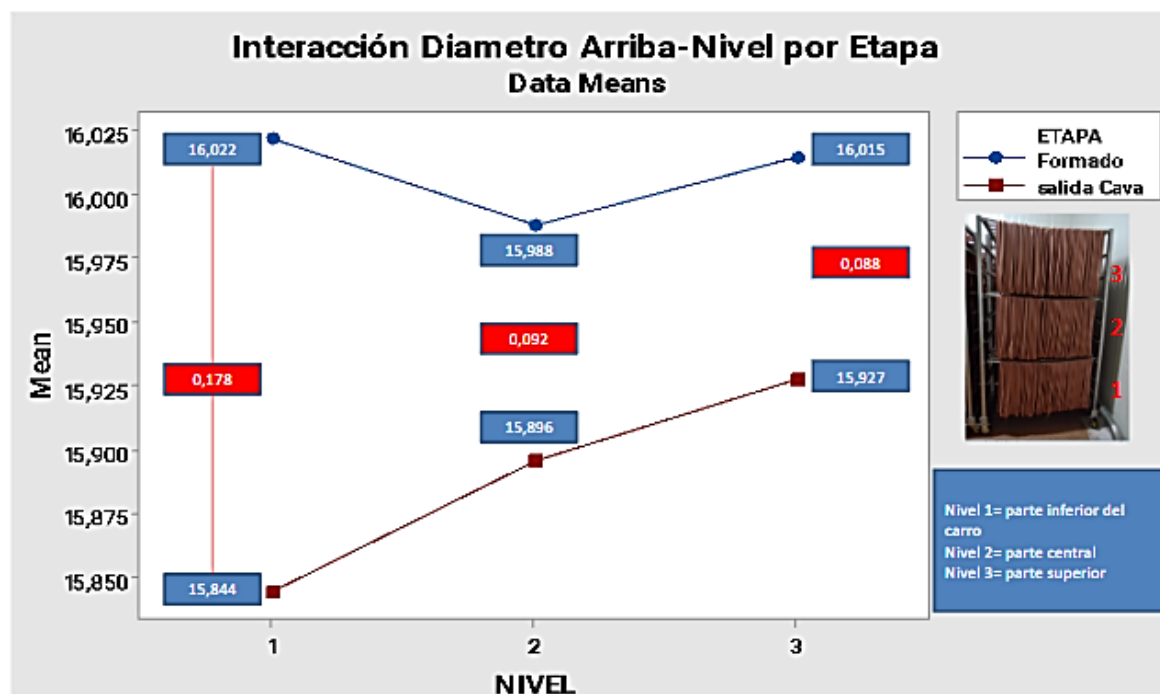
*Fuente: Propia.*

## Fase 2. Colado de Varillas en Ahumadero Estático

Luego de haber analizado el proceso de embutido de las formadoras, se realizó un análisis del proceso de colgado en las varillas del carro ahumadero estático, en el cual, inicialmente se pensaba que debido a las posiciones de cada varilla (*ver imagen 8*) iba a depender de la afectación de peso y diámetro de cada salchicha, por lo cual se observó cada varilla, presentando resultados tales como: la posición B y C estaban más expuestas al calor del ahumadero arrojando un diámetro dentro de lo estipulado 15,896 a 16,015 lo que indica una diferencia del 0,092; en cuanto a la posición A la cual estaba menos expuesta al calor del ahumadero presentó un diámetro entre los 15,844 a 16,022 con una diferencia del 0,189 demostrando una gran variabilidad de diámetro directamente proporcional a su peso.

### Imagen 8

*Interacción del diámetro en el ahumadero estático*



Fuente: Propia.

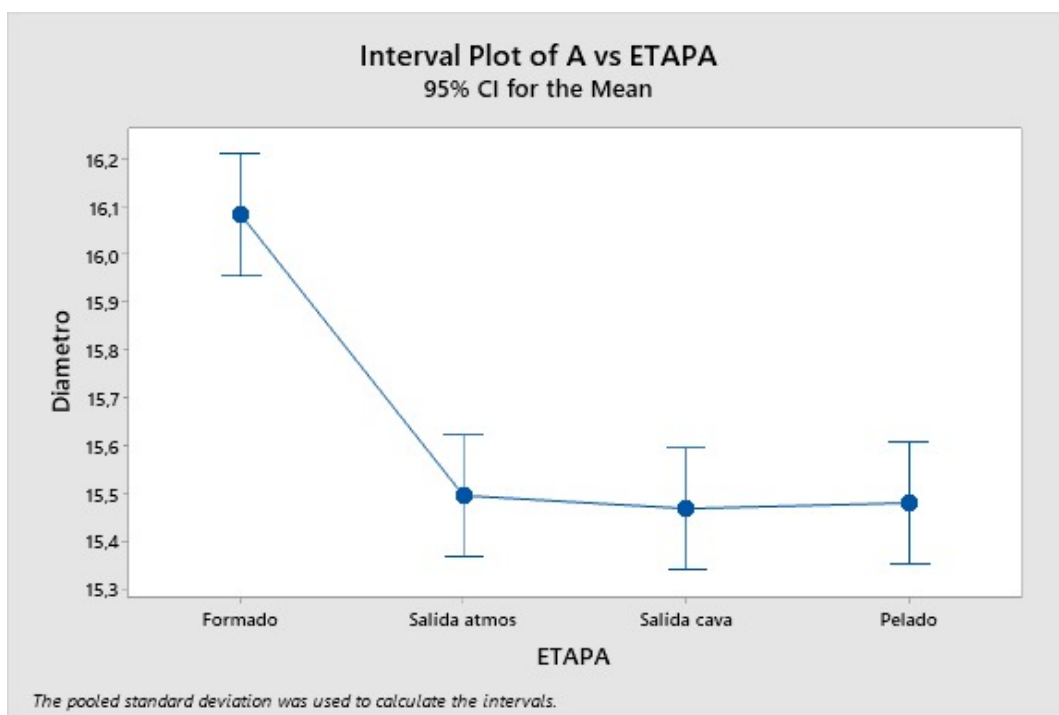
### *Fase 3. Medición de la Tira de Embutido*

