



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Ingeniería en Industrias Agropecuarias y Forestales

**MEDICIÓN DEL PESO NETO DEL CUBITO DE POLLO ELABORADO CON  
GRASA FUNDIDA EN NESTLÉ FÁBRICA-ANTIGUA**

**Walter Ignacio Morales Batz**

Asesorado por la Inga. Sigrid Alitza Calderón de León de León

Guatemala, agosto de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MEDICIÓN DEL PESO NETO DEL CUBITO DE POLLO ELABORADO CON  
GRASA FUNDIDA EN NESTLÉ FÁBRICA-ANTIGUA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**WALTER IGNACIO MORALES BATZ**

ASESORADO POR LA INGA. SIGRID ALITZA CALDERÓN DE DE LEÓN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO EN INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES**

GUATEMALA, AGOSTO DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Veliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

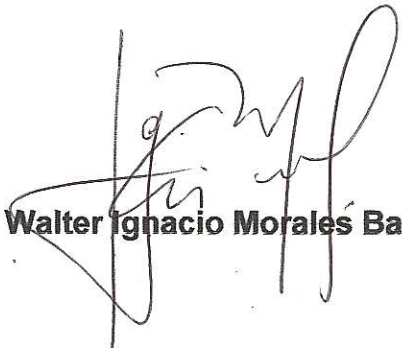
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón De de León
EXAMINADOR	Lic. Roberto Enrique Flores Morales
EXAMINADOR	Ing. Fredy Aroldo Gramajo Orellana
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **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:

### **MEDICIÓN DEL PESO NETO DEL CUBITO DE POLLO FABRICADO CON GRASA FUNDIDA EN NESTLÉ FÁBRICA-ANTIGUA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Industrial, con fecha septiembre de 2011.



**Walter Ignacio Morales Batz**



Guatemala, 30 de octubre de 2013.  
REF.EPS.DOC.1187.10.13

Ingeniero  
José Mario Saravia  
Coordinador de la Carrera Ingeniería en  
Industrias Agropecuarias y Forestales  
Facultad de Agronomía.

Estimado ingeniero Saravia.


Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería en Industrias Agropecuarias y Forestales, **Walter Ignacio Morales Batz**, Carné No. **200517629** procedí a revisar el informe final, cuyo título es **MEDICIÓN DEL PESO NETO DEL CUBITO DE POLLO ELABORADO CON GRASA FUNDIDA EN NESTLÉ FÁBRICA-ANTIGUA.**

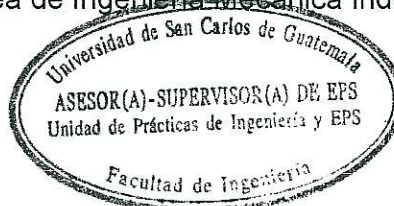
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

  
Inga. Sigris Alitza Calderón de León  
**Asesora-Supervisora de EPS**  
Área de Ingeniería-Mecánica Industrial



SACdL/ra



Guatemala, 30 de octubre de 2013.  
REF.EPS.D.785.10.13

Ingeniero  
César Ernesto Urquizú Rodas  
Director  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ing. Urquizú Rodas.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **“MEDICIÓN DEL PESO NETO DEL CUBITO DE POLLO ELABORADO CON GRASA FUNDIDA EN NESTLÉ FÁBRICA-ANTIGUA”** que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Walter Ignacio Morales Batz** quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Sigrid Alitza Calderón de León.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora-Supervisora de EPS, en mi calidad Director, apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
“Id y Enseñada a Todos”

Ing. Juan Merck Cos  
Director Unidad de EPS

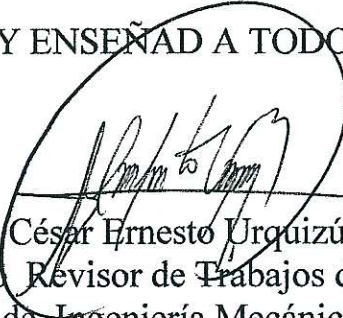


JMC/ra



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **MEDICIÓN DEL PESO NETO DEL CUBITO DE POLLO ELABORADO CON GRASA FUNDIDA EN NESTLÉ FÁBRICA-ANTIGUA**, presentado por la estudiante universitaria **Walter Ignacio Morales Batz**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, noviembre de 2013.

/mgp




FACULTAD DE INGENIERIA

REF.DIR.EMI.078.014

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 **MEDICIÓN DEL PESO NETO DEL CUBITO DE POLLO ELABORADO CON GRASA FUNDIDA EN NESTLÉ FÁBRICA-ANTIGUA**, presentado por el estudiante universitario **Walter Ignacio Morales Batz**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
DIRECTOR  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, mayo de 2014.

/mgp



Universidad de San Carlos  
de Guatemala




Facultad de Ingeniería  
Decanato

DTG. 242.2014

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: **MEDICIÓN DEL PESO NETO DEL CUBITO DE POLLO ELABORADO CON GRASA FUNDIDA EN NESTLÉ FÁBRICA-ANTIGUA**, presentado por el estudiante universitario **Walter Ignacio Morales Batz**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olympo Paiz Reñinos  
Decano

Guatemala, 22 de mayo de 2014



/gdech

## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **Dios y Virgen María**

Por permitirme llegar a este momento y poder compartirlo con mis padres y hermanos.

### **Mis padres**

Ana María Batz y Rodrigo Ismael Morales, que me han guiado a lo largo de mi vida y quienes han dado todo en su vida para que otros alcancemos nuestros sueños.

### **Mi hermana**

Ana Fabiola Morales Batz, no tuvimos la oportunidad de conocerte, pero me dejaste una parte de ti en la cuna de mamá. Siempre te pienso y te siento conmigo.

### **Mis hermanos**

Marvin Rodrigo, Alex Mauricio y Mario José Morales Batz, por nuestro amor tácito e incondicional.

### **Mis sobrinas**

Melissa y Sofía Morales Búcaro, cuya singular alegría ilumina nuestro hogar y corazones y para quienes espero ser un ejemplo a seguir.

### **Mis abuelos**

María Gómez, Rodrigo Morales, María Rosa García y Roberto Batz, de quienes su historia ha sido ejemplo y motivación. Que este momento sea una flor sobre sus tumbas.

**Mis tíos y primos**

En especial a Fray Mario Batz y Leticia Morales, su recuerdo y consejos los llevo guardados en mi corazón.

**Mis amigos**

En especial a Edin Mendizabal, Flavio Pinto y Vicente Galvez, con quienes inicié este viaje y a Pedro García, Paulo Castellanos y Ximena López que me han dado desinteresadamente su amistad.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Dios y Virgen María</b>	Por iluminarme y darme fuerzas a lo largo de la carrera.
<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por formarme como profesional.
<b>Facultad de Ingeniería, Facultad de Agronomía y Escuela Nacional Central de Agricultura</b>	Por la unión de esfuerzos y recursos para poder brindar la oportunidad de generar el convenio de estudio para Ingeniería Agroindustrial.
<b>Mis padres</b>	Por los esfuerzos de toda su vida, por sus consejos y siempre darme su mano para apoyarme en las adversidades.
<b>Mis hermanos</b>	Por la unión de sus esfuerzos, por sus ejemplos y apoyo.
<b>Mi hermana</b>	Gracias por escucharme y caminar conmigo, donde quiera que estés.
<b>Nestlé Fábrica Antigua</b>	Por darme la oportunidad de realizar mi proyecto de graduación. En especial a Oscar Sulecio, Andrea Pereira y Fabrizia Orozco por su apoyo y consejos.



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XIII
GLOSARIO .....	XV
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN .....	XXI
1. INFORMACIÓN GENERAL DE NESTLÉ FÁBRICA ANTIGUA.....	1
1.1. Descripción de Nestlé.....	1
1.2. Actividad a la que se dedica .....	1
1.3. Misión .....	2
1.4. Visión.....	3
1.5. Estructura organizacional .....	3
1.6. Ubicación de Nestlé Fábrica Antigua.....	4
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL .....	7
2.1. Marco referencial.....	8
2.1.1. Tecnología de los sólidos .....	8
2.1.2. Control de calidad en procesos .....	11
2.2. Diagnóstico de la situación actual del peso neto del cubito de pollo fabricado con grasa en polvo.....	12
2.2.1. Descripción del proceso de fabricación del cubito de pollo.....	12
2.2.2. Medición del peso neto del cubito de pollo en masas fabricadas con grasa en polvo .....	23

2.2.3.	Elaboración de diagramas de control para el peso neto del cubito de pollo.....	31
2.2.4.	Análisis de la problemática.....	53
2.3.	Control del cambio a uso de la grasa fundida en el proceso de fabricación de cubito de pollo .....	83
2.3.1.	Control de la humedad en masas fabricadas con grasa fundida.....	88
2.3.2.	Control del peso neto del cubito en masas fabricadas con grasa fundida .....	95
2.4.	Análisis del impacto que se obtuvo en el cambio de uso de grasa en polvo por uso de grasa fundida para la fabricación de cubito de pollo.....	106
2.4.1.	Comparación del contenido de humedad en masas de cubito de pollo fabricadas con grasa en polvo y masas fabricadas con grasa fundida.....	106
2.4.2.	Comparación del peso neto del cubito de pollo fabricado con grasa en polvo y cubito de pollo fabricado con grasa fundida .....	108
2.4.3.	Análisis comparativo del tiempo de paros en las líneas de prensado de cubito de pollo con masas fabricadas con grasa en polvo y masas fabricadas con grasa fundida .....	111
2.5.	Verificación del análisis HACCP para el cambio en el uso de grasa fundida dentro del proceso de fabricación del cubito de pollo .....	114
2.5.1.	Aplicación del sistema HACCP .....	115
2.6.	Medición de la fluidez de las masas de deshidratados culinarios.....	122

3.	FASE DE INVESTIGACIÓN .....	129
3.1.	Diagnóstico del consumo de energía en Nestlé Fábrica Antigua .....	129
3.2.	Propuesta de estrategias para el ahorro de energía en Nestlé Fabrica-Antigua .....	132
3.3.	Plan de Ahorro Energético.....	134
4.	FASE DE DOCENCIA .....	137
4.1.	Capacitaciones recibidas como apoyo a la realización del Ejercicio Profesional Supervisado .....	138
4.2.	Capacitaciones realizadas en función de las necesidades identificadas por la empresa.....	138
	CONCLUSIONES .....	143
	RECOMENDACIONES.....	145
	BIBLIOGRAFÍA.....	147
	ANEXOS.....	149





## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Organigrama de Nestlé Fábrica Antigua .....	4
2.	Mapa de ubicación de Nestlé Fábrica Antigua .....	5
3.	Vista panorámica del área de Dosimetría .....	13
4.	Tolvas de trasiego de materias primas.....	14
5.	Sistema de tolvas que alimentan la mezcladora .....	14
6.	Mezcladora del centro de mezclas.....	15
7.	Recepción de masas en centro de mezclas.....	16
8.	Acondicionamiento de Big Bags de cubito de pollo.....	17
9.	Prensas de cubito de pollo .....	17
10.	Diagrama de flujo de proceso del cubito de pollo.....	19
11.	Diagrama de flujo de proceso de la grasa en polvo .....	21
12.	Diagrama de control de promedios para el peso neto del cubito de pollo en la prensa Rosse 2 fabricado con grasa en polvo .....	37
13.	Diagrama de control de desviaciones para el peso neto del cubito de pollo en la prensa Rosse 2 fabricado con grasa en polvo.....	38
14.	Diagrama de control de promedios para el peso neto del cubito de pollo en la prensa Rosse 3 fabricado con grasa en polvo .....	39
15.	Diagrama de control de desviaciones para el peso neto del cubito de pollo en la prensa Rosse 3 fabricado con grasa en polvo.....	40
16.	Diagrama de control de promedios para el peso neto del cubito de pollo en la prensa Bonals 4 fabricado con grasa en polvo .....	41

17.	Diagrama de control de desviaciones para el peso neto del cubito de pollo en la prensa Bonals 4 fabricado con grasa en polvo .....	42
18.	Diagrama de control de promedios para el peso neto del cubito de pollo en la prensa Rosse 5 fabricado con grasa en polvo.....	43
19.	Diagrama de control de desviaciones para el peso neto del cubito de pollo en la prensa Rosse 5 fabricado con grasa en polvo .....	44
20.	Diagrama de control de promedios para el peso neto del cubito de pollo en la prensa Fette 6 fabricado con grasa en polvo.....	45
21.	Diagrama de control de desviaciones para el peso neto del cubito de pollo en la prensa Fette 6 fabricado con grasa en polvo .....	46
22.	Formato de entrevista realizada a los operadores de prensas de cubito de pollo.....	54
23.	Distribución de las opiniones sobre la presencia de problemas por sobrepeso en cubito de pollo.....	56
24.	Coincidencia de opinión acerca de posibles causas que generan el problema de sobrepeso en el cubito de pollo.....	57
25.	Coincidencia de opinión acerca de posibles causas que generan el problema de sobrepeso en el cubito de pollo.....	58
26.	Diagrama de 6 M's para la falta de homogeneidad en masas de cubito de pollo.....	59
27.	Diagrama de 6 M's para la presencia de masas grasosas .....	60
28.	Comportamiento del índice de granulometría de la grasa en polvo .....	66
29.	Diagrama de control de promedios para el índice de granulometría de grasa en polvo .....	70
30.	Diagrama de control de rangos para el índice de granulometría de grasa en polvo .....	71

31.	Termobalanzas usadas para determinar el porcentaje de humedad de las muestras de masas.....	73
32.	Comportamiento del porcentaje de contenido de humedad de masas de cubito de pollo fabricadas con grasa en polvo .....	76
33.	Diagrama de individuales para el porcentaje de contenido de humedad de masas de cubito de pollo fabricadas con grasa en polvo.....	80
34.	Diagrama de rangos para el porcentaje de contenido de humedad de masas de cubito de pollo fabricadas con grasa en polvo.....	81
35.	Diagrama de flujo del cubito de pollo fabricado con grasa fundida .....	84
36.	Diagrama de flujo de proceso de grasa fundida .....	86
37.	Comportamiento del porcentaje de contenido de humedad de masas de cubito de pollo fabricadas con grasa fundida.....	91
38.	Diagrama de control de individuales para el porcentaje de humedad en masas de cubito de pollo fabricadas con grasa fundida .....	93
39.	Diagrama de control de rangos para el porcentaje de humedad en masas de cubito de pollo fabricadas con grasa fundida.....	94
40.	Diagrama de control de promedios para el peso neto del cubito de pollo en la prensa Bonals 4 fabricado con grasa fundida .....	100
41.	Diagrama de control de desviaciones para el peso neto del cubito de pollo en la prensa Bonals 4 fabricado con grasa fundida .....	101
42.	Diagrama de control de promedios para el peso neto del cubito de pollo en la prensa Fette 6 fabricado con grasa fundida.....	103
43.	Diagrama de control de desviaciones para el peso neto del cubito de pollo en la prensa Fette 6 fabricado con grasa fundida .....	104

44.	Variación en el contenido de humedad de las masas de cubito de pollo al realizar el cambio de uso grasa en polvo a uso de grasa fundida .....	107
45.	Paros en las líneas de prensado relacionados a la calidad del semielaborados durante el periodo de las evaluaciones .....	112
46.	Resumen de la verificación del sistema HACCP .....	122
47.	Fluidometro de embudos .....	123
48.	Comportamiento del consumo de energía en Nestlé Fábrica Antigua en los últimos años .....	130
49.	Costo del kWh para Nestlé Fábrica Antigua en los últimos años.....	131
50.	Gasto por concepto de energía en Nestlé Fábrica Antigua en los últimos años.....	132
51.	Anverso del trifolio informativo elaborado para los contratistas de Nestlé Fábrica Antigua.....	139
52.	Reverso del trifolio informativo elaborado para los contratistas de Nestlé Fábrica Antigua.....	140

## TABLAS

I.	Demostración del cálculo de promedio, desviación estándar y rango en las mediciones realizadas del peso neto del cubito de pollo .....	25
II.	Mediciones de peso neto de cubito de pollo realizadas en la prensa Rosse 2 con masas fabricadas con grasa en polvo .....	26
III.	Mediciones de peso neto de cubito de pollo realizadas en la prensa Rosse 3 con masas fabricadas con grasa en polvo .....	27
IV.	Mediciones de peso neto de cubito de pollo realizadas en la prensa Bonals 4 con masas fabricadas con grasa en polvo .....	28

V.	Mediciones de peso neto de cubito de pollo realizadas en la prensa Rosse 5 con masas fabricadas con grasa en polvo .....	29
VI.	Mediciones de peso neto de cubito de pollo realizadas en la prensa Fette 6 con masas fabricadas con grasa en polvo .....	30
VII.	Demostración del cálculo de los límites de control para los diagramas de control de promedios .....	33
VIII.	Demostración del cálculo de los límites de control para los diagramas de control de desviaciones .....	34
IX.	Límites de control para los diagramas de control de promedios del peso neto en las prensas de cubito de pollo.....	35
X.	Límites de control para los diagramas de control de desviaciones del peso neto en las prensas de cubito de pollo.....	35
XI.	Demostración del cálculo del índice de capacidad del proceso para el peso neto del cubito de pollo .....	50
XII.	Demostración del cálculo del índice de capacidad real del proceso para el peso neto del cubito de pollo .....	51
XIII.	Valores de Cp y Cpk del proceso de prensado de cubito de pollo con masas fabricadas con grasa en polvo .....	52
XIV.	Demostración del cálculo del Índice de granulometría en la grasa en polvo.....	64
XV.	Mediciones realizadas del índice de granulometría en grasa en polvo .....	65
XVI.	Demostración del cálculo de límites para los diagramas de control del índice de granulometría de grasa en polvo.....	69
XVII.	Histórico del contenido de humedad (porcentaje) de masas de cubito de pollo fabricadas con grasa en polvo.....	75
XVIII.	Demostración del cálculo de límites para el diagrama de individuales para el contenido de humedad en masas de cubito de pollo.....	78

XIX.	Demostración del cálculo de límites para el diagrama de rangos para el contenido de humedad en masas de cubito de pollo .....	79
XX.	Contenido de humedad (porcentaje) de masas de cubito de pollo con grasa fundida.....	90
XXI.	Demostración del cálculo de los límites para el diagrama de individuales del contenido de humedad de masas fabricadas con grasa fundida .....	92
XXII.	Demostración del cálculo de los límites para el diagrama de rangos del contenido de humedad de masas fabricadas con grasa fundida .....	92
XXIII.	Mediciones de peso neto de cubito de pollo realizadas en la prensa Bonals 4 con masas fabricadas con grasa fundida.....	96
XXIV.	Mediciones de peso neto de cubito de pollo realizadas en la prensa Fette 6 con masas fabricadas con grasa fundida.....	97
XXV.	Límites de control para los diagramas de control de promedio del peso neto en las prensas de cubito de pollo .....	98
XXVI.	Límites de control para los diagramas de control de desviaciones del peso neto en las prensas de cubito de pollo .....	98
XXVII.	Valores de Cp y Cpk del proceso de prensado de cubito de pollo con masas fabricadas con grasa fundida.....	105
XXVIII.	Resultados obtenidos del control del peso neto del cubito de pollo fabricado con grasa en polvo y grasa fundida en la prensa Bonals 4 .....	108
XXIX.	Resultados obtenidos del control del peso neto del cubito de pollo fabricado con grasa en polvo y grasa fundida en la prensa Fette 6.....	109
XXX.	Resultado de los tiempos de paro promedio realizados en la prensa Bonals 4 durante el periodo de las evaluaciones .....	113

XXXI.	Resultado de los tiempos de paro promedio realizados en la prensa Fette 6 durante el periodo de las evaluaciones .....	113
XXXII.	Resultados promedios de las pruebas de fluidez en masas de cubito de pollo utilizando el procedimiento del PTC de Nestlé .....	126
XXXIII.	Resultados promedios de las pruebas de fluidez en masas de cubito de pollo modificando el procedimiento del PTC de Nestlé .....	126
XXXIV.	Plan de ahorro energético .....	135





## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>A/C</b>	Aire acondicionado
<b>EI</b>	Especificación inferior
<b>ES</b>	Especificación superior
<b>°C</b>	Grados centígrados
<b>Cp</b>	Índice de capacidad de proceso
<b>Cpk</b>	Índice de capacidad de proceso real
<b>kWh</b>	Kilovatio hora
<b>LCI</b>	Límite de control inferior
<b>LCS</b>	Límite de control superior
<b>LPP</b>	Lección punto punto
<b>mm</b>	Milímetros
<b>%</b>	Porcentaje
<b>GTQ</b>	Quetzales



## GLOSARIO

<b>Big Bag</b>	Nombre que se le da a los sacos con capacidad de 700 kilos utilizados para la recepción de las masas de cubito de pollo. También es comúnmente utilizado como unidad de medida de número de masas producidas.
<b>Culinarios deshidratados</b>	Comúnmente denominados caldos o consomés, cuya presentaciones son en polvo y se encuentran listos para el consumo humano luego de fabricarse.
<b>Fluidometro</b>	Dispositivo utilizado para la medición de la fluidez de polvos.
<b>Grasocidad</b>	Término utilizado dentro de la empresa para definir el aspecto brillante y formación de grumos en la masa a consecuencia del uso de grasa vegetal en polvo.
<b>HACCP</b>	Acrónimo inglés para Hazard Analysis and Critical Control Point (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control).
<b>Masa</b>	Término de uso popular utilizado como sinónimo de semielaborado. Es utilizado popularmente como unidad de medida de producción.

<b>Matriz de la masa</b>	Forma en que se distribuyen y se adhieren los ingredientes de la masa al momento del mezclado.
<b>PCC</b>	Punto Crítico de Control.
<b>Semielaborado</b>	Término oficial del producto obtenido del mezclado de los ingredientes que conforman la receta de cualquiera de los productos elaborados en Nestlé Fábrica Antigua.
<b>Termobalanza</b>	Dispositivo utilizado para determinar el agua contenida (como % de humedad) en una muestra de materia orgánica.

## **RESUMEN**

El presente documento de graduación detalla las actividades realizadas como parte del Ejercicio Profesional Supervisado realizado en la planta de alimentos Nestlé Fabrica Antigua.

Dentro de la fase de servicio técnico profesional se presenta el control realizado sobre el proceso de fabricación del cubito de pollo al momento de cambiar el uso de grasa en polvo por el uso de grasa fundida en el proceso de fabricación. Dicho control se realizó desde un enfoque estadístico, utilizando herramientas de control de calidad de procesos, estableciendo que el uso de la grasa fundida beneficia el proceso de producción del cubito de pollo.

Dentro de la fase de investigación se plantea una propuesta de buenas prácticas para el ahorro de consumo de energía eléctrica dentro de la empresa, encaminada a la promoción del desarrollo de estrategias bajo el concepto de Producción más Limpia.

Finalmente, en la fase de docencia se detallan las capacitaciones tanto recibidas como realizadas en función de las necesidades que la empresa presentó.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Medir el peso neto del cubito de pollo durante el cambio de uso de grasa en polvo a grasa fundida.

### **Específicos**

1. Comparar el peso neto del cubito de pollo fabricado con grasa en polvo y con grasa fundida a través del uso de herramientas estadísticas.
2. Elaborar los diagramas de flujo del proceso de fabricación de cubito de pollo con grasa en polvo y grasa fundida.
3. Evaluar el impacto del uso de grasa fundida en la fabricación del cubito de pollo a través del índice de capacidad de proceso.
4. Verificar el análisis HACCP para el cambio al uso de grasa fundida.
5. Evaluar la aptitud que presenta el fluidometro de embudos para medir la fluidez de las masas de cubito de pollo.
6. Realizar capacitaciones al personal de acuerdo a las necesidades que manifieste la empresa.



7. Desarrollar una propuesta para ahorro de consumo de energía eléctrica.

## INTRODUCCIÓN

Este informe describe las actividades realizadas en Nestlé Fábrica Antigua como parte del desarrollo del Ejercicio Profesional Supervisado de la carrera de Ingeniería en Industrias Agropecuarias y Forestales. El detalle de las actividades realizadas se dividió en tres fases.

En la fase de servicio técnico profesional, se identificó la necesidad de realizar el control del peso neto del cubito de pollo durante el cambio del uso de grasa vegetal en polvo al uso de grasa vegetal fundida, y así poder determinar el impacto que se obtiene. El cambio se dio debido a que en los últimos años la empresa identificó una oportunidad de mejora al reducir la sobredosis en el cubito de pollo usando grasa vegetal en estado fundido.

Como resultado se realizó una comparación del peso neto obtenido en cubitos fabricados con grasa en polvo y el peso neto de cubitos fabricados con grasa fundida que estima una notable mejoría en la reducción del peso neto, así como otros beneficios ligados al proceso de prensado del cubito.

En la segunda fase, de investigación, se desarrollaron una serie de prácticas de carácter cultural cuyo objetivo es promover el ahorro de consumo de energía eléctrica bajo el concepto de Producción más Limpia, esta fase fue planteada como una propuesta para la empresa.

Finalmente, en la tercera fase, se listan las capacitaciones realizadas al personal de la empresa. Las capacitaciones fueron realizadas con base en los

procedimientos utilizados en la empresa, en donde la mayoría de estas fueron a través de las lecciones punto punto.

# **1. INFORMACIÓN GENERAL DE NESTLÉ FÁBRICA ANTIGUA**

En la primera parte se presenta una breve descripción de la empresa, la actividad que realiza dentro de la industria, misión y visión.

## **1.1. Descripción de Nestlé**

Nestlé Fábrica Antigua es una empresa de carácter privada, forma parte de la compañía Nestlé S.A. una empresa transnacional, líder en la elaboración de productos alimenticios. En la actualidad, está presente en los cinco continentes y en más de sesenta países. Por esta razón toda la información aquí presentada, ha sido limitada por concepto de confidencialidad por parte de Nestlé S. A.<sup>1</sup>

## **1.2. Actividad a la que se dedica**

Nestlé Guatemala S. A. Fábrica Antigua, es una empresa que se desenvuelve dentro del mercado de la elaboración de productos alimenticios, partiendo de una visión global de llevar al consumidor alimentos de alta calidad y valor agregado a precios competitivos, Nestlé Fábrica Antigua se enfoca principalmente en el área de productos culinarios deshidratados.

Fábrica Antigua se fundó en 1969, iniciando operaciones con el llenado de cubitos y sopas, para estos procesos el semielaborado se adquiría de Suiza. Para 1977, se inicia la fabricación de cereales. En la década de los 80 con un aumento progresivo de la capacidad de producción de culinarios, Fábrica

---

<sup>1</sup> Ing. Oscar Sulecio, jefe de producción, 12-10-11

Antigua se constituye en el mayor proveedor de la marca en Centroamérica, incluyendo dentro de los procesos de producción el deshidratado de la mayoría de sus materias primas.

Para el 2000 Nestlé Fábrica Antigua se consolida con la exportación de productos culinarios a México, USA y el Caribe. Cerrando las operaciones de las líneas de producción de cereales y focalizándose únicamente en la producción de culinarios deshidratados.

En la actualidad Nestlé Fábrica Antigua funciona exclusivamente como un centro de mezclas y envasado de los productos culinarios deshidratados, dentro de sus líneas de producción se encuentran, cubitos, sazónadores, sopas y tabletas blandas deshidratadas. Teniendo un 60 % de la producción total para consumo en Centroamérica y un 40 % para exportación a otros países<sup>2</sup>.

### **1.3. Misión**

“Somos una unidad de negocio que desarrolla y fabrica productos culinarios deshidratados que satisfacen las expectativas de clientes y consumidores: productos de calidad, seguros, saludables, fáciles de preparar y a un costo competitivo, en cumplimiento de las normas y estándares locales e internacionales de inocuidad, seguridad y medio ambiente en beneficio de nuestros empleados, sociedad y compañía”<sup>3</sup>.

---

<sup>2</sup> Ing. Oscar Sulecio, jefe de producción, 14-10-11.

<sup>3</sup> Factory Folder de Nestlé Fábrica Antigua, 14-10-11.

#### **1.4. Visión**

“Ser reconocida la fábrica líder a nivel mundial en el desarrollo y fabricación de productos culinarios nutritivos saludables y de bienestar a través de la excelencia operativa en un entorno de aprendizaje continuo, creando valor compartido y desarrollo sostenible”<sup>4</sup>.

#### **1.5. Estructura organizacional**

La estructura de la empresa está dividida por departamentos, la cual a la vez se puede clasificar como funcional, en donde el nivel más alto está representado por la gerencia de la empresa.

A través de este tipo de estructura organizacional se puede mencionar que se tienen las siguientes ventajas:

- Es una forma organizacional de fácil entendimiento
- Se identifican y asignan responsabilidades de forma clara
- Reduce la duplicación de esfuerzos

Dentro de las desventajas se pueden mencionar:

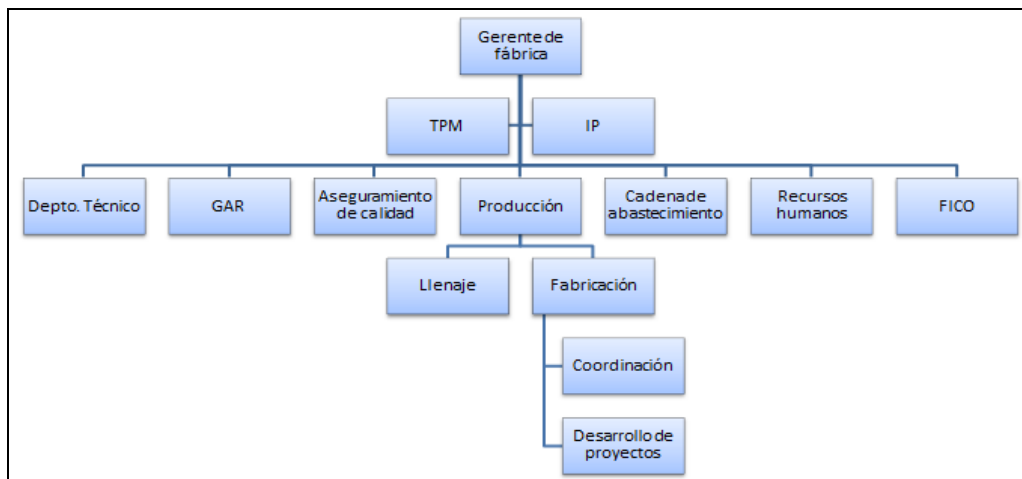
- Generalmente las personas se preocupan únicamente por el trabajo que les corresponde y no así por el producto o servicio en general que el departamento provee.
- Las personas que realizan distintas funciones se encuentran separadas unas de otras, lo que dificulta la fluidez de la coordinación de actividades.

---

<sup>4</sup>Factory Folder de Nestlé Fábrica Antigua, 14-10-11.

A continuación se presenta un organigrama general de la estructura organizacional de Nestlé Fábrica Antigua.

