



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**ANÁLISIS DEL PRODUCTO NO CONFORME EN LAS LÍNEAS DE  
PRODUCCIÓN DE BOMBÓN EN UNA EMPRESA CONFITERA**

**José Carlos Bocel Tol**

Asesorado por la Inga. Claudia Elizabeth Rosas García

Guatemala, septiembre de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ANÁLISIS DEL PRODUCTO NO CONFORME EN LAS LÍNEAS DE  
PRODUCCIÓN DE BOMBÓN EN UNA EMPRESA CONFITERA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**JOSÉ CARLOS BOCEL TOL**

ASESORADO POR LA INGA. CLAUDIA ELIZABETH ROSAS GARCÍA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Jurgen Andoni Ramírez Ramírez
VOCAL V	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

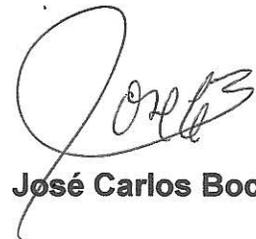
DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas
EXAMINADOR	Ing. José Francisco Gómez Rivera
EXAMINADOR	Ing. Sergio Antonio Torres Méndez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **ANÁLISIS DEL PRODUCTO NO CONFORME EN LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE BOMBÓN EN UNA EMPRESA CONFITERA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 4 de marzo de 2016.



**José Carlos Bocel Tol**

Guatemala, Mayo de 2017

Ingeniero

José Francisco Gómez Rivera

Director Escuela Mecánica Industrial

Facultad de Ingeniería

Universidad de San Carlos de Guatemala

Ing. Gómez Rivera

Por este medio me dirijo a usted y le comunico que he asesorado y revisado el trabajo de graduación titulado **“ANÁLISIS DEL PRODUCTO NO CONFORME EN LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE BOMBÓN EN UNA EMPRESA CONFITERA.”**

Realizado por el estudiante universitario José Carlos Bocel Tol, carné 2011-13995. Después de efectuada la revisión del contenido, doy mi aprobación a la misma en virtud de cumplir con todos los parámetros establecidos para dichos trabajos y por ser un tema de utilidad de implementación.

Por lo expuesto anteriormente, recomiendo al señor director se sirva aprobar dicho trabajo para su posterior implementación.

Atentamente.

**Claudia Elizabeth Rosas García**  
Ingeniera Industrial  
Colegiado No. 10956

  
**Claudia Elizabeth Rosas García**  
Ingeniera Industrial  
No. De colegiado 10,956  
Celular: 5782-2665



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ANÁLISIS DEL PRODUCTO NO CONFORME EN LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE BOMBÓN EN UNA EMPRESA CONFITERA**, presentado por el estudiante universitario **José Carlos Bocel Tol**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
Inga. María Martha Wolford de Hernández  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, agosto de 2017.

/mgp



REF.DIR.EMI.140.017

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **ANÁLISIS DEL PRODUCTO NO CONFORME EN LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE BOMBÓN EN UNA EMPRESA CONFITERA**, presentado por el estudiante universitario **José Carlos Bocel Tol**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. José Francisco Gómez Rivera  
DIRECTOR a.i.

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, septiembre de 2017.

/mgp

Universidad de San Carlos  
De Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Decanato

Ref. DTG.434-2017

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **ANÁLISIS DEL PRODUCTO NO CONFORME EN LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE BOMBÓN EN UNA EMPRESA CONFITERA**, presentado por el estudiante universitario: **José Carlos Bocel Tol**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

*9/27/17*  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano

Guatemala, septiembre de 2017

/c c



## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por brindarme su sabiduría y guía en todo este camino de estudios.
<b>Mis padres</b>	Carlos Bocel y Carmen Tol. Su amor y apoyo en todo este tiempo, serán siempre mi inspiración.
<b>Mi hermana</b>	Cindy Estefanía Bocel. Por ser una importante influencia en mi carrera, y estar siempre conmigo.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por darme la oportunidad de tener una profesión.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por abrirme las puertas de sus aulas para poder recibir sus conocimientos en esta profesión.
<b>Mis amigos de la Facultad</b>	Boris Rolando Campos, Jacqueline Nohemí Rubio, Ligia María Barrios, Edwin Alexander Vásquez, Arturo Nolasco y Pablo Rodríguez.
<b>Mis amigos de toda la vida</b>	Josué Chávez, Daniel de la Rosa, Marvin Chávez, Norman Patal y Ferdy Macario.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	IX
GLOSARIO .....	XI
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN.....	XVII
1. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Caramelos duros (bombones) .....	1
1.1.1. Tipos de caramelos duros .....	1
1.2. Descripción del proceso de producción de bombón .....	2
1.2.1. Cocinado .....	2
1.2.2. Troquelado.....	3
1.2.3. Envoltura.....	4
1.3. Factores que intervienen en el proceso de producción del bombón.....	4
1.3.1. Materias primas .....	4
1.3.1.1. Azúcar granulada.....	4
1.3.1.2. Jarabe de glucosa .....	5
1.3.1.3. Azúcar invertido .....	6
1.3.1.4. Materias primas secundarias.....	6
1.3.2. Maquinaria .....	7
1.3.2.1. Cocina .....	7
1.3.2.2. Troquel .....	7
1.3.2.3. Envolvedora.....	7

1.3.3.	Mano de obra .....	8
1.3.3.1.	Mano de obra directa .....	8
1.3.3.2.	Mano de obra indirecta.....	8
1.4.	Métodos estadísticos.....	8
1.4.1.	Definición.....	9
2.	ANÁLISIS DEL PROCESO .....	11
2.1.	Diagnóstico de la situación actual .....	11
2.1.1.	Análisis FODA .....	11
2.1.1.1.	Definición.....	12
2.1.1.2.	Factores internos.....	12
2.1.1.2.1.	Fortalezas .....	12
2.1.1.2.2.	Debilidades .....	13
2.1.1.3.	Factores externos.....	13
2.1.1.3.1.	Oportunidades.....	13
2.1.1.3.2.	Amenazas .....	14
2.1.1.4.	Estrategia .....	14
2.1.1.4.1.	Perfil de la estrategia ....	14
2.1.1.4.2.	Diseño de la estrategia .....	16
2.1.2.	Diagrama de proceso .....	17
2.1.2.1.	Definición.....	17
2.1.2.2.	Diagramación .....	18
2.1.3.	Diagrama de flujo de operaciones .....	20
2.1.3.1.	Definición.....	20
2.1.3.2.	Diagramación .....	21
2.1.4.	Diagrama de recorrido.....	24
2.1.4.1.	Definición.....	24
2.1.4.2.	Diagramación .....	25

2.1.5.	Diagrama de causa y efecto .....	26
2.1.5.1.	Método de las 6 M .....	26
2.1.5.2.	Diagramación.....	26
2.2.	Estudio del producto no conforme .....	27
2.2.1.	Tipos de producto no conforme .....	28
2.3.	Puntos críticos .....	28
2.3.1.	Definición .....	29
2.3.2.	Localización de puntos críticos .....	29
3.	MÉTODOS ESTADÍSTICOS DE CONTROL.....	31
3.1.	Muestreo estadístico del producto no conforme .....	31
3.1.1.	Diagrama de Pareto.....	33
3.1.2.	Histograma .....	36
3.2.	Análisis estadístico de límites y gráficos de control .....	38
3.2.1.	Recopilación de información en reportes.....	38
3.2.2.	Definición de límites de control para el proceso de producción .....	41
3.2.3.	Diagramación de límites determinados.....	42
3.2.4.	Propuesta de formato para registro de producto no conforme.....	46
3.3.	Propuesta para la disminución del producto no conforme .....	47
3.3.1.	Propuesta para establecer los estándares de las variables de producción.....	47
3.3.2.	Análisis comparativo de variables actuales contra variables propuestas.....	48
3.3.3.	Establecer los estándares ideales de las variables del proceso de producción de bombón....	49
3.3.4.	Elaboración de formatos de control de variables ....	49
3.3.5.	Establecer los puntos de control de las variables ...	50

4.	IMPLEMENTACIÓN DEL MÉTODO ESTADÍSTICO .....	51
4.1.	Plan de capacitación .....	51
4.1.1.	Estándares ideales de las variables de producción.....	52
4.1.2.	Procedimiento para el registro de formatos.....	53
4.1.3.	Ventajas de la propuesta.....	54
4.2.	Implementación del control de producto no conforme.....	55
4.2.1.	Aplicación de los formatos de registros y gráficos de control.....	55
4.2.2.	Establecimiento de los indicadores de producción y producto no conforme .....	56
4.3.	Implementación del control de los estándares ideales de las variables.....	56
4.3.1.	Instructivo de estándares de las variables de producción.....	57
4.3.2.	Utilización de los formatos de control de estándares.....	59
4.4.	Inversión para implementación del proyecto .....	59
4.4.1.	Costos de mano de obra .....	60
4.4.2.	Costos de equipo de medición .....	60
4.4.3.	Costos de formatos .....	61
4.4.4.	Inversión total del proyecto.....	62
5.	SEGUIMIENTO DEL CONTROL DE PRODUCTO NO CONFORME .....	63
5.1.	Calibración de termómetro de medición de variables.....	63
5.1.1.	Instructivo para mantenimiento autónomo de los termómetros .....	63
5.1.2.	Registro de verificación, calibración y mantenimiento.....	64

5.1.3.	Planificación de mantenimiento .....	65
5.2.	Evaluación de los resultados de la propuesta .....	66
5.2.1.	Medición del producto no conforme generado.....	66
5.2.2.	Retroalimentación del funcionamiento de la propuesta.....	68
5.3.	Mantenimiento de maquinaria .....	69
5.3.1.	Mantenimiento preventivo.....	69
5.3.2.	Mantenimiento correctivo.....	70
CONCLUSIONES .....		71
RECOMENDACIONES.....		73
BIBLIOGRAFÍA.....		75
APÉNDICES .....		77



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Diagrama de procesos de la producción de bombón .....	18
2.	Diagrama de flujo del proceso de producción del bombón.....	21
3.	Diagrama de recorrido del proceso de producción del bombón .....	25
4.	Gráfica de barras del porcentaje del producto no conforme por línea..	32
5.	Diagrama de Pareto de los tipos de producto no conforme .....	35
6.	Histograma de producto no conforme según temperatura .....	37
7.	Histograma de producto no conforme según velocidad de troquelado .....	40
8.	Gráfica de control de temperatura en cocinas.....	43
9.	Gráfica de control de temperatura en mesas frías .....	44
10.	Gráfica de control de velocidades en troqueles .....	45
11.	Formato de control del producto no conforme.....	46
12.	Formato de control de variables del proceso de producción .....	50
13.	Formato de mantenimiento de termómetros .....	65

### TABLAS

I.	Estrategias de FODA .....	16
II.	Porcentaje del producto no conforme.....	32
III.	Porcentaje de cada tipo de producto no conforme .....	34
IV.	Comparación de temperatura en producto no conforme .....	36
V.	Análisis comparativo de variables actuales contra variables propuestas .....	48

VI.	Costos de mano de obra.....	60
VII.	Costos de equipo de medición.....	61
VIII.	Costos de formatos.....	61
IX.	Costo total de la inversión.....	62
X.	Análisis comparativo del porcentaje de producto no conforme .....	67

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
°C	Grados centígrados
Cm	Centímetros
Gr.	Gramos
m	Metro



## **GLOSARIO**

<b>Calidad</b>	Conjunto de rasgos característicos de un producto o servicio que satisfacen las necesidades del consumidor o usuario.
<b>Cocimiento</b>	Concentración de las soluciones de jarabe de azúcar y glucosa, azúcar, glucosa y/o azúcar invertido, reduciendo el contenido de agua hasta la humedad deseada.
<b>Temperado</b>	Ajustar la temperatura óptima de plasticidad y garantizar temperatura constante para el moldeo.
<b>Troquelado</b>	Es el proceso de corte del cordón de caramelo para moldear el fragmento cortado



## RESUMEN

La fabricación de un bombón requiere de tres materias primas principales: jarabe de maíz, jarabe de glucosa y azúcar invertida. A estos se le suman los materiales secundarios, como las esencias que dan sabor y color al bombón. El proceso de producción consta de varias etapas: inicia con el cocinado del jarabe de maíz, glucosa y azúcar invertido que dan origen al caramelo base al cual se le agregan las esencias de sabor y color además de ácido cítrico. Luego, este caramelo pasa al temperado donde se le reduce la temperatura para que tenga la condición correcta de cristalización. Después pasa al troquelado donde se corta en forma de bombón y se le incrusta la varilla. Por último pasa a la etapa de envoltura donde se empaca, individualmente, cada bombón. En el área de envase los bombones se empacan en bolsas listas para su venta.

El proceso de producción del bombón, actualmente en la empresa confitera, está generando producto no conforme, que es producto que no cumple con los parámetros de calidad establecidos por la empresa. Para determinar la incidencia de los tipos de producto no conforme se utilizaron las herramientas estadísticas: Diagrama de Pareto e Histograma. Estas herramientas indican que los bombones de mayor incidencia son el bombón sin varilla, el bombón chupado y el bombón apachado.

Para obtener más información sobre el producto no conforme y las causas que lo generan se recabó información de los reportes de producción y de pruebas que se realizaron para elaborar gráficas de control, las cuales mostraron que la falta de control de las variables del proceso de producción tienen gran incidencia en la generación de un buen producto.

Una de las variables que deben controlarse es la temperatura en varias etapas del proceso de producción, comenzando por las cocinas donde se aplica para cocinar el caramelo. En el temperado se reduce la temperatura que se aplica al producto. Otra variable que debe controlarse es la velocidad de formado del bombón en el troquel

Se diseñaron formatos para llevar registrar las variables de producción con las que se están trabajando para luego utilizar esta información y realizar gráficas de control que indicarán si el proceso se mantiene dentro de los parámetros y si es estable. Además, se diseñaron formatos para llevar el control del producto no conforme que se genere en las líneas de producción de bombón.

Para complementar el control de variables se diseñó un plan de capacitación para los supervisores y operarios de producción y un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para la maquinaria de la empresa confitera.

# OBJETIVOS

## General

Analizar el producto no conforme generado en las líneas productoras de bombón para determinar el control estadístico de las variables implicadas en el proceso de producción.

## Específicos

1. Analizar la materia prima, mano de obra y maquinaria involucrada en el proceso de producción del bombón.
2. Determinar los puntos críticos en el proceso de producción del bombón, para determinar la generación de producto no conforme.
3. Definir los métodos para el control de las variables del proceso de producción mediante la aplicación de herramientas estadísticas.
4. Establecer los estándares de las variables de producción que influyen en la fabricación de bombón en todas sus etapas.
5. Definir una metodología para el seguimiento de control de variables de producción.



## INTRODUCCIÓN

El actual proyecto tiene su origen en una empresa confitera que cuenta con una alta tasa de producción, donde se pudo identificar que en las líneas productoras de bombón, se ha incrementado el producto no conforme. El producto no conforme es aquel que no cumple con los parámetros de calidad establecidos por la empresa. Este es un problema grave ya que está generando pérdidas de tiempo, energía eléctrica, horas hombre y tiempo de vida de la maquinaria.

Este proyecto consta de cinco capítulos en los cuales se desarrollará una propuesta para el control del producto no conforme.

El capítulo uno describe el proceso de producción del bombón y se analiza todos los factores que intervienen en el, como las materias primas, maquinaria y mano de obra, para identificar las causas que están generando producto no conforme en las líneas de producción de bombón. Además, se explicarán qué son los métodos estadísticos y su aplicación en el proyecto.

El capítulo dos muestra el análisis del proceso de producción del bombón a través del desarrollo de diagramas de procesos y el diagrama de causa y efecto. También se desarrolla un estudio del producto no conforme donde se presentan los tipos de este producto con los que cuentan las líneas de bombón. Así también se analizan los puntos críticos del proceso definiendo su localización en el mismo.