En análisis anterior da paso a la descripción de variabilidad de peso dependiendo su posición, por lo tanto, la posición A en el ahumadero estático demostró diferencias en su diámetro y por consiguiente en su peso, por lo cual se analizaron sus resultados durante todo el proceso, ya que su cocción no iba al compás de la posición B y C. La posición A arrojó, que en el proceso de formado su peso estaba en los rangos estipulados para la salchicha de pasta fina el cual se encuentra de 15,80 hasta 16,015 de diámetro y se estima que su tamaño es directamente proporción a su peso, pero llegado al proceso de salida su diámetro disminuía a 15,4 de diámetro por lo tanto iba debajo del peso estipulado (**Ver imagen 9**). Se toma al final de la validación un muestreo en formado para validar que los pesos mejoran de acuerdo con la gestión realizada.

(Apéndice F)

### **Imagen 9**

*Seguimiento del peso de la posición A en cada etapa del proceso, en formado hasta el pelado*

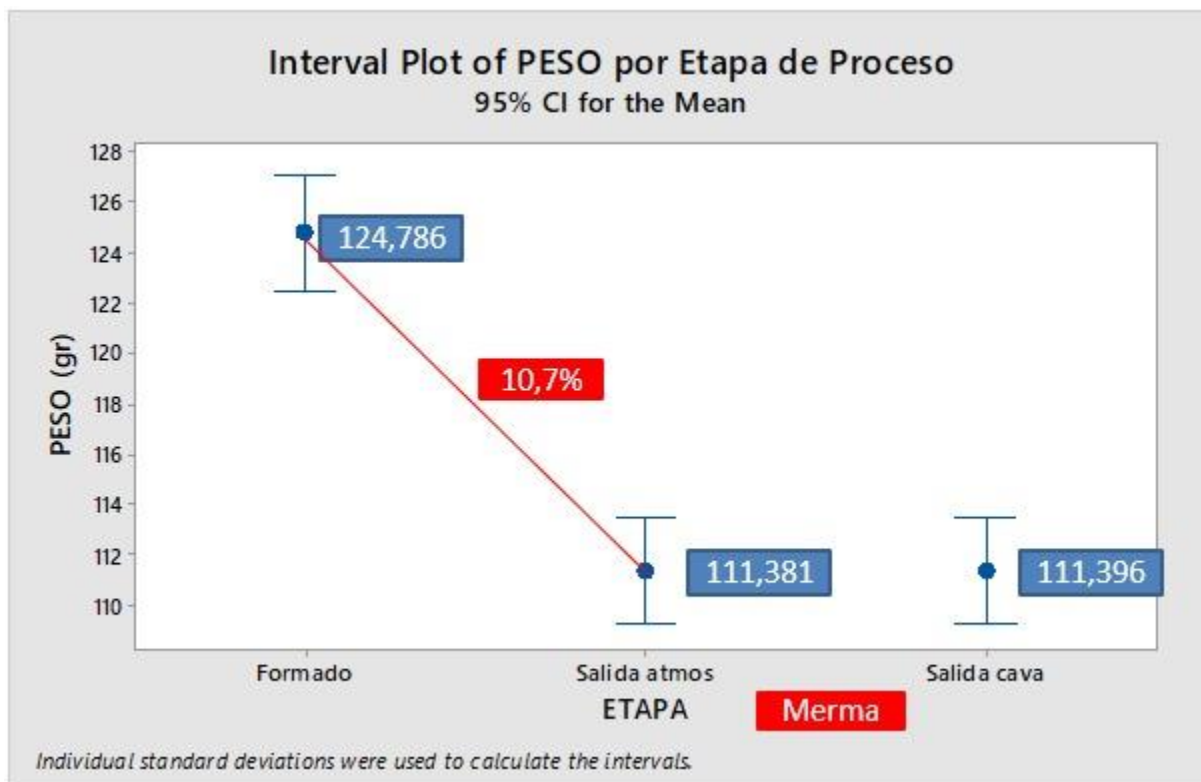


*Fuente: Propia*

Se analiza el proceso de la salchicha en sus etapas de producción, en la que su peso de formado iniciaba en 124,786 gr en la salida Atmos (Proceso de cocción en el ahumadero estático ATMOS) su peso era 111,381 gr, lo que arrojaba una merma de 10,7%, lo cual se encuentra dentro de los valores estipulados. La merma debe ser de un 9% a 11%, quiere decir, que si una varilla entra con una cantidad en total promedio de 124 gr debe salir con una pérdida de peso (merma) de 111 gr (*Ver imagen 10*). Se toma al final de la validación un muestreo en el ahumadero para validar que los pesos mejoran de acuerdo con la gestión realizada. (**Apéndice G**).

### Imagen 10

*Intervalos de peso en las fases de la salchicha*



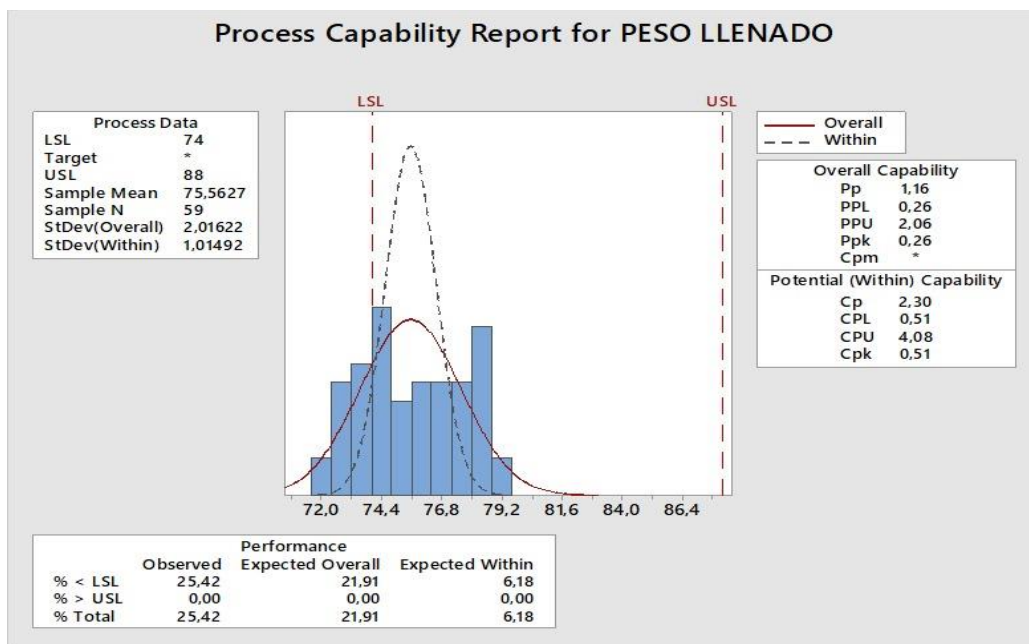
*Fuente:* Propia.