Figura 1. **Organigrama de Nestlé Fábrica Antigua**

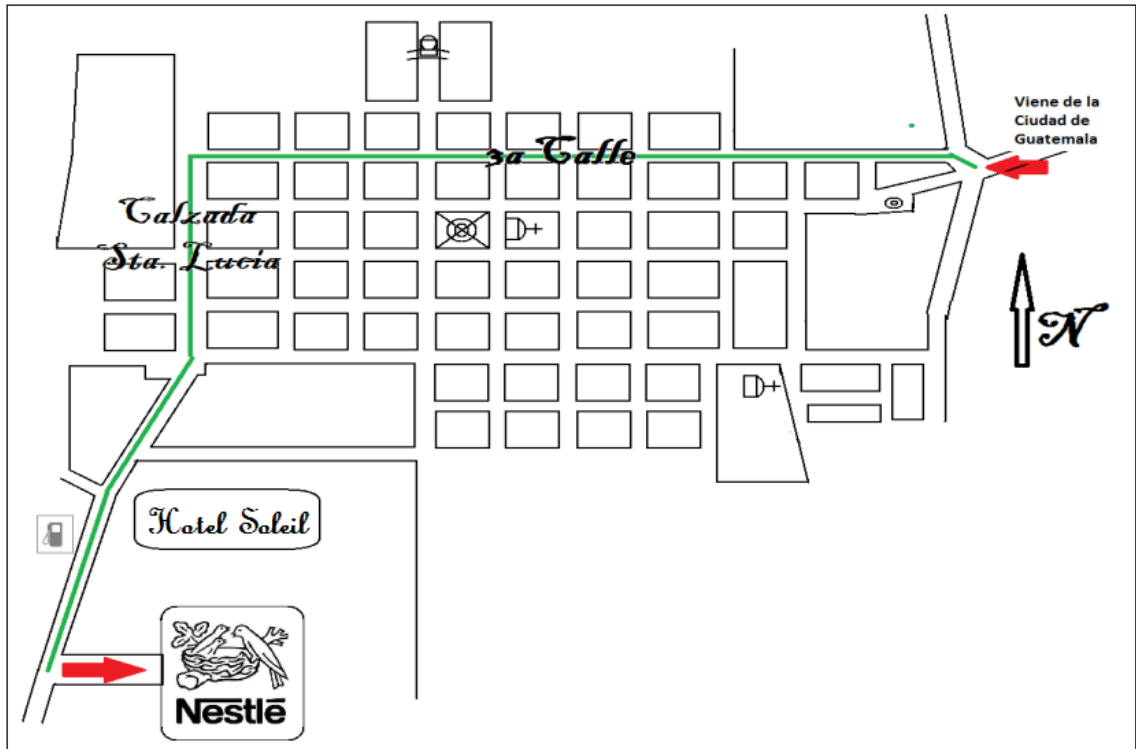


Fuente: Factory Folder de Nestlé Fábrica Antigua.

## 1.6. Ubicación de Nestlé Fábrica Antigua

Nestlé Fábrica Antigua se encuentra en el km 46.5 carretera a Ciudad Vieja, en Antigua Guatemala, Sacatepéquez.

Figura 2. Mapa de ubicación de Nestlé Fábrica Antigua



Fuente: elaboración propia, con programa de Paint.





## **2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL**

A continuación se presenta la fase del servicio técnico profesional, la cual contiene la parte principal de este documento. Por medio de la recopilación de información y aplicación de herramientas adquiridas a lo largo de la carrera se realizó el control del cambio del uso de grasa en polvo por uso de grasa fundida en la elaboración del cubito de pollo. El control se enfocó al peso neto del cubito, por lo que para este caso se decidió realizar un control de tipo estadístico sobre el proceso de prensado del cubito de pollo.

Para establecer el efecto que se obtuvo sobre el peso neto al momento de cambiar la presentación de la grasa, se presenta primeramente un marco teórico con información que sirve de referencia para entender de mejor manera los sólidos a granel (productos en polvo), los cuales son la presentación de las materias primas utilizadas en la elaboración de consomés tradicionales. Luego se presenta un diagnóstico de la situación del peso neto del cubito de pollo con masas elaboradas con grasa en polvo, posteriormente se realiza de nueva cuenta el análisis del estado proceso del prensado de cubito de pollo, con masas elaboradas con grasa fundida. Por último, se presenta la comparación entre los resultados obtenidos en ambas evaluaciones con el fin de determinar el efecto del cambio de grasa fundida por grasa en polvo sobre el peso neto del cubito de pollo.

## **2.1. Marco referencial**

A continuación, se presentan distintos conceptos teóricos que fueron estudiados con anterioridad al desarrollo del diagnóstico los cuales permitieron tener un mejor entendimiento del proceso de producción de cubito de pollo.

### **2.1.1. Tecnología de los sólidos**

Existen dos casos de importancia en el procesamiento de alimentos para el caso de materiales en el estado sólido: sólidos granulados o particulados y sólidos en trozos o piezas. Los sólidos particulados incluyen ingredientes finamente divididos (polvos), mientras que los sólidos en trozos son aquellos en formas definidas y discretas.

Debido a que la empresa se dedica a la elaboración de culinarios deshidratados (consomés), se identifica que las materias primas utilizadas dentro de los procesos tradicionales son en mayoría polvos.

- Forma, tamaño y distribución de polvos granulados

La forma y tamaño de las partículas juegan un papel importante en la elaboración de culinarios deshidratados, principalmente de productos prensados como el cubito de pollo. Ya que el tamaño de las partículas es el factor más importante en la estructura del polvo al ser compactado. Un aumento del tamaño de partícula generalmente conduce a un aumento de la compresibilidad para el volumen establecido.

Para el caso de la fabricación de culinarios deshidratados prensados, la forma en que se distribuyen las diferentes partículas de los ingredientes dentro de la masa permite tener una mejor resistencia de la masa al prensado.

- Fuerzas de adhesión en sólidos a granel

Las fuerzas de adhesión es una propiedad de la materia, en este caso de los polvos, de generar uniones entre partículas a través del contacto de las superficies. Los mecanismos de creación de las fuerzas de adhesión en los polvos son:

- Fuerzas de van der Waals (para el caso de granos finos, sólidos secos).
- Puentes de hidrógeno (para el caso de sólidos húmedos, presión capilar).

- Deformación plástica y deformación elástica

La deformación elástica ocurre cuando al sólido (polvos) se le aplica una carga y la deformación producto de la carga que se aplicó, desaparece completamente después que se retira la carga (generalmente no juega un papel muy importante en la tecnología de sólidos).

La deformación plástica ocurre cuando la tensión de la carga es suficiente para deformar de manera permanente el material. En sólidos a granel la deformación plástica hace referencia a la deformación del elemento sólido a causa del movimiento de las partículas unas contra otras.

- Humedad de las partículas

Cuando se habla de polvos, la humedad es uno de los factores de control más importante, ya que puede provocar dificultades para el manejo y transporte. El contenido de humedad en polvos dependerá de las características higroscópicas que presente cada uno de los mismos.

En cuanto a los problemas que pueden provocarse a causa del contenido de humedad es importante resaltar el efecto que la humedad provoca sobre las fuerzas de adhesión en los polvos, ya que afecta la acción de adhesión entre las partículas de los polvos.

- Fluidez de polvos

Flujo se define como el movimiento relativo de una mayor parte de las partículas entre un grupo de partículas, a lo largo de una superficie. Las características de flujo en los polvos a granel en la industria, como es el caso de la fabricación de culinarios deshidratados, tienen una alta importancia puesto que la manipulación, mezcla y procesamiento impactará las características del transporte de los mismos.

Lo más importante para el comportamiento del flujo de los sólidos a granel con respecto a la humedad son las fuerzas debido a los puentes de hidrogeno (humedad presente) y fuerzas de van der Waals (fuerza dominante en un polvo seco).

### **2.1.2. Control de calidad en procesos**

La evaluación del proceso consiste en aplicar el control de calidad al proceso de fabricación de un producto. Para ello se utilizan técnicas como el control estadístico de procesos que son aplicadas sobre muestras tomadas del producto.

- Cartas o diagramas de control

Las cartas de control son la herramienta más poderosa para analizar la variación en la mayoría de los procesos. Las cartas de control enfocan la atención hacia las causas especiales de variación cuando estas aparecen y reflejan la magnitud de la variación debida a las causas comunes.

Las causas comunes o aleatorias se deben a la variación natural del proceso. Las causas especiales o atribuibles son por ejemplo: un mal ajuste de máquina, errores del operador, defectos en materias primas. Se dice que un proceso está bajo Control Estadístico cuando presenta causas comunes únicamente. Cuando ocurre esto se tiene un proceso estable y predecible.

Cuando existen causas especiales el proceso está fuera de Control Estadístico; las gráficas de control detectan la existencia de estas causas en el momento en que se dan, lo cual permite tomar acciones al momento.

- Índices de capacidad de procesos

El índice de capacidad del proceso,  $cp$  y  $cpk$ , son cálculos estadísticos sobre la capacidad del proceso. La capacidad de un proceso para producir un resultado dentro de unos límites predefinidos ( $TS$ , tolerancia superior y  $TI$ ,

tolerancia inferior). El concepto de capacidad del proceso es solo válido para procesos que están sometidos a control estadístico. Este índice juega un papel fundamental en las plantas de producción a la hora de demostrar que un proceso es fiable y está bajo control.

## **2.2. Diagnóstico de la situación actual del peso neto del cubito de pollo fabricado con grasa en polvo**

A continuación se hace la presentación de la situación actual de cómo se encuentra el peso neto del cubito. Para esto, se utilizaron herramientas estadísticas y de control de procesos para determinar cuantitativamente el estado del proceso de prensado de los cubitos de pollo como producto final.

### **2.2.1. Descripción del proceso de fabricación del cubito de pollo**

El cubito de pollo es un culinario deshidratado, lo cual se puede definir, de acuerdo a la experiencia adquirida, como el producto que se obtiene del proceso de mezclado de distintos ingredientes deshidratados, que dan como resultado un polvo granulado y sazonado de intenso sabor y olor, listo para el consumo.

Actualmente el cubito de pollo es elaborado a través de un proceso de mezclado y prensado de materias primas, del cual, se resalta el uso de grasa vegetal en polvo como materia prima. A continuación se hace una breve descripción del proceso de fabricación de cubito de pollo, explicando de forma general cada uno de los procesos indicados en la figura 3.

- **Recepción de materias primas**

De forma general, la elaboración de los culinarios deshidratados, en este caso el cubito de pollo, consta de los ingredientes listados a continuación:

- Cristales (sales, azúcares)
- Harinas
- Grasas
- Especies, aromas y colorantes

Las materias primas son obtenidas a través de proveedores locales y extranjeros, los cuales están certificados en normas de calidad e inocuidad y a quienes Nestlé mantiene bajo constante control a través de auditorías.

- **Pesado de los ingredientes**

El pesado de los ingredientes se divide en dos fases, el pesado de los ingredientes llamados menores, ya que son ingredientes que no sobrepasan los 50 kilogramos (figura 4), y el pesado de los ingredientes mayores (figura 5).

**Figura 3. Vista panorámica del área de Dosimetría**



Fuente: Área de Dosimetría, Nestlé Fábrica Antigua.



Figura 4. **Tolvas de trasiego de materias primas**



Fuente: Área de Trasiegos, Nestlé Fábrica Antigua.

- **Adición de ingredientes**

Los ingredientes menores son agregados por gravedad a la mezcladora de forma manual mientras los ingredientes mayores son agregados a través de un sistema de tolvas, las cuales alimentan dos básculas en donde se realiza la dosificación de cada uno de los ingredientes, que posteriormente se descargan a la mezcladora.

Figura 5. **Sistema de tolvas que alimentan la mezcladora**



Fuente: tercer nivel de torre de mezclas, Nestlé Fábrica Antigua.

- Mezclado

Es realizado a través de una mezcladora a través del movimiento convectivo de los ingredientes realizado por la hélice en el interior de la misma.

Figura 6. **Mezcladora del centro de mezclas**



Fuente: segundo nivel de torre de mezclas, Nestlé Fábrica Antigua.

- Recepción de la masa

Luego del mezclado las masas de cubito de pollo son descargadas en Big Bags, los cuales son etiquetados y luego transportados al área de llenaje para posterior envasado.

Figura 7. **Recepción de masas en centro de mezclas**



Fuente: primer nivel de torre de mezclas, Nestlé Fábrica Antigua.

Cabe mencionar que al momento de recibir el semielaborado se toman muestras para el control de calidad de las masas, las variables que se evalúan son:

- Humedad: contenido de agua en el semielaborado.
  - Bacteriología: análisis microbiológico del semielaborado.
  - Degustación: evaluación sensorial del semielaborado.
- 
- Acondicionamiento de masas

En el caso del cubito de pollo, por ser una variedad prensada, los Big Bags son transportados de la torre de mezclas hacia una cámara de acondicionamiento a 15 °C. El período de acondicionamiento es de 24 horas para el posterior prensado y empaclado.

Figura 8. **Acondicionamiento de Big Bags de cubito de pollo**



Fuente: cámara de acondicionamiento de cubitos, Nestlé Fábrica Antigua.

- **Prensado**

La formación del cubo de pollo se realiza mediante máquinas prensadoras, la cuales constan de un disco que posee orificios de forma cúbica en donde es dosificada la masa y posteriormente es prensada por medio de pistones.

Figura 9. **Prensas de cubito de pollo**



Fuente: Área de llenaje, Nestlé Fábrica Antigua.

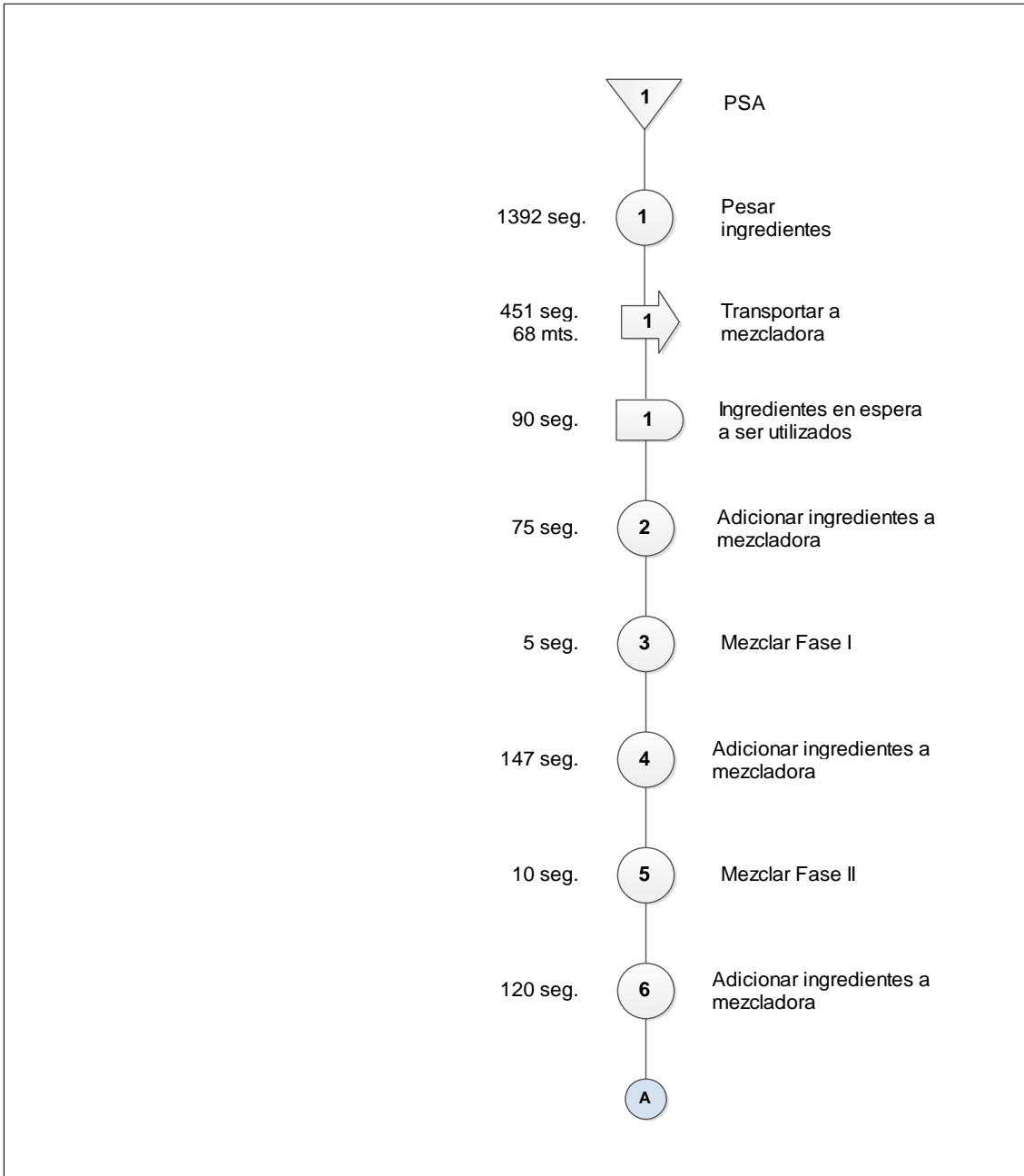
- Empacado

Inmediatamente después del prensado, una banda transporta el cubito hacia la plegadora, la cual a través de pequeños brazos mecánicos, coloca el laminado para empacar al cubito que luego de terminar de realizarle los dobleces necesarios, lo pasa a través de una selladora térmica para garantizar que el empaque no se abra o dañe.

A continuación se presentan los diagramas de flujo de proceso que resume de forma gráfica el proceso de fabricación de cubito de pollo.

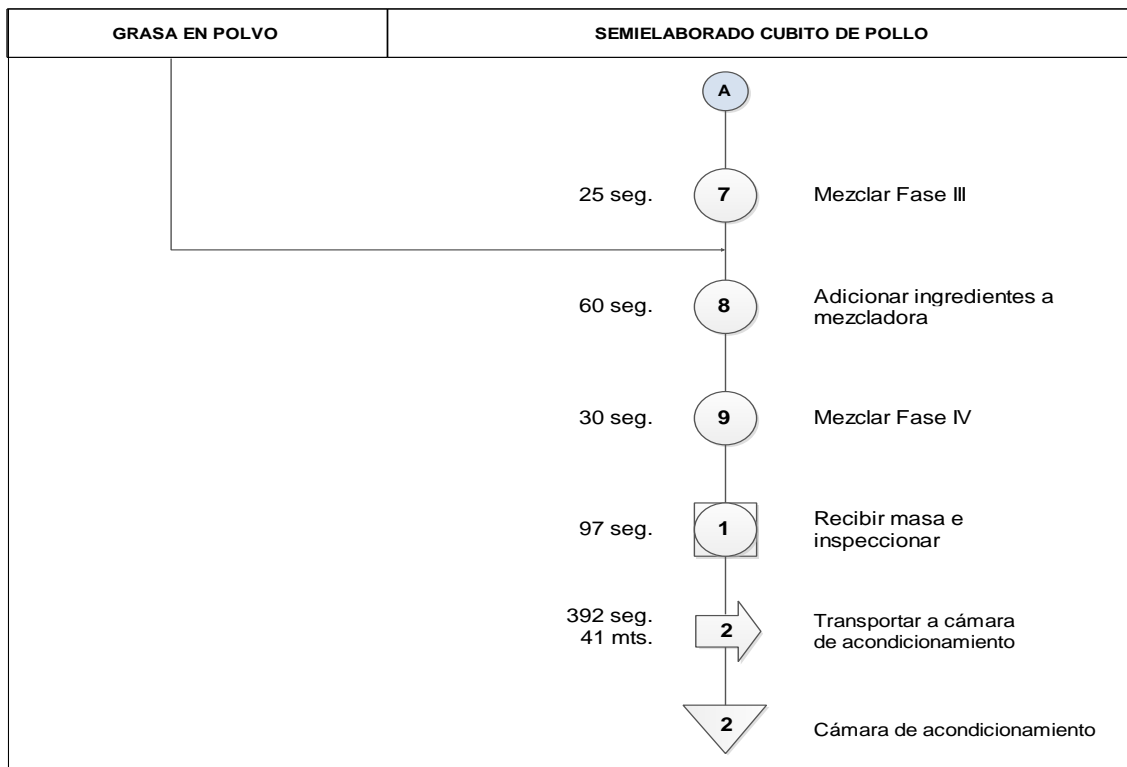
Figura 10. Diagrama de flujo de proceso del cubito de pollo

Empresa:	Nestlé Fábrica Antigua	Proceso:	Semielaborado cubito de pollo
Departamento:	Fabricación	Finaliza:	Cámara de acondicionamiento
Elaborado por:	Walter Ignacio Morales Batz	Metódo:	Actual
Inicio:	PSA	Hoja:	1 de 2



Continuación de la figura 10.

Empresa:	Nestlé Fábrica Antigua	Proceso:	Semielaborado cubito de pollo
Departamento:	Fabricación	Finaliza:	Cámara de acondicionamiento
Elaborado por:	Walter Ignacio Morales Batz	Metódo:	Actual
Inicio:	PSA	Hoja:	2 de 2



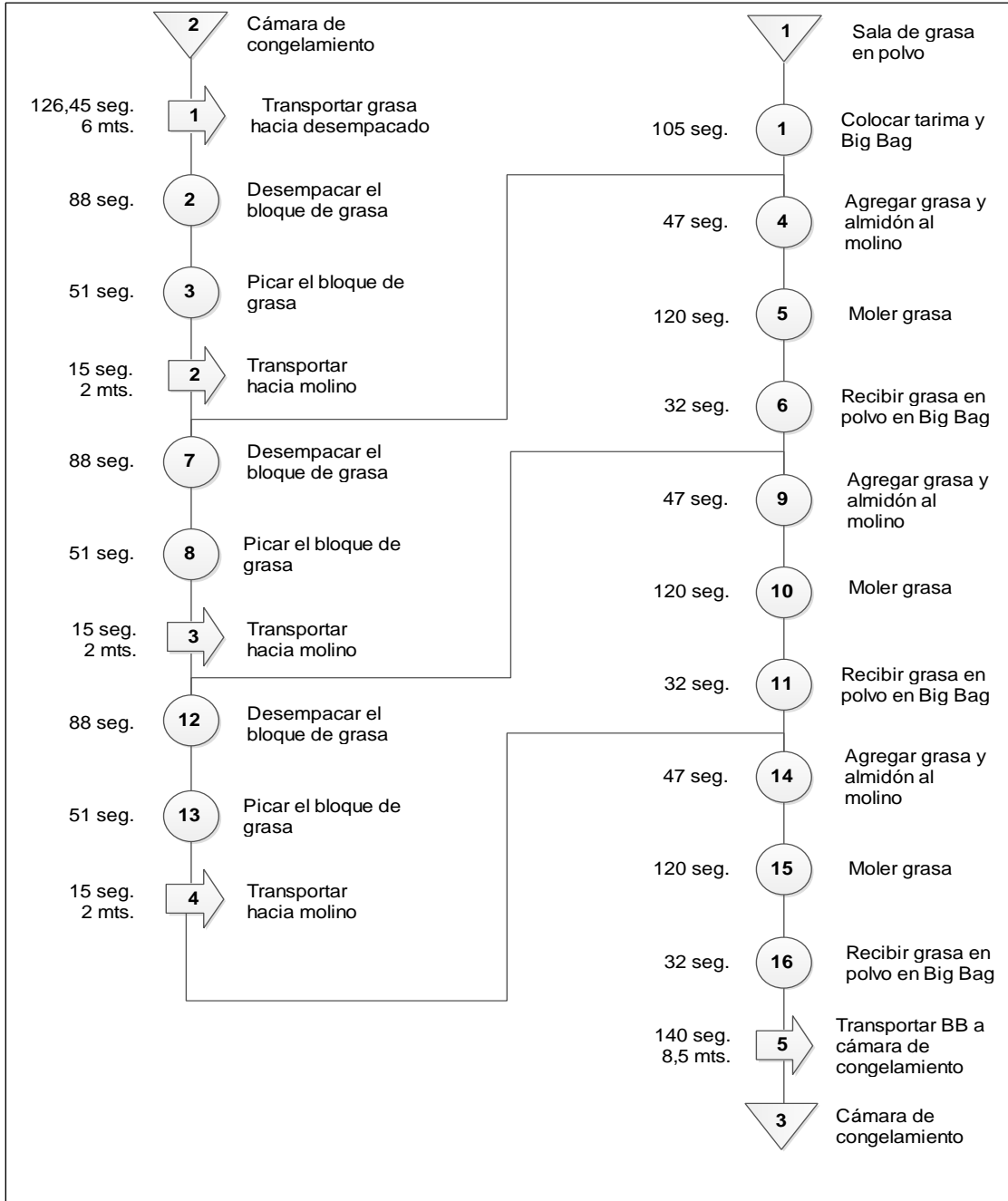
**Resumen diagrama de flujo de proceso de cubito de pollo**

Actividad	Símbolo	Cantidad	Tiempo (en segundos)	Distancia (en metros)
Operación		9	1864	
Transporte		2	843	109
Inspección		0		
Combinada		1	97	
Demora		1	90	
Almacenaje		2		
<b>Suma</b>		24	2894	109
<b>Tiempo de Ciclo</b>			48 minutos y 14 segundos	

Fuente: elaboración propia, con programa de Microsoft Office Visio 2007.

Figura 11. Diagrama de flujo de proceso de la grasa en polvo







Empresa:	Nestlé Fábrica Antigua	Proceso:	Grasa en polvo
Departamento:	Fabricación	Finaliza:	Cámara de congelamiento
Elaborado por:	Walter Ignacio Morales Batz	Metódo:	Actual
Inicio:	Sala de grasa en polvo	Hoja:	1 de 2





Continuación de la figura 11.

Empresa:	Nestlé Fábrica Antigua	Proceso:	Grasa en polvo
Departamento:	Fabricación	Finaliza:	Cámara de congelamiento
Elaborado por:	Walter Ignacio Morales Batz	Metódo:	Actual
Inicio:	Sala de grasa en polvo	Hoja:	2 de 2

Resumen diagrama de flujo de proceso de grasa en polvo				
Actividad	Símbolo	Cantidad	Tiempo (en segundos)	Distancia (en metros)
Operación		16	1119	
Transporte		5	311,45	20,5
Inspección		0		
Combinada		0		
Demora		0		
Almacenaje		3		
<b>Suma</b>		24	1430,45	20,5
<b>Tiempo de Ciclo</b>			23 minutos y 50 segundos	

Fuente: elaboración propia, con programa de Microsoft Office Visio 2007.

Luego de haber identificado el proceso de producción del cubito de pollo, se inició la medición del peso neto del cubito para determinar la situación real.

La determinación de medir el peso neto del cubito de pollo como variable de control de producción se tomó en base a que, en todo proceso las variables de salida (características de calidad) son las variables en las que se reflejan los resultados del mismo.

Ya que en el proceso de fabricación del cubito de pollo, la variable de salida es el cubito mismo como producto final, es el peso de este una de las características de calidad principales que la empresa maneja.

De acuerdo a la información impresa en el empaque de cada cubito de pollo, el peso neto del mismo es de 4 gramos. Sin embargo y de acuerdo a política de la empresa, se tiene un estimado de sobrepeso máximo de 5 % del peso legalmente indicado, lo que da lugar que para efectos del control de la empresa el peso del cubito esperado sea de 4,12 gramos, teniendo como valores mínimo y máximos 4 gramos y 4,2 gramos, respectivamente.

### **2.2.2. Medición del peso neto del cubito de pollo en masas fabricadas con grasa en polvo**

Para la recolección de datos el tipo de muestreo utilizado fue no probabilístico, esto debido a la complejidad en el número de unidades muestrales que se obtienen en el proceso, un promedio de 1 090 cubitos por minuto. Por lo tanto la metodología utilizada para tomar las muestras se determinó en conjunto con la empresa, siendo esta al azar en intervalos de tiempo específicos.

De acuerdo a la bibliografía consultada se acordó con la empresa, que el tamaño de la muestras serían de 25 mediciones, tamaño de muestra suficientes para detectar cambios muy pequeños y estimar los estados de los procesos y variables. Con esto se garantizó que las muestras proporcionarán información fiable y representativa.

Cada muestra estuvo tomada en intervalos de una hora, realizándose estas durante el primer turno de trabajo de la empresa. Por lo tanto cada medición correspondió a un día de evaluación que se realizaba.

La forma de tomar las muestras fue manualmente, en el momento indicado se tomaban seis cubitos al final de la línea de prensado, los cuales eran pesados en una balanza electrónica, la cual tenía tarado el peso del empaque, proporcionando así el peso neto de los cubitos. Gracias a la tecnología de las balanzas, los cubitos eran pesados de uno en uno mientras la balanza registraba el peso, para posteriormente indicar automáticamente el peso promedio de los seis cubitos, valor que era anotado para realizar el análisis posteriormente.

Este procedimiento fue realizado en cada una de las prensas de cubito de pollo, las cuales se identifican de la siguiente manera:

- Rosse 2
- Rosse 3
- Bonals 4
- Rosse 5
- Fette 6

A continuación, en las tablas II a la VI, se muestran las mediciones del peso neto de cubito de pollo realizadas en cada una de las prensas, además, también se incluyen los valores promedio, de desviación estándar y rango de cada una de las mediciones como parte de la estadística descriptiva del proceso.

Para el cálculo del valor promedio, desviación estándar y rango se utilizaron las siguientes formulas.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad \text{Rango} = \text{dato mayor} - \text{dato menor}$$

En la tabla I se presenta un ejemplo de la forma en que fueron calculados el promedio, desviación estándar y rango de cada una de las mediciones realizadas; en este caso se presentan los valores correspondientes a la medición 1 de la tabla II.

Tabla I.  **Demostración del cálculo de promedio, desviación estándar y rango en las mediciones realizadas del peso neto del cubito de pollo**

$$X = \frac{4,21 + 4,15 + 4,18 + 4,25 + 4,11}{5} = 4,18$$

$$S = \sqrt{\frac{(4,21 - 4,18)^2 + (4,15 - 4,18)^2 + (4,18 - 4,18)^2 + (4,25 - 4,18)^2 + (4,11 - 4,18)^2}{5 - 1}} = 0,538516$$

$$R = 4,25 - 4,11 = 0,14$$

Fuente: elaboración propia.

Tabla II. **Mediciones de peso neto de cubito de pollo realizadas en la prensa Rosse 2 con masas fabricadas con grasa en polvo**

Medición	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	Promedio	Desv Stnd	Rango
1	4,21	4,15	4,18	4,25	4,11	4,18	0,05385165	0,14
2	4,23	4,2	4,18	4,22	4,22	4,21	0,02	0,05
3	4,21	4,18	4,16	4,24	4,23	4,20	0,03361547	0,08
4	4,25	4,24	4,23	4,22	4,21	4,23	0,01581139	0,04
5	4,2	4,21	4,32	4,23	4,24	4,24	0,04743416	0,12
6	4,23	4,18	4,22	4,26	4,24	4,226	0,02966479	0,08
7	4,25	4,29	4,26	4,26	4,28	4,268	0,01643168	0,04
8	4,29	4,26	4,23	4,25	4,3	4,266	0,02880972	0,07
9	4,18	4,26	4,25	4,23	4,23	4,23	0,03082207	0,08
10	4,19	4,16	4,2	4,15	4,18	4,176	0,02073644	0,05
11	4,18	4,16	4,15	4,17	4,16	4,164	0,01140175	0,03
12	4,12	4,14	4,16	4,15	4,16	4,146	0,0167332	0,04
13	4,2	4,21	4,18	4,22	4,23	4,208	0,01923538	0,05
14	4,26	4,18	4,25	4,22	4,28	4,238	0,03898718	0,1
15	4,13	4,15	4,19	4,22	4,21	4,18	0,03872983	0,09
16	4,2	4,18	4,24	4,27	4,29	4,236	0,04615192	0,11
17	4,09	4,05	4,18	4,15	4,14	4,122	0,05167204	0,13
18	4,26	4,26	4,18	4,25	4,24	4,238	0,0334664	0,08
19	4,12	4,19	4,15	4,16	4,14	4,152	0,02588436	0,07
20	4,17	4,15	4,12	4,18	4,14	4,152	0,02387467	0,06
21	4,22	4,24	4,19	4,19	4,21	4,21	0,0212132	0,05
22	4,21	4,19	4,17	4,26	4,22	4,21	0,03391165	0,09
23	4,22	4,23	4,26	4,18	4,22	4,222	0,02863564	0,08
24	4,23	4,21	4,21	4,2	4,24	4,218	0,01643168	0,04
25	4,2	4,21	4,2	4,23	4,21	4,21	0,01224745	0,03
	Media					4,20544	0,02863015	0,072

Fuente: elaboración propia.