El capítulo tres desarrolla un estudio estadístico del producto no conforme a través de las herramientas de Diagrama de Pareto e Histograma. Además se analizan los límites de control para el proceso de producción que se usará en las gráficas de control. También se desarrolla una propuesta para establecer los estándares de las variables de producción y los puntos de control de dichas variables. De igual manera, se presentan los formatos para el registro del producto no conforme y el formato para el control de variables.

El capítulo cuatro contiene la descripción del plan de capacitación que se les dará a los supervisores y operarios con respecto a los estándares ideales de las variables de producción, así como la forma de registrar estos valores en los formatos. Se mostrará la forma de implementación del control del producto no conforme y control de los estándares de las variables a través de los formatos diseñados en el capítulo anterior. Esto es lo más importante ya que el control estadístico de las variables de producción (temperatura, velocidad y tiempos) son básicas para reducir la variabilidad en la fabricación de productos estándares y sin defectos. Además, se presenta el costo de inversión del proyecto final, que depende de los costos de mano de obra, equipo de medición y de formatos.

El capítulo final muestra el seguimiento que se le dará a la propuesta de control del producto no conforme a través del control de variables del proceso de producción. Se muestra un plan para el mantenimiento de los termómetros que se utilizaran en mesas frías. Además se presentan los resultados de la propuesta después de seis meses de ponerlo en marcha, así como también la retroalimentación que se ha obtenido con los supervisores y operarios. Por último se informa de un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para la maquinaria involucrada en el proceso de fabricación del bombón.

# 1. MARCO TEÓRICO

El capítulo uno describe el proceso de producción y los factores que intervienen, como las materias primas, maquinaria y mano de obra. Además se explican los métodos estadísticos y su aplicación en el proyecto.

## 1.1. Caramelos duros (bombones)

“Son aquellos productos fabricados a partir de una solución sobresaturada de sacarosa adicionada con agentes anticristalizantes (jarabe de maíz) la cual es cocinada y llevada a altas temperaturas incorporando esencias de frutas y otros ingredientes como colorantes y acidulantes, para tener una gran variedad en colores y sabores.”<sup>1</sup>

Al enfriarse, estos productos tienen un estado vítreo o forma de cristal y son quebradizos al impacto. Usualmente, se presentan en pequeñas porciones. Los caramelos duros son quizás los dulces más populares y de mayor consumo en el mundo.

### 1.1.1. Tipos de caramelos duros

Los tipos básicos de caramelos que pueden fabricarse son los de sabores frutales, de leche estos pueden denominarse especiales (con algún sabor muy particular) y los que se elaboran “sin azúcar”, además de que todos pueden confeccionarse con relleno y sin él.

---

<sup>1</sup>RAMÍREZ GÓMEZ, María Magdalena/ OROZCO SÁNCHEZ, Norma Estela. *Confitería de lo artesanal a la tecnología*. p. 142

## **1.2. Descripción del proceso de producción de bombón**

La glucosa y el jarabe de maíz son las materias primas para la elaboración del bombón. Estas materias se encuentran en la bodega de materia prima de donde se extraen para comenzar la producción.

El proceso inicia con la preparación de una solución concentrada de una mezcla entre glucosa y jarabe de maíz. Para lograr una solución correcta, se requiere atender la regla básica de su solubilización, “la cual consiste en que el total de los cristales de glucosa presentes se deben encontrar perfectamente disueltos antes de iniciar el proceso de ebullición para concentrar el jarabe; para ello, se requiere de una cantidad de agua determinada, misma que dependerá de la temperatura final a la cual será llevada la solución.”<sup>2</sup>

### **1.2.1. Cocinado**

“La cocción de las soluciones sobresaturadas para la obtención de caramelos duros puede llevarse a cabo por diferentes métodos, que a su vez involucran equipos diversos.”<sup>3</sup> En la empresa confitera se emplea el método de cocimiento discontinuo con vacío para la fabricación de caramelos duros.

Se lleva a cabo en cocinas que cuentan con dos sistemas: uno de calentamiento y otro de vacío, lo que permite acortar el tiempo de cocción.

Antes de comenzar la cocción se debe pesar la glucosa y el jarabe de maíz por medio de un sistema de balanzas con el que cuenta la misma cocina.

---

<sup>2</sup> RAMÍREZ GÓMEZ, María Magdalena/ OROZCO SÁNCHEZ, Norma Estela. *Confitería de lo artesanal a la tecnología*. p. 143.

<sup>3</sup>Ibíd.

Este paso es muy importante ya que si las cantidades son incorrectas, es posible que no se obtenga el caramelo en las condiciones óptimas.

La elaboración de un bombón inicia con la incorporación de agua y glucosa a la cocina que se precalienta a 80 °C; luego, se incorpora el jarabe de maíz y se inicia el proceso de cocción a punto de ebullición de 145 °C. La cocción dura 4 minutos. Así se obtiene el caramelo base.

El caramelo se coloca en una olla receptora para revisar su cocción y trasladarlo fácilmente a la mesa fría. Luego se agrega la esencia y los aditivos que le dan el color y sabor al bombón y se mezclan.

A continuación, se reduce la temperatura del caramelo por medio de un proceso de temperado y se amasa.

### **1.2.2. Troquelado**

Después de la cocción el caramelo se troquela. En este proceso intervienen la bastonadora, egalizadores, troquel y túnel de enfriamiento.

Una vez amasado, el caramelo se lleva a la máquina, donde los bastonadores y egalizadores forman una soga. En este punto se revisan las condiciones del caramelo. Finalmente, con el cordón se forma una esfera y se le incrusta la varilla, todo a través del troquel que cuenta con un molde rotatorio que comprime el caramelo.

Troquelados los caramelos, se trasladan inmediatamente al túnel de enfriamiento, donde se mantienen a una temperatura de 15 a 18 °C.

El relleno se incorpora en el bastonador. Para ello, se utiliza una bomba para dosificar el relleno que se dé depositará en el centro del caramelo.

### **1.2.3. Envoltura**

Del túnel de enfriamiento, el bombón se traslada a las maquinas que lo envuelven mediante el uso de aire caliente para sellar el papel de envoltura.

## **1.3. Factores que intervienen en el proceso de producción del bombón**

Las materias primas, la mano de obra y la maquinaria son factores indispensables para fabricar el bombón.

### **1.3.1. Materias primas**

Los caramelos duros se fabrican con sacarosa o azúcar, el jarabe de glucosa o de maíz y otros materiales para completar su elaboración.

#### **1.3.1.1. Azúcar granulada**

Es la materia prima principal para productos de confitería. Las dos fuentes más importantes para la obtención de sacarosa son la caña de azúcar y la remolacha. El azúcar está compuesto por una molécula de glucosa y otra de fructuosa.

La sacarosa se clasifica según el grado de pureza obtenido durante la extracción, en azúcar refinada, azúcar blanca, azúcar morena, azúcar estándar y azúcar mascabada.

“Muchas de las formas comerciales de la sacarosa son de aplicación frecuente en la confitería y desde el punto de vista tecnológico aportan características deseables o no en los productos según sus propiedades.”<sup>4</sup> Por ejemplo: el uso de sacarosa muy refinada en cualquiera de sus presentaciones permitirá obtener caramelos duros de aspecto excelente y con una transparencia que puede recordar al vidrio de colores, en cambio, no es recomendable emplear sacarosa morena o jarabes de melazas para este mismo fin, ya que las impurezas presentes impartirán características nada agradables en el producto terminado.

### **1.3.1.2. Jarabe de glucosa**

Para la confitería, los jarabes de glucosa o jarabes de maíz son soluciones claras, incoloras y viscosas con contenidos variables de carbohidratos.

Para obtenerlos se parte de una suspensión de almidón que se somete a hidrólisis con presencia de enzimas o sin ellas. Se elevan a temperaturas de alrededor de 100°C y se evalúa el grado de conversión por la medición de la Dextrosa Equivalente (DE). Una vez lograda la solución deseada, se neutraliza la mezcla con soda caustica o carbonato sódico y se concluye la degradación por hidrólisis enzimática.

“El resto del proceso incluye algunas operaciones de filtración e incorporación de dióxido de azufre para lograr que el jarabe sea transparente, brillante y no presente impurezas ni coloraciones y además, se somete a evaporación para llevarlo a los sólidos deseados.”<sup>5</sup>

---

<sup>4</sup> RAMÍREZ GÓMEZ, María Magdalena/ OROZCO SÁNCHEZ, Norma Estela. *Confitería de lo artesanal a la tecnología*. p. 43

<sup>5</sup>Ibíd.

### **1.3.1.3. Azúcar invertido**

El azúcar invertido se obtiene a través de un proceso de desdoblamiento de la sacarosa, que da como resultado una mezcla de partes iguales de glucosa y fructuosa.

“La razón principal por la que se utiliza el azúcar invertido en confitería es por su poder edulcorante superior a la sacarosa por lo que reduce las cantidades requeridas de azúcares en formulación, no cristaliza, además que reduce también los problemas de tipo microbiológico.”<sup>6</sup>

### **1.3.1.4. Materias primas secundarias**

Aunque la sacarosa y los jarabes de maíz se consideran el eje de los procesos de fabricación de la confitería, en las formulaciones típicas también se requieren de otros ingredientes que tienen importancia en las características de los productos y sin su presencia no existiría la diversidad de texturas y apariencias que complacen de una u otra forma a las preferencias variadas de quienes los consumen.

Por su amplio uso, no solo en la industria confitera sino prácticamente en toda la industria alimentaria, entre estos materiales resalta el grupo de los hidrocoloides. Se trata de macromoléculas, principalmente polisacáridos, extraídas mayoritariamente de materiales vegetales (almidón, gomas, pectinas) y en algunos casos, de productos de origen animal (proteínas), microbiano e incluso sintético.

---

<sup>6</sup> RAMÍREZ GÓMEZ, María Magdalena/ OROZCO SÁNCHEZ, Norma Estela. *Confitería de lo artesanal a la tecnología*. p. 45.

“En la confitería aportan texturas variadas, contribuyen en la inhibición o retraso de procesos de recristalización de la sacarosa y favorecen que la vida de anaquel de los productos se vea incrementada.”<sup>7</sup>

### **1.3.2. Maquinaria**

El proceso de producción de bombones utiliza la siguiente maquinaria.

#### **1.3.2.1. Cocina**

La cocina continúa para caramelos a base de extracción por bomba de vacío, se encarga de concentrar las soluciones de jarabe de azúcar y de glucosa, a partir de la elevación de temperaturas para reducir el contenido de agua y llevarla hasta una humedad deseada.

#### **1.3.2.2. Troquel**

La troqueladora rotativa tiene la función de cortar la soga del caramelo, formar el bombón e insertar la varilla al mismo.

#### **1.3.2.3. Envolvedora**

La máquina envolvedora de bombón coloca el material de empaque a los bombones previamente formados en el troquel, y lo sella por medio de aire caliente.

---

<sup>7</sup>RAMÍREZ GÓMEZ, María Magdalena/ OROZCO SÁNCHEZ, Norma Estela. *Confitería de lo artesanal a la tecnología*. p. 60.

### **1.3.3. Mano de obra**

La mano de obra en la planta confitera se divide en dos grupos: los operarios responsables de laborar directamente el proceso de producción del bombón, como mano de obra directa, y los supervisores y auxiliares responsables del cumplimiento correcto de la planificación de producción, como mano de obra indirecta.

#### **1.3.3.1. Mano de obra directa**

La mano de obra directa corresponde a los operarios que laboran directamente en la maquinaria. En una línea de producción de bombón se cuenta con un operario por cocina, por mesas frías y por troquel, además un recibidor de producto en túnel de enfriamiento y un operario por envolvedoras.

#### **1.3.3.2. Mano de obra indirecta**

La mano de obra indirecta corresponde a los supervisores de producción quienes cumplen con la planificación de producción diaria, controlan los procesos de cocina y troquelado y los auxiliares de producción son los encargados de controlar los procesos de envoltura y envase.

### **1.4. Métodos estadísticos**

Un proceso industrial está sometido a una serie de factores que pueden generar la variabilidad en los procesos y productos. El control estadístico de procesos es una herramienta útil para reducir la variabilidad o mantenerla dentro de los límites establecidos.

### **1.4.1. Definición**

“Los métodos estadísticos de control son procedimientos que se utilizan para tener un mejor manejo de los datos cualitativos y cuantitativos en un proceso, con esto ayudar al control de los procedimientos de un proceso.”<sup>8</sup>

---

<sup>8</sup> GUTIÉRREZ PULIDO, Humberto. *Calidad Total y Productividad*. p. 145.



## **2. ANÁLISIS DEL PROCESO**

Este capítulo muestra el análisis del proceso de producción del bombón a través del desarrollo de diagramas de procesos y el diagrama de causa y efecto. También se desarrolla un estudio del producto no conforme donde se presentan los tipos de producto no conforme con los que cuentan las líneas de bombón. Así también se analizan los puntos críticos del proceso definiendo su localización en el mismo.

### **2.1. Diagnóstico de la situación actual**

Para comprender la situación actual del proceso de producción de bombón se debe realizar un análisis FODA, para determinar la manera cómo afecta la generación de producto no conforme. De igual manera se analizan los diagramas de proceso para la producción del bombón.

#### **2.1.1. Análisis FODA**

El análisis FODA es una herramienta que puede ser utilizada en todas las disciplinas.

### **2.1.1.1. Definición**

“El análisis FODA es una herramienta que permite conformar un cuadro de la situación actual del objeto de estudio (persona, empresa u organización, etc) permitiendo de esta manera obtener un diagnóstico preciso que permite, en función de ello, tomar decisiones acordes con los objetivos y políticas formulados.”<sup>9</sup>

El FODA integra los siguientes factores internos y externos:

- Fortalezas: son los factores críticos positivos con los que cuenta el objeto.
- Oportunidades: son los aspectos positivos que se pueden aprovechar utilizando las fortalezas.
- Debilidades: son los factores críticos negativos que se deben eliminar o reducir.
- Amenazas: son los aspectos negativos externos que pueden interferir en alcanzar un objetivo.

### **2.1.1.2. Factores internos**

Los factores internos son las fortalezas y debilidades.

#### **2.1.1.2.1. Fortalezas**

- F1: Capacidad productiva. La empresa confitera cuenta con disponibilidad en su capacidad productiva.
- F2: Empresa exportadora. La empresa exporta sus productos a México, Centroamérica y el Caribe.

---

<sup>9</sup>Que es la Matriz FODA, <http://www.matrizfoda.com/>. Consulta: 10 de noviembre de 2015.

- F3: Asociación con empresa proveedora de materia prima. La empresa confitera cuenta con una alianza con la empresa proveedora de azúcar, lo cual facilita la disponibilidad del azúcar a un mejor precio de compra.

#### **2.1.1.2.2. Debilidades**

- D1: Falta de compromiso de los operarios. Los operarios no cuentan con una cultura de responsabilidad laboral por lo cual no dan un esfuerzo extra en el desempeño de sus labores.
- D2: Incremento del producto no conforme. El producto no conforme se ha incrementado en los últimos meses, provocando la generación de gastos en producción.
- D3: Falta de control en las variables de producción. Actualmente, no se cuenta con un sistema de control de las variables involucradas en el proceso de producción.

#### **2.1.1.3. Factores externos**

Los factores externos son las oportunidades y amenazas que a continuación se presentan.

##### **2.1.1.3.1. Oportunidades**

- O1: Crecimiento de la empresa. La empresa puede adquirir franquicias para elaborar nuevas presentaciones de bombones, como los sobres de bombones con polvos.
- O2: Disponibilidad de nuevos materiales de empaque. Existencia de empaque de plástico más resistente de menor densidad con un mejor precio.