#### ***Fase 4. Peso Final del Producto Envasado y Pasado la Cuarentena Establecida***

Pasado el proceso de embutido y ahumado, las salchichas son dirigidas a una cava la cual pasadas las 8 horas de frio por debajo de los 0°C, se disponen a la zona de pelado para de esta forma ser cortadas en trozos adecuados para el envase. Se toma al final de la validación un muestreo en enfriamiento para validar que los pesos mejoran de acuerdo con la gestión realizada. **(Apéndice H)**. El siguiente procedimiento de medición muestra los resultados de 59 muestras tomadas del producto dentro del envase de aluminio, de las cuales el 25,42% de ellas se encuentran por debajo del límite de especificación mínimo, por lo tanto, el peso de las salchichas de pasta fina no era el adecuado **(Apéndice J)**. La salchicha es pesada luego de ser envasada, este peso debe ser mayor de 74 gr, el cual estaba arrojando resultados por debajo de lo estipulado (72-73,9 gr), estos resultados de peso eran proporcionados por una báscula dinámica la cual informa en cuestión de milésimas de segundos los pesos de cada envase, ésta seleccionaba los pesos establecidos para las salchichas de pasta fina y los que no coincidían eran arrojados como inconsistentes y se separan automáticamente del resto del lote que tiene el peso adecuado. **(ver imagen 11)**.

## Imagen 11

Medición de muestras en proceso de picado y envasado de las salchichas



Fuente: Propia.

Las salchichas como anteriormente fue mencionado deben tener un peso de envasado de 75,56 gr, aquellos envases que rechace la báscula serán desechados; siguiente a esto los envases son pasados a cuarentena (proceso de 10 días) con el llenado de agua caliente para que ganen peso y eliminen el exceso de sales, finalmente la salchicha deberá tener un peso de 100 gr (*Ver imagen 12 y 13*). Se toma al final de la validación un muestreo en pelado para validar que los pesos mejoran de acuerdo con la gestión realizada. (**Apéndice I**).