Tabla III. **Mediciones de peso neto de cubito de pollo realizadas en la prensa Rosse 3 con masas fabricadas con grasa en polvo**

Medición	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	Promedio	Desv Stnd	Rango
1	4,28	4,34	4,38	4,35	4,36	4,342	0,03768289	0,1
2	4,29	4,25	4,19	4,27	4,34	4,268	0,05495453	0,15
3	4,26	4,3	4,35	4,24	4,2	4,27	0,05744563	0,15
4	4,33	4,28	4,31	4,22	4,28	4,284	0,04159327	0,11
5	4,2	4,21	4,32	4,23	4,24	4,24	0,04743416	0,12
6	4,25	4,17	4,23	4,25	4,24	4,228	0,03346664	0,08
7	4,26	4,29	4,25	4,26	4,27	4,266	0,01516575	0,04
8	4,27	4,25	4,24	4,2	4,18	4,228	0,03701351	0,09
9	4,15	4,18	4,16	4,23	4,23	4,19	0,03807887	0,08
10	4,2	4,18	4,21	4,25	4,23	4,214	0,02701851	0,07
11	4,29	4,31	4,35	4,34	4,35	4,328	0,02683282	0,06
12	4,26	4,22	4,24	4,24	4,22	4,236	0,0167332	0,04
13	4,24	4,21	4,19	4,28	4,23	4,23	0,03391165	0,09
14	4,2	4,2	4,23	4,22	4,21	4,212	0,0130384	0,03
15	4,13	4,15	4,19	4,22	4,21	4,18	0,03872983	0,09
16	4,2	4,18	4,24	4,27	4,29	4,236	0,04615192	0,11
17	4,24	4,29	4,25	4,28	4,26	4,264	0,02073644	0,05
18	4,26	4,2	4,25	4,25	4,24	4,24	0,02345208	0,06
19	4,16	4,19	4,15	4,16	4,14	4,16	0,01870829	0,05
20	4,17	4,21	4,2	4,18	4,19	4,19	0,01581139	0,04
21	4,35	4,37	4,36	4,36	4,33	4,354	0,01516575	0,04
22	4,21	4,19	4,17	4,26	4,22	4,21	0,03391165	0,09
23	4,26	4,2	4,22	4,23	4,23	4,228	0,02167948	0,06
24	4,21	4,25	4,19	4,22	4,23	4,22	0,02236068	0,06
25	4,21	4,22	4,19	4,22	4,21	4,21	0,01224745	0,03
	Media					4,24112	0,02997298	0,0756

Fuente: elaboración propia.

Tabla IV. **Mediciones de peso neto de cubito de pollo realizadas en la prensa Bonals 4 con masas fabricadas con grasa en polvo**

Medición	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	Promedio	Desv Stnd	Rango
1	4,35	4,28	4,31	4,29	4,32	4,31	0,02738613	0,07
2	4,18	4,3	4,25	4,26	4,21	4,24	0,04636809	0,12
3	4,23	4,2	4,35	4,24	4,2	4,244	0,06188699	0,15
4	4,27	4,21	4,24	4,24	4,26	4,244	0,02302173	0,06
5	4,32	4,29	4,32	4,23	4,26	4,284	0,03911521	0,09
6	4,18	4,24	4,22	4,2	4,2	4,208	0,02280351	0,06
7	4,21	4,27	4,24	4,25	4,24	4,242	0,02167948	0,06
8	4,22	4,19	4,21	4,21	4,22	4,21	0,01224745	0,03
9	4,18	4,26	4,25	4,23	4,23	4,23	0,03082207	0,08
10	4,19	4,21	4,2	4,22	4,21	4,206	0,01140175	0,03
11	4,21	4,22	4,21	4,2	4,2	4,208	0,0083666	0,02
12	4,31	4,28	4,29	4,32	4,3	4,3	0,01581139	0,04
13	4,27	4,25	4,26	4,28	4,25	4,262	0,0130384	0,03
14	4,2	4,26	4,21	4,2	4,19	4,212	0,02774887	0,07
15	4,28	4,28	4,21	4,23	4,26	4,252	0,03114482	0,07
16	4,2	4,18	4,24	4,27	4,29	4,236	0,04615192	0,11
17	4,18	4,18	4,19	4,2	4,19	4,188	0,0083666	0,02
18	4,26	4,26	4,25	4,25	4,24	4,252	0,0083666	0,02
19	4,24	4,21	4,19	4,22	4,2	4,212	0,01923538	0,05
20	4,23	4,25	4,22	4,23	4,24	4,234	0,01140175	0,03
21	4,24	4,26	4,24	4,23	4,24	4,242	0,01095445	0,03
22	4,23	4,25	4,25	4,26	4,25	4,248	0,01095445	0,03
23	4,26	4,25	4,27	4,27	4,28	4,266	0,01140175	0,03
24	4,29	4,28	4,3	4,31	4,31	4,298	0,0130384	0,03
25	4,24	4,26	4,26	4,23	4,24	4,246	0,01341641	0,03
Media						4,24296	0,02184521	0,0544

Fuente: elaboración propia.

Tabla V. **Mediciones de peso neto de cubito de pollo realizadas en la prensa Rosse 5 con masas fabricadas con grasa en polvo**

Medición	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	Promedio	Desv Stnd	Rango
1	4,37	4,35	4,36	4,35	4,36	4,358	0,0083666	0,02
2	4,33	4,32	4,34	4,34	4,33	4,332	0,0083666	0,02
3	4,28	4,31	4,3	4,3	4,29	4,296	0,01140175	0,03
4	4,25	4,31	4,29	4,22	4,21	4,256	0,04335897	0,1
5	4,33	4,32	4,32	4,31	4,33	4,322	0,0083666	0,02
6	4,26	4,28	4,28	4,27	4,27	4,272	0,0083666	0,02
7	4,29	4,29	4,3	4,28	4,3	4,292	0,0083666	0,02
8	4,3	4,23	4,26	4,25	4,29	4,266	0,02880972	0,07
9	4,42	4,41	4,4	4,42	4,41	4,412	0,0083666	0,02
10	4,19	4,22	4,21	4,2	4,2	4,204	0,01140175	0,03
11	4,21	4,22	4,22	4,21	4,21	4,214	0,00547723	0,01
12	4,21	4,19	4,2	4,2	4,2	4,2	0,00707107	0,02
13	4,23	4,21	4,23	4,22	4,22	4,222	0,0083666	0,02
14	4,22	4,22	4,21	4,22	4,21	4,216	0,00547723	0,01
15	4,23	4,25	4,29	4,32	4,21	4,26	0,04472136	0,11
16	4,2	4,18	4,24	4,27	4,29	4,236	0,04615192	0,11
17	4,19	4,15	4,18	4,15	4,17	4,168	0,01788854	0,04
18	4,16	4,16	4,18	4,15	4,18	4,166	0,01341641	0,03
19	4,16	4,18	4,18	4,19	4,16	4,174	0,01341641	0,03
20	4,2	4,2	4,2	4,21	4,2	4,202	0,00447214	0,01
21	4,19	4,19	4,18	4,17	4,17	4,18	0,01	0,02
22	4,21	4,19	4,17	4,26	4,22	4,21	0,03391165	0,09
23	4,22	4,23	4,26	4,18	4,22	4,222	0,02863564	0,08
24	4,23	4,23	4,24	4,24	4,24	4,236	0,00547723	0,01
25	4,23	4,21	4,2	4,22	4,21	4,214	0,01140175	0,03
Media						4,2452	0,01604228	0,0388

Fuente: elaboración propia.



Tabla VI. **Mediciones de peso neto de cubito de pollo realizadas en la prensa Fette 6 con masas fabricadas con grasa en polvo**

Medición	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	Promedio	Desv Stnd	Rango
1	4,16	4,15	4,18	4,2	4,2	4,178	0,02280351	0,05
2	4,15	4,18	4,18	4,16	4,16	4,166	0,01341641	0,03
3	4,12	4,12	4,15	4,14	4,12	4,13	0,01414214	0,03
4	4,15	4,14	4,13	4,12	4,11	4,13	0,01581139	0,04
5	4,13	4,11	4,12	4,13	4,14	4,126	0,01140175	0,03
6	4,13	4,08	4,12	4,16	4,11	4,12	0,02915476	0,08
7	4,15	4,16	4,16	4,16	4,14	4,154	0,00894427	0,02
8	4,16	4,16	4,14	4,14	4,12	4,144	0,0167332	0,04
9	4,12	4,13	4,13	4,15	4,12	4,13	0,01224745	0,03
10	4,11	4,13	4,15	4,15	4,14	4,136	0,0167332	0,04
11	4,18	4,16	4,15	4,17	4,16	4,164	0,01140175	0,03
12	4,12	4,14	4,16	4,15	4,16	4,146	0,0167332	0,04
13	4,16	4,17	4,15	4,15	4,16	4,158	0,0083666	0,02
14	4,16	4,18	4,15	4,15	4,18	4,164	0,01516575	0,03
15	4,13	4,15	4,19	4,22	4,21	4,18	0,03872983	0,09
16	4,16	4,15	4,16	4,17	4,16	4,16	0,00707107	0,02
17	4,15	4,15	4,13	4,12	4,12	4,134	0,01516575	0,03
18	4,15	4,15	4,13	4,15	4,14	4,144	0,00894427	0,02
19	4,12	4,12	4,12	4,14	4,14	4,128	0,01095445	0,02
20	4,17	4,15	4,12	4,18	4,14	4,152	0,02387467	0,06
21	4,18	4,18	4,16	4,17	4,18	4,174	0,00894427	0,02
22	4,16	4,15	4,15	4,16	4,16	4,156	0,00547723	0,01
23	4,22	4,22	4,2	4,24	4,22	4,22	0,01414214	0,04
24	4,21	4,21	4,22	4,2	4,23	4,214	0,01140175	0,03
25	4,15	4,16	4,14	4,16	4,14	4,15	0,01	0,02
Media						4,15432	0,01471043	0,0348

Fuente: elaboración propia.

Después de realizar las mediciones se determinó que el peso neto del cubito de pollo se encuentra en promedio por encima del valor máximo esperado (4,20 g), por lo tanto se procedió en primer lugar a elaborar diagramas de control para cada una de las prensas, como representaciones gráficas que ayudarán a entender de mejor forma la situación del peso neto del cubito de pollo y en segundo lugar se realizó el cálculo de los índices de capacidad de proceso (enfocados al peso del cubito), para poder obtener valores cuantitativos que permitieran tener una mejor imagen de la situación del proceso en relación a las especificaciones de peso neto de la empresa.

### **2.2.3. Elaboración de diagramas de control para el peso neto del cubito de pollo**

En cuanto al análisis del proceso, para el caso del peso neto de cubito de pollo, el diagrama de control utilizado fue el diagrama de promedios, acompañado con el diagrama de desviaciones. La decisión fue tomada con base en las características de la variable bajo estudio. Puesto que la diferencia entre los pesos de los cubitos de pollo es muy pequeña, en procesos delicados donde se requiere detectar cambios muy pequeños ya no se recomienda usar el diagrama de promedios junto con el de rangos, sino, más bien, con el de desviaciones.

Para la elaboración de diagramas de control de promedios se utilizaron las siguientes fórmulas para determinar los límites de control:

$$LCS = \bar{X} + A_2 * R$$

$$LC = \bar{X}$$

$$LCS = \bar{X} - A_2 * R$$

Donde:

X = media de las muestras.

A2 = constante, tomada de la tabla de factores para la construcción de gráficos de control, ver anexos.

R = media de los rangos de las muestras.

LCS = límite de control superior

LC = línea central.

LCI = límite de control inferior

Para la elaboración de los diagramas de control de desviaciones (S), se utilizaron las siguientes formulas:

$$LCS = B4 * S$$

$$LC = S$$

$$LCI = B3 * S$$

Donde:

S = media de las desviaciones estándar de las muestras

B4 y B3 = constantes en función del número de muestras, n = 5. Tomadas de la tabla de factores para la construcción de gráficos de control en los anexos.

LCS = límite de control superior

LC = línea central.

LCI = límite de control inferior

De acuerdo a las fórmulas que se utilizaron, se procedió a calcular los rangos de cada una de las mediciones realizadas, así como la desviación estándar para cada una de las mediciones, esto, para cada una de las prensas. Dichos valores se presentan en las tablas II a VI.

Habiendo calculado tanto los rangos como las desviaciones estándar de las mediciones realizadas, se calcularon los límites de control para los diagramas de control de cada una de las prensas, ya que el procedimiento realizado fue el mismo para cada prensa, a continuación se presenta únicamente el cálculo de los límites de control de los diagramas de la prensa Rosse 2.

Para la determinación de los límites de control para el diagrama de promedios de la prensa Rosse 2, se tomo como base la información de la tabla II, los cálculos realizados fueron los siguientes:

Tabla VII. **Demostración del cálculo de los límites de control para los diagramas de control de promedios**

X=	4,20544	
R=	0,072	Tabla II
A2 =	0,577	Factor (anexos)
LCS = X + A2 * R		
LC = X		
LCS = X - A2 * R		
LCS=	(4,20544 + 0,577) * (0,072)	
LC=	4,20544	
LCI=	(4,20544 - 0,577) * (0,072)	
LCS=	4,246984	
LC=	4,20544	
LCI=	4,163896	

Fuente: elaboración propia.

Para la determinación de los límites de control para el diagrama de desviaciones de la prensa Rosse 2, se tomó como base la información de la tabla II, los cálculos realizados fueron los siguientes:

Tabla VIII. **Demostración del cálculo de los límites de control para los diagramas de control de desviaciones**

X=	4,20544	B4=	2,089
S=	0,02863015	B3=	0
LCS = B4*S			
LC = S			
LCI = B3*S			
LCS=	(2,089)*(0,02863015)		
LC=	0,02863015		
LCI=	(0)*(0,02863015)		
LCS=	0,05980838		
LC=	0,02863015		
LCI=	0		

Fuente: elaboración propia.

Habiendo realizado el cálculo de los límites de control para los diagramas de control de la prensa Rosse 2, se procedió a calcular los límites para los diagramas de las demás prensas, siguiendo el mismo procedimiento. A continuación se presentan las tablas con el resumen de los límites de control calculados para los diagramas de cada una de las prensas.

**Tabla IX. Límites de control para los diagramas de control de promedios del peso neto en las prensas de cubito de pollo**

Prensa	Diagrama de Promedios		
	Límite de control superior	Línea central	Límite de control inferior
Rosse 2	4.246984	4.20544	4.163896
Rosse 3	4.2847412	4.24112	4.1974988
Bonals 4	4.2743488	4.24296	4.2115712
Rosse 5	4.2675876	4.2452	4.2228124
Fette 6	4.1743996	4.15432	4.1342404

Fuente: elaboración propia.

**Tabla X. Límites de control para los diagramas de control de desviaciones del peso neto en las prensas de cubito de pollo**

Prensa	Diagrama de Desviaciones		
	Límite de control superior	Línea central	Límite de control inferior
Rosse 2	0.059808383	0.02863015	0
Rosse 3	0.062613559	0.029972982	0
Bonals 4	0.045634643	0.02184521	0
Rosse 5	0.03351232	0.016042279	0
Fette 6	0.030730094	0.014710433	0

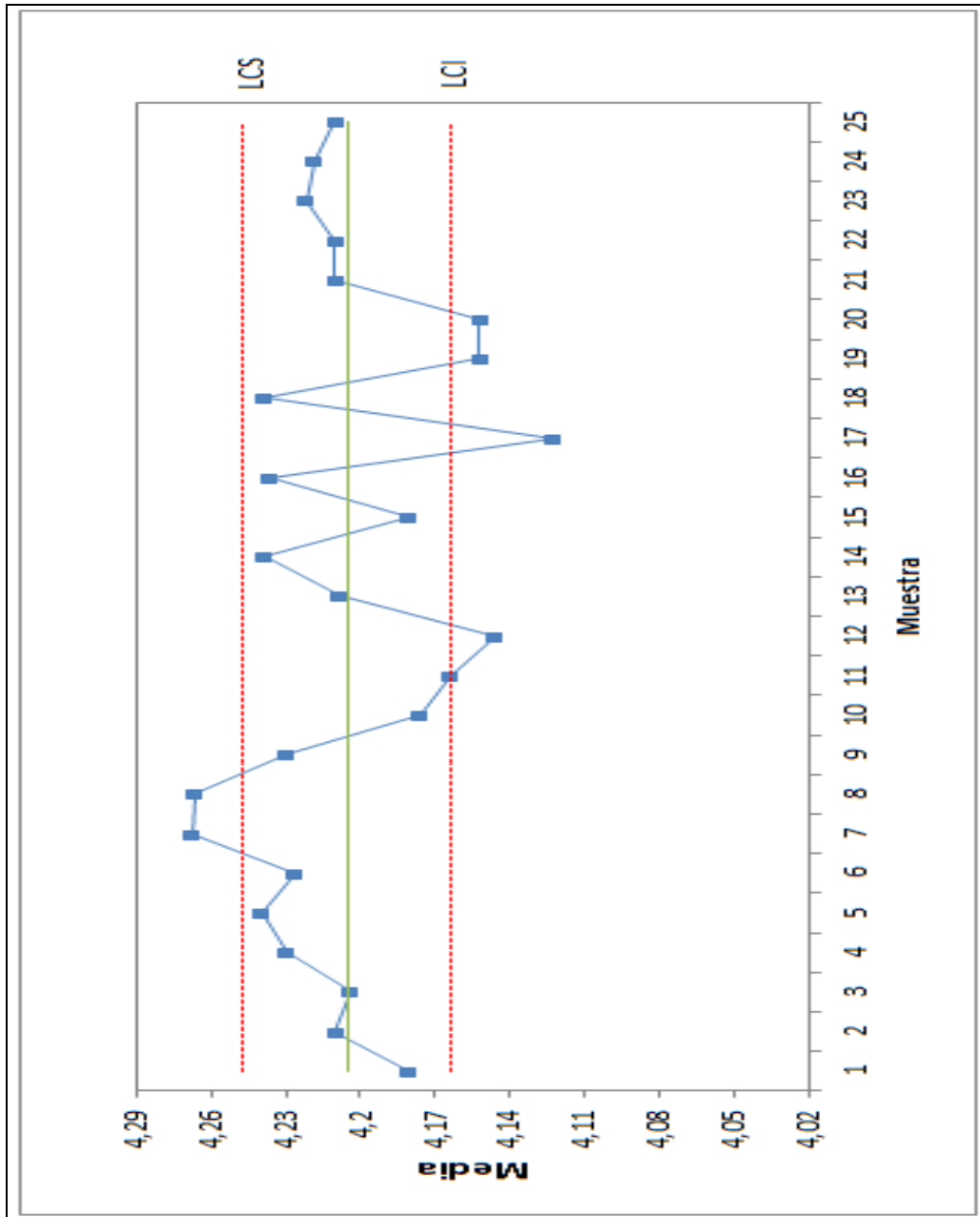
Fuente: elaboración propia

Luego de haber calculado los límites de control del peso neto en cada una de las prensas, se realizaron los diagramas de control, para presentarlos de una forma ordenada. A continuación se muestran los mismos clasificados por prensa.

- Diagramas de control de peso neto del cubito de pollo elaborados para la prensas

A continuación, en las siguientes figuras, se presentan los diagramas elaborados para el control del peso neto del cubito.

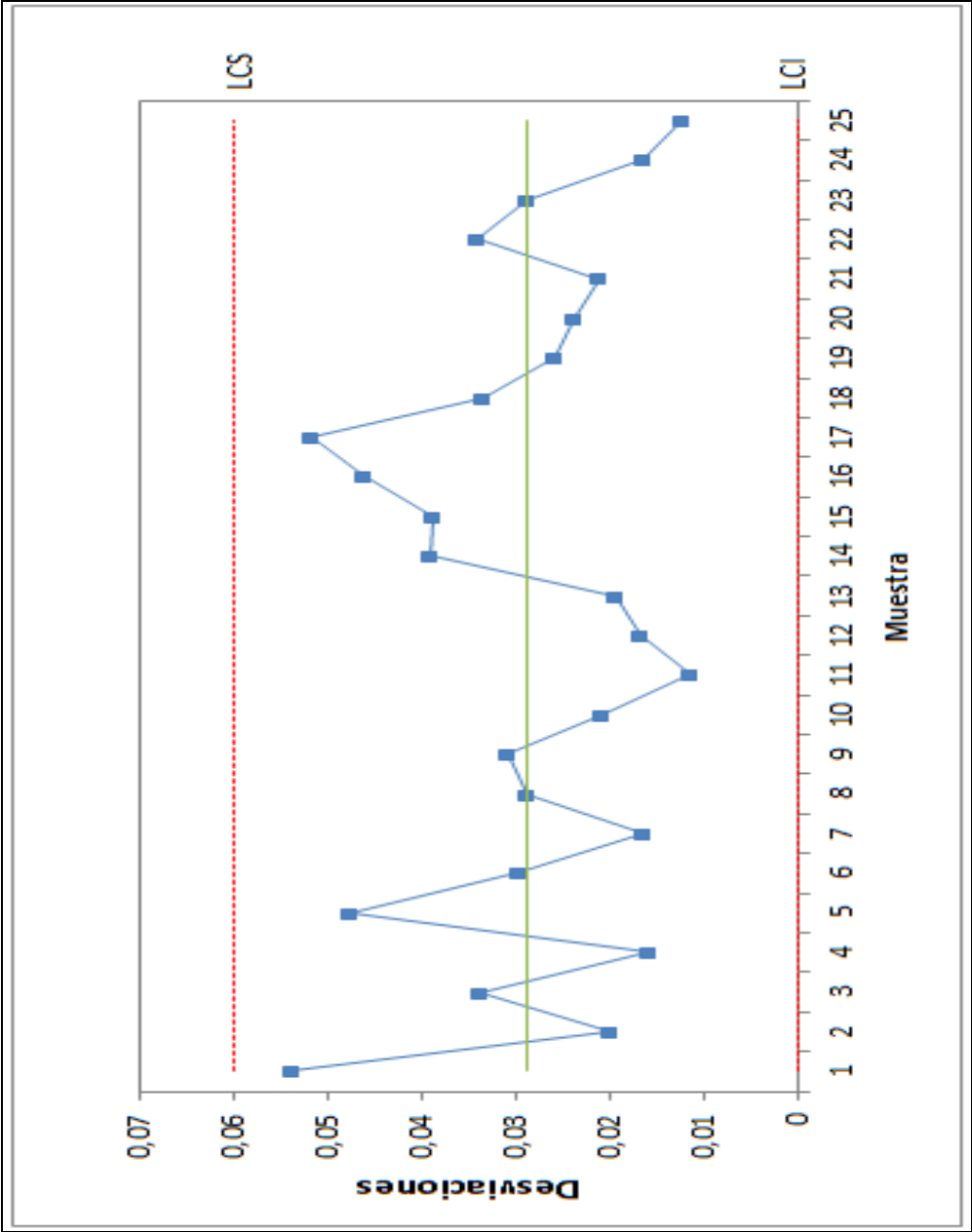
Figura 12. Diagrama de control de promedios para el peso neto del cubito de pollo en la prensa Rosse 2 fabricado con grasa en polvo



Fuente: elaboración propia.

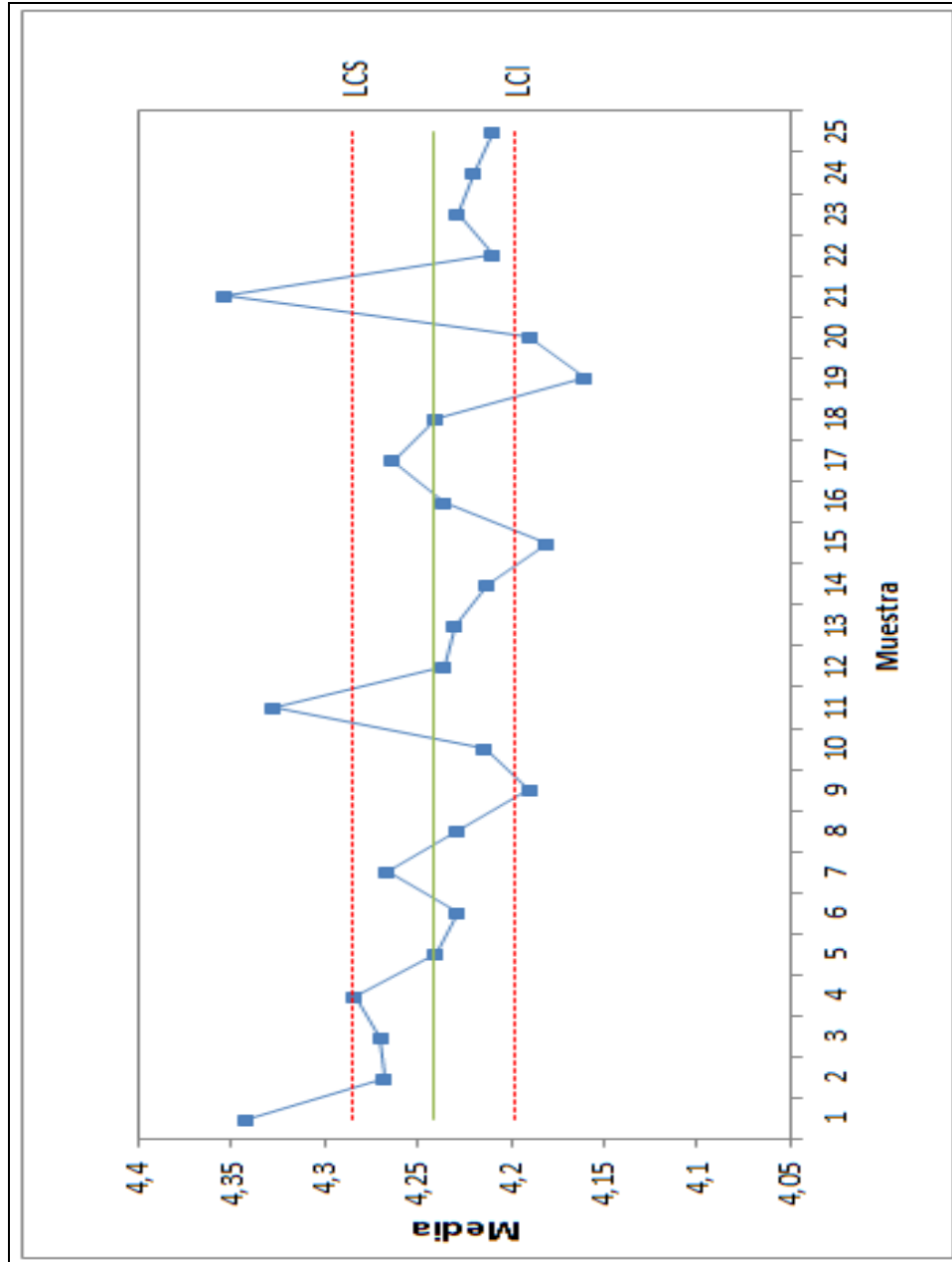


Figura 13. Diagrama de control de desviaciones para el peso neto del cubito de pollo en la prensa Rosse 2 fabricado con grasa en polvo



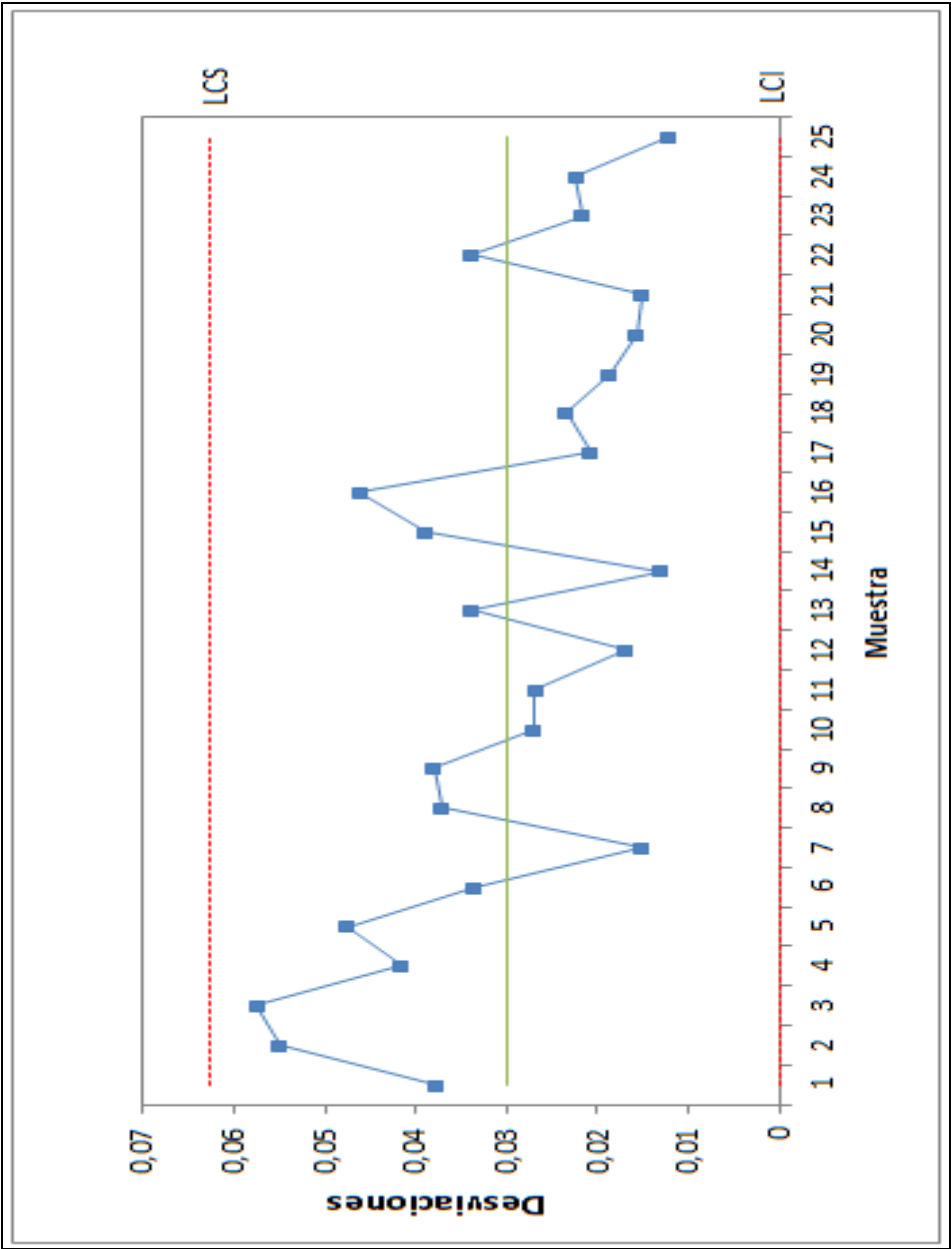
Fuente: elaboración propia.