- O3: Desarrollo de productos saludables. La empresa confitera cuenta con un departamento de desarrollo e innovación, el cual está desarrollando productos saludables.

#### **2.1.1.3.2. Amenazas**

- A1: Crecimiento de la competencia. La oferta de productos de confitería ha crecido en el mercado regional.
- A2: Reducción de precios de la competencia. La competencia trata de ganar mercado por medio de precios bajos.
- A3: Nueva legislación. Diversas regulaciones se han establecido sobre el consumo apropiado del azúcar para el ser humano, en aras de reducir el consumo.

#### **2.1.1.4. Estrategia**

Por medio del análisis FODA se obtiene una Matriz FODA, la cual permitirá definir las estrategias para cada factor interno y externo con los que cuenta el objeto estudiado.

##### **2.1.1.4.1. Perfil de la estrategia**

Dentro de la Matriz FODA se pueden encontrar cuatro tipos de estrategias diferentes, las cuales son fortalezas-oportunidades, debilidades-oportunidades, fortalezas-amenazas, debilidades-amenazas.

- FO: estas son las mejores estrategias para obtener el máximo provecho de las oportunidades que se presentan. Si hay oportunidades muy importantes y no se cuenta con fortalezas para obtener beneficio, se considera necesaria la incorporación de aliados o entidades externas que si las tengan.
- DO: estas estrategias se generan para reducir o eliminar las debilidades de tal manera que no inhiban el aprovechamiento de las oportunidades que se disponen.
- FA: estas estrategias se desarrollan para identificar las vías que se necesitan para reducir los efectos negativos de las amenazas que se presentan en el entorno.
- DA: estas estrategias son muy importantes para prevenir que las amenazas debiliten la vulnerabilidad que las debilidades generan. Estas estrategias son hechas como un plan defensivo contra el entorno.<sup>10</sup>

---

<sup>10</sup>*Análisis FODA: 5 pasos para desarrollar el análisis.*<http://axeleratum.com/2012/analisis-foda-5-pasos-para-desarrollar-el-analisis-segunda-parte/>. Consulta: 10 de noviembre de 2015.

## 2.1.1.4.2. Diseño de la estrategia

Tabla I. Estrategias de FODA

Factores Internos Factores Externos	Fortalezas	Debilidades
<b>Oportunidades</b> O1: Crecimiento de la empresa O2: Disponibilidad de nuevos materiales de empaque O3: Desarrollo de productos saludables	<b>FO (Maxi-Maxi)</b> F1 – O1: La capacidad productiva permite expansión en el mercado de dulces. F1 – O2: En la producción de nuevos lotes de producto se puede utilizar el nuevo material de empaque, para reducir los costos de venta. F3 – O3 La asociación con la empresa proveedora de la materia prima puede ayudar a realizar estudios para desarrollar productos más saludables que contengan menos porcentaje de azúcar.	<b>DO (Mini-Maxi)</b> D1 – O3 Capacitar a los operarios sobre temas de salud integral por parte de productos de confitería. D2 – O1: Se debe reducir el producto no conforme para disponer de los recursos para la elaboración de nuevos dulces de polvo. D3 – O3: Controlar las variables de producción para mejorar la productividad de la planta y desarrollar productos nuevos que sean más saludables.
<b>Amenazas</b> A1: Crecimiento de la competencia A2: Reducción de precios de la demanda A3: Nueva legislación	<b>FA (Maxi-Mini)</b> F1 – A2: Utilizar la capacidad productiva de la empresa para aprovechar la economía de escalas. F2 – A1: La exportación de los productos de la empresa traerá sostenibilidad al mercado actual y permite abrir un nuevo mercado internacional, para evitar la competencia de otras empresas. F2 – A3: La asociación con la empresa proveedora de materia prima proveerá la disponibilidad de los nuevos tipos de azúcar que se solicitan en las nuevas legislaciones.	<b>DA (Mini-Mini)</b> D1 – A1: Se debe inculcar una cultura organizacional a los operarios para que se sientan identificados con la empresa, así contribuyan con las metas, para evitar pérdida del mercado debido al crecimiento de la competencia. D2 – A2: Reducir el producto no conforme para aumentar la eficiencia así mantener precios bajos. D3 – A3: Generar controles de variables que cumplan con las nuevas legislaciones en los niveles de azúcar de los productos de confitería.

Fuente: elaboración propia.

## **2.1.2. Diagrama de proceso**

Esta herramienta de análisis es una representación gráfica de los pasos que se siguen en una secuencia de actividades que constituyen un proceso o un procedimiento. Se identifican mediante símbolos, de acuerdo con su naturaleza, incluye toda la información que se considera necesaria para el análisis, tal como tiempo requerido y cantidades consideradas.

### **2.1.2.1. Definición**

“El diagrama del proceso de operación es la representación gráfica de los puntos en los que se introducen materiales en el proceso y del orden de las inspecciones y de todas las operaciones, excepto las incluidas en la manipulación de los materiales: además, puede comprender cualquier otra información que se considere necesarias para el análisis.”<sup>11</sup>

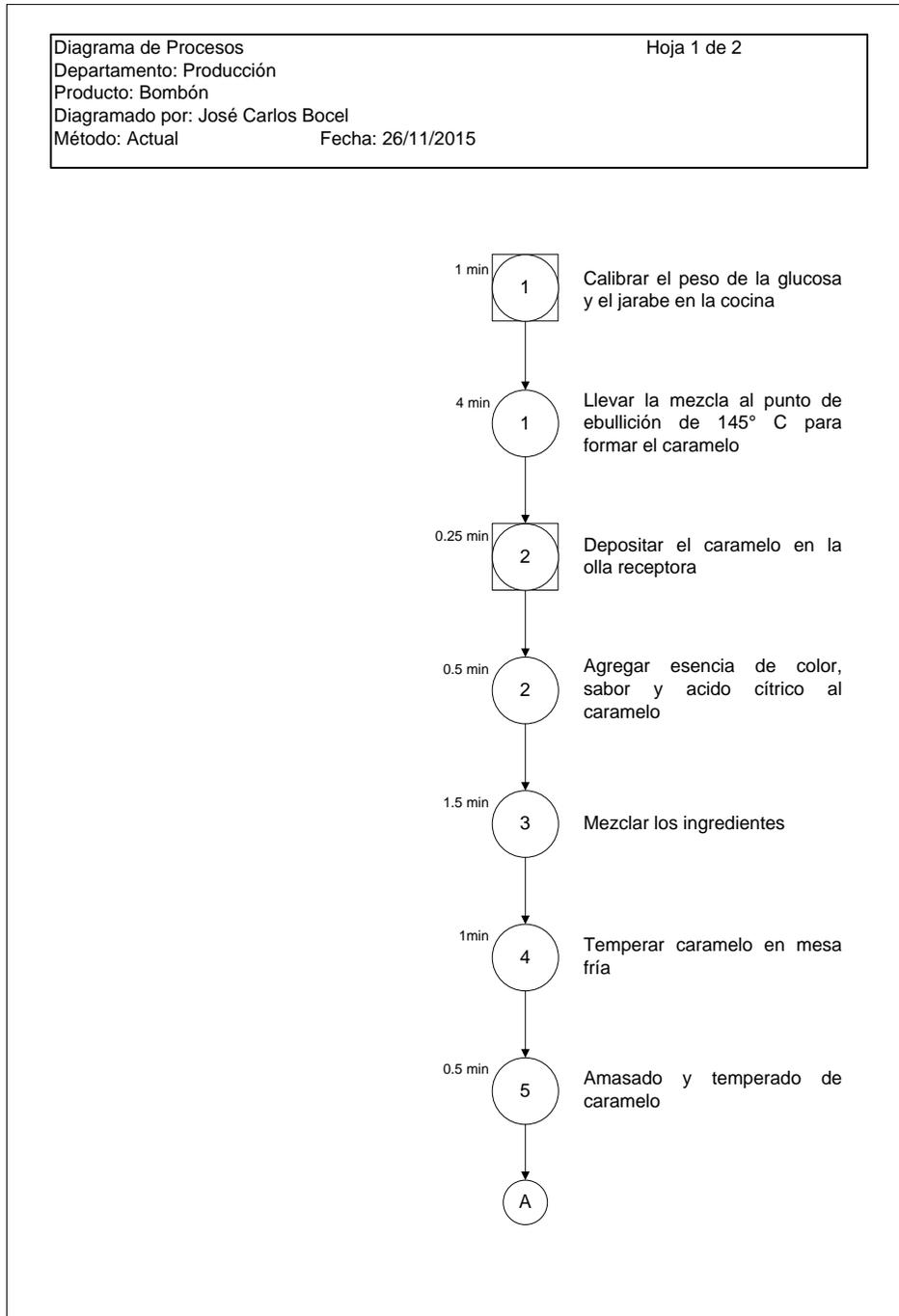
Los objetivos de este diagrama son proporcionar una imagen clara de toda la secuencia de los acontecimientos del proceso. Por lo tanto, permite estudiar las fases del proceso en forma sistemática o mejorar la disposición de los locales y el manejo de los materiales con el fin de disminuir las demoras, comparar dos métodos y estudiar las operaciones para eliminar tiempo improductivo. Además, otorga la posibilidad de estudiar las operaciones y las inspecciones interrelacionadas dentro de un mismo proceso.

---

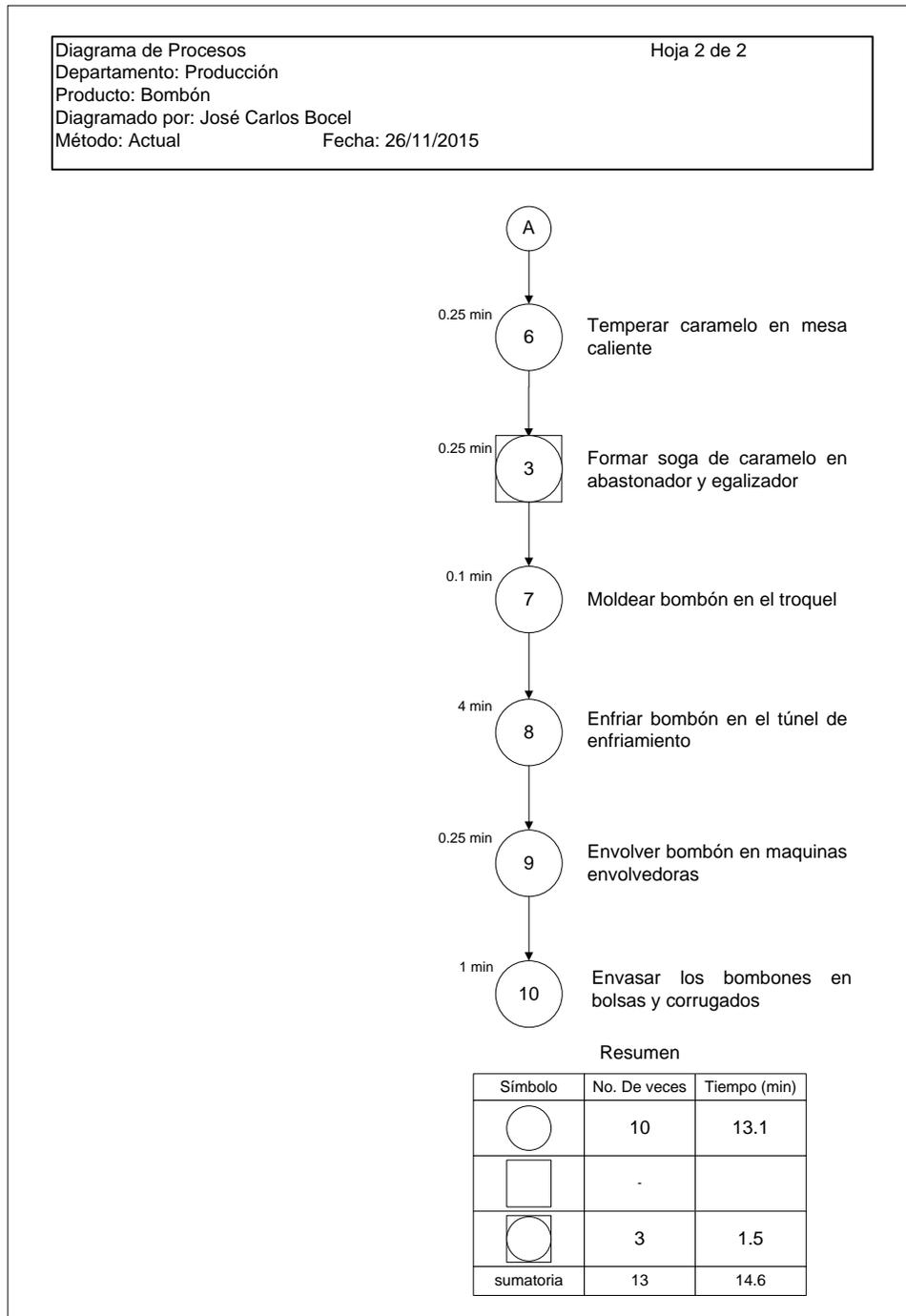
<sup>11</sup> GARCIA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo Ingeniería de métodos y medición del trabajo*. p. 45.

### 2.1.2.2. Diagramación

Figura 1. Diagrama de procesos de la producción de bombón



Continuación figura 1.



Fuente: elaboración propia

### **2.1.3. Diagrama de flujo de operaciones**

Para analizar con más detalle un proceso se utiliza el diagrama de proceso de flujo ya que abarca más actividades que el diagrama de procesos.