**Imagen 12**

*Salchicha envasada sin agua y llena con agua*



*Fuente: Propia*

**Imagen 13**

*Salchicha después de los 10 días de cuarentena*



*Fuente: Propia.*

## Conclusiones

Al validar el desarrollo del mejoramiento del proceso en el área de producción de la salchicha de pasta fina, se confirma importancia de la implementación de metodologías de mejoramientos de procesos de producción como lo es DMAIC Y SEIS SIGMA, lo cuales fueron utilizados para el desarrollo de este análisis. Estas herramientas permitieron analizar de manera exhaustiva cada fase del proceso de producción, realizar mediciones y detectar anomalías en el proceso.

Es claro que el proceso de producción de la salchicha de pasta fina presentaba inconsistencias, debido a no tener un análisis previo de las máquinas que permitían la producción del producto. Este proceso permitió detectar las inconsistencias de la fabricación, tales fueron: Diferencia de presión en las formadoras de embutido, la cual la maquina NL1 presentaba datos más equilibrados a comparación de las otras dos máquinas debido a que la presión de estas dos máquinas era mayor a la NL1 arrojando resultados más altos.

Por otra parte, se analizó el proceso de ahumado de las salchichas, que debido a su menor exposición al calor su proceso de cocción y pérdida de agua era menor a las otras dos posiciones y por último se rectificó al momento de ser cortadas y enlatas que 25,42% estaban bajo el límite de lo estipulado.

Concluyendo, que gracias el proceso de análisis que brindan las metodologías DMAIC Y SEIG SIGMA se pudo detectar el problema y mejorar el proceso de producción; esto permitió dar a conocer que, si unas de las fases de producción fallan, el resultado de toda la producción de la salchicha de pasta fina será negativo, tanto en la pérdida de materia prima, tiempo de producción y pérdidas financieras para la empresa.

### **Recomendaciones**

Controlar la presión de las maquinas formadoras de embutido, de tal manera que el producto salga de manera uniforme acatando los rangos de diámetros establecidos, y de esta manera evitar la variabilidad de peso.

Durante el proceso de ahumado, cabe recordar hacer uso del ahumadero continuo, el cual se encuentra en constante movimiento y su calor será distribuido uniformemente en cada una de las varillas del carro de cocción.

Realizar una revisión del proceso operativo, junto a un estudio de tiempos cada 15 días y realizar mejoras continuas en el proceso de producción.

Realizar entrenamientos de reparación de máquinas, de manera que se presente alguna problemática en el funcionamiento de la maquina los operarios puedan actuar de manera inmediata.

## Bibliografía

- Alban, G. P. G., Arguello, A. E. V., & Molina, N. E. C. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *Recimundo*, 4(3), 163-173.
- Anexia. (2019). La importancia de la calidad en los procesos de producción. Certificación de calidad. <https://consultoria.anexia.es/blog/la-importancia-de-la-calidad-en-los-procesos-de-produccion#.YuiFInbMLDc>
- Arias, F. (2015). El proyecto de investigación (Sex-ta ed.). Caracas: Episteme. <https://es.slideshare.net/fidiasarias/fidias-g-arias-el-pro-yecto-de-investigacin-6ta-edición>
- Babativa Novoa, C. A. (2017). Investigación cuantitativa. <https://digitk.areandina.edu.co/bitstream/handle/areandina/3544/Investigaci%c3%b3n%20cuantitativa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- C.T. Carroll, *Six Sigma for powerful improvement: a green belt DMAIC training system with software tools and a 25-lesson course*, Boca Ratón Florida EE.UU.: Charles T Carroll, 2013
- Foltalvo, T. (2011). Aplicación de Seis Sigma en una empresa productora de Cemento. *Escenarios*, 9(1), p 7-17. Recuperado de <http://repositorio.uac.edu.co/handle/11619/1625>
- Guerrero, V. (2019). ¿Qué es Six Sigma? recuperado de: <http://leansolutions.co/que-es-six-sigma/#:~:text=Six%20SIGMA%20es%20una%20metodolog%C3%ADa,producto%20%20servicio%20al%20cliente>
- Gutiérrez, H., y Salazar, R. (2019). *Control estadístico de calidad y seis sigmas*. Editorial McGraw Hill. México, D. F
- Lataste, C., Sandoval, S., Maturana, D., Delgado, C., Gajardo, S., y Cáceres, P. (2020). Indicadores de transformación de alimentos consumidos en Chile para su uso en planificación de minutas. Departamento de Nutrición, Facultad de Medicina, Universidad de Chile.
- López Arango, C. (2021). Mejoramiento del control de pesos en los productos embutidos de la empresa Antioqueña de Porcinos SAS (Doctoral dissertation, Unilasallista Corporación Universitaria). <http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/3123/1/20132076.pdf>