Figura 14. Diagrama de control de promedios para el peso neto del cubito de pollo en la prensa Rosse 3 fabricado con grasa en polvo



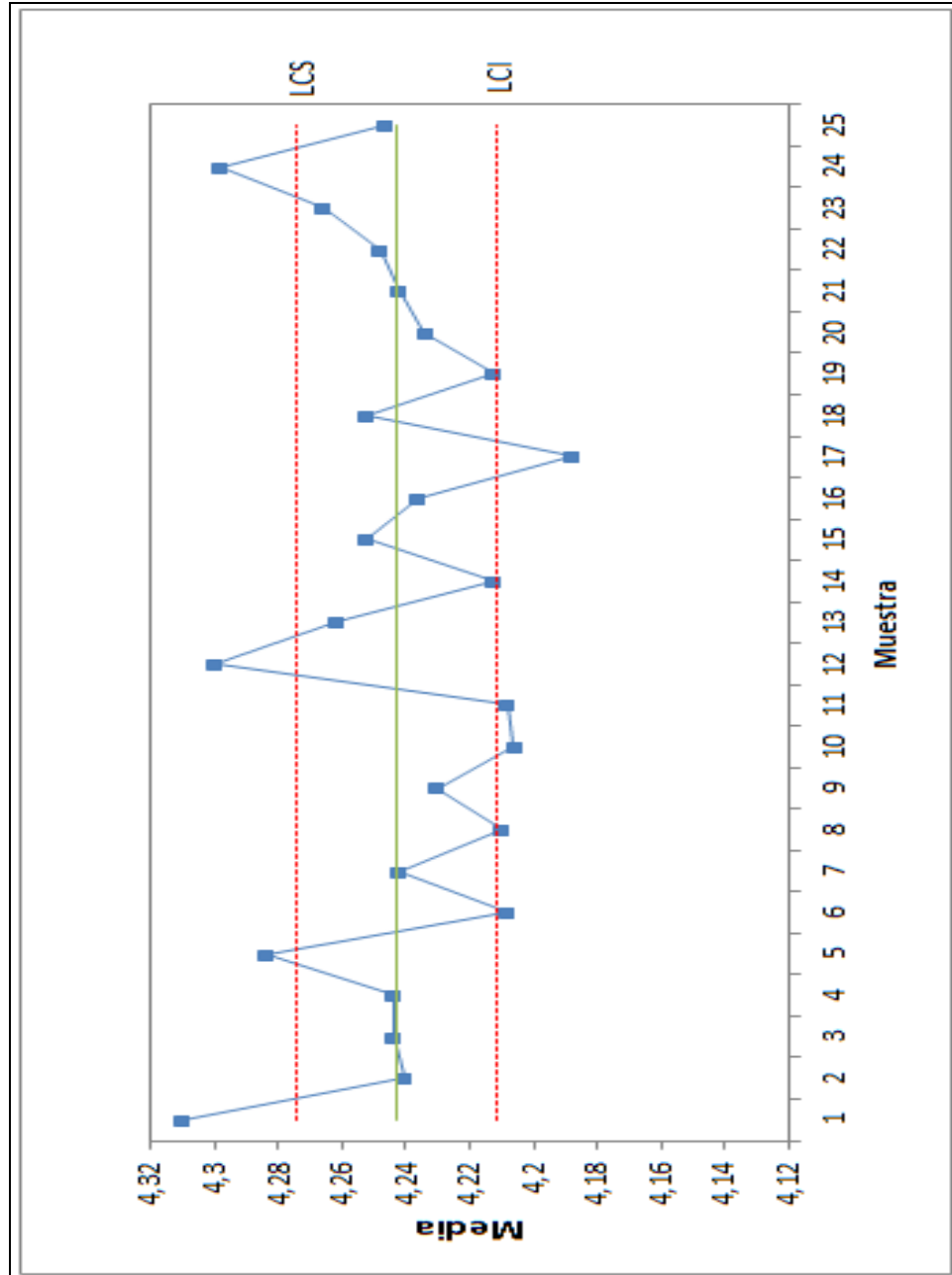
Fuente: elaboración propia.

Figura 15. Diagrama de control de desviaciones para el peso neto del cubito de pollo en la prensa Rosse 3 fabricado con grasa en polvo



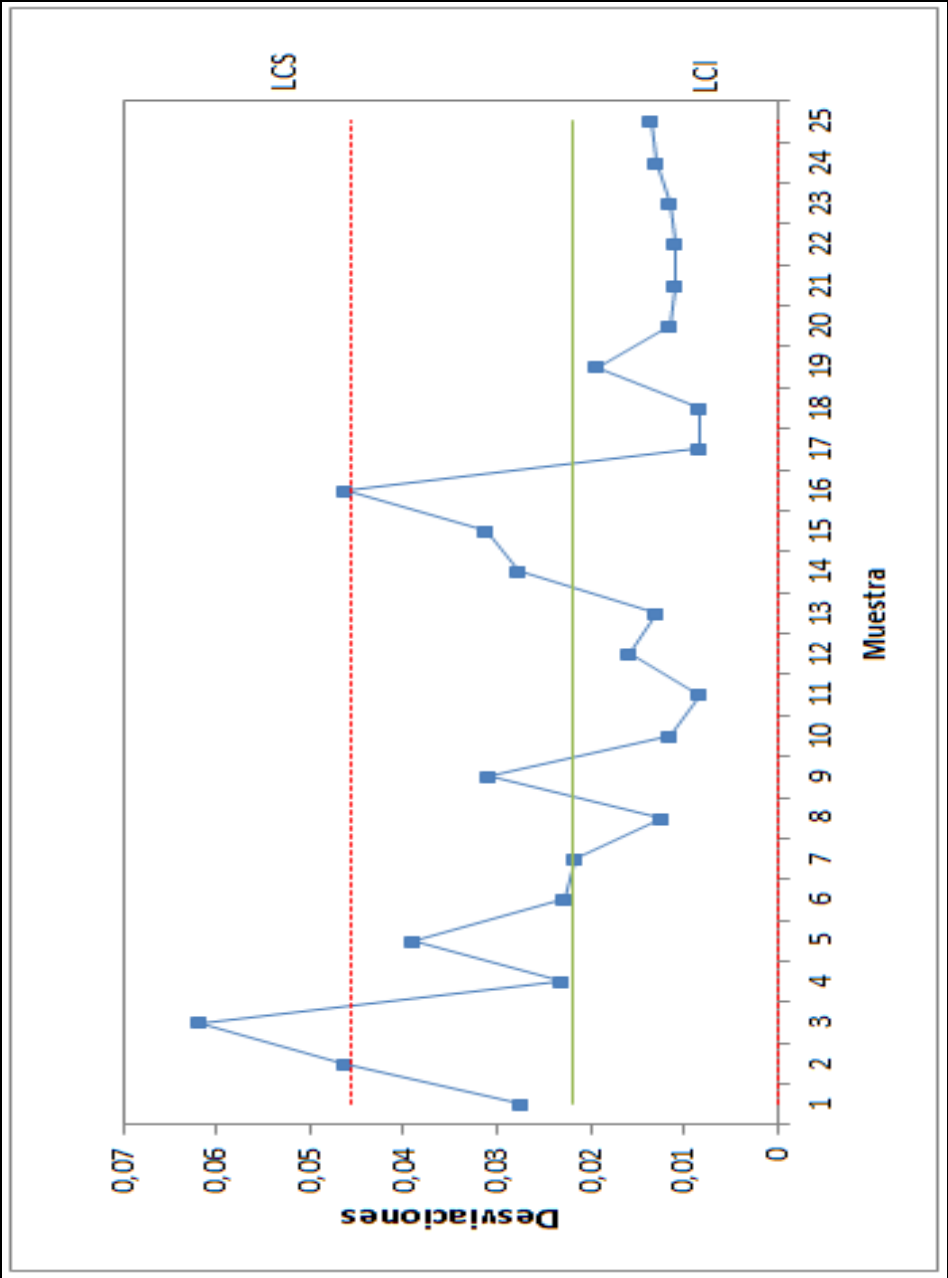
Fuente: elaboración propia.

Figura 16. Diagrama de control de promedios para el peso neto del cubito de pollo en la prensa Bonals 4 fabricado con grasa en polvo



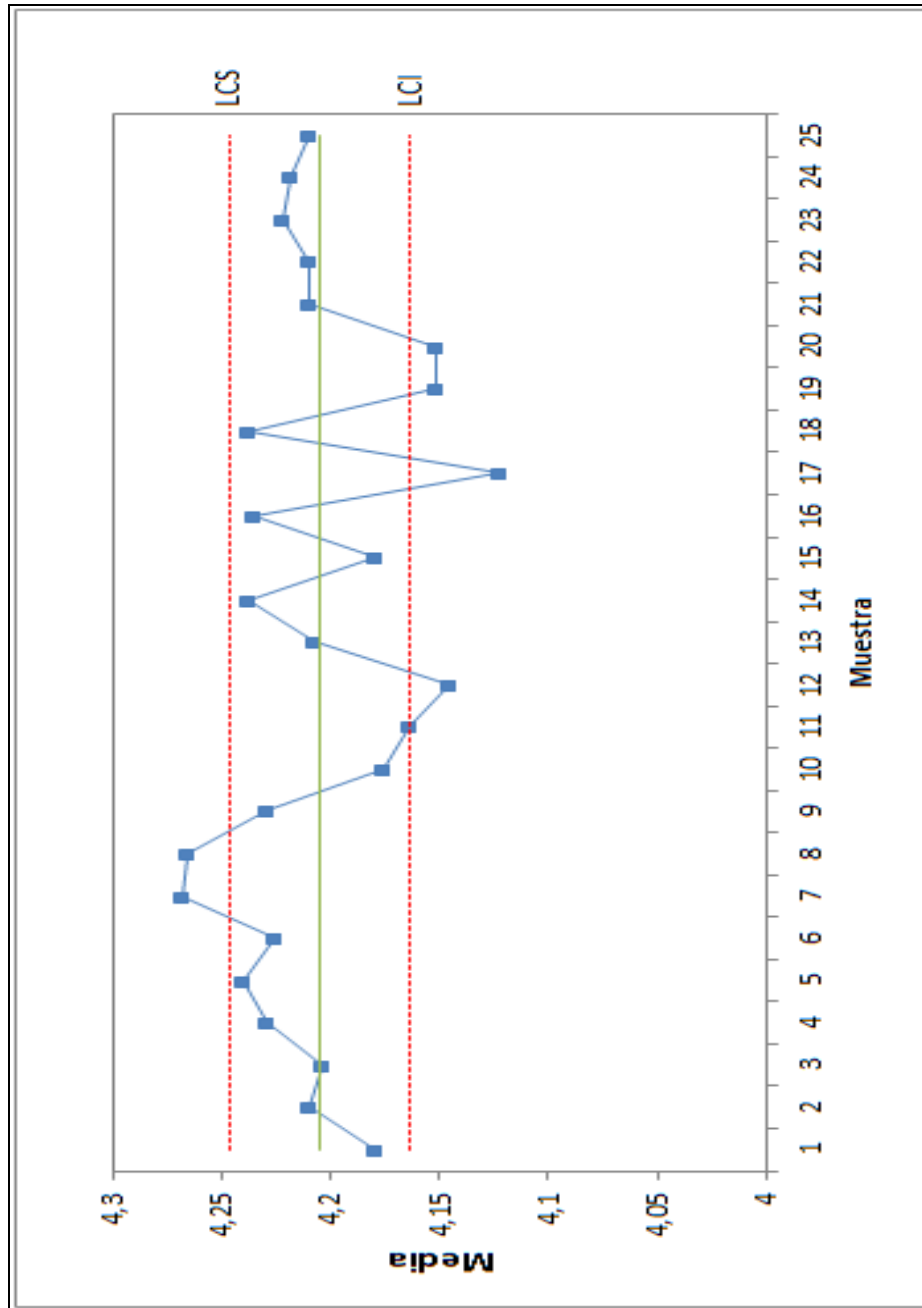
Fuente: elaboración propia.

Figura 17. Diagrama de control de desviaciones para el peso neto del cubito de pollo en la prensa Bonals 4 fabricado con grasa en polvo



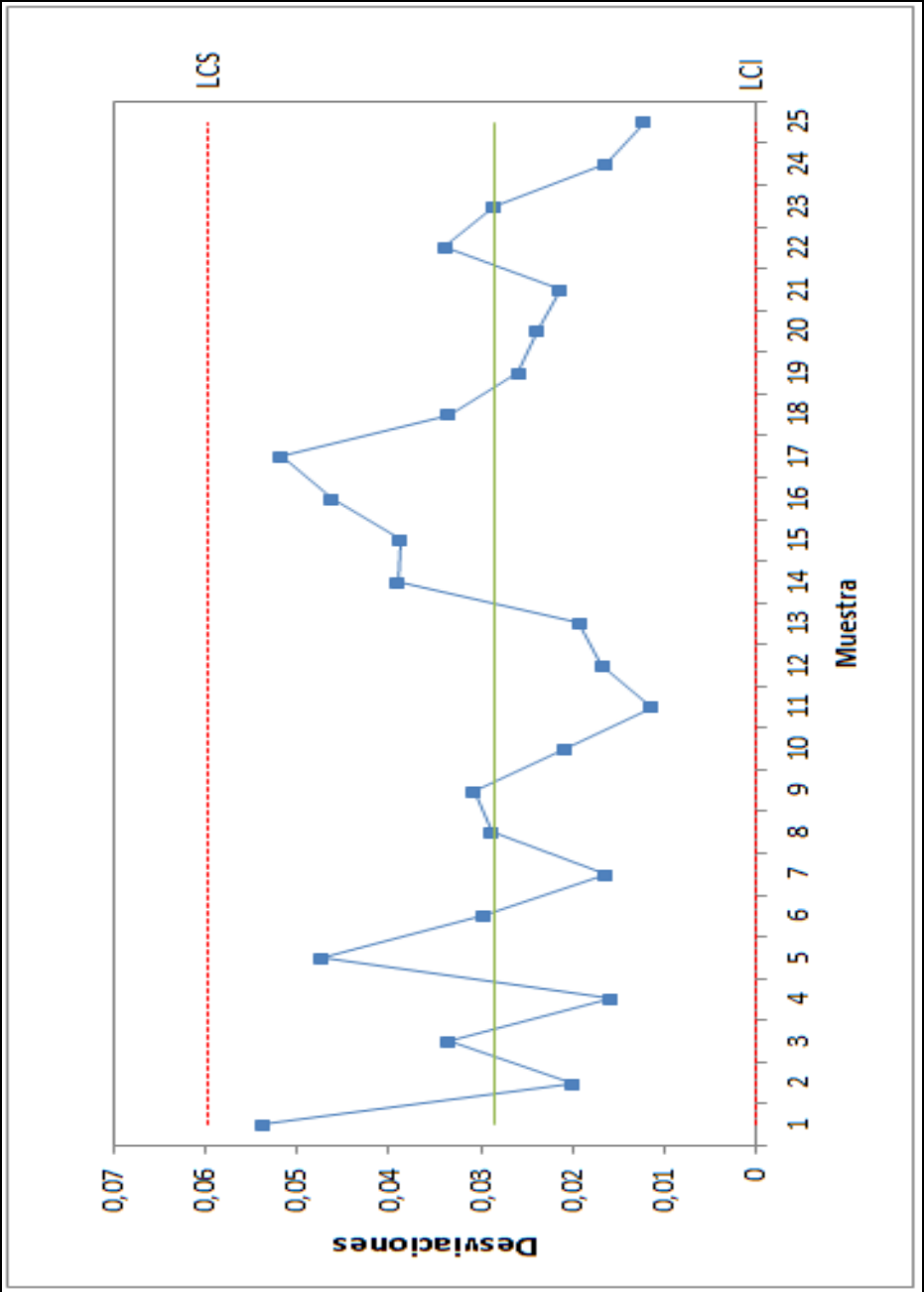
Fuente: elaboración propia.

Figura 18. Diagrama de control de promedios para el peso neto del cubito de pollo en la prensa Rosse 5 fabricado con grasa en polvo



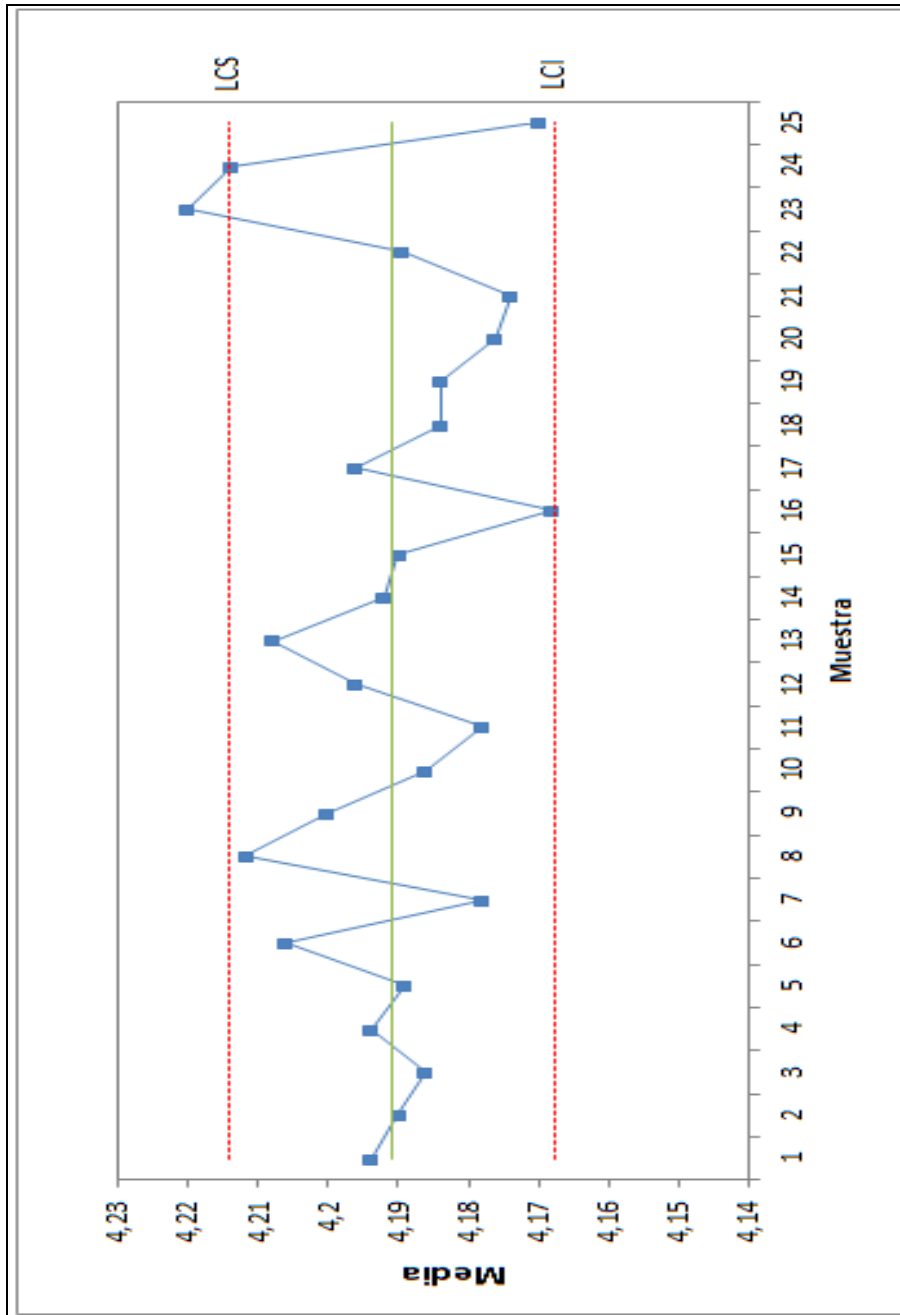
Fuente: elaboración propia.

Figura 19. Diagrama de control de desviaciones para el peso neto del cubito de pollo en la prensa Rosse 5 fabricado con grasa en polvo



Fuente: elaboración propia.

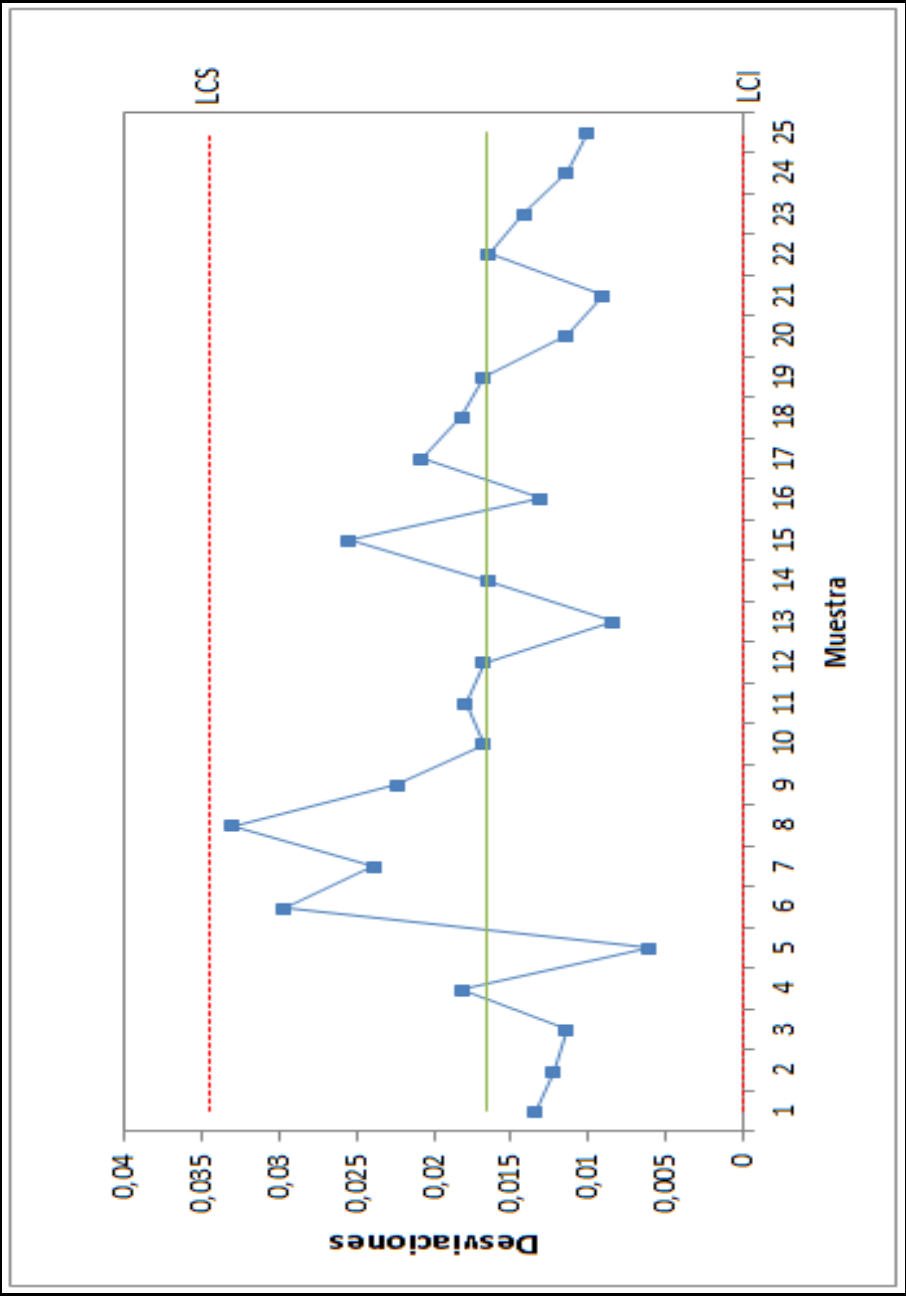
Figura 20. Diagrama de control de promedios para el peso neto del cubito de pollo en la prensa Fette 6 fabricado con grasa en polvo



Fuente: elaboración propia.



Figura 21. Diagrama de control de desviaciones para el peso neto del cubito de pollo en la prensa Fette 6 fabricado con grasa en polvo



Fuente: elaboración propia.

Con base en los diagramas de control realizados para el análisis del peso neto del cubito de pollo se pudo determinar que, de manera general, en cada una de las prensas el peso neto se encuentra bajo control estadístico puesto que la mayoría de las mediciones se encuentran dentro de los límites de control calculados para cada prensa, sin embargo, los valores de peso neto están por encima de la especificación de peso neto establecido por la empresa, el cual es de 4 a 4,2 gramos, por lo que es importante resaltar que en la interpretación de los diagramas de control, sus límites de control no son equivalentes a las especificaciones o tolerancias de la característica de calidad.

De acuerdo a lo anterior, los límites de control de los diagramas efectivamente no tenían relación alguna con las especificaciones de peso neto de la empresa, por lo tanto, para evaluar la capacidad para producir bajo la especificación del peso neto, se procedió al cálculo del índice de capacidad del proceso para cada una de las prensas.

- Evaluación del índice de capacidad del proceso del prensado de cubito de pollo

Con esta evaluación se buscó valorar de forma cuantitativa la capacidad que podían presentar las prensas para fabricar cubitos con pesos dentro de las especificaciones de calidad (4 a 4,2 gramos).

El cálculo del índice de capacidad, como se mencionó, se realizó para cada una de las prensas, utilizando los datos obtenidos a través de las mediciones de peso neto que se realizaron (tablas II a VI). Para efectuar el cálculo del índice de capacidad se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Indice } C_p = \frac{ES - EI}{6\sigma}$$

Donde:

$C_p$  = índice de capacidad del proceso

ES = especificación superior de peso

EI = especificación inferior de peso

$\sigma$  = desviación estándar del proceso

Debido a que no se contaba con la desviación estándar del proceso, la misma se estimó a través de los rangos de las muestras. Utilizando la siguiente fórmula:

$$\sigma = R/d_2$$

Donde:

$\sigma$  = desviación estándar del proceso.

R = media de los rangos de las muestras.

$d_2$  = constante.

La constante  $d_2$  es un valor que depende del tamaño de la muestra, en este caso  $n = 5$ , la cual se toma de la tabla de factores para la construcción de gráficos de control que se encuentra en los anexos.

Además del índice de capacidad del proceso ( $C_p$ ), se decidió evaluar al mismo tiempo el índice de capacidad del proceso real ( $C_{pk}$ ), este fue analizado paralelamente para poder evaluar el proceso, no únicamente tomando en

cuenta la variabilidad, sino también evaluando dónde se localiza la media del proceso respecto a las especificaciones de la empresa.

Para el cálculo del índice de capacidad del proceso real se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Indice } Cpk = \frac{MC}{3\sigma}$$

Donde:

Cpk = índice de capacidad del proceso real.

MC = valor más pequeño de las diferencias (ES -  $\mu$ ) ( $\mu$  - EI). A su vez,  $\mu$  es la media de la característica de calidad del proceso. En nuestro caso es la media general de los valores obtenidos en el muestreo.

$\sigma$  = Desviación estándar del proceso (que fue calculada de la misma forma que en el índice Cp).

Habiendo identificado los índices a evaluar, se realizaron los cálculos correspondientes para cada una de ellas, debido a que el procedimiento realizado fue el mismo para cada una de las prensas, a continuación se presenta únicamente el cálculo de los índices Cp y Cpk para la prensa Rosse 2, tomando los valores de la tabla II (mediciones realizadas en la prensa correspondiente), calculándose de la siguiente manera:

Tabla XI. **Demostración del cálculo del índice de capacidad del proceso para el peso neto del cubito de pollo**

Indice Cp=	$\frac{ES - EI}{6\sigma}$		
$\sigma =$	$R/d2$		
		R =	0,072
		d2 =	3,931
$\sigma =$	0,01831595		
ES =	4,2		
EI =	4		
Indice Cp=	$\frac{(4,2 - 4)}{6 * (0,01831595)}$		
Indice Cp=	1,819907407		

Fuente: elaboración propia.

Luego de calculado el índice de Cp se procedió a calcular el índice Cpk, tomando los valores necesarios de la tabla II nuevamente y el valor de desviación estándar estimado en el índice Cp, tal como se muestra a continuación:

Tabla XII. **Demostración del cálculo del índice de capacidad real del proceso para el peso neto del cubito de pollo**

Indice Cpk=	$\frac{MC}{3\sigma}$	X =	4,20544
		MC =	
		ES - X =	-0,00544
		X - EI =	0,20544
MC =	-0,00544		
$\sigma =$	0,01831595		
Indice Cpk=	$\frac{-0,00544}{3 * (0,01831595)}$		
Indice Cpk=	-0,099002963		

Fuente: elaboración propia.

Posteriormente, se realizaron los cálculos para las demás prensas tomando los valores de las mediciones presentadas en las tablas correspondientes a cada una de las prensas. En la siguiente tabla se presenta el resumen de los valores de índice Cp y Cpk, calculados para cada una de las prensas.

Tabla XIII. **Valores de Cp y Cpk del proceso de prensado de cubito de pollo con masas fabricadas con grasa en polvo**

Prensa	Índice Cp	Índice Cpk
Rosse 2	1.819907407	-0.099002963
Rosse 3	1.73324515	-0.712710406
Bonals 4	2.40870098	-1.034777941
Rosse 5	3.377147766	-1.52647079
Fette 6	3.246613809	0.29297443

Fuente: elaboración propia.

Con base en el análisis de los índices de capacidad (Cp) de las prensas; y la tabla de valores de Cp para la interpretación (ver anexos), se pudo determinar que estadísticamente todas las prensas poseen un proceso adecuado y de alta calidad con respecto a la producción de cubitos de pollo con un peso neto estable, por lo que están en capacidad potencial de fabricar cubitos sin una alta variabilidad del peso con respecto a las especificaciones de la empresa.

Sin embargo, al analizar el índice de capacidad real Cpk, de acuerdo a la tabla de valores de Cpk para la interpretación (ver anexos), se puede apreciar que el peso neto promedio de los cubitos esta fuera de la especificaciones de la empresa, al haberse obtenido índices Cpk igual a cero o negativos, con lo que se confirma que el peso neto del cubito de pollo en promedio está por encima de las especificaciones de calidad, dando como resultado lo que se denomina como una pérdida por concepto de sobredosis para la empresa.

#### **2.2.4. Análisis de la problemática**

De acuerdo a la información brindada por el jefe de producción y la coordinadora del Área de Fabricación a partir del 2009 la pérdida de masa de cubito de pollo por sobredosis se ha mantenido por encima del límite de 5 % que se tiene establecido por la empresa. Como consecuencia de la pérdida de masa de cubito de pollo por sobredosis, se impactan los costos de no calidad, los cuales finalmente son transferidos al mercado a través de la cadena de producción, afectando la economía del consumidor final.

Debido a esto, la empresa realizó estudios para identificar los factores que podían mejorar la estabilidad del peso del cubito, siendo este el estado físico de la grasa vegetal utilizado, por lo que se inició el proceso del cambio de tecnología en el uso de grasa en polvo (proceso actual) por el uso de grasa fundida.

Para poder comprender de mejor manera la necesidad del cambio de tecnología en la empresa, se realizó una entrevista con los operadores de las prensas de cubitos. Esto con el fin de poder entender más fácilmente las causas del sobrepeso en el cubito de pollo.

Debido a que la naturaleza de la entrevista podía clasificarse de carácter informativo y/o de opinión, esta fue de tipo abierta. Por lo tanto, luego de realizada se procedió a cerrar las categorías de las respuestas según la información brindada por los operadores y finalmente estandarizadas para la presentación de los resultados.

En la figura 22 se muestra el formato de la entrevista realizada a los operadores. Para la entrevista, cabe resaltar que se tomó como muestra a los



15 operadores que conforman todo el equipo del área prensas de cubito y al coordinador del Área de Llenaje, siendo una población total de 16 personas.