#### **2.1.3.1. Definición**

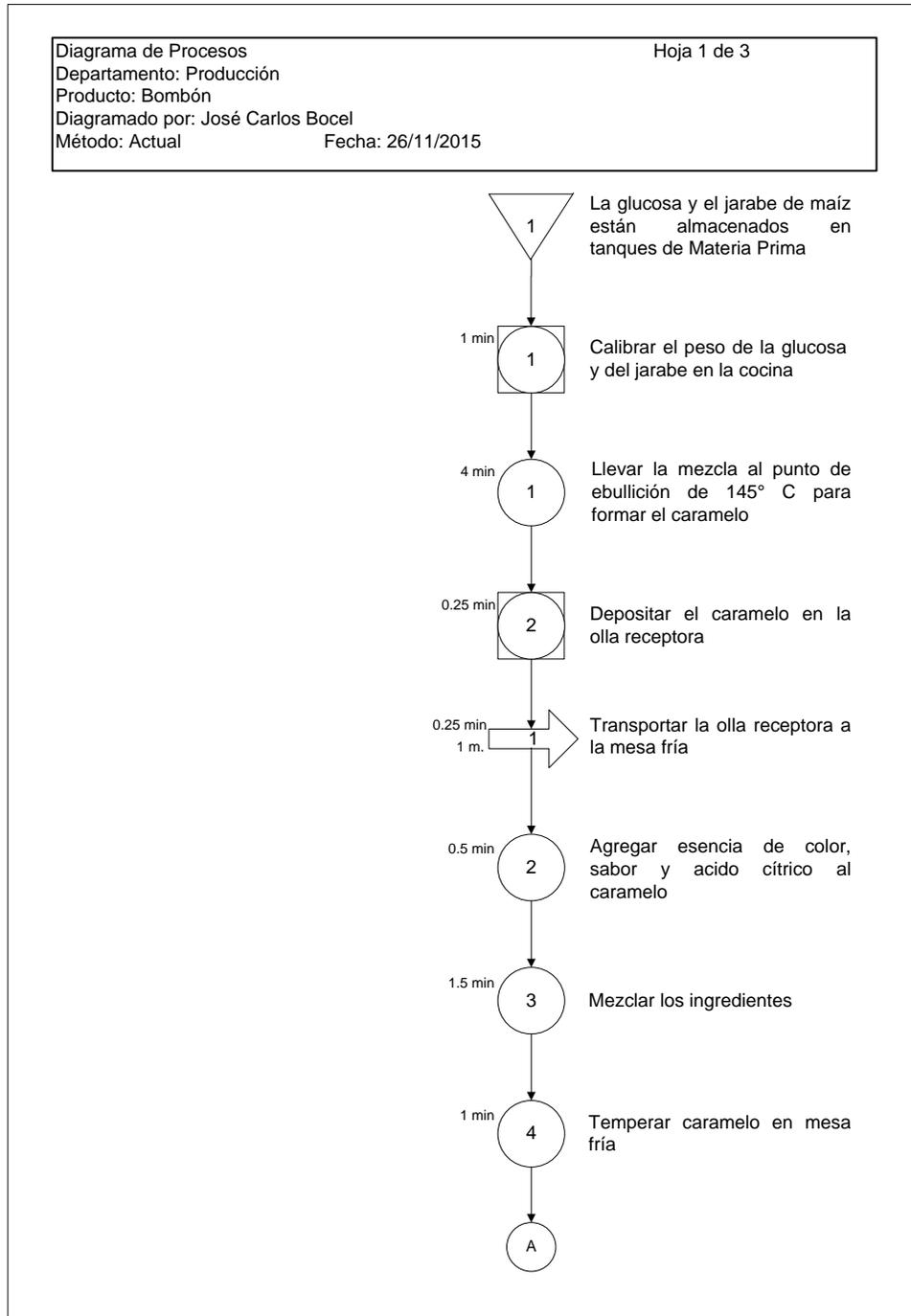
“Un diagrama de proceso de flujo es una representación gráfica de la secuencia de todas las operaciones, transporte, inspecciones, espera y almacenamientos que ocurren durante un proceso. Incluye, además la información que se considera deseable para el análisis, por ejemplo el tiempo necesario y la distancia recorrida. Sirve para representar la secuencia de un producto, un operario, una pieza, etc.”<sup>12</sup>

---

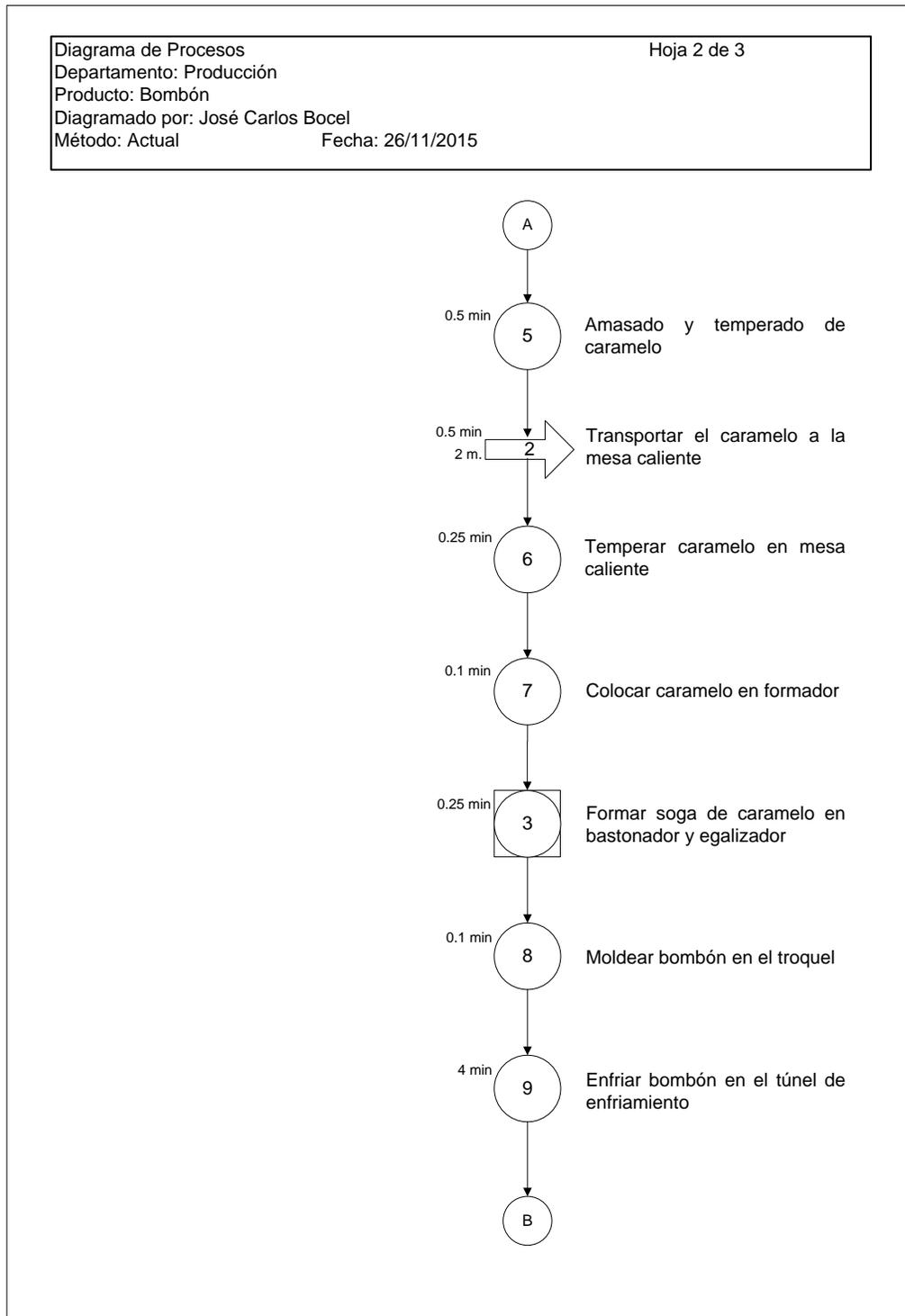
<sup>12</sup> GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo Ingeniería de métodos y medición del trabajo*. p 53.

### 2.1.3.2. Diagramación

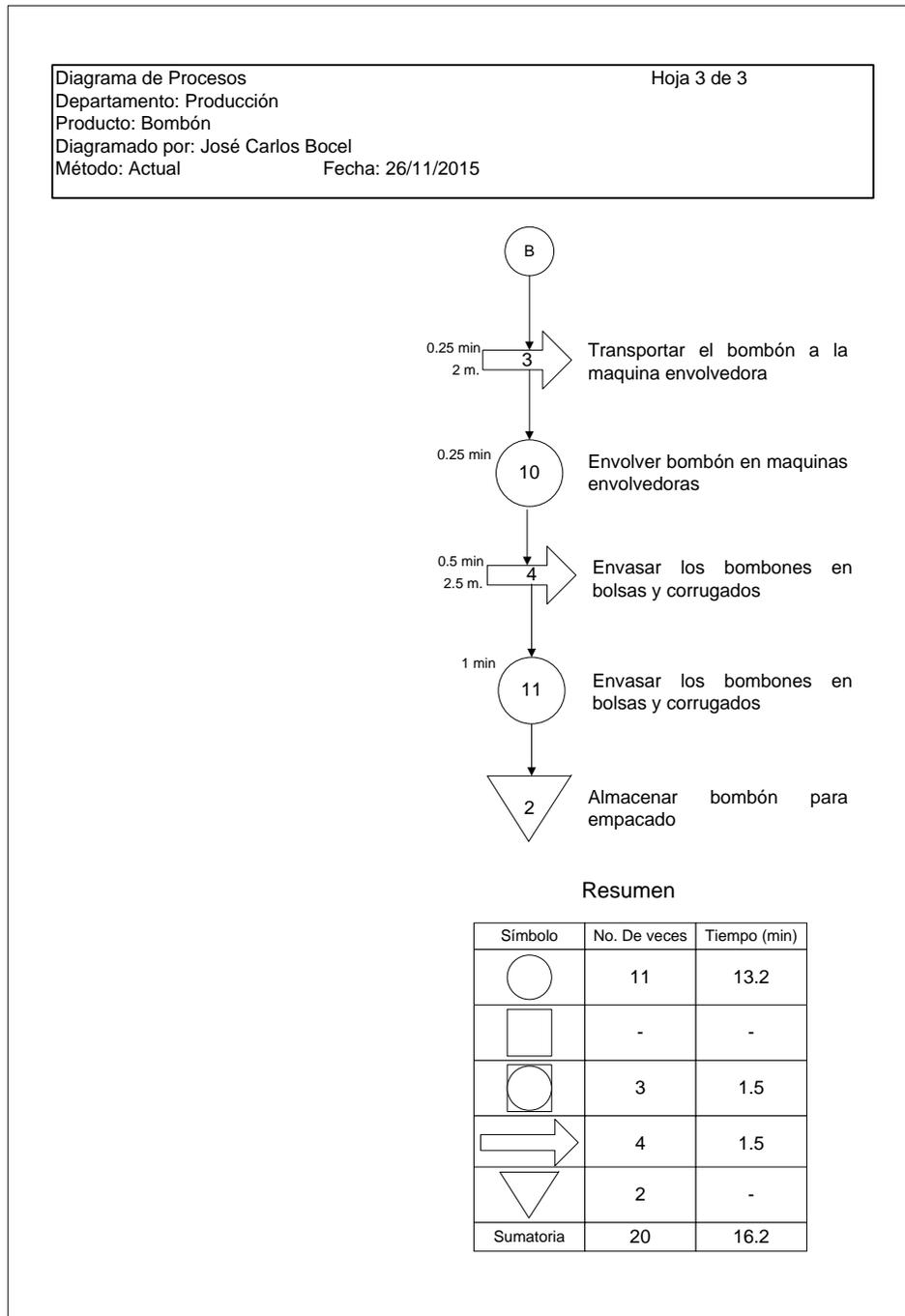
Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de producción del bombón



Continuación figura 2.



Continuación figura 2.



Fuente: elaboración propia

## **2.1.4. Diagrama de recorrido**

Para analizar el recorrido del proceso de fabricación del bombón se utilizara el diagrama de recorrido.

### **2.1.4.1. Definición**

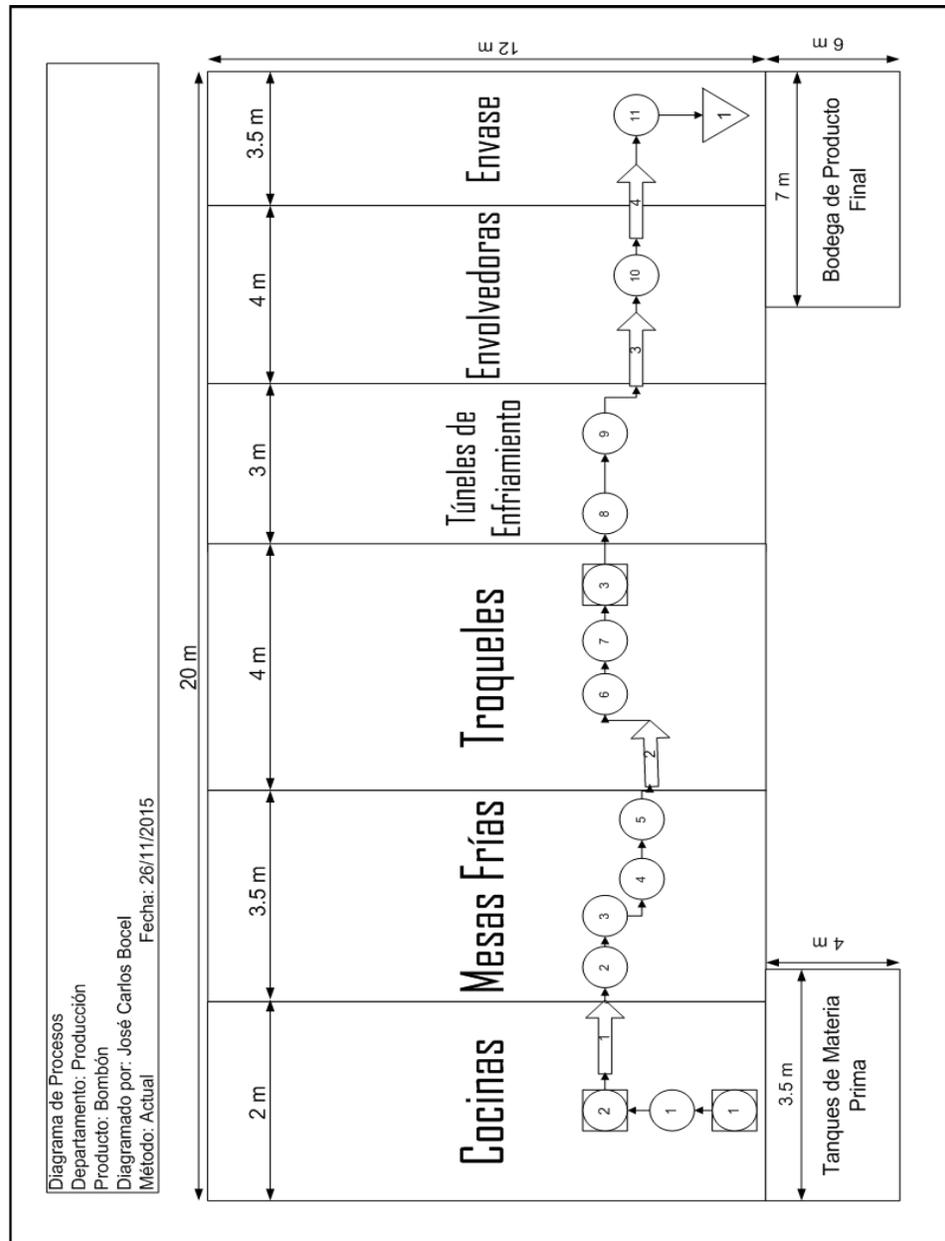
“El diagrama de recorrido se elabora con base en un plano a escala de la fábrica, en donde se indican las máquinas y además las instalaciones fijas, sobre este plano se dibujan la circulación del proceso, utilizando los mismos símbolos empleados en el diagrama de proceso.”<sup>13</sup>

---

<sup>13</sup> GARCIA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo Ingeniería de métodos y medición del trabajo*. p. 57.

### 2.1.4.2. Diagramación

Figura 3. Diagrama de recorrido del proceso de producción del bombón



Fuente: elaboración propia

### **2.1.5. Diagrama de causa y efecto**

El diagrama de causa-efecto o diagrama de Ishikawa es un método gráfico mediante el cual se representa y analiza la relación entre un efecto (problema) y sus posibles causas.

#### **2.1.5.1. Método de las 6 M**

“El método de construcción de las 6M es el más común y consiste en agrupar las causas potenciales en seis ramas principales (6M): método de trabajo, mano de obra, materiales, maquinaria, medición y medio ambiente. Estos seis elementos definen, de manera global, todo proceso, y cada uno aporta parte de la variabilidad del producto final, por lo que es natural esperar que las causas de un problema estén relacionadas con alguna de las 6M. La pregunta básica para este tipo de construcción es: ¿qué aspecto de esta M se refleja en el problema analizado?”<sup>14</sup>

#### **2.1.5.2. Diagramación**

Utilizando el método de las 6M, se presenta el análisis del diagrama de causa-efecto en el proceso de elaboración del bombón, donde se obtuvieron los resultados que se presentan a continuación.

##### **Método**

- El proceso es variable
- No se tienen actualizados los estándares
- Falta de conocimiento de operación de maquinaria y proceso por parte del operador

---

<sup>14</sup> GUTIÉRREZ PULIDO, Humberto. *Calidad Total y Productividad*. p. 192.