- López Tumbaco, J. L. (2015). Propuesta de un sistema de producción estandarizado para la optimización de recursos en el área de elaboración de productos cárnicos de la Planta Guayaquil del Grupo Intfsc SA (Doctoral dissertation, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Industrial. Carrera de Ingeniería Industrial.).
- Mendoza, J. M., & Mendoza, J. J. (2005). Seis sigmas: Hacia la cumbre de la calidad. *Pensamiento & Gestión*, 19, 101–117.
- Mobimetrics. (2020). Consumo de productos precocidos en los colombianos. Mobijob. Recuperado de <https://mobimetrics.co/stats/consumo-de-productos-precocidos-por-los-colombianos/>
- Nieto Galindo, V., y Ramírez, N. (2018). Cadena productiva de Carnes y Productos Cárnicos Estructura, Comercio Internacional y Protección. Departamento Nacional De Planeación. Recuperado de: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Estudios%20Economicos/471.pdf>
- Ninetto, B. (2019). ¿qué es DMAIC?. Blogs de la calidad. Recuperado de: <https://blogdelocalidad.com/que-es-dmaic/>
- Pérez Juárez, M. (2017). Manual de Prácticas de la EE de: “Taller de dietética”. Universidad Veracruzana Facultad de Nutrición – Xalapa.
- Plaza, E. (2013). Estudio de actualización de mermas de producto para Mejorar la rentabilidad de alimentos local s.a. Recuperado de: <https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/5215/TID01599.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Restrepo Castillo, J. A. (2019). Propuesta de mejoramiento del sistema productivo en Carnes Frías Rieti utilizando metodología Lean Six Sigma (Doctoral dissertation, Universidad Santiago de Cali). <https://repository.usc.edu.co/handle/20.500.12421/391>
- Rico Pradilla. (2019). La importancia del marco teórico en una investigación. Educación virtual. <https://eduvirtual.cuc.edu.co/moodle/mod/forum/view.php?id=407375>
- Salcedo Segura, A. M. (2005). Elaboración y estandarización de salchichas de pollo picantes tipo "Snacks" especiales para consumo en eventos sociales. Recuperado de [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_alimentos/414](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos/414)
- Tobón, J. (2016). Estandarización de los procesos de pesos de embutido, pesos de empaques y mermas del tratamiento térmico en la planta de derivados cárnicos de Porcicarnes, Antioqueña de Porcinos S.A.S.

[http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1729/1/Estandarizacion\\_p  
rocesos\\_pesos\\_embutido\\_Porcicarnes.pdf](http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1729/1/Estandarizacion_p<br/>rocesos_pesos_embutido_Porcicarnes.pdf)

## Apéndices

### Apéndice A

*Toma de muestras iniciales en dos líneas diferentes de producción*

TD ELABORACIÓN	LINEA PRODUCCION	PESO DRENADO
39	INDEPENDIENTE	97,7
39	INDEPENDIENTE	101,3
39	INDEPENDIENTE	97
25	ATMOS	100,8
25	ATMOS	98,3
25	ATMOS	100
25	ATMOS	100,1
25	ATMOS	102,7
25	ATMOS	100,3
25	ATMOS	99,6
25	ATMOS	99,9
25	ATMOS	100,9
25	ATMOS	100,3
25	ATMOS	101,7
44	ATMOS	100,1
44	ATMOS	102
44	ATMOS	99,9
44	ATMOS	101,5
44	ATMOS	102,9
44	ATMOS	100,7
44	ATMOS	100,9
44	ATMOS	104
44	ATMOS	100,1
44	ATMOS	102
44	ATMOS	99,9
40	ATMOS	99,2
40	ATMOS	100
40	ATMOS	99,2

40	ATMOS	99,6
40	ATMOS	98,9
41	INDEPENDIENTE	99,3
41	INDEPENDIENTE	100,6
41	INDEPENDIENTE	98,7
41	INDEPENDIENTE	99,8
41	INDEPENDIENTE	100,2
41	INDEPENDIENTE	97,4
42	INDEPENDIENTE	97,7
42	INDEPENDIENTE	97,5
42	INDEPENDIENTE	100
42	INDEPENDIENTE	98,8
42	INDEPENDIENTE	98,7
43	INDEPENDIENTE	100,1
43	INDEPENDIENTE	99,7
43	INDEPENDIENTE	101,3
43	INDEPENDIENTE	102,7
43	INDEPENDIENTE	99
26	ATMOS	102,4
26	ATMOS	100,9
26	ATMOS	102,7
26	ATMOS	103,1
26	ATMOS	99,5
26	ATMOS	99,4
26	ATMOS	104,6
26	ATMOS	101,4
26	ATMOS	101,9
26	ATMOS	107,6
26	ATMOS	104,1
44	ATMOS	98,9