Figura 22. **Formato de entrevista realizada a los operadores de prensas de cubito de pollo**

ENTREVISTA

1. ¿Cuáles son las características que debe presentar un cubito de pollo CA?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
2. ¿Ha tenido problemas de sobre peso en el cubito de pollo CA durante sus turnos de trabajo?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
3. ¿Con qué frecuencia se presentan problemas de sobrepeso en el cubito de pollo CA durante el turno de trabajo?  
\_\_\_\_\_
4. ¿Qué problemas considera que provocan sobrepeso en el cubito de pollo CA?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
5. ¿Qué características considera necesarias en la masa de cubito de pollo CA para que se obtenga un peso promedio de 4.12 gramos en el cubito?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

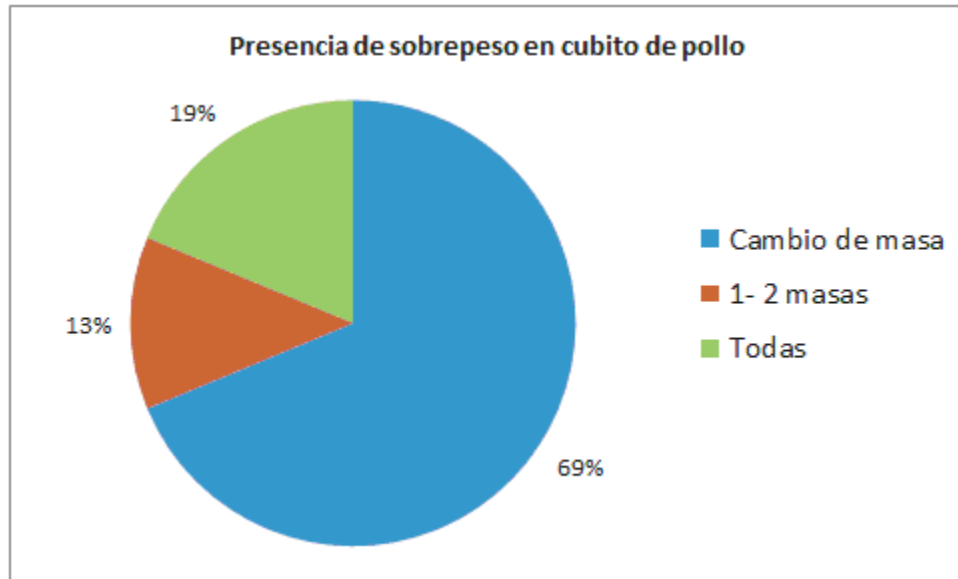
Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a las respuestas obtenidas en la entrevista, se pudo determinar los siguientes resultados:

- Las características que deben presentar los cubitos de pollo de acuerdo a los operadores de las prensas son:
  - Buen peso (4,12 gramos en promedio)
  - Consistencia (que el cubito de pollo no se quiebre fácilmente)
  - Empacado centrado
  
- Sobre la presencia de problemas de sobrepeso en el cubito durante los turnos de trabajo:
  - El 100 % de las personas entrevistadas indicaron tener problemas de peso alto con el cubito de pollo durante los distintos turnos de trabajo.
  
- Respecto a la frecuencia con se presentan problemas de sobrepeso en el cubito de pollo, los operadores indicaron:
  - Se dan problemas de peso alto en 1 – 2 masas por turno
  - Se da problema de peso alto al cambiar de masa
  - Se dan problemas de peso alto en todas las masas del turno

Pudiéndose determinar que las opiniones de las personas entrevistadas se distribuyen de la siguiente forma:

Figura 23. **Distribución de las opiniones sobre la presencia de problemas por sobrepeso en cubito de pollo**

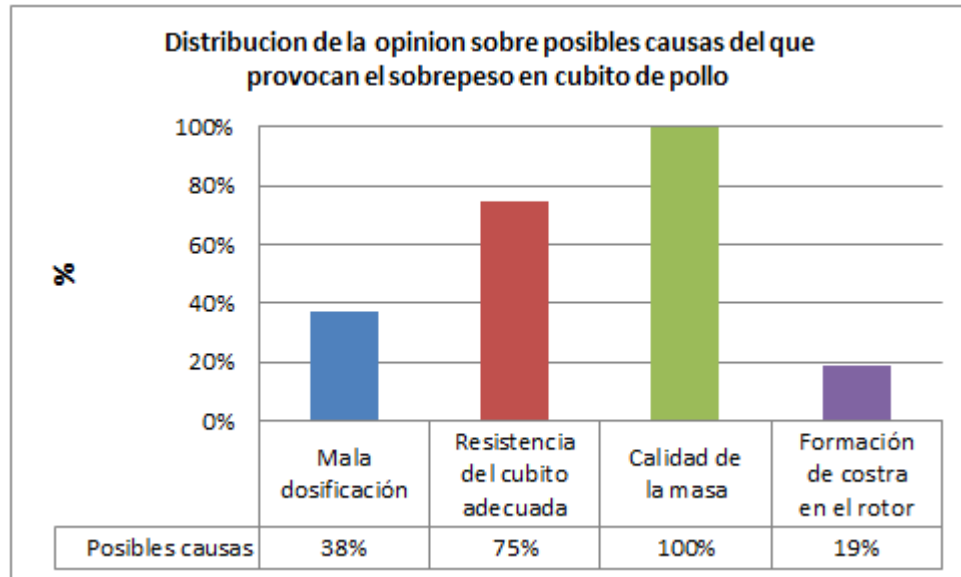


Fuente: elaboración propia.

- De los problemas que consideran los operadores provocan el sobrepeso en el cubito de pollo, identificaron las siguientes posibles causas:
  - Mala dosificación.
  - Resistencia del cubito adecuada (para que no se quiebre al momento del empacado).
  - Calidad de la masa.
  - Formación de costra en el rotor.

Lográndose determinar una coincidencia de opinión entre los operadores, la cual se muestra a continuación.

Figura 24. **Coincidencia de opinión acerca de posibles causas que generan el problema de sobrepeso en el cubito de pollo**

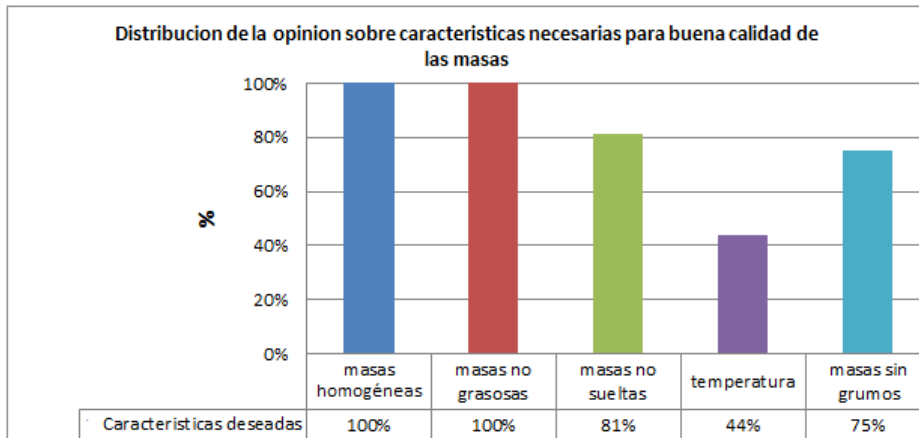


Fuente: elaboración propia.

- Con respecto a las características necesarias en las masas de cubito de pollo para obtener un peso promedio de 4,12 gramos, los operadores indicaron:
  - Masas homogéneas
  - Masas no grasosas
  - Masas no sueltas
  - Temperatura de masa adecuada
  - Masas sin grumos

Lográndose determinar una coincidencia de opinión entre los operadores, la cual se muestra a continuación.

Figura 25. **Coincidencia de opinión acerca de posibles causas que generan el problema de sobrepeso en el cubito de pollo**



Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a los resultados obtenidos con base en la entrevista y experiencia de los operadores, la pérdida por sobredosis se genera al momento del prensado del cubito debido a que existe una necesidad de realizar constantes ajustes en la cantidad de masa dosificada para que la misma posea la resistencia necesaria para poder ser prensada y aplicar el empaque (empacado mecánico), sin embargo, de acuerdo a los resultados mostrados en la figura 25, esta falta de consistencia es dada principalmente por la falta de homogeneidad en las masas y grasosidad de las mismas.

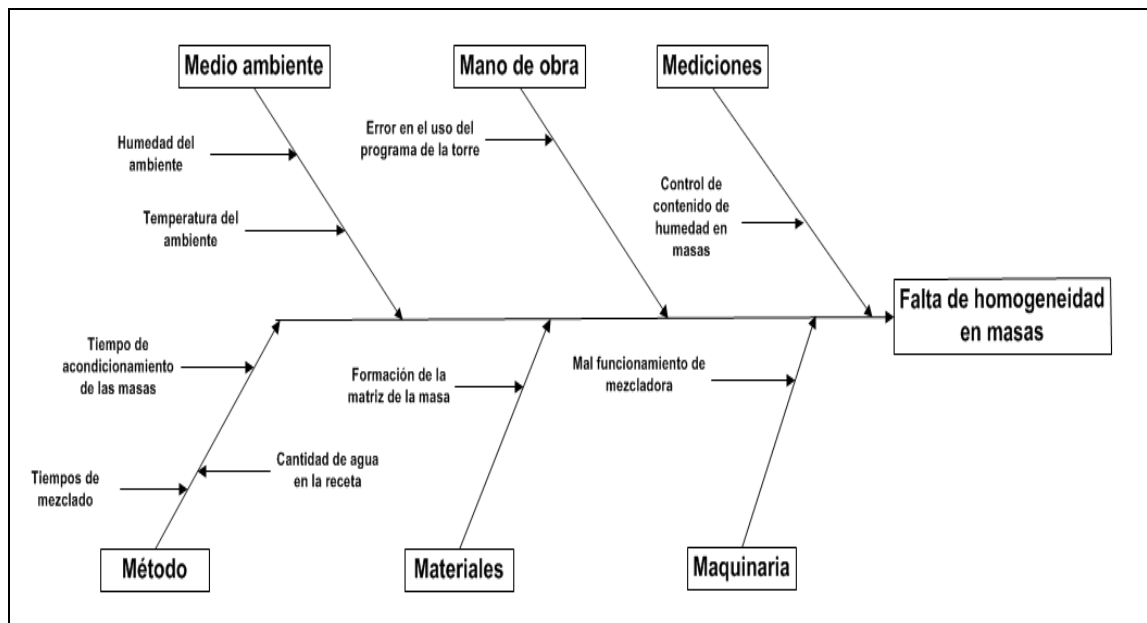
Al haber aclarado que el principal problema con respecto al peso neto del cubito de pollo estaba relacionado con las características de las masas se tomó la decisión de consultar con los operadores del Área de Fabricación, cuáles eran los factores que afectan la calidad de las masas de cubito de pollo, ya que ellos son las personas con mayor experiencia en el proceso de mezclado de los ingredientes de las mismas.

Con base en lo anterior de forma conjunta con los operadores de la torre de mezclas se procedió a identificar las causas que afectan la calidad y uniformidad de las masas, para lo cual se utilizó el método de las 6 m's.

Ya que el problema observado era una mala calidad de las masas en cuanto a homogeneidad y grasocidad, se establecieron estos como los efectos a evaluar y a través de una lluvia de ideas se identificaron las posibles causas que de acuerdo a los operadores provocaban dichos efectos.

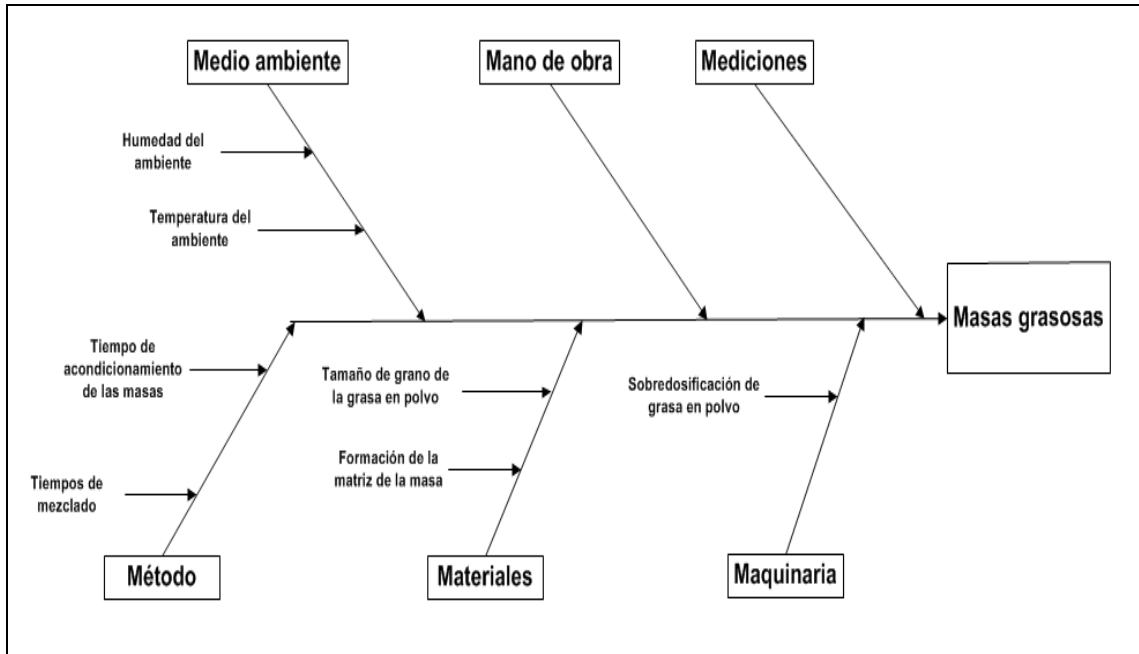
A continuación se presenta el diagrama realizado con ayuda de los operadores de la torre de mezclas.

Figura 26. **Diagrama de 6 M's para la falta de homogeneidad en masas de cubito de pollo**



Fuente: elaboración propia.

Figura 27. Diagrama de 6 M's para la presencia de masas grasosas



Fuente: elaboración propia.

Como resultado de la elaboración de los diagramas de 6 M's se identificaron causas comunes que provocan los dos efectos indeseados en las masas, siendo estos atribuibles a los aspectos medio ambiente y método.

En el caso de causas atribuibles al medio ambiente, tanto la humedad como la temperatura de la torre de mezclas son controladas, pues se cuenta con un sistema de aclimatación. Estos factores de acuerdo a estudios realizados por el Product Technology Center de Nestlé (PTC), se encuentran entre 55 % – 60 % la humedad relativa y 22 °C – 24 °C la temperatura para que no afecte el proceso de mezclado.

En cuanto a las causas dentro del aspecto del método, los tiempos de mezclado han sido constantemente evaluados, por lo que actualmente los tiempos de mezclado se consideran adecuados.

En cuanto a la mano de obra, las personas encargadas del manejo de la mezcladora han sido capacitadas para evitar un mal manejo del sistema y en cuanto a la maquinaria, a esta se le da los mantenimientos respectivos, por lo que para la empresa no hay evidencias de un mal funcionamiento o sobredosificación de ingredientes.

Con respecto a los materiales, se identificó que existe una causa en común para ambos efectos evaluados, siendo esta la formación de la matriz de la masa. Se entiende por matriz de la masa a la distribución y unión de las partículas de las diferentes materias primas durante el proceso de mezclado.

En este caso una característica que afecta la forma en que interactúan las distintas partículas es el tamaño de las mismas, por lo que para el efecto específico de la grasocidad se identificó al tamaño del grano de la grasa en polvo como una causa de importancia. De acuerdo a la coordinadora de fabricación, la grasa en polvo se realiza de forma interna a través de un proceso de molienda, tal como se observa en la figura 11, pero no existe un control estrictamente establecido para el tamaño del grano.

Por último, en el aspecto de mediciones, únicamente para el efecto mala homogeneidad de las masas se identificó el contenido de humedad de las mismas como una causa ligada a la cantidad de agua en la receta que se relaciona con la formación de la matriz de la masa, de acuerdo a la coordinadora se realiza un control cada diez masas fabricadas, lo que supone una frecuencia insuficiente para garantizar homogeneidad tomando como base



la información de la entrevista realizada en donde la mayoría de los operadores de prensas indicaron que los problemas de peso se observaban en la mayoría de masas (figura 24 y 26).

En resumen, la formación de la matriz de la masa es una de las causas que afectan tanto la homogeneidad de la masa así como la grasosidad que presenta la misma. Dentro de esta se determinó que están ligados dos factores principales que son el tamaño del grano de la grasa en polvo y la humedad de la masa.

Por lo tanto se realizó el análisis del estado del tamaño del grano de grasa en polvo así como del contenido de humedad en masas de cubito de pollo, para entender la situación de las mismas.

- Análisis del índice de granulometría de la grasa en polvo

El análisis consistió en las mediciones del índice de granulometría de la grasa en polvo fabricada en Nestlé Fábrica Antigua y posteriormente la elaboración de un diagrama de control que permitiera con más facilidad determinar si el proceso de fabricación de grasa en polvo se encuentra bajo control estadístico.

El índice de granulometría, es una medida definida de forma interna por parte de la coordinación del área de fabricación, como el peso de la fracción de la muestra de grasa retenida por un tamiz de mesh número 18 después de ser cernida durante un minuto, presentada en porcentaje.

Por lo que para la evaluación se respetó el procedimiento establecido para que no existiera variación en los resultados con respecto a las mediciones que la empresa había realizado con anterioridad.

El procedimiento utilizado para realizar las mediciones del índice de granulometría fue el siguiente:

Primero se determinó que el cálculo del valor del índice de granulometría, de acuerdo a las indicaciones de la empresa se debía realizar mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de Granulometría} = \frac{P}{200} \times 100$$

En donde P se define como el peso de la fracción de la muestra de grasa retenida por el tamiz.

Con base en la fórmula se estableció que las muestras de grasa de acuerdo al procedimiento que se tenía establecido debía ser de 200 gramos, por lo que luego se procedió a la toma de muestras.

La toma de muestras consistió en la obtención de tres muestras por separado de grasa en polvo usando un cucharón plástico, las tres muestras eran tomadas por cada Big Bag evaluado (parte superior, media e inferior con el objetivo una muestra final representativa). Las muestras fueron tomadas directamente de los Big Bags al momento de fabricarse. La cantidad de muestras tomadas correspondió a la producción total de Big Bags que se realizó el día del muestreo, puesto que la cantidad de Big Bags es poca.

Luego las muestras fueron pesadas utilizando una balanza, se pesaron 200 gramos de cada una de las muestras del Big Bag. Posteriormente se tamizaron las muestras, cada muestra fue tamizada utilizando un tamiz de mesh número 18 (1 mm), realizando este durante 1 minuto. Por último se pesó el residuo de cada muestra retenida por el tamiz, utilizando nuevamente la balanza.

Tabla XIV. **Demostración del cálculo del Índice de granulometría en la grasa en polvo**

<b>Big Bag No. 1</b>			
Índice de granulometria promedio	=	$\frac{24,32 + 25,44 + 25,45}{3}$	= 25,06
Rango	=	$25,45 - 24,32$	= 1,13

Fuente: elaboración propia.

Finalmente la presentación final del muestreo del Big bag evaluado, fue la media de las tres muestras tomadas del mismo. Los resultados de los muestreos se muestran en la tabla XV.

Tabla XV. **Mediciones realizadas del índice de granulometría en grasa en polvo**

Big Bag				Índice de granulometría	Rango
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3		
1	24,32	25,44	25,45	25,06	1,13
2	26,69	26,60	26,59	26,62	0,10
3	27,24	23,36	29,46	26,56	6,10
4	31,48	28,21	30,88	30,15	3,28
5	21,53	21,40	21,26	21,40	0,27
6	20,00	20,45	19,85	20,10	0,60
7	25,00	26,75	27,49	26,39	2,50
8	22,60	22,20	23,99	22,92	1,80
9	24,54	23,83	23,69	24,01	0,86
10	28,45	27,05	28,40	27,96	1,40
11	28,42	28,53	24,89	27,22	3,64
12	24,64	24,89	26,31	25,27	1,67
13	26,47	25,81	25,49	25,92	0,98
14	23,56	24,87	21,73	23,35	3,14
15	21,12	23,64	23,10	22,59	2,52
16	23,65	26,14	24,86	24,86	2,49
17	22,20	21,70	22,04	21,98	0,50
			<b>Promedios</b>	<b>24,85</b>	<b>1,94</b>

Fuente: elaboración propia.

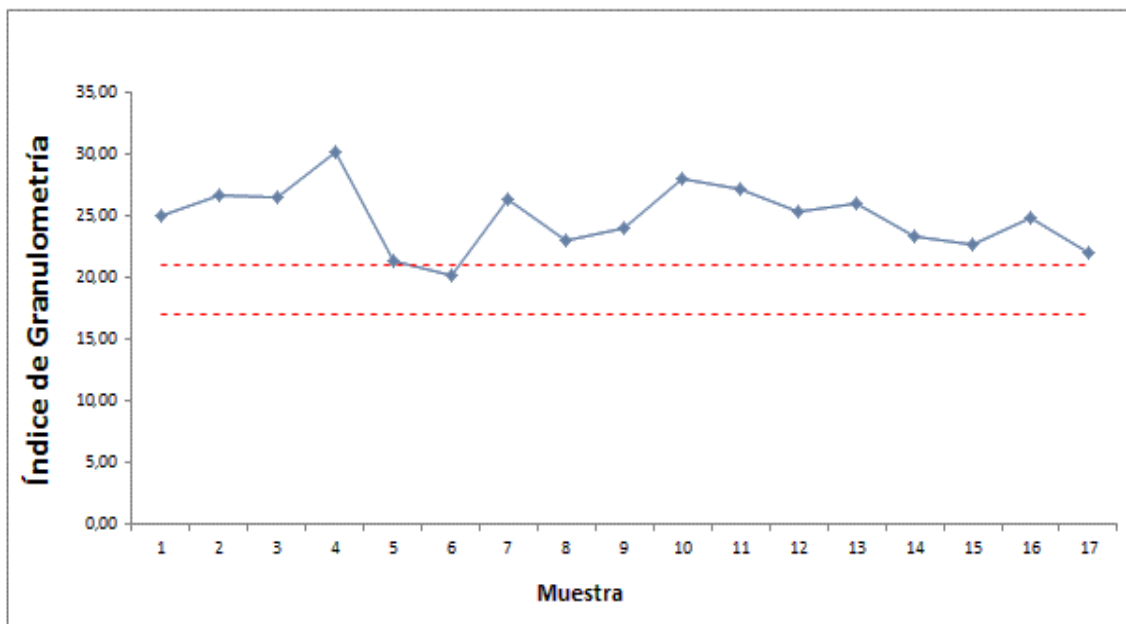
Al haber obtenido los resultados de los muestreos del índice de granulometría, se procedió a realizar la representación gráfica del comportamiento del índice de granulometría, tomando los datos obtenidos presentados en la tabla XV.

Al elaborar la gráfica del comportamiento del índice de granulometría (figura 28), se incluyeron las especificaciones de calidad que se tienen establecidas para dicha variable, las cuales eran:

- Especificación inferior: 17 %
- Especificación superior 21 %

Estas especificaciones fueron fijadas por la empresa en relación a que dentro de estos límites de porcentaje retenido de la muestra de la grasa en polvo, el tamaño del grano se considera adecuado para la fabricación de las masas de cubito de pollo. Es decir, se incluyeron los valores dentro de los cuales se espera que se encuentre el índice de granulometría.

Figura 28. **Comportamiento del índice de granulometría de la grasa en polvo**



Fuente: elaboración propia.

Habiendo analizado el comportamiento del índice de granulometría de la grasa en polvo se pudo observar que los valores estaban completamente fuera de las especificaciones de la empresa. Por lo cual, del mismo modo que con el peso del cubito de pollo, se realizaron diagramas de control para el índice de la granulometría de la grasa en polvo para poder determinar el estado real del proceso. En este caso se utilizaron los diagramas de promedios y de rangos, puesto que son los que permiten de forma más fácil poder apreciar la variación en un proceso dado.

Para la elaboración de los diagramas se realizó el cálculo del rango en cada una de las muestras, restando el valor mínimo al valor máximo dentro de las mismas, tal como se mostró en la tabla XIV. Los resultados fueron mostrados en la tabla XV.

Al haber terminado de calcular los rangos de las muestras se procedió a calcular los límites de control de los diagramas, para el diagrama de control de promedios se utilizó las siguientes formulas:

$$\begin{aligned} \text{LCS} &= X + A2 * R \\ \text{Línea Central} &= X \\ \text{LCI} &= X - A2 * R \end{aligned}$$

Donde:

X = media de los promedios de las muestras

R = media de los rangos de las muestras

A2= constante en función del tamaño de la muestra (n = 3). Ver tabla de factores para la construcción de gráficos de control en los anexos.

LCS = límite de control superior

LC = línea central

LCI = límite de control inferior

Para calcular los límites de control del diagrama de rangos, se utilizó la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} \text{LCS} &= \quad D4 * R \\ \text{Línea Central} &= R \\ \text{LCI} &= \quad D3 * R \end{aligned}$$

Donde:

R = media de los rangos de las muestras

D4 y D3 = constantes en función del número de muestras (en este caso  $n = 3$ ), tomadas de la tabla de factores para la construcción de gráficos de control, ver anexos.

LCS = límite de control superior

LC = línea central

LCI = límite de control inferior

Para calcular los límites de los diagramas se utilizaron los resultados promedio presentados en la tabla XV, a continuación se muestra el cálculo de los límites para cada uno de los diagramas.

Tabla XVI.  **Demostración del cálculo de límites para los diagramas de control del índice de granulometría de grasa en polvo**

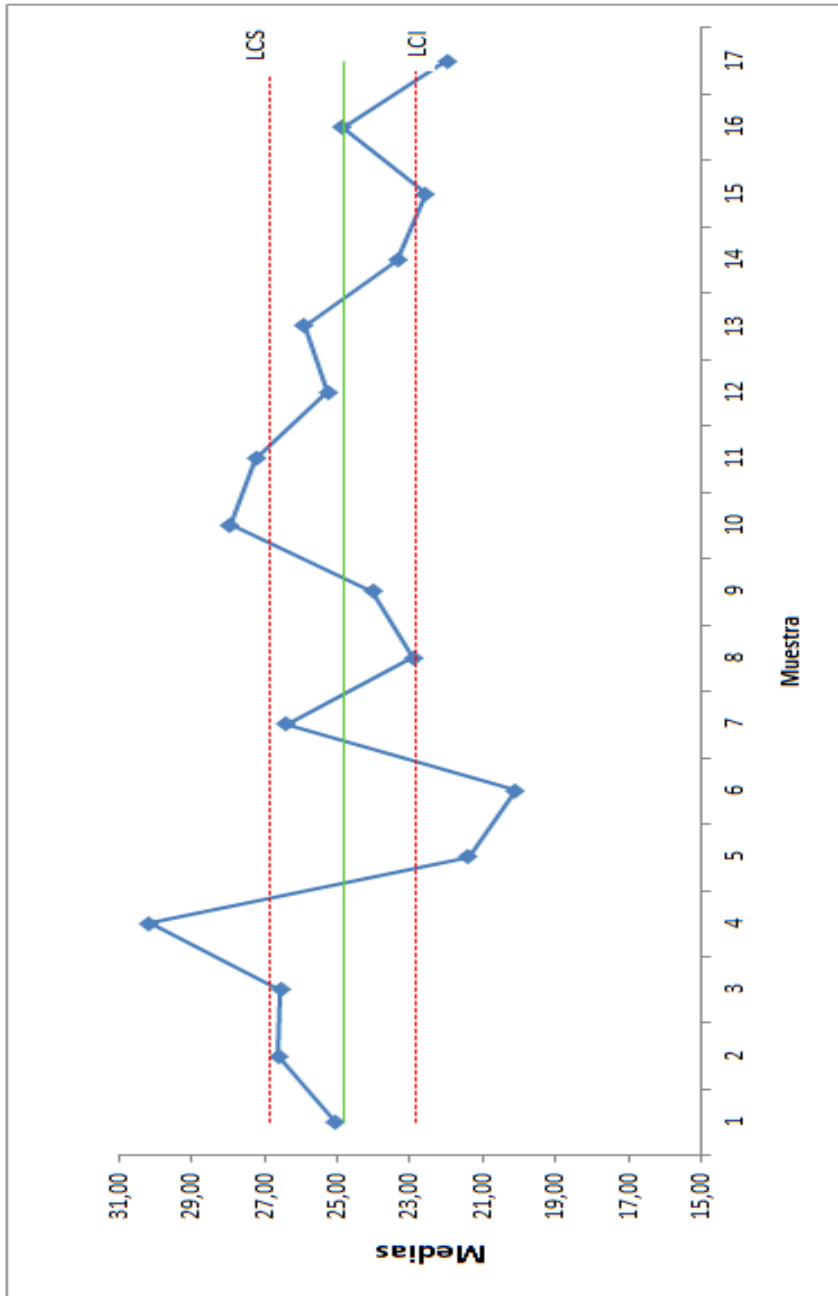
Límites para diagrama de Promedios				Límites para diagrama de Rangos			
LCS=	$X + A2 * R$	$A2 =$	1.023	LCS=	$D4 * R$	$D4$	2.575
Línea Central=	$X$	$R =$	1.94	Línea Central=	$R$	$R =$	1.94
LCI=	$X - A2 * R$	$X =$	24.85	LCI=	$D3 * R$	$D3$	0.00
LCS=	26.82892			LCS=	4.99247		
Línea Central=	24.85			Línea Central=	1.94		
LCI=	22.86209			LCI=	0		

Fuente: elaboración propia.

A continuación, en las figuras 29 y 30, se presentan los diagramas de control de promedios y de rangos respectivamente, elaborados para la variable índice de granulometría de la grasa en polvo.

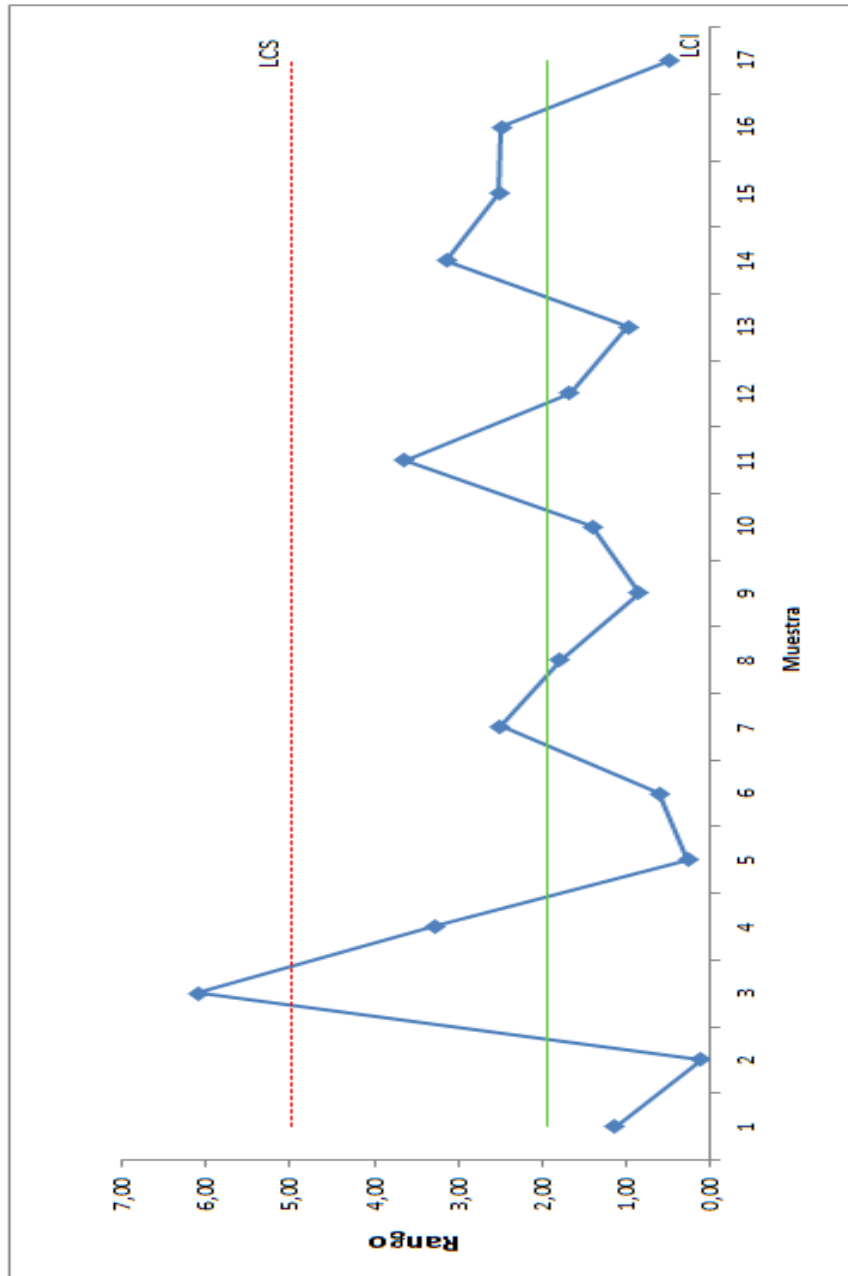


Figura 29. Diagrama de control de promedios para el índice de granulometría de grasa en polvo



Fuente: elaboración propia.