- Ausencia de controles en los parámetros

#### **Mano de obra**

- Personal no capacitado
- Falta de compromiso y responsabilidad por parte de los operadores
- Falta de corrección a operadores
- Ausentismo de personal

#### **Materiales**

- Variación en la calidad del material de envoltura
- Variación en la calidad de las varillas para bombón
- Esencias de baja concentración

#### **Maquinaria**

- Problemas de refrigeración en túneles de enfriamiento
- Maquinaria compleja
- Demora en la fabricación de repuestos en maquinaria
- Falla en empalilladora del troquel

#### **Medio Ambiente**

- Corte de energía

### **2.2. Estudio del producto no conforme**

Un producto no conforme es aquel que no cumple los requisitos determinados por el sistema de gestión de calidad. De igual manera, son productos alimenticios realizados durante una pérdida de control del proceso que necesitan una corrección.

### **2.2.1. Tipos de producto no conforme**

Existen diversos tipos de producto no conforme en las líneas de producción de bombón. Los más comunes y frecuentes que se presentan en la planta, son los siguientes: varilla torcida, bombón chupado, bombón sin varilla y bombón con sabor y color fuera de estándar.

- Varilla torcida o floja: la varilla del bombón no está incrustada correctamente en la bola esférica de caramelo.
- Bombón quebrado: el bombón se encuentra fracturado o le falta una parte al mismo.
- Bombón apachado: se presenta cuando el bombón adopta una forma plana sin haber llegado al punto de endurecimiento.
- Bombón chupado: el caramelo se encuentra contraído en donde se incrusta la varilla.
- Bombón sin varilla: la varilla no se logra incrustar al caramelo debido a que la temperatura del caramelo es muy baja y produce que este se cristalice, imposibilitando la penetración de la varilla al caramelo.
- Sabor y/o color fuera de estándar: el caramelo presenta una apariencia no deseada y no cumple con los parámetros.

### **2.3. Puntos críticos**

Los puntos críticos de control se establecen si se ha identificado un peligro en una procedimiento donde se justifique efectuar un control necesario para salvaguardar la inocuidad y calidad de un producto, y si no existe ninguna medida de control en ese procedimiento, entonces el producto deberá modificarse en ese procedimiento, a fin de incluir una medida de control.

### **2.3.1. Definición**

“Un punto crítico de control es un procedimiento en el que puede aplicarse un control y que es esencial para prevenir o eliminar un peligro relacionado con la inocuidad o calidad de los alimentos o para reducirlo a un nivel aceptable.”<sup>15</sup>

### **2.3.2. Localización de puntos críticos**

Existen dentro de la planta dos puntos críticos para realizar un control de las variables de producción.

#### **Cocinado**

Este es uno de los procedimientos más importantes ya que es aquí donde se fabrica el caramelo base el cual, desde el inicio, debe de cumplir con todos los estándares de calidad para que el producto final pueda ser fabricado de la manera correcta.

En este punto se deberá controlar la temperatura, tiempo de cocimiento y la humedad residual del caramelo. Si no se cocina adecuadamente el caramelo, puede egresar crudo, provocando sabor y color fuera de estándar.

#### **Troquelado**

En este procedimiento se le da la forma al bombón y se incrusta la varilla del mismo, en este procedimiento, se debe verificar que la presentación del bombón sea la deseable según las normas de calidad de la empresa.

---

<sup>15</sup>Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC). <http://www.fao.org/docrep/005/y1579s/y1579s03.htm>. Consulta: 12 de noviembre de 2015.

Las variables que se deben controlar en este punto son la velocidad de corte del troquel, la temperatura de entrada del caramelo al troquel, la incrustación de la varilla en la bola de caramelo.

En este procedimiento se puede genera producto no conforme, como el bombón chupado o quebrado, la varilla torcida o falta de varilla en los caramelos.

### **3. MÉTODOS ESTADÍSTICOS DE CONTROL**

En este capítulo se desarrolla un estudio estadístico del producto no conforme a través de las herramientas de Diagrama de Pareto e Histograma. Además se realizará un análisis de los límites de control para el proceso de producción que se usaran en las gráficas de control. También se desarrolla una propuesta para establecer los estándares de las variables de producción y los puntos de control de dichas variables. De igual manera, se presentan los formatos para el registro del producto no conforme y el formato para el control de variables.

#### **3.1. Muestreo estadístico del producto no conforme**

El muestreo estadístico del producto no conforme se realiza para contabilizar el nivel al cual se encuentra este producto dentro de la empresa, así determinar la solución a la problemática.

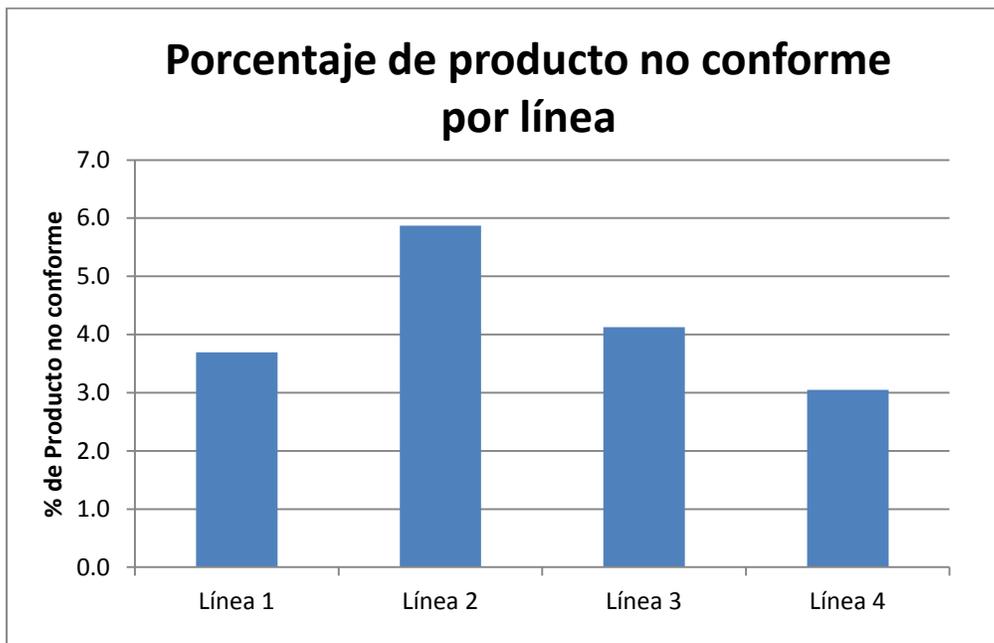
El nivel del producto no conforme en el mes anterior a comenzar el sistema de control de variables en el proceso de producción, reporto los siguientes datos.

Tabla II. **Porcentaje del producto no conforme**

	Mes 1		
	Kg Troquelados	Kg Recorte	% Recorte
Línea 1	147804,8	5460,8	3,7
Línea 2	105548,8	6196,6	5,9
Línea 3	157504,8	6497,4	4,1
Línea 4	166836,8	5091,2	3,1
<b>Totales</b>	<b>577695,2</b>	<b>23246</b>	<b>4,0</b>

Fuente: Departamento de Calidad de la empresa confitera.

Figura 4. **Gráfica de barras del porcentaje del producto no conforme por línea**



Fuente: Departamento de Calidad de la empresa confitera.

Según los registros de producto no conforme el porcentaje es de 4% sobre el total del producto fabricado. Esto representa grandes pérdidas para la empresa confitera. Ninguna de las líneas de producción de bombón cumple con el estándar de la empresa confitera con respecto al producto no conforme ya que todas reportan más del 3% del producto total como recorte.

Para determinar el nivel de incidencia en que suele darse cada uno de los diferentes tipos de producto no conforme en las líneas de bombón, se realizó un estudio estadístico, donde se utilizaron las herramientas de Diagrama de Pareto e Histograma.

### **3.1.1. Diagrama de Pareto**

“El diagrama de Pareto es un gráfico especial de barras cuyo campo de análisis o aplicación son los datos categóricos cuyo objetivo es ayudar a localizar el o los problemas vitales, así como sus causas más importantes.”<sup>16</sup>

Los diversos tipos de producto no conforme se analizaron con el diagrama de Pareto para determinar cuál es el que se genera con mayor frecuencia. Los datos de la siguiente gráfica son del primer semestre del año 2016.

---

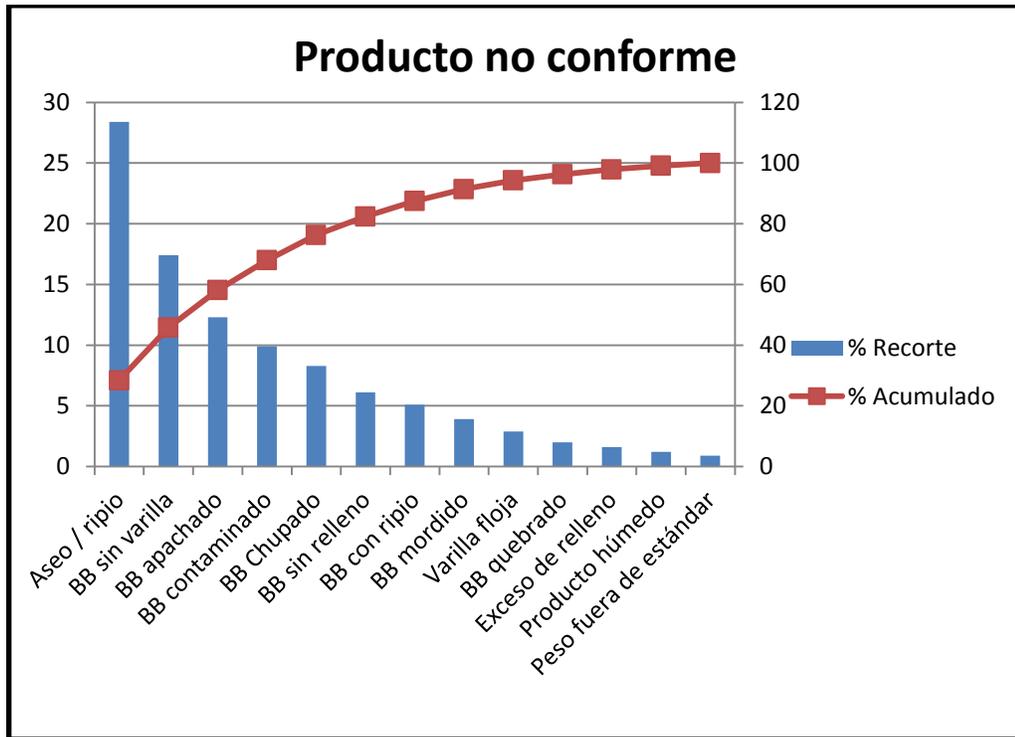
<sup>16</sup> GUTIÉRREZ PULIDO, Humberto. *Calidad Total y Productividad*. p. 179.

Tabla III. **Porcentaje de cada tipo de producto no conforme**

Descripción	% Recorte	% Acumulado
Aseo / ripio	28,4	28,4
BB sin varilla	17,4	45,8
BB apachado	12,3	58,1
BB contaminado	9,9	68
BB Chupado	8,3	76,3
BB sin relleno	6,1	82,4
BB con ripio	5,1	87,5
BB mordido	3,9	91,4
Varilla floja	2,9	94,3
BB quebrado	2	96,3
Exceso de relleno	1,6	97,9
Producto húmedo	1,2	99,1
Peso fuera de estándar	0,9	100

Fuente: Departamento de Calidad de la empresa confitera.

Figura 5. Diagrama de Pareto de los tipos de producto no conforme



Fuente: Departamento de Calidad de la empresa confitera.

Según la gráfica de Pareto se puede visualizar que los tipos de producto no conforme que abarcar mayor porcentaje son el ripio, bombón sin varilla, bombón apachado, bombón contaminado y bombón chupado. Todos estos representan un 76,3% del total del producto no conforme que se genera en las líneas de producción de bombón. El aseo y ripio son los únicos que no se pueden evitar ya que forman parte del proceso, los demás defectos se generan por factores que se analizan con el método de 6Ms, donde se visualiza que uno de esos factores es la falta de control de las variables del proceso de fabricación del bombón.

### 3.1.2. Histograma

El histograma es una gráfica de barras que mide el nivel de incidencia en que suele darse una o más variables de un evento en distintos rangos de frecuencia.

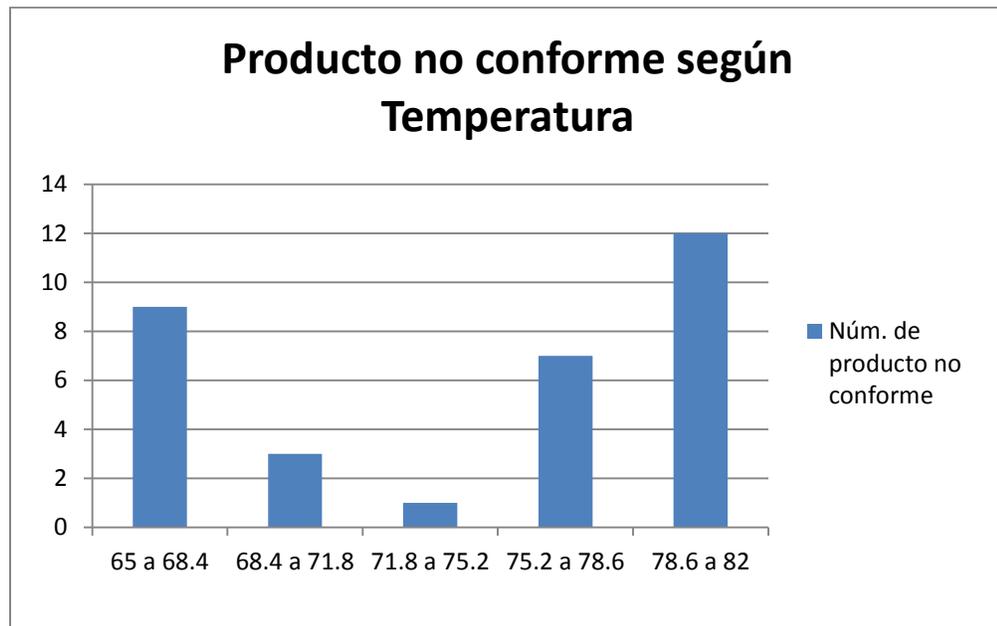
En el diagrama de Pareto se muestra que los tipos de producto no conforme que más influyen en el total son bombón sin varilla, bombón apachado, bombón contaminado, y bombón chupado. Estos se generan por las variables del proceso de producción. La temperatura del caramelo es una de ellas, ya que el caramelo debe tener una temperatura ideal al ingresar al troquel para que este pueda darle la forma correcta. Si no es así, la constitución del caramelo puede impedir la incrustación de la varilla o puede dar paso a que el bombón se deforme. Para verificar la temperatura ideal del caramelo se realizó una comparación en diferentes rangos de temperaturas con la aparición de producto no conforme durante un mes. Los rangos varían desde 65 a 82°C, estos datos se obtuvieron de los reportes de producción.

Tabla IV. **Comparación de temperatura en producto no conforme**

Temperatura °C	Núm. de producto no conforme
65 a 68,4	9
68,4 a 71,8	3
71,8 a 75,2	1
75,2 a 78,6	7
78,6 a 82	12

Fuente: elaboración propia

Figura 6. **Histograma de producto no conforme según temperatura**



Fuente: elaboración propia.

Como se puede visualizar en el histograma se generaron 32 apariciones de producto no conforme en un rango de 65 a 82 °C. Se visualiza una gráfica bimodal, ya que al presentarse una temperatura muy baja, el caramelo se cristaliza y la varilla no se incrusta correctamente y, si el troquel logra incrustar la varilla afecta la forma del bombón con lo cual se forma un bombón chupado. De igual manera si la temperatura es muy alta, el caramelo sale con una consistencia blanda y en los túneles de enfriamiento se apacha. Con esto se demuestra que se debe tener una temperatura estándar que permita la fabricación de bombones correctos.