## Apéndice B

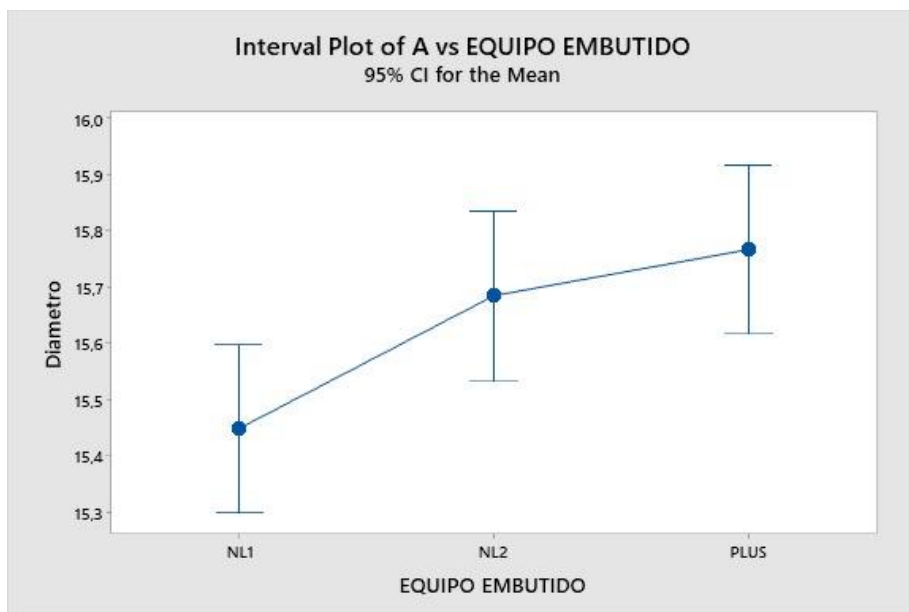
### *Toma de muestras iniciales para validación ganancia de peso por máquina*

Muestra #	Ganancia de Peso						Línea Independiente	
	MAQUINA 1		MAQUINA 2		MAQUINA 3		INDEPENDIENTE	
	Peso llenado (73 gr)	Peso Drenado (73 gr)	Peso llenado (74 gr)	Peso Drenado (74 gr)	Peso llenado (75 gr)	Peso Drenado (75 gr)	Peso llenado	Peso Drenado
1	73,4	102,6	74,7	105,1	75,1	104,6	76,7	106,1
2	73,7	102,7	74,1	103,6	75,8	106	78,6	107,4
3	73,7	103,5	74	103	75,1	105,1	73,5	103,9
4	73,7	103,6	74	103,9	75,7	106,1	75,9	104,9
5	73,6	103,2	74,6	105,4	75,3	105,6	76,1	105,1
6	73,5	102,9	74,5	104,5	75,2	106,1	75	103,2
7	73,7	103,6	74,1	103,6	75,8	106,1	73,8	102,5
8	73,6	103,8	74,6	104,5	75,5	105,6	74,1	102,6
9	73,6	104	74,7	104,8	75	104,6	72,8	101
10	73,8	103,8	74,2	104,4	75,3	106,7	75,5	104
11	73,5	103,9	74,4	104,6	75,1	105,3	77,1	106,8
12	73	103	74,6	105	75,3	105,5	77,2	106,7
13	73,6	103,7	74	104,1	75,2	105,7	75,4	104,7
14	73,8	104,1	74,2	104,4	75,1	105,7	75,7	105,9
15	73,8	103,5	74,3	104,4	75,2	105,5	73	102
16	73,7	103,7	74,7	104,6	75	105	75,4	104,7
17	73,8	103,8	74,5	104,6	75,5	106	74,7	103,5
18	73,8	103,7	74,1	104,3	75	105,5	75,3	104,6
19	73,4	102,9	74,5	105,4	75	105,4	74,9	104,8
20			74,4	103,6	75,1	106,2	73,4	102,4
21			74	103,5	75	105,2	75,6	105,5
22			74,5	104,5	75	105,5	76	104,6
23			74,7	104,7	75	104,7	74,2	103,6
24			74,5	103,9	75	105,7	75,2	104,5
25			74,1	104,4	75	105,2	75,8	104,3
26			74,4	105,2	75,1	105,9	73,3	101,8
27			74,1	104	75,1	105,8	75,6	104,4
28			74,3	104,5	75,3	105,7	74,6	103,2
29			74,5	105	75,4	106,1	77,3	106,3
30			74,8	104,8	75	105,5	75,6	103,8