Figura 30. Diagrama de control de rangos para el índice de granulometría de grasa en polvo



Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a la información obtenida a través de las mediciones realizadas y los diagramas elaborados, se pudo determinar que el comportamiento del índice de granulometría (figura 28) se encuentra completamente fuera de las especificaciones de la empresa, estando este por encima de la especificación superior, lo que indica que el tamaño del grano de la grasa en polvo es mayor al deseado.

En cuanto a los diagramas de control, se pudo establecer a través del diagrama de promedios (figura 29) que el proceso de elaboración de grasa en polvo es un proceso estable y estadísticamente presenta puntos fuera de control (tanto por encima como por debajo de los límites de control), lo que indica que existen variables que afectan dicho proceso. En cuanto al diagrama de promedios (figura 30), se pudo observar que la variación entre muestras es estable, lo que indica que el proceso tiende a mantenerse en el estado actual.

Esto hace necesario la implementación de un control más específico en este proceso para asegurar un tamaño de grano adecuado.

- Control de la humedad de la masa de cubito de pollo fabricada con grasa en polvo

La humedad de la masa fue evaluada de acuerdo al procedimiento establecido por la empresa, el cual se aplica a todas las variedades que se producen. La evaluación consistió en la determinación del porcentaje de humedad con base en diferencia de pesos en una muestra del semielaborado la cual es expuesta a calor durante un determinado tiempo.

Para realizar las mediciones se realizó la toma de muestras, con una cuchara esterilizada, al momento de ser fabricadas en el centro de mezclas.

Posteriormente, de cada muestra que se toma se pesan 10 gramos utilizando una termobalanza previamente tarada, la cual luego era activada para que aplicara el calor a la muestra y así se eliminara la humedad de la muestra.

De acuerdo al procedimiento utilizado en la empresa, las muestras de cubito de pollo fueron sometidas a una temperatura de 140 °C por un tiempo de 2 minutos. Luego de transcurrido el tiempo de exposición al calor, la termobalanza mostraba automáticamente en la pantalla de la misma, el porcentaje de humedad que contenía la muestra, cuyos valores fueron anotados.

Figura 31. **Termobalanzas usadas para determinar el porcentaje de humedad de las muestras de masas**



Fuente: Laboratorio de humedades, Nestlé Fábrica Antigua.

En el caso de las masas de cubito de pollo, la producción es constante en el tiempo más no en cantidad de masas producidas por día, la producción varía entre 14 a 30 Big bags al día.

De acuerdo al procedimiento establecido en la empresa, el muestreo de humedad se realiza cada 10 masas para el caso del cubito de pollo. La frecuencia de muestreo ha sido establecida a través del Departamento de Aseguramiento de Calidad.

Debido al sistema automatizado de la producción en la torre de mezclas, la muestra únicamente puede ser tomada en la parte superior del Big Bag, tomándose esta, como representativa de la masa total del producto y basados en la lentitud en la obtención de muestras y a petición de la empresa se tomaron mediciones proporcionadas por la empresa, para evaluar el estado actual del comportamiento del contenido de humedad en las masas.

Los datos proporcionados por la empresa se presentan a continuación:

Tabla XVII. **Histórico del contenido de humedad (porcentaje) de masas de cubito de pollo fabricadas con grasa en polvo**

No. Muestra	Humedad	Rango
1	1,15	
2	1,13	0,02
3	1,09	0,04
4	1,18	0,09
5	1,17	0,01
6	1,13	0,04
7	1,11	0,02
8	1,13	0,02
9	1,31	0,18
10	1,26	0,05
11	1,15	0,11
12	1,19	0,04
13	1,01	0,18
14	1,01	0
15	1,1	0,09
16	1,1	0
17	1,08	0,02
18	1,13	0,05
19	1,08	0,05
20	1,01	0,07
21	1,11	0,1
22	1,11	0
23	0,97	0,14
24	0,99	0,02
25	1,09	0,1

No. Muestra	Humedad	Rango
26	1,11	0,02
27	0,98	0,13
28	0,99	0,01
29	1,11	0,12
30	1,1	0,01
31	1,09	0,01
32	1,01	0,08
33	1,1	0,09
34	1,06	0,04
35	1,02	0,04
36	1,06	0,04
37	1,14	0,08
38	1,05	0,09
39	1,14	0,09
40	1,06	0,08
41	1,11	0,05
42	1,15	0,04
43	1,01	0,14
44	1,16	0,15
45	1,18	0,02
46	1,17	0,01
47	1,16	0,01
48	1,17	0,01
49	1,13	0,04
50	1,08	0,05

No. Muestra	Humedad	Rango
51	1,15	0,07
52	1,13	0,02
53	1,12	0,01
54	1,14	0,02
55	1,12	0,02
56	1,1	0,02
57	1,1	0
58	1,07	0,03
59	1,04	0,03
60	1,08	0,04
61	1,09	0,01
62	1,05	0,04
63	1,1	0,05
64	1,04	0,06
65	0,98	0,06
66	1,16	0,18
67	1,1	0,06
68	1,06	0,04
69	1,18	0,12
70	1,42	0,24
71	1,2	0,22
72	1,13	0,07
73	1,15	0,02
74	1,14	0,01
75	1,14	0

	Humedad	Rango
MEDIA	1,10827	0,05851

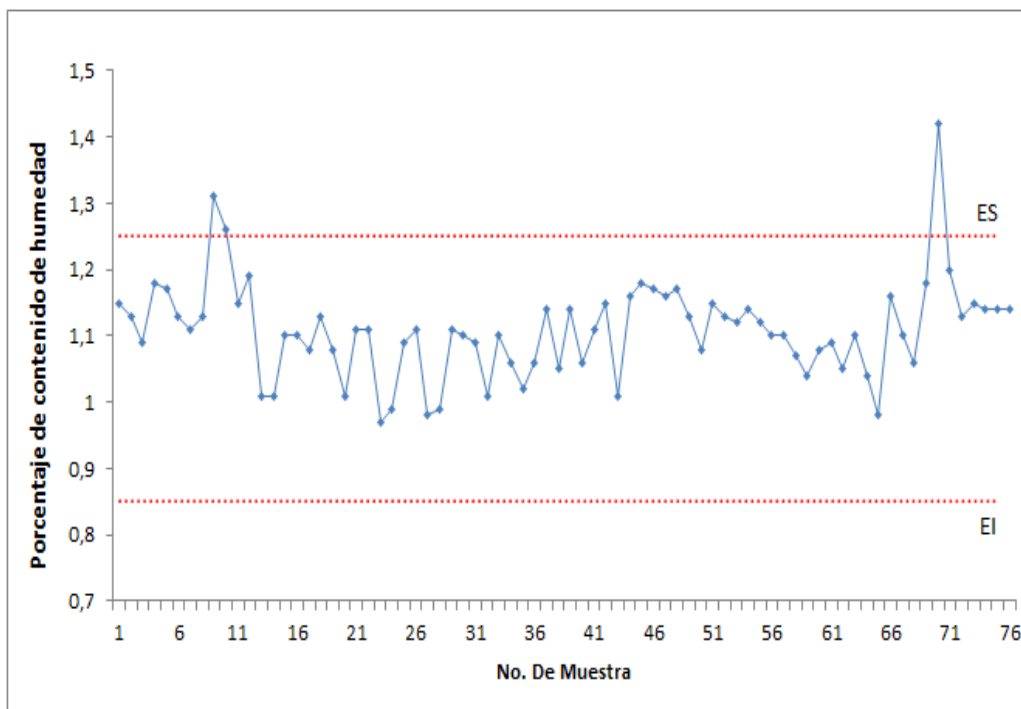
Fuente: base de datos de la empresa.

Con la información proporcionada se realizó una gráfica para visualizar el comportamiento del contenido de humedad en las masas de cubito de pollo fabricadas con grasa en polvo. Al elaborar la gráfica se incluyeron las especificaciones de calidad que se tienen establecidas para dicha variable, las cuales eran:

- Especificación inferior: 0,85 %
- Especificación superior: 1,25 %

Es decir, se incluyeron los valores dentro de los cuales se espera que se encuentre el porcentaje del contenido de humedad de las masas de cubito de pollo, de acuerdo a las especificaciones de calidad que maneja la empresa. El grafico realizado se presenta a continuación.

Figura 32. **Comportamiento del porcentaje de contenido de humedad de masas de cubito de pollo fabricadas con grasa en polvo**



Fuente: elaboración propia, con base en información de la empresa.

De acuerdo a el comportamiento observado en la figura 32, se estableció que el contenido de humedad de las masas fabricadas se encuentra dentro de las especificaciones de calidad de la empresa, lo que de acuerdo al PTC de Nestlé, es el contenido de humedad en masas que permite una buena

manejabilidad y prensabilidad. Por lo tanto se pudo inferir que el contenido de humedad no estaba afectando en forma significativa la calidad de las masas.

Aún cuando el comportamiento del contenido de humedad permite establecer que dicha variable se encuentra bajo control, se procedió a elaborar los diagramas de control correspondientes, para determinar estadísticamente el estado de la misma. Tomando en cuenta las características del variable contenido de humedad y los periodos que conlleva la obtención de muestras, el análisis del proceso se realizó a través de una carta de individuales. La carta de individuales se puede ver como un caso particular de la carta X barra – R, se aplica en procesos lentos en donde resulta inconveniente esperar otra medición para analizar el desempeño del proceso.

Para la elaboración del diagrama de individuales se procedió al cálculo de los rangos de las muestras, debido a la naturaleza de la variable, el rango fue determinado restando el valor de la medición anterior al valor de la medición que se estaba calculando (los valores del rango se colocaron siempre de forma absoluta), es decir en el caso del primer rango calculado (tabla XVII), al valor 1,13 se le resto el valor de la medición anterior 1,15 dando como resultado que el valor 0,02 puesto que se colocan en forma absoluta, es decir con signo positivo.

Habiendo calculado los rangos se utilizó la siguiente fórmula para calcular los límites de control para el diagrama de individuales:

$$\mu \pm 3\sigma = \bar{X} \pm 3(R/d_2)$$

$$LCS = \bar{X} + 3(R/d_2)$$

$$LC = \bar{X}$$

$$LCI = \bar{X} - 3(R/d_2)$$



Donde:

$\bar{X}$  = media de las muestras

R = media de los rangos de las muestras

$D_2$  = constante en función del número de muestras (en este caso  $n= 2$ ), tomada de la tabla de factores para la construcción de gráficos de control, ver anexos.

LCS = límite de control superior

LC = línea central

LCI = límite de control inferior

Al utilizar los valores presentados en la tabla XVII, se obtuvieron los resultados siguientes:

**Tabla XVIII. Demostración del cálculo de límites para el diagrama de individuales para el contenido de humedad en masas de cubito de pollo**

$\mu \pm 3\sigma =$	$\bar{X} \pm 3(R/d_2)$	$d_2 =$	1,128
		R =	0,07
		$\bar{X} =$	1,11
	$LCS = \bar{X} + 3(R/d_2)$	LCS =	1,3022477
	LC = $\bar{X}$	LC =	1,11
	$LCI = \bar{X} - 3(R/d_2)$	LCI =	0,9151207

Fuente: elaboración propia.

Para la elaboración de la carta de rangos se utilizó la siguiente fórmula:

$$LCS = D4 * R$$

$$LC = R$$

$$LCI = D3 * R$$

Donde:

R = media de los rangos de las muestras

D4 y D3 = constantes en función del número de muestras (en este caso  $n = 2$ ), tomadas de la tabla de factores para la construcción de gráficos de control, ver anexos.

LCS = límite de control superior

LC = línea central

LCI = límite de control inferior

Utilizando valores presentados en las tablas II a la VI, se obtuvieron los límites de control para cada diagrama realizando el mismo procedimiento para cada uno, como se muestra a continuación:

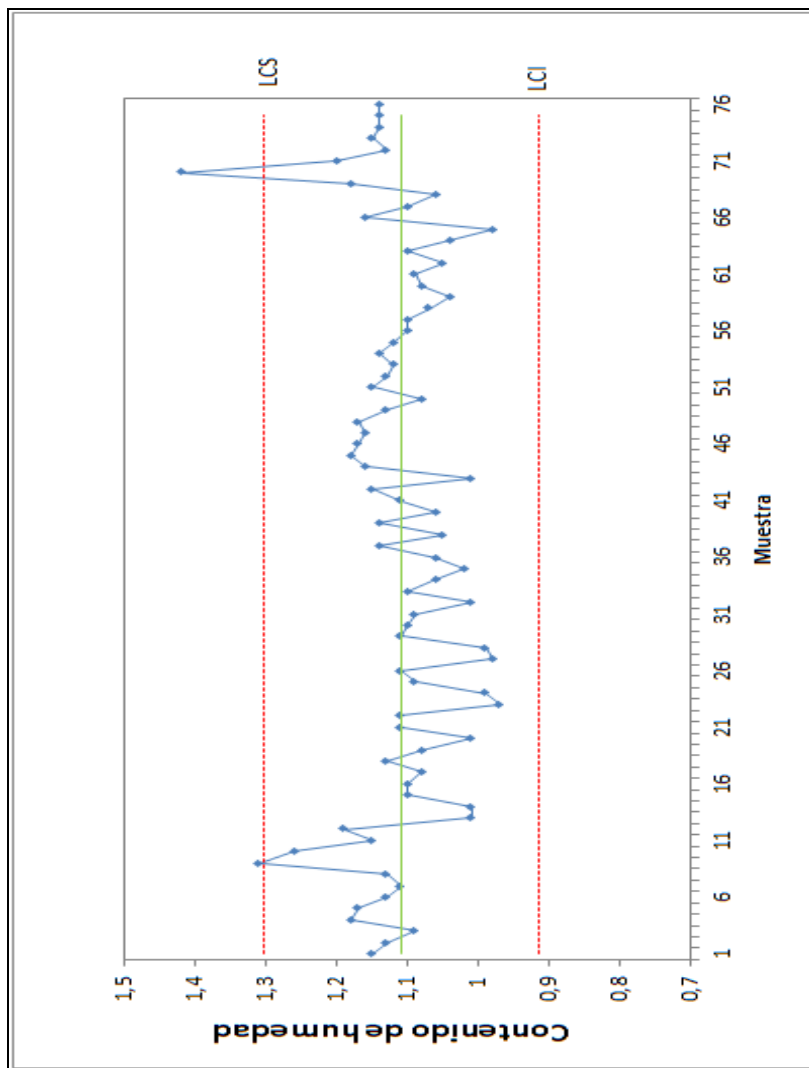
**Tabla XIX. Demostración del cálculo de límites para el diagrama de rangos para el contenido de humedad en masas de cubito de pollo**

X=	1,11	D4=	3,267
R=	0,07	D3=	0
LCS = D4*R		LCS=	0,24
LC = R		LC=	0,07
LCI = D3*R		LCI=	0

Fuente: elaboración propia.

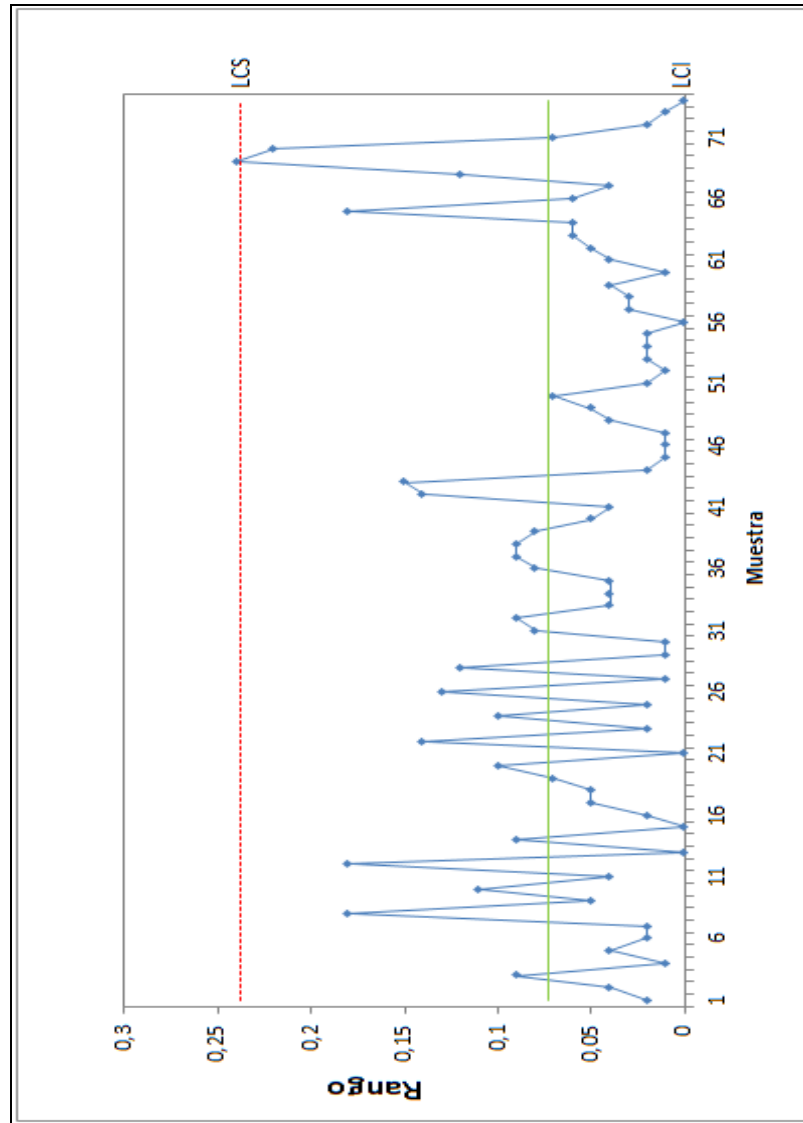
A continuación se presentan los diagramas de control elaborados para la variable porcentaje de humedad en masas de cubito de pollo fabricadas con grasa en polvo.

Figura 33. **Diagrama de individuales para el porcentaje de contenido de humedad de masas de cubito de pollo fabricadas con grasa en polvo**



Fuente: elaboración propia.

Figura 34. Diagrama de rangos para el porcentaje de contenido de humedad de masas de cubito de pollo fabricadas con grasa en polvo



Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a los diagramas elaborados se pudo establecer que el contenido de humedad en las masas de cubito de pollo fabricadas con grasa en polvo era una variable estable y estadísticamente bajo control, así mismo, de acuerdo al diagrama de rangos, la variación entre las mediciones de las muestras a lo largo del tiempo es muy pequeña y estable.

Con base en la medición del peso neto, se pudo determinar que se están teniendo pérdidas en el cubito de pollo por concepto de sobrepeso, esta sobredosificación del cubito está ligada a la mala calidad de las masas del cubito de pollo para poder ser prensadas.

De acuerdo a los análisis realizados con los operadores de llenaje y fabricación, la mala calidad de las masas es debida a que las masas no son homogéneas y presentan grasocidad.

Con base en las evaluaciones realizadas al proceso de fabricación de grasa en polvo, se evidenció que el tamaño del grano de la grasa en polvo está por encima de las especificaciones de calidad deseadas provocando los problemas de grasocidad y homogeneidad.

Por esta razón la gerencia de la empresa tomo la decisión con anterioridad de realizar el cambio en el uso de la grasa en polvo al uso de la grasa en forma fundida, y así, eliminar que la variable de la grasa en polvo afectará las masas y se obtuviera una mejor incorporación de la grasa a la matriz de las masas, mejorando la uniformidad de las mismas.

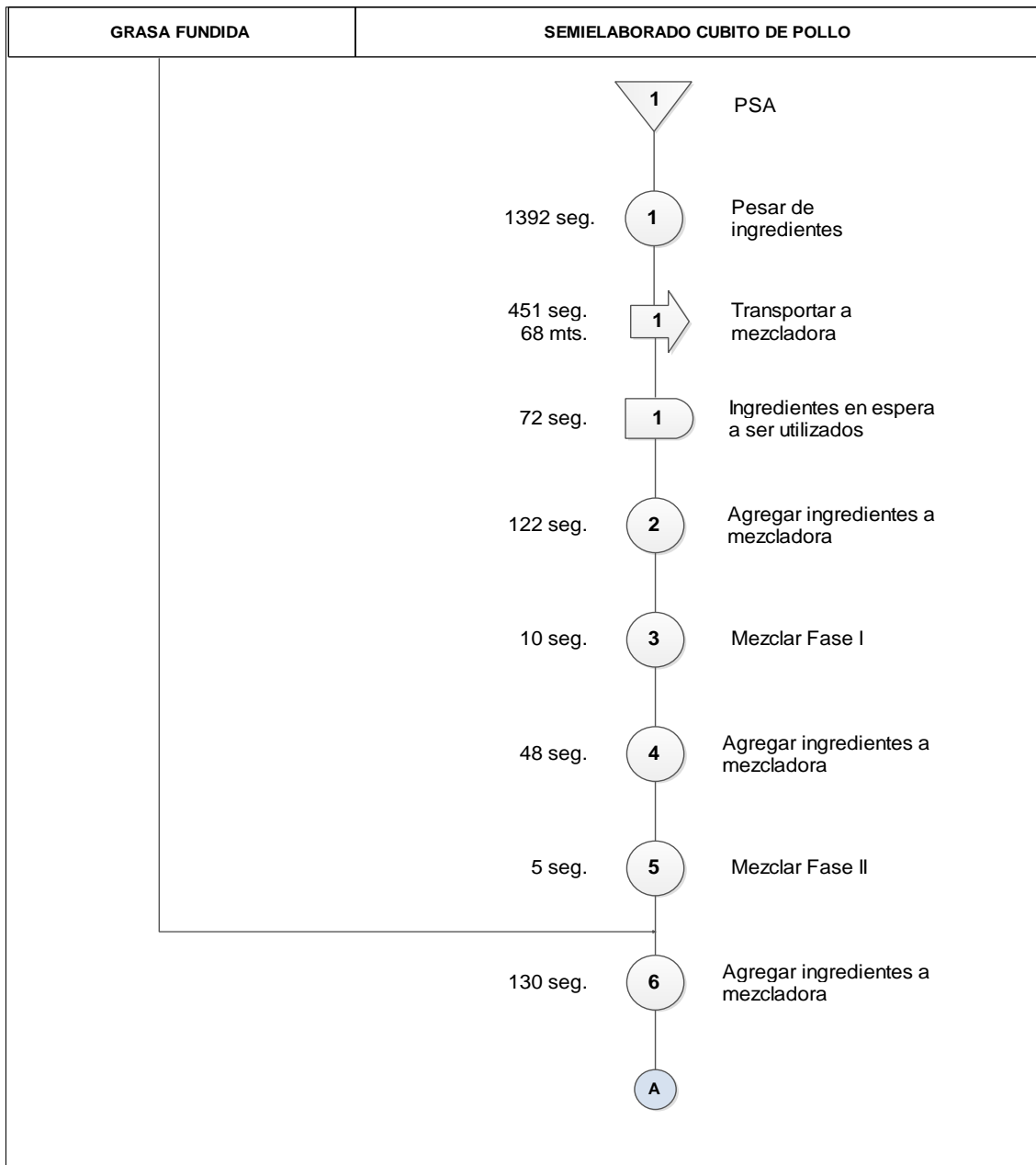
### **2.3. Control del cambio a uso de la grasa fundida en el proceso de fabricación de cubito de pollo**

Como se explicó en el análisis de la problemática, de acuerdo a una necesidad en la reducción del sobrepeso del cubito de pollo, la empresa tomó la decisión de cambiar el uso de grasa en polvo por uso de grasa fundida.

Para esto, la empresa modificó el proceso de fabricación del cubito de pollo, eliminando la fabricación de grasa en polvo e incluyendo ahora la fundición de la grasa vegetal, para entender de mejor forma el cambio se presenta el diagrama del proceso con la modificación de la fundición de grasa vegetal en la figura 35. Como se puede apreciar el número de procesos en el diagrama se reduce, al eliminar la fabricación de la grasa en polvo.

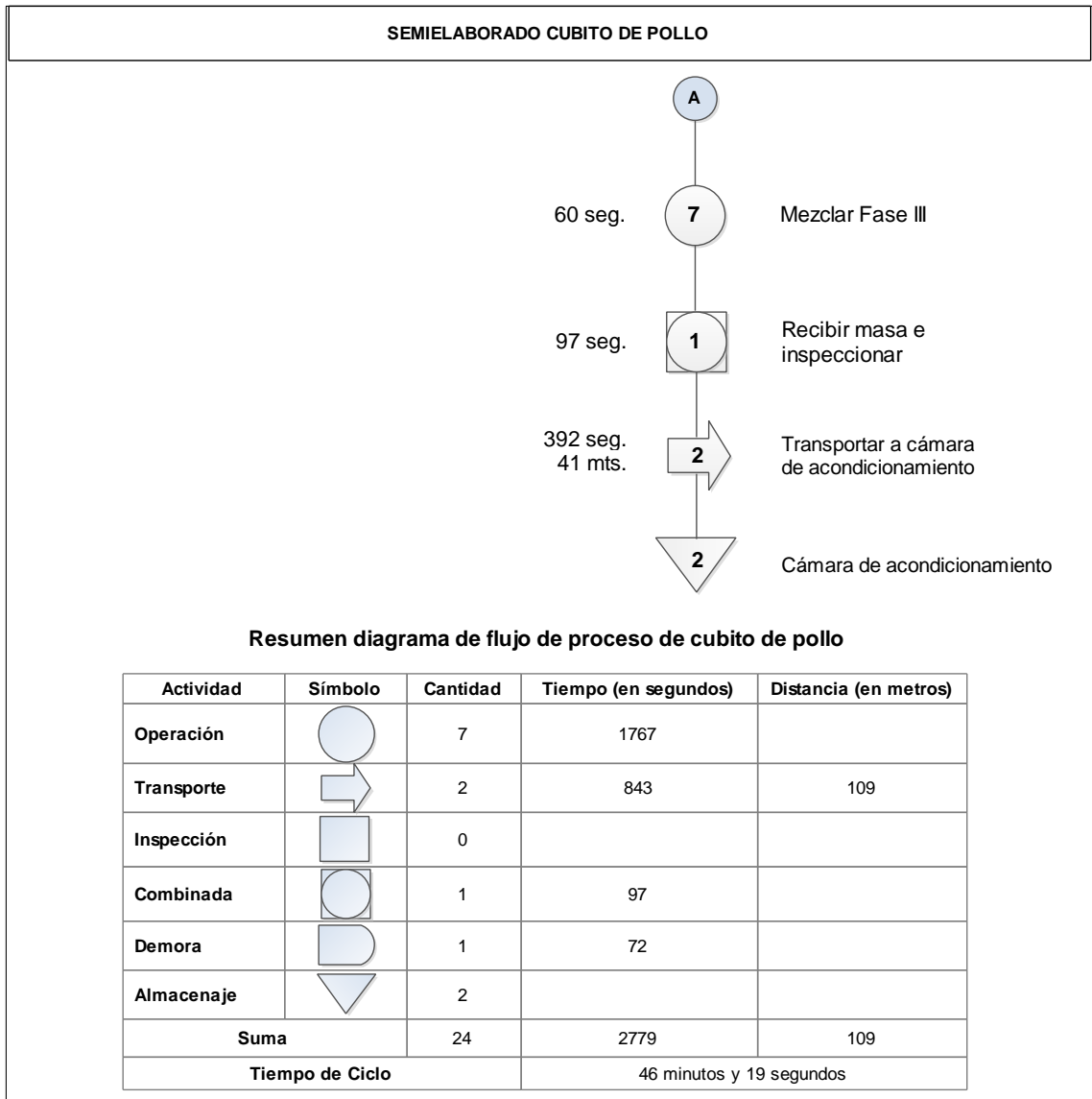
Figura 35. Diagrama de flujo del cubito de pollo fabricado con grasa fundida

Empresa:	Nestlé Fabrica Antigua	Proceso:	Semielaborado cubito de pollo
Departamento:	Fabricación	Finaliza:	Cámara de acondicionamiento
Elaborado por:	Walter Ignacio Morales Batz	Metódo:	Uso de grasa fundida
Inicio:	PSA	Hoja:	1 de 2



Continuación de la figura 35.

Empresa:	Nestlé Fabrica Antigua	Proceso:	Semielaborado cubito de pollo
Departamento:	Fabricación	Finaliza:	Cámara de acondicionamiento
Elaborado por:	Walter Ignacio Morales Batz	Metódo:	Uso de grasa fundida
Inicio:	PSA	Hoja:	2 de 2

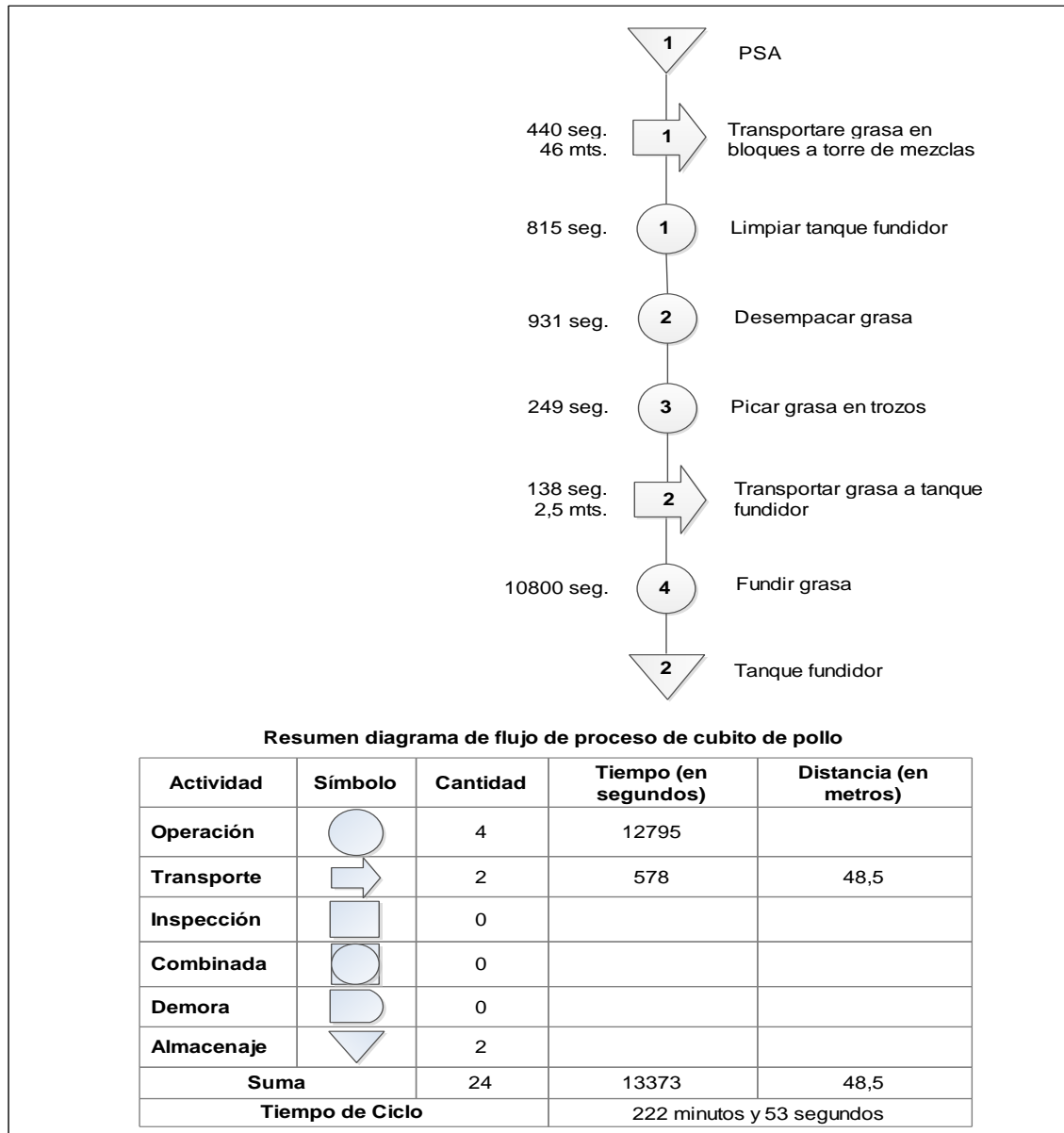


Fuente: elaboración propia, con programa de Microsoft Office Visio 2007.