Según la gráfica del histograma la temperatura más adecuada es la que se encuentra entre los rangos de 71,8 °C a 75,2 °C.

### **3.2. Análisis estadístico de límites y gráficos de control**

Las gráficas de control se utilizan para verificar si las condiciones de un proceso se encuentran estables, debido a que en la mayoría de los procesos productivos se presenta variabilidad. Los límites son los rangos de variación de las condiciones.

En la empresa confitera falta control de las variables del proceso de producción, debido a que el proceso no es estándar, como se pudo visualizar en el histograma donde se compara la temperatura con la cual ingresa el caramelo al troquel. La temperatura es una variable que está en varios sectores del proceso de producción, como la cocción y el temperado del caramelo antes de ingresar al troquel. De igual manera la velocidad a la que se forman los bombones en el troquel contribuye a la generación de producto no conforme.

Es importante determinar los límites de control para las variables que interactúan en el proceso de producción, de esta manera se tendrá un proceso estable.

#### **3.2.1. Recopilación de información en reportes**

En la empresa confitera se cuenta con reportes para documentar la información sobre la fabricación del bombón en las líneas de producción. Para determinar los límites de control para las variables del proceso de producción se utiliza la información de los datos de las variables de temperatura y velocidades a las que se trabaja el caramelo en cocinas y troqueles.

En los reportes se registra las temperaturas a las cuales se cuece el caramelo en las cocinas. Este es el proceso inicial. Si no se cumple con la temperatura estándar origina mayores pérdidas en los siguientes procesos. Es importante el conocimiento de esta variable, por lo que se recopiló la información sobre esta variable en este punto, según los reportes de 22 semanas, las temperaturas varían entre 144 °C hasta 147 °C.

Se realizaron pruebas utilizando temperaturas entre 144 °C hasta 147 °C a cada 0,5°C entre ellas, para corroborar la generación de producto no conforme según esta variable.

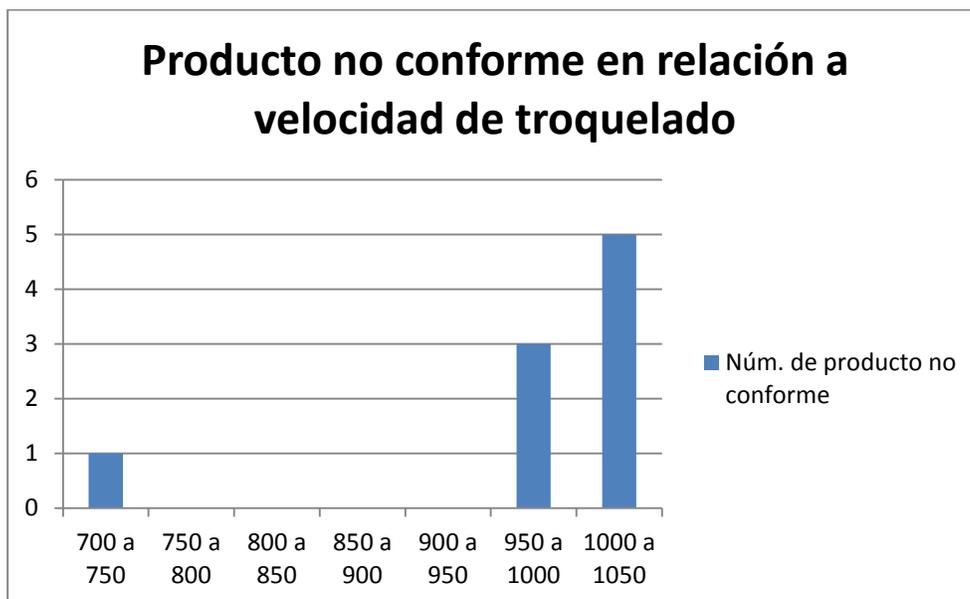
A través de la información recopilada y de la observación de campo, se determinó que la temperatura ideal de cocimiento es de 145,5 °C, ya que si se cocina el caramelo a una temperatura mayor, no se cristaliza en los túneles de enfriamiento después de ser troquelados. Por otra parte si se cocina a una temperatura menor el caramelo se encuentra crudo y se cristaliza, lo que no permite que sea moldeado por el troquel, ya que se agrieta y quiebra al incrustar la varilla. Las temperaturas 145 °C y 146 °C, a pesar de presentar una ligera variación con la temperatura ideal aún se pueden corregir en el temperado que es el siguiente proceso.

Según se observa en el histograma, de la figura núm. 3, Histograma del producto no conforme según temperatura, el rango de temperatura del caramelo a la entrada del troquel, el punto donde es menor la generación de producto no conforme es de 71,8 °C a 75,2 °C. Esta temperatura está ligada al proceso anterior, que es el temperado, ya que es aquí donde se establece la temperatura a la que entra el caramelo al troquel.

El caramelo debe de ser cocinado a una temperatura de 145,5 °C para que a su llegada a las mesas frías, donde se realiza el temperado, tenga una temperatura de 85 °C y sea más práctico reducirla al rango que se necesita. En esta etapa del proceso de producción no se cuenta con equipo para medir la temperatura de los caramelos, por lo tanto será necesario instalar un sistema de control de variables para este punto.

En el proceso de troquelado se debe verificar la temperatura de entrada del caramelo, que es exactamente la misma temperatura de salida de las mesas frías. Las pruebas se realizaron con diversos rangos de velocidades para verificar los datos que se obtuvieron de los reportes, los cuales se presentan en la figura núm. 4.

Figura 7. **Histograma de producto no conforme según velocidad de troquelado**



Fuente: elaboración propia.

Se realizaron 35 pruebas, 5 en cada rango. Nueve presentaron producto no conforme sobre todo cuando se trabaja a velocidades muy altas. Ocho casos se presentaron en los rangos de 950 a 1050 unidades por minuto de velocidad del troquel. Esto significa que la velocidad con la que se debe trabajar un troquel es hasta 950 unidades por minuto ya que no presenta generación de producto no conforme. Para no afectar la productividad se puede mantener un rango de velocidad de 850 a 950 unidades por minuto, ya que con esta velocidad la cocina mantiene de igual manera su velocidad de cocción que es de 4 minutos. De esta manera no se afectan los parámetros de temperatura en la cocina.

### **3.2.2. Definición de límites de control para el proceso de producción**

Los límites de control son los parámetros entre los cuales un proceso se mantiene estable y con esto se asegura su éxito. Para definir los límites de las variables que interactúan con el proceso de producción del bombón se realizaron diversos estudios a partir de los reportes de producción.

A partir de los resultados mostrados en los puntos anteriores se pueden determinar los distintos límites de control para las variables del proceso de producción del bombón. Las variables deben ser controladas en tres etapas del proceso de producción: el cocimiento, temperado y troquelado.

En el cocimiento se debe controlar la temperatura ideal de cocción que es de 145,5°C. Este es el límite central y sus límites inferior y superior de 145°C y 146°C respectivamente.

En el temperado que se realiza en las mesas frías, se debe controlar que la temperatura del caramelo oscile entre 71,8 °C y 75,2 °C, como límite inferior y superior respectivamente y el límite central debe ser de 73,5 °C. En esta etapa, se debe instalar un sistema de control que integre equipo de medición de temperatura y los formatos de registros para esta variable porque actualmente no se registra.

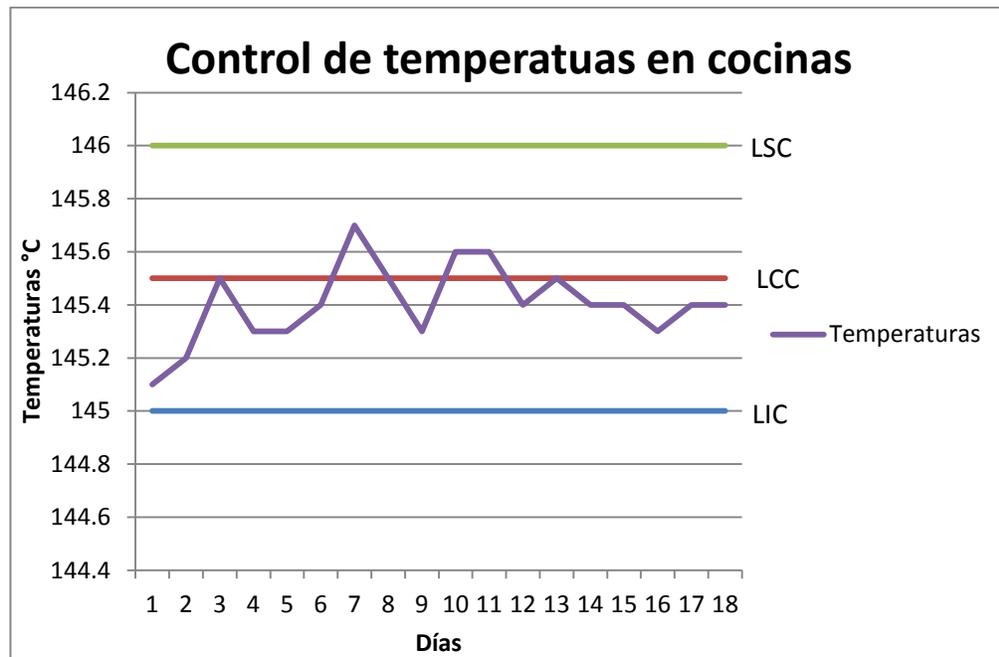
En el troquelado se debe controlar la temperatura de entrada del caramelo que es exactamente la misma temperatura de salida del temperado; además, en esta etapa se debe controlar la velocidad con la que el troquel forma el bombón, la cual debe oscilar entre 850 a 950 unidades por minuto, siendo los límites inferior y superior respectivamente y como límite central la velocidad de 900 unidades por minuto.

### **3.2.3. Diagramación de límites determinados**

Los diagramas de los límites se deben utilizar constantemente para verificar que las variables se mantengan estables.

Para el área de cocinas se llevará el control de la temperatura de cocimiento, por lo cual se evaluó la temperatura de una cocina durante 18 días. Los resultados se presentan en la figura núm. 5, Gráfica de control de temperatura en cocinas.

Figura 8. Gráfica de control de temperatura en cocinas

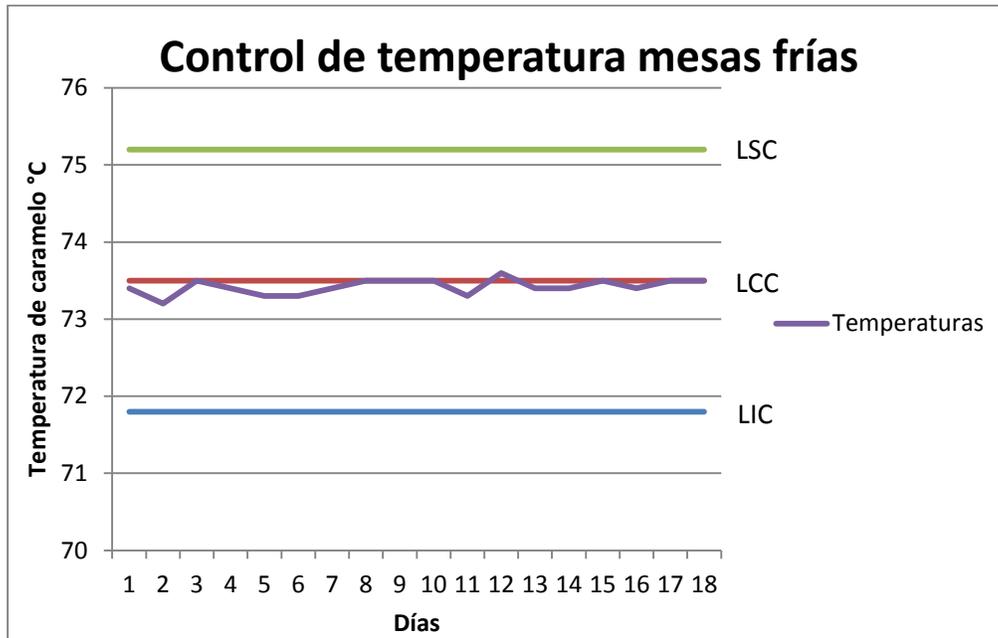


Fuente: elaboración propia.

La gráfica muestra que la temperatura se mantuvo dentro de los límites establecidos. Prevalció la temperatura entre el límite inferior y el límite central ya que es más práctico controlar la temperatura de la cocina una décima de grado centígrado más bajo del límite central que es de 145,5 °C.

La temperatura del área de mesas frías se controló la temperatura en el temperado final del caramelo. Se evaluó la temperatura durante 18 días y se obtuvieron los resultados que se muestran en la figura 6, Gráficas de control de temperatura en mesas frías.

Figura 9. Gráfica de control de temperatura en mesas frías

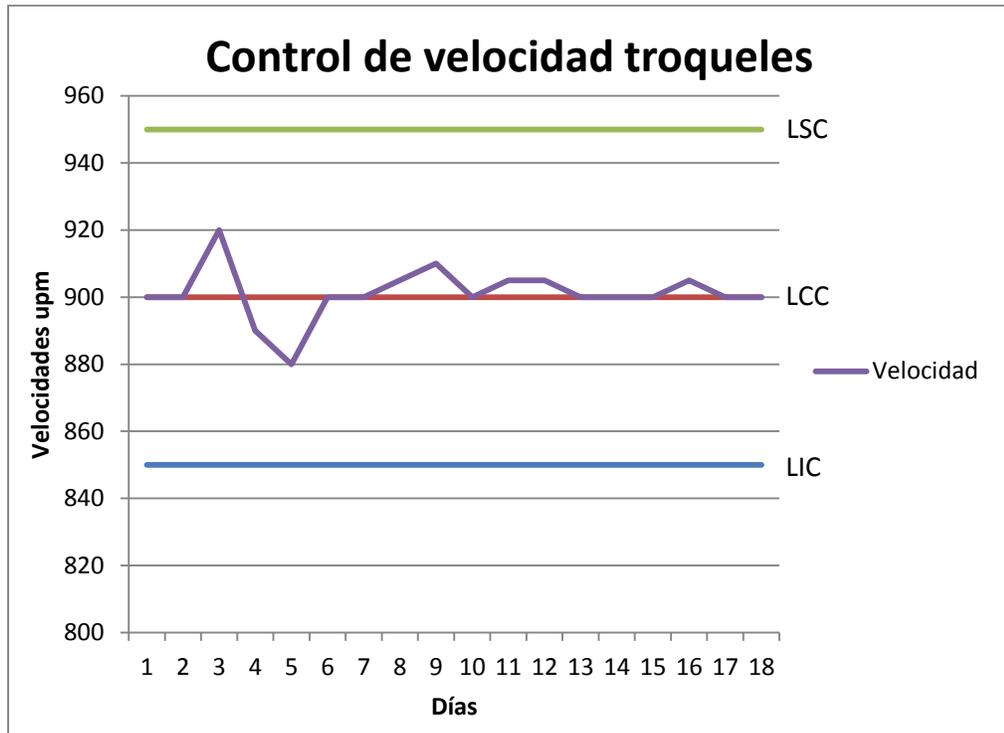


Fuente: elaboración propia.

La temperatura del caramelo se puede controlar de mejor manera en las mesas frías que en las cocinas ya que en el proceso de temperado se puede incrementar o reducir el tiempo de temperado, si es necesario, hasta hacer llegar el caramelo a la temperatura estándar.

En el área de troqueles se controlará la velocidad de formado de los bombones, se evaluó esta variable por 18 días y se obtuvieron los siguientes resultados que se pueden visualizar en la figura núm. 7, Gráfica de control de velocidades en troqueles.

Figura 10. Gráfica de control de velocidades en troqueles



Fuente: elaboración propia.