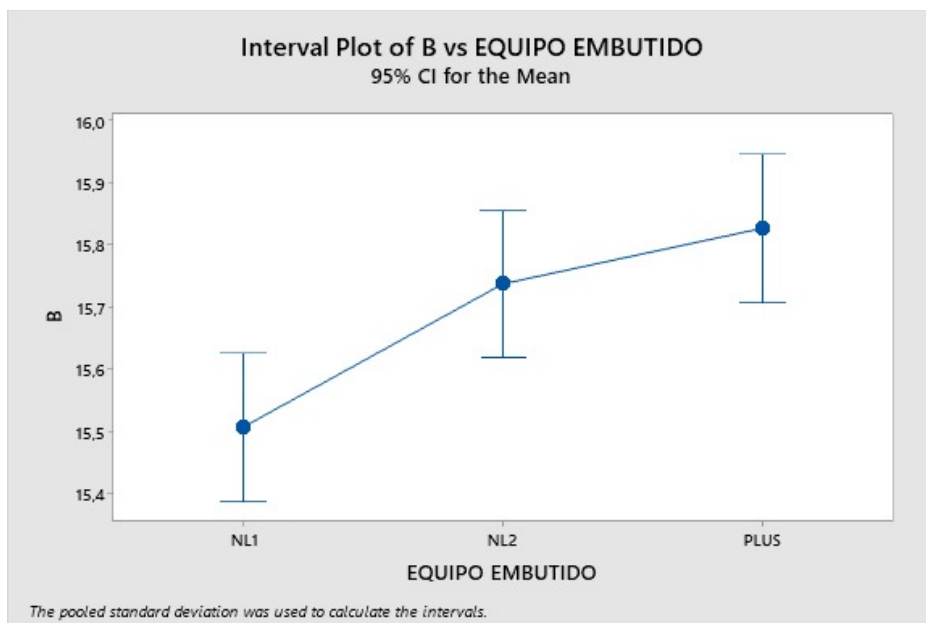
## Apéndice C

*Posición A en el proceso de embutido de las formadoras*



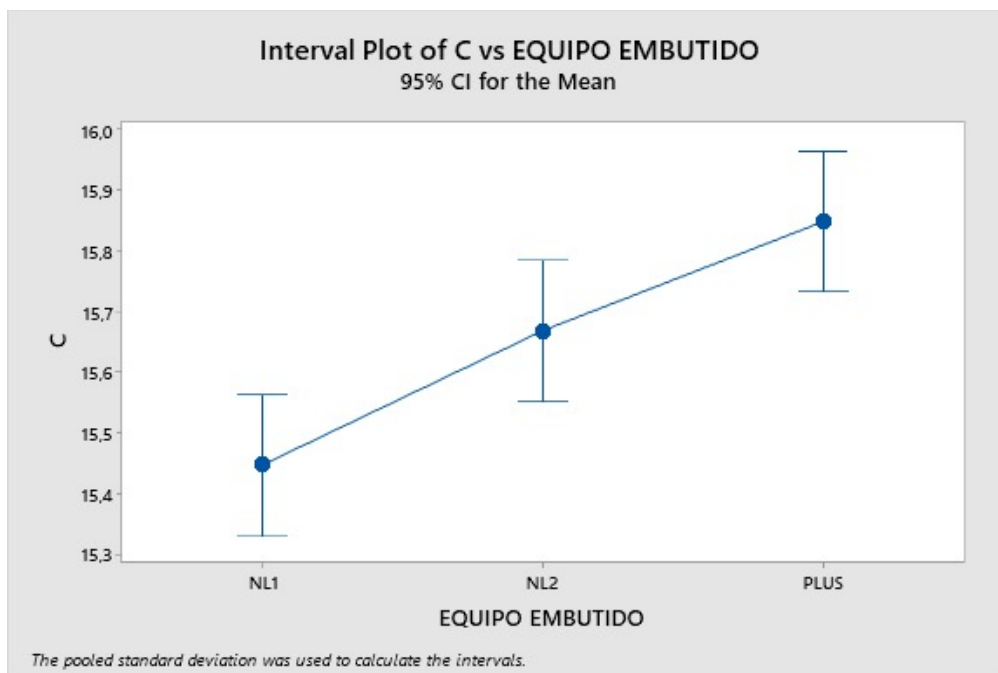
## Apéndice D

*Posición B en el proceso de embutido de las formadoras*



## Apéndice E

*Posición C en el proceso de embutido de las formadoras*



## Apéndice F

### *Toma de muestras en etapa de formado por equipo*

ETAPA	EQUIPO EMBUTIDO	VARILLA	POSICION			MUESTRA	PESO LLENADO	PESO DRENADO
			A	B	C			
Formado	NL1	1	16,05	15,67	15,46	1	74,40	105,20
Formado	NL1	2	16,04	15,92	15,95	2	75,10	107,10
Formado	NL1	3	16,03	16,02	15,96	3	74,20	105,90
Formado	NL1	4	15,86	15,96	16,03	4	72,20	103,50
Formado	NL1	5	15,93	15,99	15,75	5	76,50	108,60
Formado	PLUS	6	16,19	16,03	16,34	6	72,10	103,50
Formado	PLUS	7	16,09	16,15	16,20	7	74,40	106,40
Formado	PLUS	8	16,00	16,14	16,11	8	74,40	106,20
Formado	PLUS	9	16,40	16,30	16,10	9	74,60	106,30
Formado	PLUS	10	16,36	16,27	16,13	10	75,80	107,90
Formado	NL2	11	16,39	16,56	16,22	11	75,60	107,40
Formado	NL2	12	15,87	16,05	15,90	12	73,90	105,50
Formado	NL2	13	15,94	16,09	16,15	13	75,00	106,70
Formado	NL2	14	16,38	15,93	15,79	14	72,80	103,50
Formado	NL2	15	15,73	16,06	15,94	15	73,70	104,60