Figura 36. Diagrama de flujo de proceso de grasa fundida

Empresa:	Nestlé Fabrica Antigua	Proceso:	Grasa Fundida
Departamento:	Fabricación	Finaliza:	Tanque fundidor
Elaborado por:	Walter Ignacio Morales Batz	Metódo:	Cambio de tecnología
Inicio:	PSA	Hoja:	1 de 1



Fuente: elaboración propia, con programa de Microsoft Office Visio 2007.

El cambio de la tecnología fue básicamente cambiar el estado físico en el cual se agregaba la grasa vegetal a la mezcladora, para modificar el proceso y poder fundir la grasa la empresa llevó a cabo la instalación de un sistema de tanques fundidores de grasa. Para esto también fue modificada la receta del cubito de pollo con respecto a la cantidad de algunos ingredientes que tuvieron la necesidad de ser compensados.

Las características de la grasa vegetal utilizada continuaban siendo:

- Tipo de grasa: grasa hidrogenada
- Origen: aceite de palma
- Adicionada con antioxidantes
- Punto de fusión: 54 °C
- Presentación: bloques de 19 kilos

Asimismo, un aspecto no mencionado durante el diagnóstico de la situación actual del proceso de fabricación de cubito de pollo, fue que el mezclado de los ingredientes se realiza por etapas, las cuales también fueron modificadas para la implementación del uso de la grasa fundida.

Cabe mencionar que la instalación del sistema de fundición de grasa presentó una serie de retrasos de carácter administrativos y técnicos, lo que hizo que se replanteara por parte de la coordinación la estrategia para la implementación de las masas fabricadas con grasa fundida en las líneas de prensado, quedando esta limitada únicamente a dos prensas, debido a que existe una demanda del mercado que se debía cumplir y mientras se estabilizaba el uso de masas fabricadas con grasa fundida en las prensas por posibles imprevistos que se pudieran dar, el resto de las prensas seguirían trabajando con masas fabricadas con grasa en polvo.

Luego de iniciada la fabricación de forma piloto de masas de cubito de pollo con grasa fundida, se dio inicio a realizar de nueva cuenta el control de las variables contenido de humedad de las masas y peso neto del cubito, en la misma forma en que se realizó al momento del diagnóstico de la situación en que se encontraba la empresa. Las evaluaciones fueron realizadas con los mismos procedimientos antes expuestos para evitar una variabilidad que afectara los resultados que se obtendrían para comparar.

A continuación se presentan las evaluaciones realizadas con masas fabricadas con grasa fundida.

### **2.3.1. Control de la humedad en masas fabricadas con grasa fundida**

Como se mencionó la implementación de la fabricación de masas de cubito de pollo con grasa fundida sufrió ciertos atrasos ajenos al desarrollo del Ejercicio Profesional Supervisado, por lo que para realizar el control de humedad en las masas fabricadas con grasa fundida, se tuvo como limitante la cantidad de masas que fueron fabricadas aun dentro del período autorizado para la realización del Ejercicio Profesional Supervisado, siendo este de 50 masas lo que fue equivalente a 50 muestras.

Como se explicó en el procedimiento realizado durante el diagnóstico de la situación actual de la producción del cubito de pollo, las muestras eran tomadas al momento de la fabricación de las masas, luego se pesaban 10 gramos de la masa utilizando una termobalanza y posteriormente se iniciaba el proceso de calentamiento de las muestras para eliminar la humedad de las mismas y así determinar en función de las diferencias de peso, el porcentaje de humedad que presentaba la muestra.

Al ir observando los resultados que se obtenían, se pudo notar una disminución significativa en el porcentaje de humedad que presentaban las masas fabricadas con grasa fundida, por lo que se procedió a elaborar la representación gráfica del comportamiento del porcentaje de humedad, incluyendo en la misma las especificaciones de calidad que tenía establecida la empresa para visualizar de mejor forma el impacto que la modificación de la receta había provocado (las especificaciones habían sido indicadas en el diagnóstico como 1,25 % y 0,85 % la superior e inferior respectivamente).

En la tabla XX se muestran los resultados obtenidos a través del muestreo realizado.

Se pudo constatar que el porcentaje de humedad de las masas de cubito de pollo fabricadas con grasa fundida estaba por debajo de las especificaciones, lo que indicaba la necesidad para la empresa de reevaluar y establecer las nuevas especificaciones de calidad para las masas, puesto que al haber modificado la receta, cambiaron las condiciones resultantes de la masa, tal como se puede apreciar en el comportamiento del porcentaje de humedad de las masas a continuación.

Tabla XX. **Contenido de humedad (porcentaje) de masas de cubito de pollo con grasa fundida**

No. Muestra	Humedad	Rango
1	0,53	
2	0,57	0,04
3	0,68	0,11
4	0,51	0,17
5	0,62	0,11
6	0,57	0,05
7	0,58	0,01
8	0,55	0,03
9	0,6	0,05
10	0,59	0,01
11	0,61	0,02
12	0,62	0,01
13	0,65	0,03
14	0,66	0,01
15	0,66	0
16	0,63	0,03
17	0,69	0,06
18	0,65	0,04
19	0,64	0,01
20	0,73	0,09
21	0,65	0,08
22	0,59	0,06
23	0,62	0,03
24	0,61	0,01
25	0,69	0,08

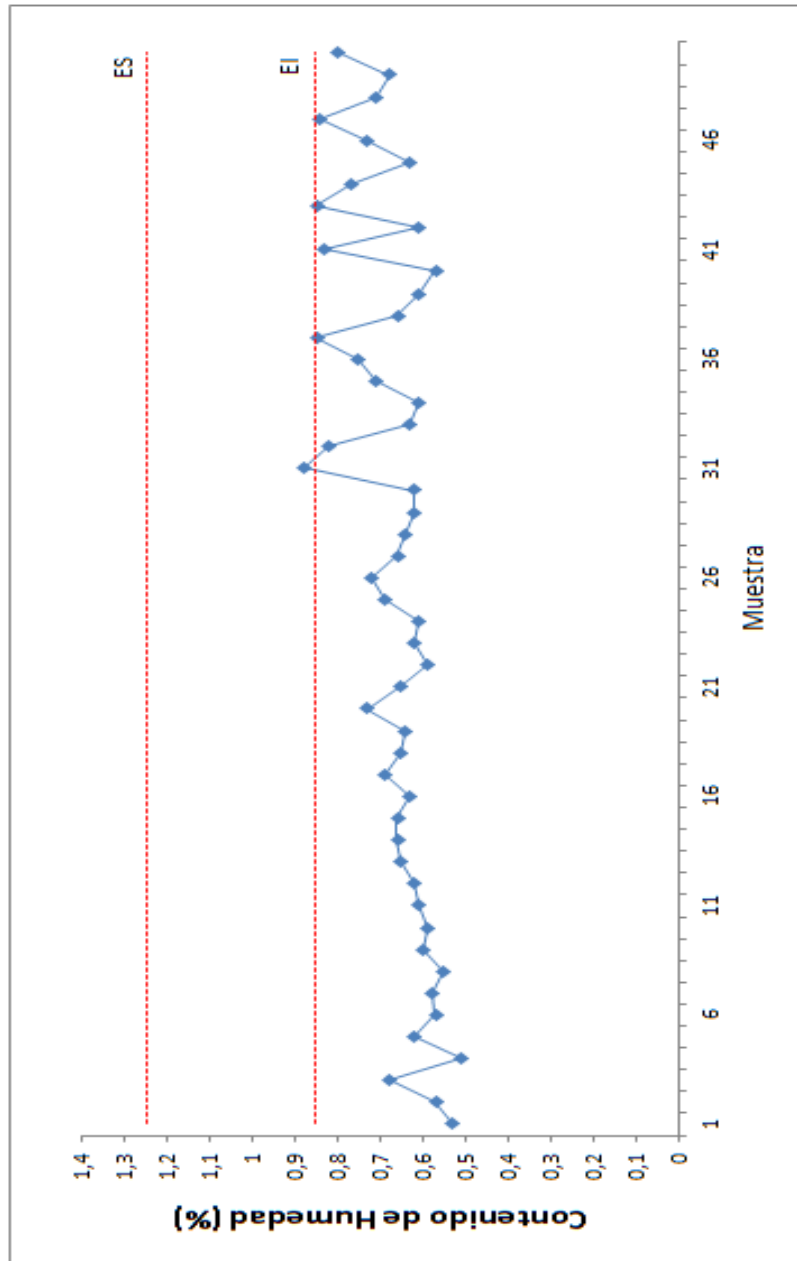
No. Muestra	Humedad	Rango
26	0,72	0,03
27	0,66	0,06
28	0,64	0,02
29	0,62	0,02
30	0,62	0
31	0,94	0,32
32	0,82	0,12
33	0,63	0,19
34	0,61	0,02
35	0,71	0,1
36	0,75	0,04
37	0,85	0,1
38	0,66	0,19
39	0,61	0,05
40	0,57	0,04
41	0,83	0,26
42	0,61	0,22
43	0,85	0,24
44	0,77	0,08
45	0,63	0,14
46	0,73	0,1
47	1,13	0,4
48	1,05	0,08
49	0,68	0,37
50	0,8	0,12

	Humedad	Rango
<b>MEDIA</b>	0,680	0,0908

Fuente: elaboración propia.

Habiendo determinado que la humedad se redujo significativamente en las masas al usar la grasa fundida se procedió a elaborar los diagramas de control usando el mismo procedimiento utilizado al momento de realizar los diagramas de control del diagnóstico de la situación actual, así como los mismos tipos de diagramas, es decir, de individuales acompañado por el de rangos. Por lo que a continuación se muestran los resultados del cálculo de los límites de control con base en los valores que se muestran en la tabla XX.

Figura 37. Comportamiento del porcentaje de contenido de humedad de masas de cubito de pollo fabricadas con grasa fundida



Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. **Demostración del cálculo de los límites para el diagrama de individuales del contenido de humedad de masas fabricadas con grasa fundida**

$LCS = X + 3(R/d_2)$			
$LC = X$			
$LCI = X - 3(R/d_2)$			
$X \pm 3(R/d_2)$		$d_2 =$	1,128
		$R =$	0,09081633
		$X =$	0,666
$LCS =$	0,90753278		
$LC =$	0,666		
$LCI =$	0,42446722		

Fuente: elaboración propia.

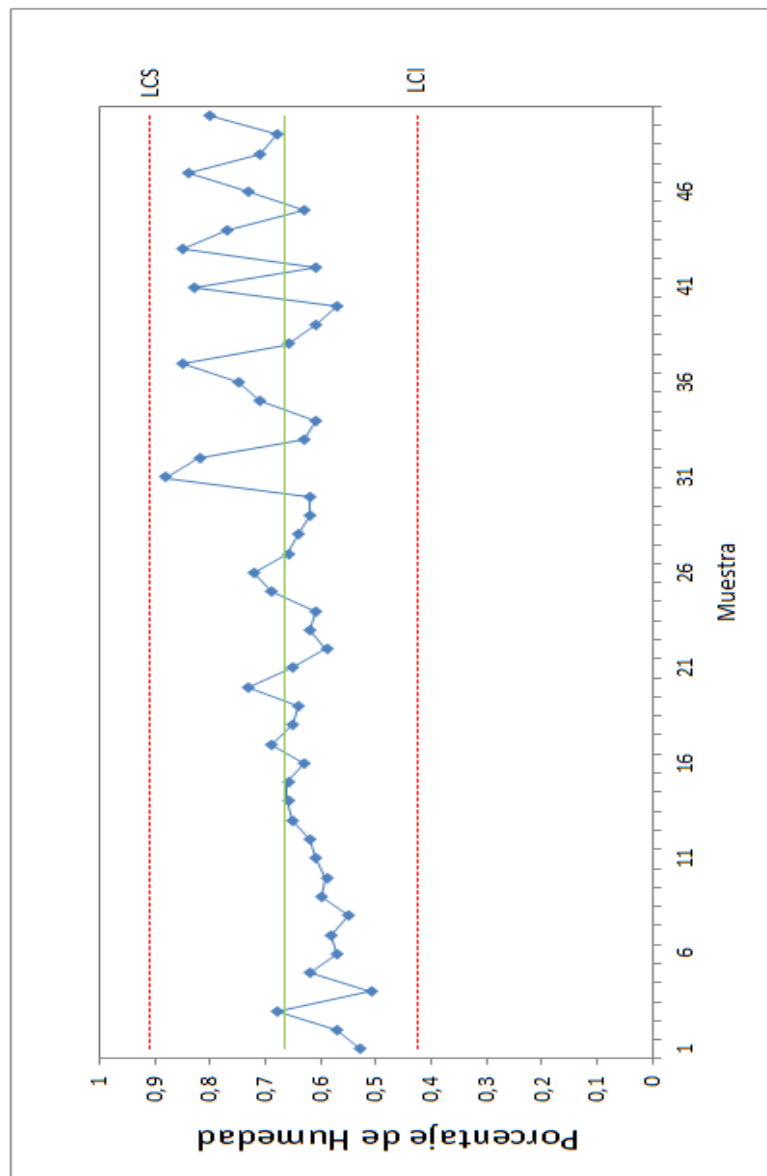
Tabla XXII. **Demostración del cálculo de los límites para el diagrama de rangos del contenido de humedad de masas fabricadas con grasa fundida**

$LCS = D_4 * R$			
$LC = R$			
$LCI = D_3 * R$			
$X =$	0,666	$D_4 =$	3,267
$R =$	0,09081633	$D_3 =$	0
$LCS =$	0,29669694		
$LC =$	0,09081633		
$LCI =$	0		

Fuente: elaboración propia.

Habiendo calculado los límites de control, se procedió a realizar los diagramas de control respectivos, los cuales se muestran a continuación:

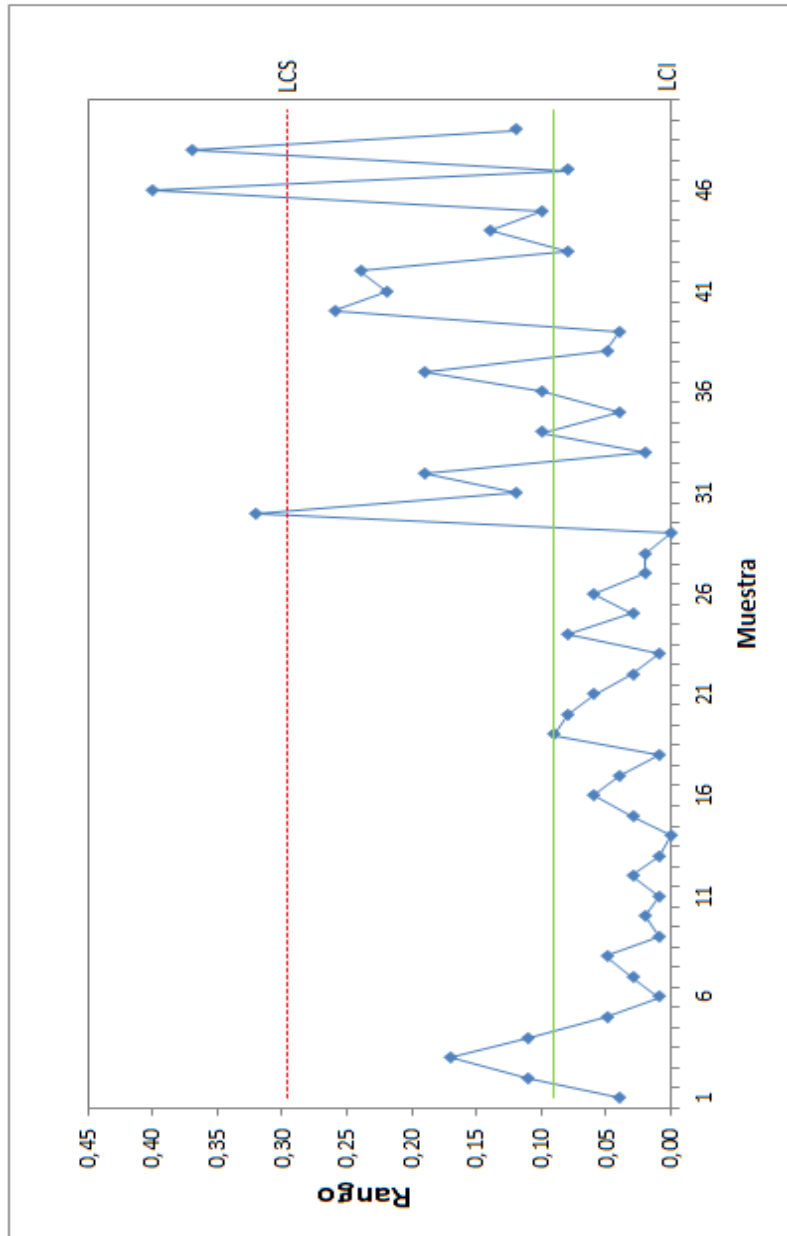
Figura 38. **Diagrama de control de individuales para el porcentaje de humedad en masas de cubito de pollo fabricadas con grasa fundida**



Fuente: elaboración propia.



Figura 39. Diagrama de control de rangos para el porcentaje de humedad en masas de cubito de pollo fabricadas con grasa fundida



Fuente: elaboración propia.

Luego de realizados los diagramas de control se pudo establecer con base en el diagrama de individuales que el contenido de humedad de las masas, a pesar que se redujo significativamente, este es estable considerándose bajo control estadístico y con base en el diagrama de rangos se pudo determinar que existe cierta variación del contenido de humedad en el tiempo, posiblemente por causas especiales que incluso mostraron puntos fuera de control, sin embargo de forma general la variación se puede estimar como leve.

### **2.3.2. Control del peso neto del cubito en masas fabricadas con grasa fundida**

Para completar el control sobre el proceso de fabricación de masas de cubito de pollo con grasa fundida y poder realizar el análisis comparativo entre masas con grasa en polvo y grasa fundida, se realizó de nueva cuenta el control del peso neto del cubito en las prensas. Como se mencionó antes, debido a la necesidad de cumplir con la demanda del mercado y en prevención de posibles imprevistos la gerencia de la empresa tomo la decisión de llevar a cabo la implementación de las masas fabricadas con grasa fundida de forma piloto únicamente en dos líneas de prensado, las cuales fueron:

- Bonals 4
- Fette 6

Por lo que el control se realizó únicamente sobre estas dos prensas.

Cuando se dio inicio al uso de las masas fabricadas con grasa fundida en las líneas mencionadas, se procedió a realizar las mediciones del peso del cubito, utilizando el mismo procedimiento descrito en el control del peso del cubito de pollo de masas fabricadas con grasa en polvo del diagnóstico

presentado anteriormente, se tomaron 25 mediciones, conformándose cada una de ellas por cinco muestras de seis cubitos cada una. El procedimiento se mantuvo igual, para evitar que alguna variación en la toma de muestras afectara los resultados finales. Luego de realizadas las mediciones se obtuvieron los resultados presentados en las tablas siguientes:

**Tabla XXIII. Mediciones de peso neto de cubito de pollo realizadas en la prensa Bonals 4 con masas fabricadas con grasa fundida**

Medición	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	Promedio	Desv Stnd	Rango
1	4,11	4,11	4,11	4,21	4,17	4,142	0,04604346	0,1
2	4,16	4,06	4,14	4,15	4,12	4,126	0,03974921	0,1
3	4,16	4,06	4,14	4,15	4,12	4,126	0,03974921	0,1
4	4,12	4,16	4,13	4,11	4,16	4,136	0,02302173	0,05
5	4,12	4,14	4,14	4,15	4,11	4,132	0,01643168	0,04
6	4,09	4,05	4,13	4,15	4,16	4,116	0,04560702	0,11
7	4,18	4,08	4,11	4,1	4,1	4,114	0,03847077	0,1
8	4,18	4,24	4,18	4,17	4,18	4,19	0,02828427	0,07
9	4,18	4,26	4,15	4,1	4,15	4,168	0,05890671	0,16
10	4,18	4,14	4,09	4,25	4,08	4,148	0,06978539	0,17
11	4,07	4,11	4,17	4,15	4,06	4,112	0,04816638	0,11
12	4,15	4,17	4,17	4,18	4,11	4,156	0,02792848	0,07
13	4,12	4,18	4,14	4,21	4,14	4,158	0,0363318	0,09
14	4,15	4,16	4,07	4,23	4,11	4,144	0,0598331	0,16
15	4,19	4,26	4,31	4,29	4,23	4,256	0,04774935	0,12
16	4,13	4,12	4,17	4,11	4,1	4,126	0,02701851	0,07
17	4,2	4,2	4,04	4,06	4,06	4,112	0,08074652	0,16
18	4,11	4,08	4,09	4,08	4,21	4,114	0,05504544	0,13
19	4,2	4,18	4,21	4,2	4,16	4,19	0,02	0,05
20	4,12	4,17	4,18	4,2	4,18	4,17	0,03	0,08
21	4,17	4,12	4,16	4,15	4,15	4,15	0,01870829	0,05
22	4,05	4,17	4,15	4,14	4,14	4,13	0,04636809	0,12
23	4,36	4,21	4,21	4,17	4,04	4,198	0,1143241	0,32
24	4,13	4,17	4,27	4,18	4,19	4,188	0,05118594	0,14
25	4,15	4,17	4,14	4,22	4,07	4,15	0,0543139	0,15
Media						4,15008	0,04495077	0,1128

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. **Mediciones de peso neto de cubito de pollo realizadas en la prensa Fette 6 con masas fabricadas con grasa fundida**

Medición	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	Promedio	Desv Stnd	Rango
1	4,13	4,12	4,08	4,13	4,06	4,104	0,03209361	0,07
2	4,12	4,14	4,14	4,15	4,12	4,134	0,01341641	0,03
3	4,08	4,19	4,16	4,19	4,14	4,152	0,04549725	0,11
4	4,15	4,11	4,09	4,07	4,14	4,112	0,03346664	0,08
5	4,16	4,16	4,05	4,06	4,09	4,104	0,05319774	0,11
6	4,18	4,1	4,13	4,2	4,09	4,14	0,0484768	0,11
7	4,15	4,14	4,11	4,12	4,1	4,124	0,02073644	0,05
8	4,11	4,17	4,06	4,06	4,16	4,112	0,05263079	0,11
9	4,14	4,15	4,18	4,16	4,09	4,144	0,03361547	0,09
10	4,16	4,14	4,18	4,18	4,09	4,15	0,03741657	0,09
11	4,05	4,08	4,11	4,08	4,07	4,078	0,02167948	0,06
12	4,12	4,13	4,2	4,11	4,18	4,148	0,03962323	0,09
13	4,18	4,17	4,14	4,19	3,99	4,134	0,08264381	0,2
14	4,1	4,17	4,04	4,06	4,16	4,106	0,05813777	0,13
15	4,09	4,13	4,13	4,13	4,13	4,122	0,01788854	0,04
16	4,16	4,21	4,17	4,18	4,2	4,184	0,02073644	0,05
17	4,09	4,1	4,16	4,18	4,2	4,146	0,04878524	0,11
18	4,19	4,2	4,15	4,19	4,2	4,186	0,02073644	0,05
19	4,13	4,07	4,03	4,06	4,14	4,086	0,04722288	0,11
20	4,09	4,13	4,14	4,08	4,16	4,12	0,03391165	0,08
21	4,09	4,05	4,19	4,18	4,17	4,136	0,06228965	0,14
22	4,14	4,16	4,09	4,18	4,12	4,138	0,0349285	0,09
23	4,16	4,15	4,14	4,07	4,12	4,128	0,03563706	0,09
24	4,13	4,09	4,08	4,07	4,08	4,09	0,02345208	0,06
25	4,16	4,18	4,19	4,18	4,18	4,178	0,01095445	0,03
Media						4,13024	0,03716699	0,0872

Fuente: elaboración propia.

Luego de realizadas las mediciones y tabulados los datos, se procedió a elaborar los diagramas de control para cada una de las prensas, como se explicó el procedimiento realizado fue el mismo que el realizado durante el diagnóstico, también, fueron utilizados los mismos diagramas (de promedios y de desviaciones). Primero fueron calculados los rangos de las muestras que se

indican en las tablas XXIII y XXIV y posteriormente se determinaron los límites de control, siendo estos los presentados en resumen en las tablas XXV y XXVI.

**Tabla XXV. Límites de control para los diagramas de control de promedio del peso neto en las prensas de cubito de pollo**

Diagrama de promedios			
Prensa	Límite de control superior	Línea central	Límite de control inferior
Bonals 4	4.2151656	4.15008	4.0849944
Fette 6	4.1805544	4.13024	4.0799256

Fuente: elaboración propia.

**Tabla XXVI. Límites de control para los diagramas de control de desviaciones del peso neto en las prensas de cubito de pollo**

Diagrama de desviaciones			
Prensa	Límite de control superior	Línea central	Límite de control inferior
Bonals 4	0.09390217	0.04495077	0
Fette 6	0.07764184	0.03716699	0

Fuente: elaboración propia.

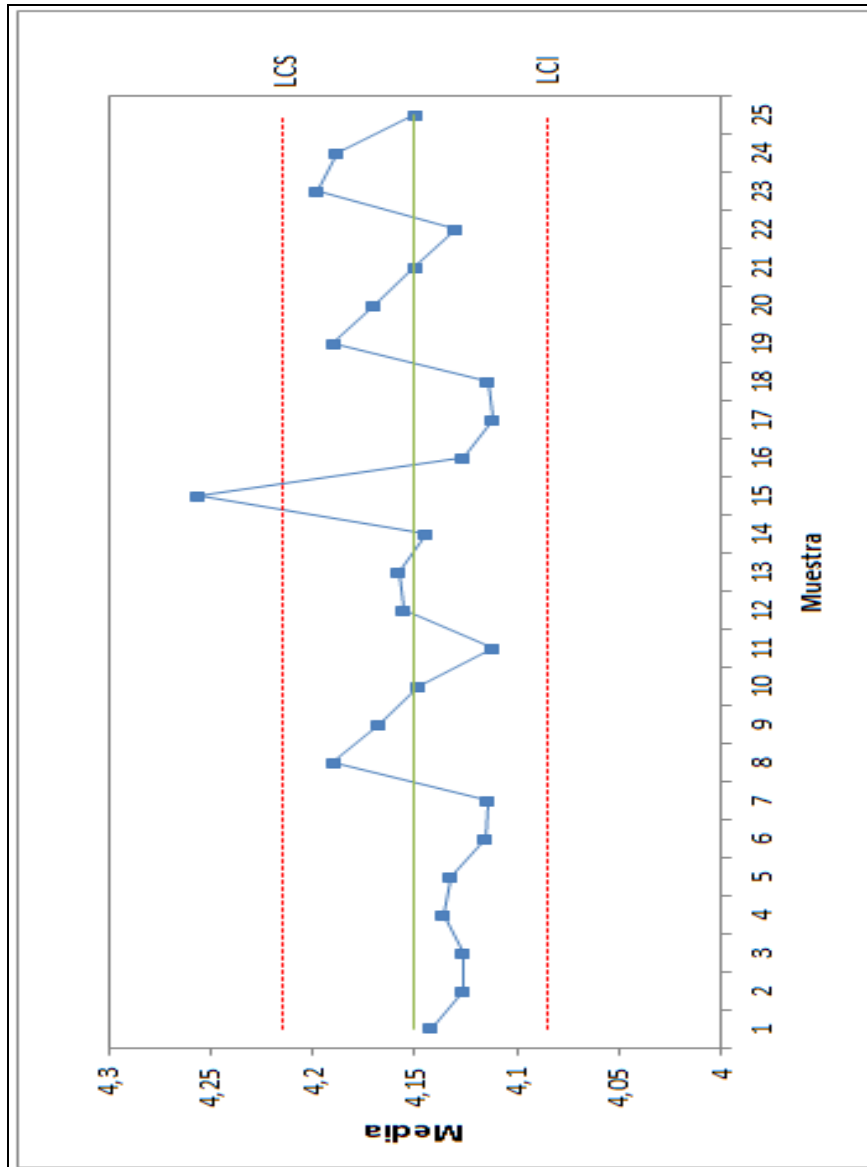
Luego de calculados los límites se elaboraron los diagramas correspondientes, de la misma forma que en el diagnóstico presentado

anteriormente, a continuación se presentan los diagramas de control ordenados en cada una de las prensas que se pudieron evaluar.

- Diagramas de control de peso neto del cubito de pollo prensa Bonals 4 usando grasa fundida

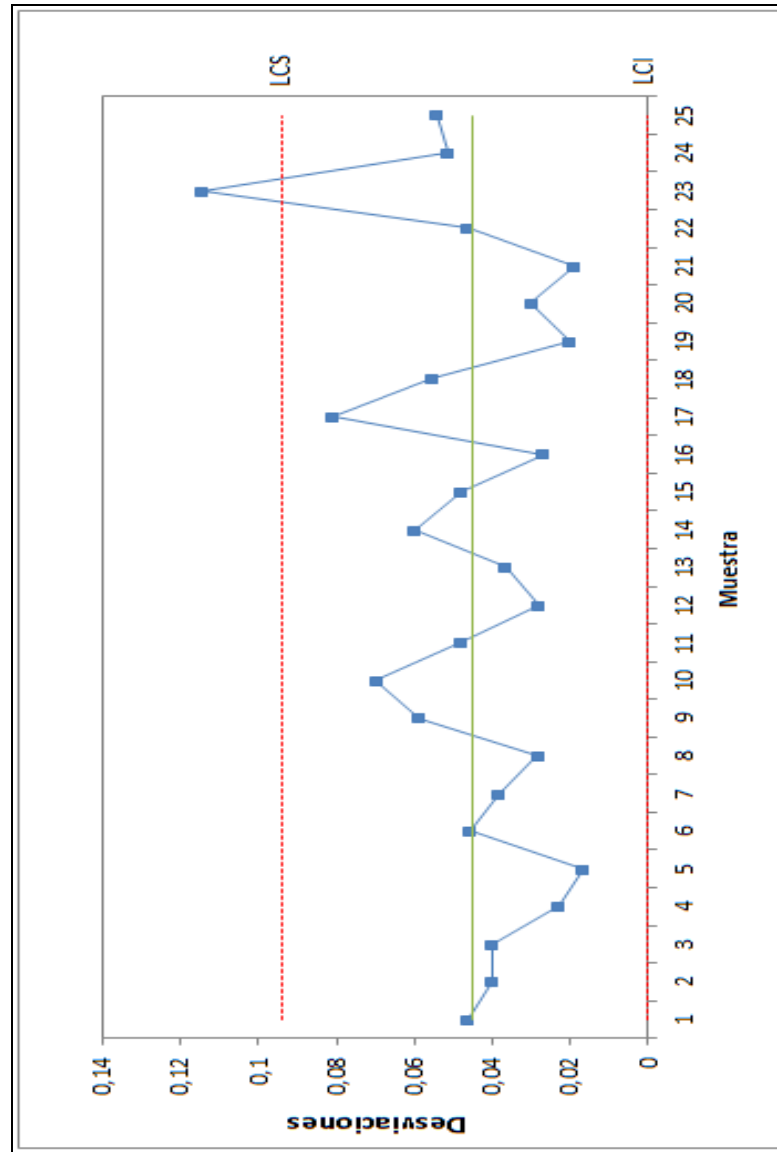
Aquí se presentan los diagramas elaborados para realizar el control estadístico del peso neto del cubito de pollo en la prensa Bonals 4. En las cuales vale la pena recalcar se estaban usando masas de cubito de pollo fabricadas con grasa fundida

Figura 40. Diagrama de control de promedios para el peso neto del cubito de pollo en la prensa Bonals 4 fabricado con grasa fundida



Fuente: elaboración propia.