La velocidad del formado de bombones se mantiene entre el límite central, ya que al trabajar la cocina a una velocidad de 4 minutos y con la temperatura del caramelo controlada al final del temperado, se puede trabajar el troquel a una velocidad de 900 unidades por minuto.



Este formato está diseñado para dar seguimiento a las líneas que más generen producto no conforme. Será llenado por el personal de calidad encargado de las líneas de bombón. Esta información será la base para la generación de planes de acción cuando las variables se salgan de los límites de control.

### **3.3. Propuesta para la disminución del producto no conforme**

El incremento del producto no conforme se ha convertido en una problemática para la empresa confitera ya que representa pérdidas, tanto económicas como en producción.

La disminución del producto no conforme se obtendrá a través del control de las variables del proceso de producción del bombón.

Para ejecutar la propuesta de disminución del producto no conforme se debe instalar un sistema de control de variables que, a la vez, requiere de la implementación de formatos donde se registra el comportamiento de las variables con las que se está trabajando y utilizar equipo de medición para estas variables donde actualmente no se cuentan.

#### **3.3.1. Propuesta para establecer los estándares de las variables de producción**

Los estándares que se proponen se generaron a partir de la información histórica de los reportes de producción y de las pruebas que se realizaron para validar los diagramas de control, los cuales son los siguientes.

Los estándares serán:

- Cocinas – Temperatura de cocción: 145,5 °C
- Mesas frías – Temperatura final de temperado del caramelo: 73,5 °C
- Troqueles – Velocidad de formado: 900 unidades por minuto

Para garantizar el cumplimiento de los estándares propuestos, los supervisores de producción conocerlos. Esta información debe dárseles de forma oficial, ya que ellos son responsables de capacitar y formar a los operadores de las líneas de producción de bombones en esos estándares y velar por su cumplimiento en el proceso productivo.

### **3.3.2. Análisis comparativo de variables actuales contra variables propuestas**

A continuación, se presenta el análisis comparativo entre las variables que se están utilizando actualmente en las líneas de bombones contra los valores de las variables propuestas.

Tabla V. **Análisis comparativo de variables actuales contra variables propuestas**

Área	Variable	Actual	Propuesta
Cocinas	Temperatura de cocimiento	142 °C a 147 °C	145,5 °C
	Tiempo de cocimiento	4 minutos	4 minutos
Mesas frías	Temperatura de temperado	70 °C	73,5 °C
Troqueles	Velocidad de troquelado	950 upm	900 upm

Fuente: elaboración propia.

### **3.3.3. Establecer los estándares ideales de las variables del proceso de producción de bombón**

Se capacitará a los supervisores y los operadores de las líneas de producción de bombón sobre el control de las variables de producción propuestas, los equipos de medición que se utilizarán y los formatos de registros a emplear.

Para establecer correctamente los estándares de producción, la primera semana de implementación del proyecto, los jefes y gerentes de producción y calidad asistirán a los operarios para verificar el uso correcto de los estándares y corregirlos si existiera alguna falla en el sistema de control.

### **3.3.4. Elaboración de formatos de control de variables**

El control de las variables debe quedar registrado en los formatos para mantener un control constante y garantizar la reducción del producto no conforme. El formato que se utilizará se muestra en la figura núm. 9, Formato de control de variables del proceso de producción.



## **4. IMPLEMENTACIÓN DEL MÉTODO ESTADÍSTICO**

Este capítulo incluye la descripción del plan de capacitación dirigido a los supervisores y operarios. Este programa abordará los estándares ideales de las variables de producción y la forma de registrar estos valores en los formatos. Se mostrará la forma de implementación del control del producto no conforme y control de los estándares de las variables por medio de los formatos diseñados en el capítulo anterior. Se presentará el costo de inversión del proyecto final, que depende de los costos de mano de obra, equipo de medición y de formatos.

### **4.1. Plan de capacitación**

El éxito de la implementación del nuevo control de variables en las líneas de producción de bombones radica en la capacitación y formación al personal administrativo y operativo que afecta directamente en el proceso productivo.

En el plan de capacitación, se darán a conocer, a los supervisores y operarios, los estándares de las variables de producción ideales, determinados en el capítulo anterior, para mantener una línea de producción estable, dentro de los parámetros de calidad y reducir la generación de producto no conforme. Adicionalmente, se presentarán los nuevos formatos para el control del producto no conforme y también control de las variables del proceso de producción. Además, se darán a conocer las ventajas que representará este nuevo sistema de control.

Los jefes de producción, el gerente de producción y el gerente de calidad capacitarán a los operarios, debido a que se utilizará equipo de medición con el cual no se contaba para tener el control de variables en mesas frías. Se solicitará que el proveedor del equipo capacite a los supervisores y operarios en el uso y mantenimiento del equipo.

Las capacitaciones se realizarán durante 3 días. Cada día se capacitará un turno, para que puedan recibirlas los operarios de los tres turnos con los que cuenta la planta. Se realizarán cada 6 meses para que se pueda retroalimentar al personal de la planta.

#### **4.1.1. Estándares ideales de las variables de producción**

El proceso de producción se debe realizar utilizando los estándares de las variables de temperatura y velocidad que se establecieron en el capítulo anterior, para que el proceso se realice de la manera correcta y que no genere pérdidas.

El plan de capacitación sobre los nuevos estándares de las variables se debe realizar de manera clara y accesible para los operarios de las cocinas, mesas frías y troqueles que son los encargados de operar estas maquinarias. Se les debe explicar la importancia de las variables, ya que de ellas dependen que el proceso de producción sea estable.

En las capacitaciones se explicará a los supervisores y operarios cual es la función de las cocinas, mesa frías y troqueles, para qué sirven las variables con las que cuenta cada maquinaria y cuáles son los estándares de las variables.

La temperatura en cocinas es de 145,5 °C en un tiempo de 4 minutos de cocimiento. En mesas frías, que es donde se realiza el temperado, la temperatura de salida del caramelo debe ser de 75,2 °C a 71,8 °C para que pueda pasar al troquel. A los operarios de mesas frías se les debe dar una mayor capacitación ya que en esta etapa del proceso se implementará la verificación y control de esta variable que, por el momento, no se cuenta. Además, se les debe enseñar cómo funcionan los termómetros, ya que estas herramientas los ayudarán a medir la temperatura del caramelo y cómo calibrar el flujo de agua que atraviesa las mesas que sirven para disminuir la temperatura que lleva el caramelo de las cocinas. La capacitación será teórica y práctica.

A los operadores de troqueles se les debe indicar que la velocidad estándar para el formado de los bombones debe de ser entre 850 a 950 upm, ya que si se utilizan una velocidad mayor, se corre el riesgo de generar productos con defectos. Tanto las cocinas como los troqueles cuentan con medidores de estas variables por lo cual los operadores solo deben estar pendientes de establecer los estándares ideales para que la maquinas operen conforme a estos valores.

#### **4.1.2. Procedimiento para el registro de formatos**

El nuevo sistema de control también implementará formatos para el registro del producto no conforme y para el control de las variables del proceso de producción.

Las personas que laboran en el departamento de calidad llenarán los formatos que llevarán el registro del producto no conforme. Ellas deben inspeccionar la calidad del producto para verificar que no presente defectos. El personal de calidad debe ser capacitado para registrar correctamente la información que solicita el formato.

El formato de control del producto no conforme (figura 8) registra la cantidad en kilogramos del producto que presente defectos, además, la trazabilidad del producto no conforme, ya que debe indicar la cocina y troquel donde se fabricó el caramelo. La capacitación al personal de calidad debe ser práctica. Se les presentarán los tipos de producto no conforme que se generan en las líneas de producción del bombón y las causas que lo producen.

Los operarios llenarán el formato del control de variables del proceso de producción. La capacitación que se les brindará inicia con concientización sobre la importancia de tener un control de las variables y que el formato es una herramienta que ayudará a validar dicha operación. Los formatos están diseñados para ser llenados por día divididos en los tres turnos en los que trabaja la planta. Al finalizar el tercer turno, los operarios deben entregar sus formatos a los supervisores para que ellos realicen las gráficas de control y posterior resguardo.

#### **4.1.3. Ventajas de la propuesta**

La última capacitación para los supervisores y operarios abarca las ventajas que se obtendrán al tener un sistema de control de variables. Esto permitirá que la empresa sea más rentable, competitiva y mejore las condiciones laborales.

Adicionalmente, se reducirá el nivel del producto no conforme que se genera en las líneas de bombón, el desperdicio de materias primas y gastos en suministros que hacen posible la fabricación del bombón, y se mejorará en el cumplimiento de los planes de producción.

#### **4.2. Implementación del control de producto no conforme**

El control del producto no conforme será un trabajo en equipo que involucrará a los supervisores y operarios de producción y al personal del departamento de calidad. Al poner en marcha el sistema de control de variables, la reducción en el nivel de producto no conforme será una realidad.

##### **4.2.1. Aplicación de los formatos de registros y gráficos de control**

El departamento de calidad controlará los formatos de registro del producto no conforme. A partir de ellos, se realizarán informes mensuales acerca de la totalidad de producto no conforme que se generó durante un mes y retroalimentar al personal administrativo y operativo involucrado para analizar los procedimientos con los cuales fueron fabricados y gestionar planes de acción. Además, el personal de calidad debe desarrollar las gráficas de control que muestran el comportamiento del producto no conforme y dar a conocer los resultados al departamento de calidad y al de producción, para felicitar o corregir a los involucrados, según los resultados obtenidos.

#### **4.2.2. Establecimiento de los indicadores de producción y producto no conforme**

La empresa posee diferentes indicadores de producción que se ven afectados por la generación de producto no conforme. Al reducir el producto no conforme, el efecto en los indicadores de producción será positivo.

El producto no conforme involucra al indicador de materiales utilizados, al de producto final envasado y al de gastos de fabricación. Al reducir las pérdidas por el producto no conforme, se ahorrará en materia prima (jarabes de glucosa y azúcar) y se reflejará en el indicador de utilización de materia prima.

Además, el indicador de producto envasado se incrementará ya que se contará con más producto disponible para empacar y despachar al cliente final. Los kilogramos de producto que se reportaban como perdidas ahora se reportarán como kilogramos de producto envasado.

La fabricación del bombón involucra recursos, como la energía eléctrica, agua, vapor y aire comprimido. Sin embargo, al reducir el producto no conforme, se incrementará la productividad de las líneas producción de bombón y se reducirá el consumo de recursos necesarios en la planta.

#### **4.3. Implementación del control de los estándares ideales de las variables**

La implementación del control de los estándares ideales de las variables de temperatura y velocidad será accesible en cocinas y troqueles ya que las máquinas cuentan con medidores para estas variables.

En las mesas frías, la implementación de termómetros para medir la temperatura de los caramelos y llevar el control de esos registros en los formatos, será novedoso.

Para asegurar que las variables se mantengan controladas se diseñará un instructivo que explicará cuáles son los estándares de las variables de producción y su control respectivo. También se utilizarán formatos de control para documentar los datos trabajados por los operarios en sus maquinarias.

#### **4.3.1. Instructivo de estándares de las variables de producción**

El instructivo de estándares de las variables del proceso de producción que se utilizará es el siguiente:

##### **Conocimiento de las variables**

- Temperatura

Definición. La temperatura es la condición que determina la dirección del flujo neto de calor entre dos cuerpos. Esta magnitud permite expresar el grado de calentamiento o enfriamiento de los cuerpos.

Unidad. Grados centígrados (°C)

- Velocidad

Definición. La velocidad es la condición de cambiar un cuerpo de posición.

Unidad: Unidades por minuto (upm)

#### Procedimiento de medición

- Cocinas. Los medidores internos para la temperatura y vacío de las cocinas determinan las variables. Las cantidades con las cuales opera la máquina se pueden ver en el termómetro y barómetro de la pantalla principal.
- Mesas frías. Las variables de temperatura de entrada y salida del caramelo en el temperado se medirán con termómetros láser que se incorporarán a las mesas frías.
- Troqueles. Un sensor con foto-celda mide la velocidad y muestra el dato en la pantalla principal.

#### Procedimiento de documentación

La documentación de los formatos se debe realizar de la siguiente manera:

- Los operarios deben registrar los datos de las variables con las que trabajan en los formatos.
- Los formatos deben ser entregados a los supervisores
- Los supervisores deben documentar todo en una base de datos
- Se deben crear gráficas de control semanal acerca de los datos de las variables para cada máquina.

#### **4.3.2. Utilización de los formatos de control de estándares**

Los operarios de producción llenarán los formatos del control de los estándares. En ellos, registrarán los valores de las variables con las cuales están trabajando. Para ello se designará a un operario que anote los datos con los cuales trabajan sus compañeros. De esta manera podrán corregir algún valor erróneo en las variables.

Los supervisores proveerán los formatos a los operarios al inicio de cada semana laboral. Los operarios tendrán la obligación de devolverlos cada día conforme se llenen. De esta manera, los supervisores tendrán la información para realizar las gráficas de control semanalmente que indicarán el comportamiento del nuevo sistema de registro de variables.

Se desarrollarán gráficas de control de temperatura en las cocinas y mesas frías y de velocidad en los troqueles. Siempre se buscará la mejora continua del sistema de control de variables.

#### **4.4. Inversión para implementación del proyecto**

El nuevo sistema de control de variables coadyuvará en la reducción del producto no conforme y creará una cultura de control en todas las líneas de producción de bombón. Sin embargo, la implementación del sistema implica inversión en equipo de medición, como los termómetros, reproducción de los formatos que se usaran para el control del producto no conforme y para el control de las variables, además de las capacitaciones a los operarios y supervisores.

#### 4.4.1. Costos de mano de obra

Los costos que se invertirán en mano de obra corresponden a los costos que generarán la realización de las capacitaciones, las cuales abarcarán tres días cada 6 meses. Para ello, se necesitará material audio visual y alimentos para una refacción.

Tabla VI. Costos de mano de obra

Referencia	Costo
Herramientas audio-visuales	Q 600,00
Material de capacitación	Q 100,00
Refacción	Q 450,00
Total	Q 1 150,00

Fuente: elaboración propia.

El costo para cada capacitación será de Q 1 150,00 y durante el año se realizarán 2 capacitaciones por lo cual el costo total de capacitaciones en un año será de Q 2 300,00.

#### 4.4.2. Costos de equipo de medición

Se adquirirán termómetros laser para medir la temperatura de los caramelos en las mesas frías. El precio unitario de cada termómetro es de Q 415,00 y en la actualidad se cuentan con 4 líneas de producción de bombón por lo cual se tendrá un costo total de Q 1 660,00. Pero debido a que el proveedor es extranjero se deberá pagar por envío e impuestos de importación, lo cual se resume en la siguiente tabla.

Tabla VII. **Costos de equipo de medición**

Referencia	Costo
Termómetros	Q 1660,00
Envío	Q 400,00
Impuestos	Q 250,00
<b>Total</b>	<b>Q 2 310,00</b>

Fuente: elaboración propia.

La inversión para el equipo de medición será solamente una vez, a diferencia de los costos de mano de obra y de formatos que serán semestrales.

#### 4.4.3. **Costos de formatos**

Los talonarios de formatos de registros generarán un precio de impresión. El talonario de 100 hojas cuesta Q 20,00 y se comprarán 72 talonarios por año: 36 para el control del producto no conforme y 36 para el control de las variables de producción. Además, se comprarán lapiceros para los operarios.

Tabla VIII. **Costos de formatos**

Referencia	Costo
Talonario para el producto no conforme	Q 720,00
Talonarios para el control de variables	Q 720,00
Lapiceros	Q 90,00
<b>Total</b>	<b>Q 1 530,00</b>

Fuente: elaboración propia.

#### 4.4.4. Inversión total del proyecto

El proyecto se planificó para un año, por lo cual, a continuación se presentará el costo total de la inversión.