## Apéndice G

### *Toma de muestras en etapa cocción por equipo*

ETAPA	EQUIPO EMBUTIDO	VARILLA	POSICION			MUESTRA	PESO LLENADO	PESO DRENADO
			A	B	C			
Salida atmos	NL1	1	15,20	15,14	15,13	16	72,80	104,20
Salida atmos	NL1	2	15,44	15,41	15,33	17	73,10	105,00
Salida atmos	NL1	3	15,09	15,45	15,53	18	72,90	103,60
Salida atmos	NL1	4	15,53	15,37	15,48	19	73,50	105,10
Salida atmos	NL1	5	15,13	15,52	15,30	20	73,80	104,90
Salida atmos	PLUS	6	15,62	15,68	16,05	21	73,20	104,30
Salida atmos	PLUS	7	15,56	15,71	15,82	22	74,70	106,50
Salida atmos	PLUS	8	15,32	15,61	15,64	23	73,70	105,60
Salida atmos	PLUS	9	15,83	15,76	15,64	24	74,30	106,40
Salida atmos	PLUS	10	15,72	15,70	15,56	25	74,20	105,90
Salida atmos	NL2	11	15,95	15,78	15,68	26	75,50	107,20
Salida atmos	NL2	12	15,29	15,68	15,40	27	74,80	106,20
Salida atmos	NL2	13	15,30	15,61	15,83	28	73,70	105,20
Salida atmos	NL2	14	15,46	15,46	15,54	29	74,60	105,80
Salida atmos	NL2	15	15,60	15,60	15,31	30	73,90	105,30

## Apéndice H

### *Toma de muestras en etapa de enfriamiento por equipo*

ETAPA	EQUIPO EMBUTIDO	VARILLA	POSICION			MUESTRA	PESO LLENADO	PESO DRENADO
			A	B	C			
Salida cava	NL1	1	15,11	15,18	15,19	31	74,20	105,40
Salida cava	NL1	2	15,41	15,42	15,36	32	73,10	105,00
Salida cava	NL1	3	15,17	15,53	15,48	33	74,00	105,90
Salida cava	NL1	4	15,20	15,52	15,44	34	74,70	106,90
Salida cava	NL1	5	15,24	15,22	15,14	35	74,90	107,00
Salida cava	PLUS	6	15,56	15,64	15,87	36	74,10	105,40
Salida cava	PLUS	7	15,76	15,82	15,84	37	73,30	104,80
Salida cava	PLUS	8	15,69	15,62	15,53	38	73,80	105,40
Salida cava	PLUS	9	15,95	15,88	15,78	39	73,90	105,40
Salida cava	PLUS	10	15,73	15,77	15,65	40	74,30	105,90
Salida cava	NL2	11	15,81	15,82	15,65	41	74,00	105,80
Salida cava	NL2	12	15,39	15,61	15,62	42	74,30	105,90
Salida cava	NL2	13	15,26	15,75	15,59	43	72,70	103,90
Salida cava	NL2	14	15,47	15,32	15,48	44	75,30	107,00
Salida cava	NL2	15	15,47	15,64	15,25	45	72,90	104,30

## Apéndice I

### *Toma de muestras en etapa de enfriamiento por equipo*

ETAPA	EQUIPO EMBUTIDO	VARILLA	POSICION			MUESTRA	PESO LLENADO	PESO DRENADO
			A	B	C			
Pelado	NL1	1	15,25	15,34	15,15	46	73,80	105,70
Pelado	NL1	2	15,40	15,38	15,17	47	72,00	102,80
Pelado	NL1	3	15,24	15,37	15,51	48	74,00	104,60
Pelado	NL1	4	15,36	15,35	15,30	49	74,40	105,60
Pelado	NL1	5	15,29	15,40	15,30	50	74,30	105,50

## Apéndice J

### *Toma de muestras peso de llenado*

Muestra	Llenado	Drenado
1	72,4	100,6
2	72,7	100,7
3	72,7	100,5
4	78,7	109,6
5	73,6	103,2
6	78,5	106,9
7	73,7	103,6
8	78,6	108,8
9	73,6	104
10	72,8	99,8
11	72,5	102,9
12	75	105
13	75,6	105,7
14	72,8	101,1
15	72,8	103,5
16	73,7	103,7
17	77,8	103,8
18	78,8	107,7
19	73,4	101,9
20	78,7	105,1
21	75,1	103,6
22	74	102,1
23	72	100,1
24	74,6	105,4
25	72,5	108,5
26	74,1	103,6
27	75,4	104,5
28	78,4	104,8
30	74,4	104,6
31	74,6	105
32	74	104,1
33	74,2	104,4
34	74,3	104,4
35	78,7	108,6
36	78,5	104,6
37	74,1	104,3
38	74,5	105,4
39	74,4	103,6
40	74	103,5
41	74,5	104,5
42	72,7	101,1
43	74,5	103,9
44	74,1	104,4
45	75,4	105,2
46	74,1	104
47	72,4	100,5
48	74,5	105
49	74,8	104,8
50	79,1	109,6
51	72,8	100,7
52	78,1	107,1
53	75,7	106,1
54	79,2	109,6
55	75,2	106,1
56	75,8	106,1
57	75,5	105,6
58	72	99,9
59	75,3	104,7