Tabla IX. Costo total de la inversión

Referencia	Costo
Costo de mano de obra	Q 2300,00
Costo de equipo de medición	Q 2 310,00
Costo de formatos	Q 1 530,00
Total	Q6 140,00

Fuente: elaboración propia.

El costo total de la inversión para implementar el control de variables en el proceso de producción será de Q 6 140,00 para el primer año. Sin embargo, para las siguientes retroalimentaciones este se reducirá ya que no se tendrá que comprar el equipo de medición, por lo cual solo se invertirá en costo de mano de obra del personal que se capacitará y los costos de los formatos que se utilizarán.

## **5. SEGUIMIENTO DEL CONTROL DE PRODUCTO NO CONFORME**

El capítulo final muestra el seguimiento que se le dará a la propuesta de control del producto no conforme a través del control de variables del proceso de producción. Se mostrará un plan para el mantenimiento de los termómetros que se utilizaran en mesas frías. Además, se presentarán los resultados de la propuesta después de seis meses de implementarla. Además, se verificarán los alcances de la retroalimentación de los supervisores y operarios. Por último se informara de un plan de mantenimiento preventivo como correctivo para la maquinaria involucrada en el proceso de fabricación del bombón.

### **5.1. Calibración de termómetro de medición de variables**

Los termómetros, que son el equipo de medición que se implementaran en las mesas frías, deben mantenerse calibrados, ya que si estos arrojan datos erróneos el sistema de control no funcionara de manera correcta.

#### **5.1.1. Instructivo para mantenimiento autónomo de los termómetros**

El instructivo para la calibración de los termómetros que se usarán en mesas frías es el siguiente.

### Reemplazo de las baterías

- Para instalar o reemplazar las dos baterías AA:
- Deslice la pestaña de bloqueo de la tapa del compartimiento de las baterías hacia la posición “Desbloquear” y luego abra la empuñadura.
- Inserte las baterías teniendo en cuenta su polaridad correcta.
- Cierre y trabe la empuñadura.

### Nota

Las baterías deberán reemplazarse en menos de un minuto luego de su remoción para evitar reiniciar manualmente el reloj y la fecha en el termómetro.

### Limpieza del lente

Remueva las partículas sueltas usando aire comprimido limpio. Limpie cuidadosamente la superficie con un hisopo humedecido en agua.

### Limpieza de la caja

Utilice una esponja o paño suave humedecidos con agua y jabón.<sup>17</sup>

## **5.1.2. Registro de verificación, calibración y mantenimiento**

Igual que en el proceso de control de variables también se deben de tener formatos del control que se le hará a los termómetros. Estos formatos deben registrar la verificación, calibración y mantenimiento que se le ejecutara a los termómetros para asegurarse de que su funcionamiento sea el correcto. Los formatos deben de ser llenados por la persona del departamento de mantenimiento que revise los termómetros.

---

<sup>17</sup>“Manual de Uso del Termómetro Infrarrojo 566-568” España 2007-2008  
FlukeCorporation.



El jefe de mantenimiento es el encargado de documentar los registros de verificación, calibración y mantenimiento; y velar porque se cumpla el plan de mantenimiento en las fechas planificadas.

## **5.2. Evaluación de los resultados de la propuesta**

Es evidente la mejora que se ha obtenido luego de seis meses de implementación de la propuesta. El proceso de producción se ha vuelto más estable y los indicadores de producción han mostrado los resultados deseados. Por ello, se puede decir que el control de variables de producción ha contribuido a reducir el producto no conforme en la planta.

### **5.2.1. Medición del producto no conforme generado**

El sistema de control de variables en el proceso de producción del bombón ha influido en la reducción del producto no conforme. Los resultados positivos se evidencian en la medición y comparación del producto no conforme durante los seis meses. Para la medición del producto no conforme se evaluaron los porcentajes totales de cada línea de producción durante seis meses.

Tabla X. **Análisis comparativo del porcentaje de producto no conforme**

	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
	Porcentaje de Recorte						
Línea 1	3,7	2,0	2,1	2,7	2,0	1,8	1,9
Línea 2	5,9	2,7	2,1	2,0	2,0	2,0	1,9
Línea 3	4,1	2,9	2,0	2,3	2,4	1,8	2,8
Línea 4	3,1	2,8	2,2	2,1	2,2	2,0	1,8
Promedio	4,2	2,6	2,1	2,3	2,2	1,9	2,1

Fuente: elaboración propia.

Los valores del mes cero son los del mes anterior a comenzar el control de variables del proceso de producción. Como se puede observar en la tabla, las líneas de producción mostraron cambios positivos relacionados con el producto no conforme aunque siguen surgiendo productos con defectos derivados de otros factores que no se relacionan con el control de variables. En el tercer mes, en la línea 1 se generó problema con las cuchillas que realizan el corte en el formador del troquel por lo cual se obtuvo una cantidad elevada de producto no conforme. En el cuarto mes, en la línea 3 el ingreso de personal nuevo a la línea de producción afectó la estabilidad del proceso. En el sexto mes, en la línea 3 se suscitaron problemas en la mesa fría ya que el agua que debe tener la mesa no fluyó adecuadamente lo cual provocó que el caramelo no se cristalizara. Esto generó producto no conforme.

### **5.2.2. Retroalimentación del funcionamiento de la propuesta**

Los supervisores y operarios de las líneas de bombón han aceptado de buena manera el sistema de control ya que todos han trabajado para la reducción del producto no conforme a través del sistema de control de variables del proceso de producción. El control de variables que inició únicamente en las líneas de bombón tendrá un alcance mayor ya que se implementará en las líneas de dulces y paletas. Sin embargo para estas líneas se debe realizar el estudio de los estándares para sus variables, ya que son diferentes a las líneas de bombones.

Los operarios han cumplido correctamente el sistema de control de variables, además lo han mejorado a través de la inclusión de otras variables menos utilizadas, como la presión de vapor utilizada en cocinas y la medición del caudal de agua que se utiliza en mesas frías para reducir gastos en vapor y agua respectivamente.

Esto se originó de los problemas que se presentaron en los seis meses que se evaluó el producto no conforme en las líneas de producción de bombón.

Los operarios han propuesto la capacitación para sus demás compañeros a través de lecciones de punto para que todos en la planta puedan conocer el sistema de control de variables y así incentivar a los operarios de otras áreas para que formulen proyectos para mejorar la productividad de la planta. De igual manera se ha propuesto que el plan de capacitación de control de variables se brinde que un operario nuevo comienza a laborar dentro de la planta para que no desconozca el programa.

### **5.3. Mantenimiento de maquinaria**

Parte de la maquinaria con la que cuenta la planta de producción de bombón es antigua y compleja. Por ello, se requiere de un plan de mantenimiento que cumpla en las fechas establecidas, debido a que la estabilidad del proceso de producción se ha visto afectada por las fallas mecánicas en las maquinarias.

El plan de mantenimiento debe ser principalmente preventivo y, en menor proporción, correctivo. A la maquinaria que se le debe prestar mantenimiento especialmente a los troqueles y las cocinas.

#### **5.3.1. Mantenimiento preventivo**

Se propone que el mantenimiento preventivo para las cocinas y troqueles se realice cada fin de semana dada la complejidad de dicha maquinaria. El departamento de mantenimiento debe programar estas actividades y asignar al personal, tanto mecánico como eléctrico para llevarlas a cabo.

Entre las acciones de mantenimiento preventivo para las cocinas están la revisión de los motores de las bombas que impulsan el jarabe de glucosa y el de azúcar al interior de la cocina, revisar las tuberías internas de vapor, revisar los paneles eléctricos de las cocinas, las pantallas que indican los datos de las variables con las que se trabaja, revisar y calibrar los medidores de las variables.

Las actividades de mantenimiento preventivo para los troqueles incluyen revisión de los paneles eléctricos con los que cuentan los bastones, los reguladores y el formador de bombón del troquel, los bastones y reguladores para verificar que no cuentan con algún daño o desgaste en su estructura; revisión del desgaste de las cuchillas de corte del formador para ver si es necesario cambiarlas; revisión y calibración de los medidores de temperatura y velocidad del troquel, revisión de las pantallas principales que muestran los datos de las variables.

### **5.3.2. Mantenimiento correctivo**

El mantenimiento correctivo se espera que sea menos frecuente ya que el plan de mantenimiento preventivo debe disminuir las fallas en la maquinaria. Sin embargo, pueden surgir imprevistos para, los cuales se debe tener un plan de mantenimiento correctivo de reparaciones o corrección del problema. Además, se deben analizar las causas que provocaron el problema.

El jefe de mantenimiento debe guiar el mantenimiento correctivo, para ello verificará la reparación o reparaciones y analizará, junto a su personal, la causa de la problemática para evitar que vuelva a suceder y poder incluir estas reparaciones dentro del mantenimiento preventivo.

## CONCLUSIONES

1. A través del método de las 6Ms se analizó la materia prima, mano de obra y maquinaria involucrada en el proceso. El resultado evidenció que la mano de obra no está capacitada para laborar con un sistema de control de variables y la maquinaria cuenta con deficiencias en lo correspondiente a mantenimiento.
2. Los puntos críticos de control en el proceso de producción de bombón son tres: cocinas, mesas frías y troqueles, en estos puntos se debe verificar los valores correctos de las variables de producción con las que se fabrica los bombones.
3. Las herramientas estadísticas que se utilizarán para el control de las variables de producción del bombón son las gráficas de control, las cuales se elaborarán en base a la información que se registre en los formatos de control de variables del proceso de producción.
4. Los estándares de las variables de producción son dependientes de los puntos de control, en el caso de cocinas la variables que se controlará será la temperatura de cocimiento que debe ser de 145,5 °C; para mesas frías la variable a controlar es la temperatura de temperado que es de 73,5 °C; para troqueles la variable a controlar es la velocidad de formado que debe ser de 900 unidades por minuto.

5. Los supervisores de producción controlarán constantemente los estándares de las variables de producción, para mantener la mejora, se basarán en gráficas de control. De igual manera, se dará una retroalimentación tanto a los operarios como a los supervisores cada seis meses para la mejora continua del control de variables.

## RECOMENDACIONES

1. Invertir en los equipos de medición de las variables, ya que las pantallas principales con las que cuentan las cocinas y troqueles debido a su tiempo de uso se encuentran deterioradas, por lo que se aconseja adquirir nuevas pantallas.
2. Desarrollar material publicitario sobre los puntos críticos de control, donde se informe de sus localizaciones y la importancia que estos representan para el proceso de producción, de esta manera mantener la concientización de la mano de obra con la que cuenta la planta.
3. Diseñar tanto las gráficas de control como los formatos para las variables que a futuro se les dará un sistema de control de variables.
4. Realizar una investigación de campo nuevamente dentro de 5 años, de los estándares de las variables del proceso de producción del bombón, ya que es probable que estas cambien debido al deterioro de la maquinaria y de la mejora que puedan proveer las materias primas.
5. Realizar pruebas teóricas esporádicamente a los operarios involucrados en la producción de bombón, para corroborar que mantienen claro el nuevo sistema de control de los estándares de las variables de producción.



## BIBLIOGRAFÍA

1. AQUINO POLICARPIO, Joel Antonio. *Estandarización del proceso de producción por medio de validación de maquinaria y equipo para lograr una reducción de desperdicio de materia prima en una industria acerera*. Trabajo de graduación Ing. Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, 2013.190 p.
2. CLAVIJO VILLACÍS, Grace Alexandra y TORRES BONILLA, Johanna Gabriela. *Propuesta de mejora del sistema de producción mediante la reducción de desperdicios en los procesos de fabricación de sólidos orales en un Laboratorio Farmacéutico Local*. Trabajo de graduación Ing. Industrial, Facultad de Ciencia e Ingeniería, Universidad San Francisco de Quito. Ecuador 2012.237 p.
3. GAITHER, Norman y FAIZER, Greg. *Administración de Producción y Operaciones*. 8a ed. México: Thomson, 2000.669 p.
4. GOMAR ESTRADA, Karen. *Manual de Acciones Correctivas y Preventivas de producto troquelado, envoltura y envase*. 1a ed. Guatemala: Capsa, 2010.110 p.

5. LÓPEZ AGUILAR, Marvin Ottoniel. *Disminución del desperdicio y su cuantificación en el proceso de elaboración de cartón corrugado en la empresa Cajas y Empaques de Guatemala S.A.* Trabajo de graduación Ing. Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.2007.110 p.
6. NIEBEL, Benjamín y FREIVALDS, Andris. *Ingeniería Industrial, Métodos, estándares y diseño del trabajo.*11a ed. España: Alfaomega, 2009. 744 p.
7. QUEME PEÑA, Jorge Luis. *Propuesta para la reducción de los desperdicios de empaque y materia prima y mejora de la eficiencia de la planta de producción de Industrias Ricks S.A.* Trabajo de graduación Ing. Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. 2015. 238 p.
8. RAMÍREZ GÓMEZ, María Magdalena. OROZCO SÁNCHEZ, Norma Estela. *Confitería de lo artesanal a la tecnología.*2a. ed. México: UAA, 2011. 272 p.
9. STRICKER OCHOA, Daniela. *Incremento de la productividad a través de la reducción de desperdicio, en el área de impresión de una empresa litográfica.*Trabajo de Graduación Ing. Industrial. Facultad de Ingeniería,Universidad de San Carlos de Guatemala. 2008. 174 p.

## APÉNDICES

El análisis que se realizó en la página 66, de la medición del porcentaje del producto no conforme en las líneas de bombón después de haber implementado la propuesta se basa en los siguientes datos.

### Apéndice 1

	Mes 0		
	Kg Troquelados	Kg Recorte	Porcentaje de Recorte
Línea 1	147804,8	5460,8	3,7
Línea 2	105548,8	6196,6	5,9
Línea 3	157504,8	6497,4	4,1
Línea 4	166836,8	5091,2	3,1
Totales	577695,2	23246	4,0

Fuente: elaboración propia

Mes 1		
Kg Troquelados	Kg Recorte	Porcentaje de Recorte
213995,2	4382,5	2,0
159446,4	4358,9	2,7
42623,4	1250,8	2,9
67529,6	1875,6	2,8
483594,6	11867,8	2,5

Fuente: elaboración propia

Continuación apéndice 1

Mes 2		
Kg Troquelados	Kg Recorte	Porcentaje de Recorte
116 857,6	2 416,5	2,1
203 273,8	4 369,4	2,1
199 122	3 943,4	2,0
171 702	3 789,9	2,2
690 955,4	14 519,2	2,1

Fuente: elaboración propia

Mes 3		
Kg Troquelados	Kg Recorte	Porcentaje de Recorte
89 193,6	2 392,7	2,7
222 284,8	4 521,7	2,0
164 278,4	3 758,9	2,3
221 282,8	4 703,6	2,1
697 039,6	15 376,9	2,2

Fuente: elaboración propia

Mes 4		
Kg Troquelados	Kg Recorte	Porcentaje de Recorte
223 844,8	4 479,1	2,0
240 524,0	4 880,0	2,0
234 758,4	5 707,9	2,4
223 844,0	4 989,2	2,2
922 971,2	20 056,2	2,2

Fuente: elaboración propia

Continuación apéndice 1

Mes 5		
Kg Troquelados	Kg Recorte	Porcentaje de Recorte
166 428,2	3 033,2	1,8
231 940,8	4 584,2	2,0
138 650,4	2 433,0	1,8
209 442,1	4 153,6	2,0
746 461,5	14 204,0	1,9

Fuente: elaboración propia

Mes 6		
Kg Troquelados	Kg Recorte	Porcentaje de Recorte
153 237,5	2 910,0	1,9
157 218,4	3 063,8	1,9
149 684,1	4 129,5	2,8
175 468,4	3 108,9	1,8
635 608,4	13 212,2	2,1

Fuente: elaboración propia