Figura 41. Diagrama de control de desviaciones para el peso neto del cubito de pollo en la prensa Bonals 4 fabricado con grasa fundida



Fuente: elaboración propia.

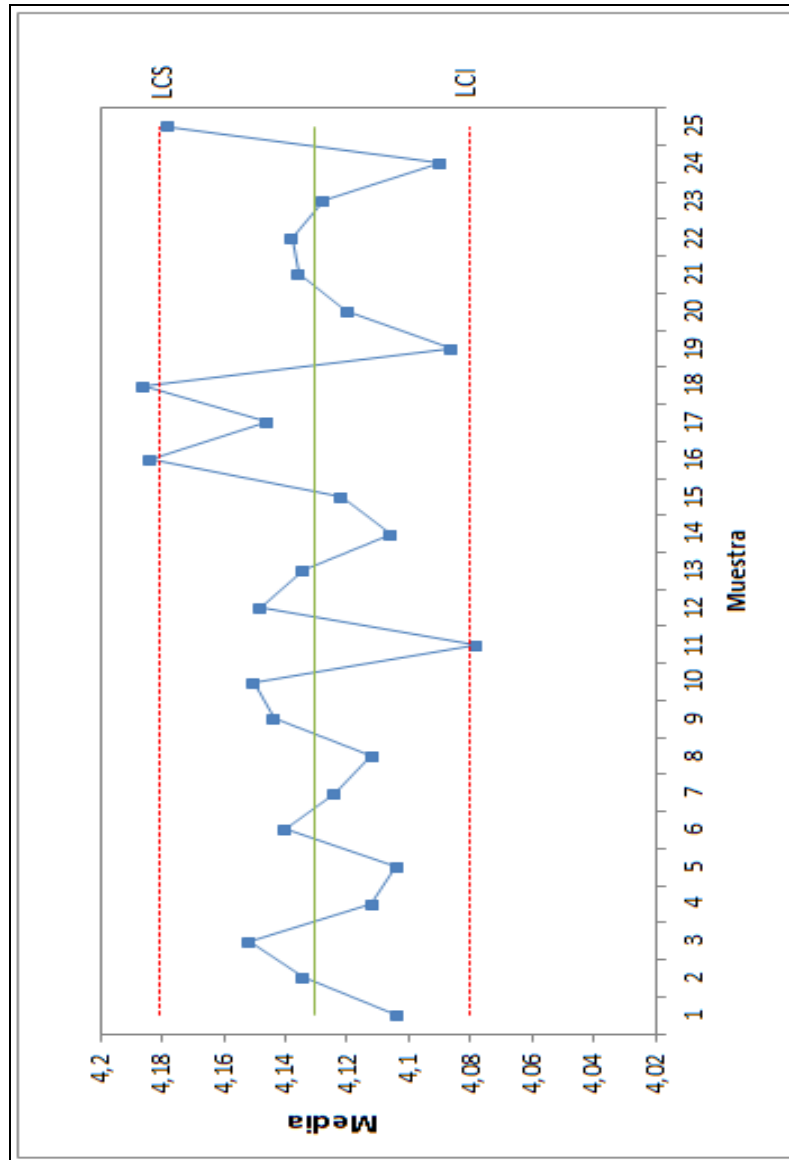


- Diagramas de control de peso neto del cubito de pollo prensa Fette 6 usando grasa fundida

De acuerdo a los diagramas elaborados se pudo establecer que el peso del cubito de pollo producido con masas fabricadas en grasa fundida efectivamente se redujo, al observar los diagramas de promedios se puede apreciar como la media del proceso se acerca mucho más al peso esperado por la empresa (4,12 gramos) en ambas prensas y con base en los diagramas de rango, la variación de peso entre muestras a lo largo del tiempo también es estable y se encuentra bajo control estadístico. En ambas prensas se observan algún punto fuera de los límites, sin embargo de acuerdo al comportamiento de las mediciones se estima que fueron a causas ajenas al proceso.

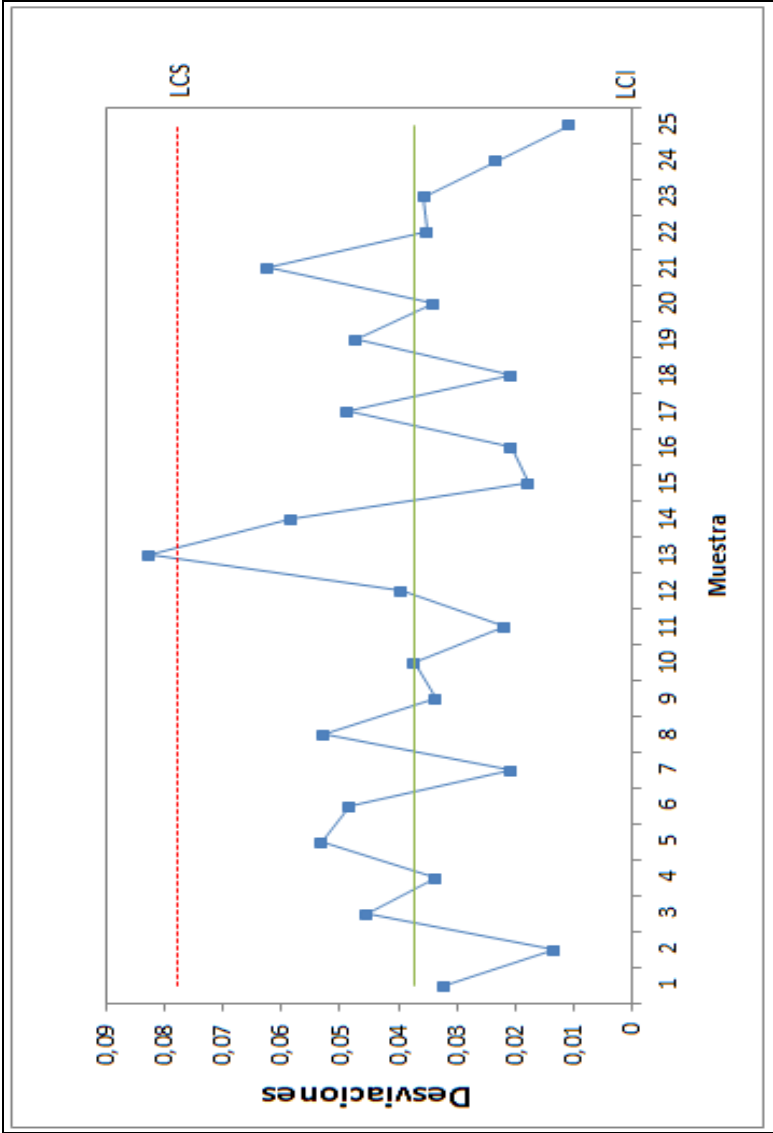
Aquí se presentan los diagramas elaborados para realizar el control del peso neto del cubito de pollo en la prensa Fette 6.

Figura 42. Diagrama de control de promedios para el peso neto del cubito de pollo en la prensa Fette 6 fabricado con grasa fundida



Fuente: elaboración propia.

Figura 43. Diagrama de control de desviaciones para el peso neto del cubito de pollo en la prensa Fette 6 fabricado con grasa fundida



Fuente: elaboración propia.

Luego de elaborados los diagramas se procedió a determinar los índices de capacidad (Cp) y capacidad real (Cpk) nuevamente con los datos recopilados del peso del cubito de pollo de masas fabricadas con grasa fundida (tablas XII y XIII). Los índices fueron calculados mediante el uso de las fórmulas indicadas durante el diagnóstico, los cuales se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla XXVII. Valores de Cp y Cpk del proceso de prensado de cubito de pollo con masas fabricadas con grasa fundida**

Prensa	Índice Cp	Índice Cpk
Bonals 4	1.16164303	0.5798922
Fette 6	1.50267584	1.04826667

Fuente: elaboración propia.

Habiendo determinado los valores de Cp y Cpk del proceso de prensado, se pudo establecer que claramente hubo una mejora en la capacidad de las prensas para producir dentro de las especificaciones de la empresa. Al observar ambos índices, de acuerdo a las tablas de interpretación de los mismos (ver anexos), la calidad del proceso se clasifica como adecuada y en ambas prensas la media del proceso se acercó a la media esperada por la empresa, lo que dio como resultado en la prensa Fette 6 se establezca que se está produciendo dentro de las especificaciones y en el caso de la prensa Bonals 4, se produce dentro de las especificaciones pero aún existen cubitos fuera de las mismas.

Al tener finalizado el control estadístico sobre las masas fabricadas con grasa fundida, se dio inicio al análisis comparativo de los resultados obtenidos en el diagnóstico y la implementación del uso de grasa fundida.

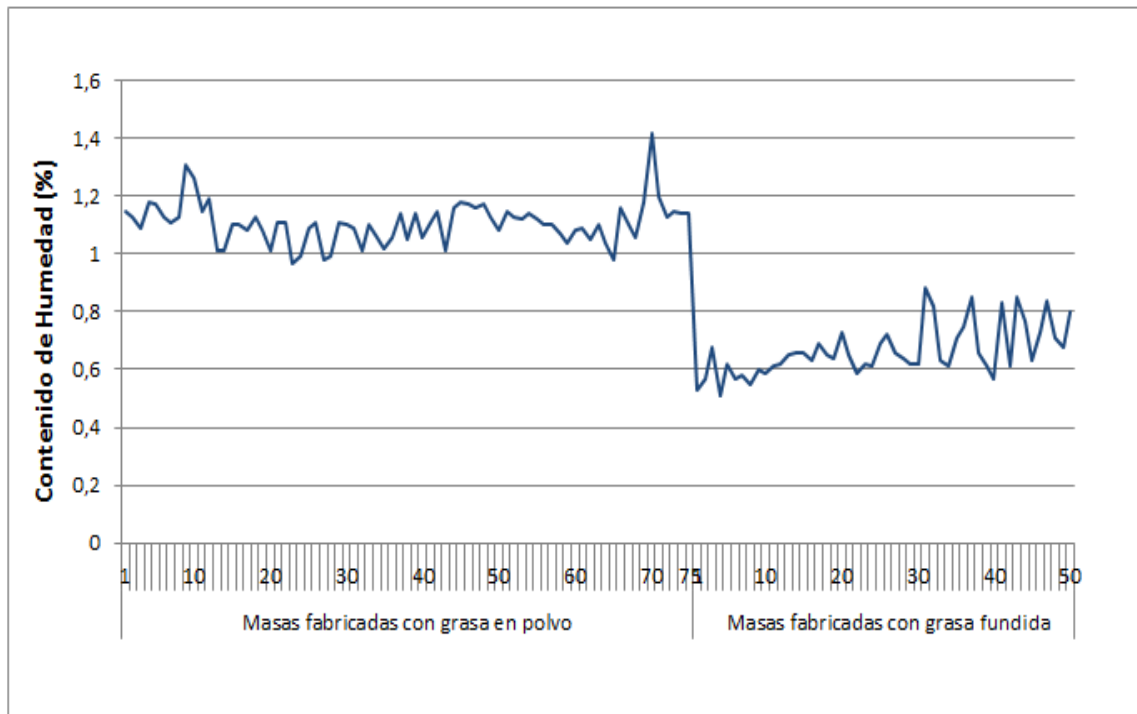
## **2.4. Análisis del impacto que se obtuvo en el cambio de uso de grasa en polvo por uso de grasa fundida para la fabricación de cubito de pollo**

Al haber realizado el control estadístico sobre masas fabricadas tanto con grasa en polvo como con grasa fundida, se realizó el análisis comparativo de los resultados obtenidos para determinar el beneficio obtenido. El análisis se realizó con base en las variables que se evaluaron durante los controles, es decir, la humedad de las masas y el peso neto del cubito.

### **2.4.1. Comparación del contenido de humedad en masas de cubito de pollo fabricadas con grasa en polvo y masas fabricadas con grasa fundida**

Al momento de realizar el control sobre las masas antes y después de implementar el uso de grasa fundida se pudo observar una diferencia significativa del contenido de humedad en las masas al usar grasa fundida. Para poder visualizar de mejor forma el impacto obtenido, se realizó una gráfica donde se incluyó el comportamiento del contenido de humedad de masas tanto con grasa en polvo como con grasa fundida, la cual se presenta a continuación:

Figura 44. **Variación en el contenido de humedad de las masas de cubito de pollo al realizar el cambio de uso grasa en polvo a uso de grasa fundida**



Fuente: elaboración propia.

Tal como se puede apreciar en la figura anterior, cambiar a grasa fundida redujo el contenido de humedad, esto debido principalmente a ajustes realizados en la receta, obteniéndose que de un contenido de humedad promedio de 1,10 % que se presentaba en masas fabricadas con grasa en polvo se redujera a un 0,66 % de contenido de humedad en masas fabricadas con grasa fundida.

**2.4.2. Comparación del peso neto del cubito de pollo fabricado con grasa en polvo y cubito de pollo fabricado con grasa fundida**

Como se explicó en el control del peso neto del cubito de pollo fabricado con grasa fundida, la gerencia tomó la decisión de realizar la implementación de las masas fabricadas con grasa fundida únicamente en dos líneas de prensado, debido a esto, el análisis comparativo se limitó únicamente a las prensas que se pudieron evaluar (Bonals 4 y Fette 6).

De acuerdo a las mediciones realizadas y el cálculo de los índices Cp y Cpk para cada prensa en ambas formas de uso de la grasa, se pudo observar una diferencia de resultados obtenidos, a continuación se presentan dichos resultados.

**Tabla XXVIII. Resultados obtenidos del control del peso neto del cubito de pollo fabricado con grasa en polvo y grasa fundida en la prensa Bonals 4**

<b>Prensa BONALS 4</b>	<b>Cubito de pollo fabricados con grasa en polvo</b>	<b>Cubito de pollo fabricados con grasa fundida</b>
Peso Neto Prom (gr)	4.24	4.15
Desv Stnd	0.02	0.04
Mediana	4.24	4.14
Índice Cp	2.41	1.16
Índice Cpk	-1.03	0.58

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIX. **Resultados obtenidos del control del peso neto del cubito de pollo fabricado con grasa en polvo y grasa fundida en la prensa Fette 6**

<b>Prensa FETTE 6</b>	<b>Cubito de pollo fabricados con grasa en polvo</b>	<b>Cubito de pollo fabricados con grasa fundida</b>
Peso Neto Prom (gr)	4.19	4.13
Desv Stnd	0.02	0.04
Mediana	4.19	4.13
Índice Cp	3.25	1.50
Índice Cpk	0.29	1.05

Fuente: elaboración propia.

A partir de los resultados obtenidos se pudo estimar que el peso neto a través del uso de masas fabricadas con grasa fundida tuvo una notable reducción acercándolo al peso esperado por la empresa (4,12 gramos).

Con base en peso nominal legalmente indicado como peso neto del cubito, que es 4 gramos, al analizar la prensa Bonals 4, el peso se redujo de 4,24 a 4,15 gramos lo que representa una reducción de 2,25 % en el peso con respecto al peso nominal. En el caso de la prensa Fette 6, la reducción se vio reflejada en un 1,5 % con respecto al peso nominal.

En cuanto a la desviación estándar de los datos se pudo determinar que no existe mayor variabilidad en los mismos, con respecto a ambas tecnologías. Por último, de acuerdo a los valores de la mediana para los datos obtenidos, se puede estimar que en el uso de ambas tecnologías la variable peso neto posee una distribución normal.

Respecto a la capacidad del proceso de prensado (Cp), esta se vio levemente modificada en ambas prensas, sin embargo, se pudo determinar



que haciendo uso masas fabricadas ya sea con grasa en polvo o grasa fundida, el proceso de prensado es adecuado y estable.

En cuanto al índice de capacidad real (Cpk), se pudo observar una notable mejoría al cambiar a masas fabricadas con grasa fundida, puesto que en el diagnóstico realizado con masas fabricadas con grasa en polvo, se obtuvo como resultado el establecer que el proceso de prensado para el caso de la prensa Bonals 4 era incapaz de producir bajo las especificaciones de la empresa y para la prensa Fette 6, el proceso aunque estable producía algunos cubitos fuera de las especificaciones.

En cambio, al usar masas fabricadas con grasa fundida, se pudo determinar a través de los índices Cpk que la prensa Bonals 4 ya era capaz de producir bajo especificaciones con presencia de algunos cubitos fuera de los límites de control y que la prensa Fette 6, estaba en capacidad de producir completamente dentro de las especificaciones de peso de la empresa.

Luego de haber realizado el análisis del impacto del uso de masas fabricadas con grasa fundida, enfocado al contenido de humedad y peso neto, y notar el beneficio obtenido se realizó una revisión a la información recopilada a través de las entrevistas realizadas a los operadores de las prensas de cubitos.

Al revisar las observaciones hechas por los operadores se pudo destacar que uno de los problemas ligados a la calidad de las masas para prensado que indicaron sucedía con frecuencia era la necesidad de realizar ajustes en la prensa, lo que se traducía en tiempo perdido y bajo rendimiento en la línea de producción, por lo que se solicitó la colaboración de la empresa para la obtención de información relacionada al tiempo perdido en las líneas por ajustes, lo cual dentro de la empresa se define como tiempos de paro, y así

poder establecer si el uso de grasa fundida en las masas de cubito de pollo representó algún beneficio a tal problemática.

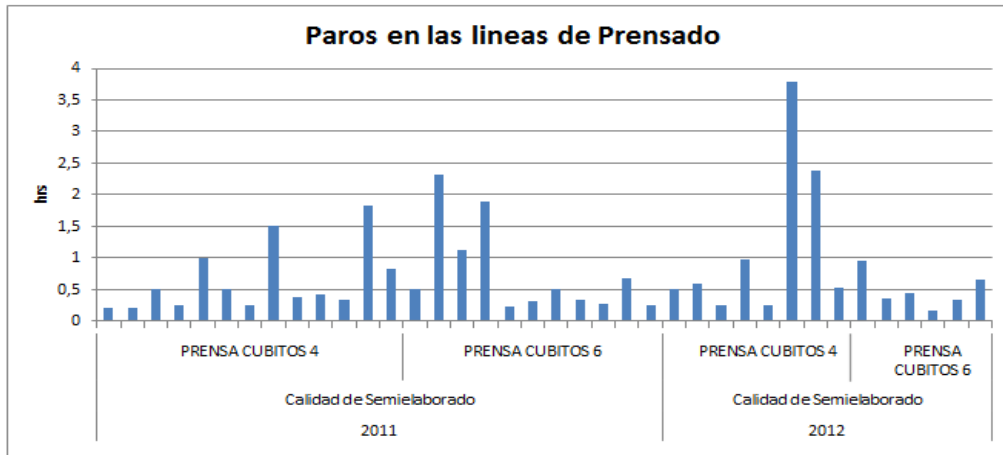
### **2.4.3. Análisis comparativo del tiempo de paros en las líneas de prensado de cubito de pollo con masas fabricadas con grasa en polvo y masas fabricadas con grasa fundida**

Como se mencionó durante el diagnóstico los operadores indicaron que dentro de los problemas que tenían con las masas de cubito de pollo fabricadas con grasa en polvo era la necesidad de hacer ajustes, estos ajustes se entendían como limpiezas de la máquina, manipulación de la altura del cubito, traba de la masa en el silo, entre otros. Estos ajustes se daban principalmente porque las masas presentaban grasosidad. Ya que el cambio a uso de la grasa fundida contemplaba una mejor integración de la masa con el resto de ingredientes, se hizo del conocimiento a la empresa la necesidad de evaluar el impacto que el uso de grasa fundida había tenido sobre los tiempos perdidos por ajustes o tiempos de paro como son definidos en la empresa.

En referencia a los tiempos de paros que se dan en las líneas de prensado por concepto de calidad de las masas, la empresa tenía definidos una serie. Entre estos se encuentran la grasosidad de las masas, traba de masa en el silo, masas sueltas, entre otras. Estos paros los definían como paros por calidad del semielaborado. Habiendo determinado el tipo de paros que se debía evaluar, la empresa tuvo a bien brindar la información de los tiempos de paros que se realizaron durante los periodos de evaluación.

La información que la empresa brindó se presenta en la siguiente figura:

Figura 45. **Paros en las líneas de prensado relacionados a la calidad del semielaborados durante el periodo de las evaluaciones**



Fuente: Base de datos Nestlé Fábrica Antigua.

Debido a que las únicas prensas utilizadas para la implementación piloto del uso de masas fabricadas con grasa fundida fueron la prensa Bonals 4 y la prensa Fette 6, la gráfica únicamente incluye los valores de dichas prensas. Cabe resaltar que esta información representa una estimación brindada por la empresa de la cantidad de paros puesto que dicha información es de carácter confidencial.

Como se puede apreciar en la gráfica, la cantidad de paros que por concepto de calidad de las masas, es relativamente constante entre el periodo de evaluación de las masas fabricadas con grasa en polvo (2011) y las masas fabricadas con grasa fundida (2012), es decir, los paros en las líneas no dejaron de existir, sin embargo la cantidad de horas en cada paro si se ve reducida en las masas fabricadas con grasa fundida. A excepción de algunos paros cuyo valor se observa alto pero que corresponden a otros ensayos que se realizaron con las masas fabricadas con grasa fundida.

Para poder entender de mejor forma el impacto del uso de grasa fundida con relación a los tiempos de paros en las líneas de prensado por concepto de la calidad del semielaborado, se hizo un extracto del tiempo promedio de los paros realizados durante las mediciones tanto a las masas fabricadas con grasa en polvo como con grasa fundida, con base en la información brindada por la empresa de la figura 45. Siendo los tiempos de paro promedios los siguientes:

**Tabla XXX. Resultado de los tiempos de paro promedio realizados en la prensa Bonals 4 durante el periodo de las evaluaciones**

<b>Prensa BONALS 4</b>	<b>Masas de cubito de pollo fabricadas con grasa en polvo</b>	<b>Masas de cubito de pollo fabricadas con grasa fundida</b>
Tiempo de paro promedio (hrs)	0.63	0.58

Fuente: elaboración propia, con información brindada por Nestlé Fábrica Antigua.

**Tabla XXXI. Resultado de los tiempos de paro promedio realizados en la prensa Fette 6 durante el periodo de las evaluaciones**

<b>Prensa FETTE 6</b>	<b>Masas de cubito de pollo fabricadas con grasa en polvo</b>	<b>Masas de cubito de pollo fabricadas con grasa fundida</b>
Tiempo de paro promedio (hrs)	0.77	0.66

Fuente: elaboración propia, con información brindada por Nestlé Fábrica Antigua.

Al analizar la información proporcionada, se pudo estimar que el promedio de horas por paro realizado en la línea por concepto de calidad de las masas se vio claramente reducido. En la prensa Bonals 4 el tiempo promedio por paro se

redujo en un 7,9 % con respecto a la media del tiempo promedio por paro durante el periodo de evaluación del peso neto de cubitos de pollo provenientes de masas fabricadas con grasa en polvo. Para el caso de la prensa Fette 6, la reducción en el tiempo promedio por paro fue de 14,28 %. Sin embargo, es importante resaltar que la información brindada por la empresa fue una estimación por concepto de confidencialidad.

Al concluir el análisis de los tiempos de paros, se pudo establecer que existe una mejora en la calidad de las masas de cubito de pollo en relación al prensado de las mismas con el uso de la grasa fundida, puesto que se ve reflejado en la reducción de los tiempos de paros por concepto de calidad del semielaborado

## **2.5. Verificación del análisis HACCP para el cambio en el uso de grasa fundida dentro del proceso de fabricación del cubito de pollo**

Como en todo proceso dentro de la industria de alimentos, la inocuidad de los mismos es una de las principales medidas de calidad que se deben de asegurar para que los productos sean aptos para el consumo humano.

Ya que el cambio en el uso de la grasa fundida, representó una alteración del proceso de fabricación del cubito de pollo, como parte del control del proceso se hizo una propuesta del análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP por las siglas en inglés) para la modificada línea de producción de cubito de pollo.

Para el desarrollo del análisis HACCP se tomó como base los programas prerequisite y el sistema de gestión de calidad de la empresa, dentro de los

cuales se contemplan las medidas de inocuidad que tiene implementada la misma.

### **2.5.1. Aplicación del sistema HACCP**

De acuerdo a las directrices de los principios del sistema HACCP, para aplicar el análisis se utilizó el diagrama de secuencia lógica para el empleo del mismo (ver anexos), y que a continuación se describe paso a paso en el desarrollo.

- Formación del equipo HACCP

Para realizar la aplicación del análisis HACCP, se tomaron en cuenta a operadores del área de fabricación, también se realizaron consultas con los coordinadores de fabricación, llenaje y control de calidad.

- Descripción del producto

El cubito de pollo, es un producto en polvo que se obtiene de un proceso de mezclado de sales, colorantes, saborizantes, grasa de gallina líquida y grasa vegetal fundida, el cual es acondicionado en frío durante 24 horas, luego prensado para darle la forma cúbica y se empaqueta en papel laminado para la distribución.

- Determinación del uso previsto del producto

Se tiene contemplado que el cubito de pollo se utilice como un sazonador o mejorador de sabor de cualquier tipo de carne, caldo o platillo.

- Elaboración del diagrama de flujo del proceso

Para la aplicación del sistema HACCP, se hizo uso de los diagramas presentados en las figuras 35 y 36, que representan el proceso con el cambio a uso de grasa fundida.

- Confirmación *in situ* del diagrama

La confirmación del diagrama fue realizada por la coordinadora del Área de Fabricación, ingeniera Andrea Pereira.

- Enumeración de todos los posibles peligros relacionados con cada fase

Con la colaboración de operadores de las distintas fases del proceso de fabricación del cubito de pollo y la asesoría de los coordinadores del área de fabricación, llenaje y especialistas de calidad, se realizó una lista con los posibles peligros (biológicos, químicos o físicos) que pueden presentarse durante el proceso. Siendo estos los siguientes:

- Insectos
- Contaminación cruzada de los operarios
- Microorganismos en las materias primas
- Cuerpos metálicos
- Residuos plásticos
- Oxidación de la grasa fundida

- Determinación de los puntos críticos de control (PCC)

De acuerdo a la lista de posibles riesgos identificados, se utilizó el árbol de decisiones proporcionado por sistema HACCP (ver anexos), para determinar cuáles de los posibles riesgos podrían considerarse como puntos críticos de control.

- Insectos

Existen medidas preventivas para el control de los insectos, desde la eliminación de puntos de proliferación hasta la colocación de cortinas plásticas y lámparas UV en las diferentes entradas a la planta. Por lo que se considera que el sistema de gestión de calidad de la empresa elimina por completo el riesgo. No se considera un PCC.

- Contaminación cruzada de los operarios

Dentro de los programas prerrequisito de la empresa está indicado que ningún operario debe movilizarse a una área de trabajo ajena, también están indicadas las normas de higiene personal y de limpieza que se deben mantener dentro de la empresa, por lo que se considera que existen medidas preventivas de carácter cultural que reducen el riesgo. Por otro lado todo el sistema de producción está diseñado que los operadores no tengan contacto en ningún momento con el producto. No se considera un PCC.



- Microorganismos en las materias primas

De acuerdo al sistema de gestión de calidad de la empresa, existe una política de proveedores certificados, la cual elimina el riesgo de obtener materias primas contaminadas, no se considera un PCC.

- Cuerpos metálicos

Los cuerpos metálicos son considerados como PCC dentro de la empresa en todos los productos que se fabrican, puesto que luego del mezclado de los ingredientes no existe forma de identificar pequeños cuerpos metálicos como las rozaduras, que puedan ir dentro del producto al momento de empacarse, por lo tanto se tiene un proceso de implementación de detector de metales en la mezcladora.

- Residuos plásticos

Este riesgo se identifica durante la fundición de la grasa, la cual es desempacada (empaque de polietileno) y se agrega a los tanques fundidores, sin embargo, el empaque viene en la mayoría de ocasiones incrustado dentro de la grasa lo que provoca que algunos pedazos se rompan quedando dentro de la grasa. Dentro de las medidas preventivas que se tienen implementadas es la cultura de inspección del trabajo por parte de los operadores, asimismo, la instalación fue diseñada con tamices que actúan como filtros en la salida de los tanques, lo cuales no permiten el paso de cuerpos extraños. Esto elimina el riesgo haciendo que no se considere como un PCC.

- Oxidación de la grasa fundida

Ya que el proceso es nuevo, no se cuenta con mayores controles sobre la calidad de la grasa luego de ser calentada, dentro de las medidas preventivas está el uso de la grasa por *bachs* a pesar de que cuenta con un sistema de recirculación, sin embargo, esta fase no está diseñada para reducir el efecto de oxidación de la grasa lo cual podría provocar el uso de grasa no apta para consumo confiriendo mal sabor y olor al producto final luego de ser empacado. Y ya que luego de ser ingresada a la mezcladora no existe una forma de reducir o eliminar el riesgo se considera un PCC.

- Establecimiento de límites de control

- Cuerpos metálicos

Debido al riesgo que representa para el consumidor la presencia de un cuerpo metálico dentro del producto, este tipo de riesgos son considerados “cero tolerancia”, es decir, no debería existir la presencia de cuerpos metálicos.

- Oxidación de la grasa fundida

De acuerdo a las tolerancias indicadas en la FAO, para grasas hidrogenadas refinadas el límite máximo es de 3 meq O<sub>2</sub> / Kg de materia grasa.

- Sistemas de vigilancia de los PCC
  - Cuerpos metálicos

En el caso de los cuerpos metálicos se propone que la vigilancia debe de realizarse en dos lugares distintos, en el tercer nivel de torre donde se agregan los ingredientes pesados manualmente y en el primer nivel de la torre donde se recibe la masa final. En el tercer nivel de la torre el operador del área debería revisar cada bolsa antes de agregarlas a la mezcladora y en el caso de la recepción de la masa en el primer nivel de se propone un detector de metales con la capacidad para analizar la masa al momento que esta se descarga de la mezcladora hacia el Big Bag.

- Oxidación de la grasa fundida

En cuanto a la oxidación de la grasa conocida comúnmente como rancidez, a pesar que la grasa vegetal hidrogenada contiene compuestos antioxidantes, existen factores externos que aumentan el riesgo de oxidación de la grasa tales como, el oxígeno del ambiente, la temperatura de fundición y el sistema de recirculación. Por lo tanto, es necesario implementar controles de la cantidad de oxígeno que se introduce a la grasa durante el proceso de fundición hasta el momento en que se agrega a la mezcladora. Para esto se recomienda la implementación de mediciones de peróxidos que cuantificaran la cantidad de oxígeno activo dentro de la grasa a través del departamento de calidad de la empresa. Debido a que la grasa utilizada en la empresa ha sido modificada por el proveedor a petición de la misma, se propone hacer una evaluación de la frecuencia necesaria para la realización del análisis de peróxidos pues las características de la grasa son especiales.

- Establecimiento de acciones correctivas

- Cuerpos metálicos

Retirar la bolsa contaminada del área, hacia el área de reproceso y verificarla a través del detector de metales de banda. Informar al coordinador.

Retirar el descarte del detector de metales del primer nivel de torre y notificar al coordinador.

- Oxidación de grasa fundida

Retirar toda la grasa que circule por el sistema, limpiar tuberías e informar al coordinador. Evaluar el producto fabricado antes de la identificación de la desviación de calidad.

- Establecimientos de procedimientos de comprobación

En este aspecto se recomienda que se busque la asesoría externa que garantice de forma periódica el funcionamiento del sistema HACCP.

- Sistema de documentación y registro

Se propone la implementación de un sistema que incluya, el análisis de riesgo específico para cada PCC identificado, revisiones a los límites de tolerancia de forma periódica y los registros de las desviaciones que se den.

A continuación se presenta el cuadro resumen de la verificación.

Figura 46. **Resumen de la verificación del sistema HACCP**

Etapa de Proceso	Peligro	PCC	Medidas de control	Límites Críticos	Monitoreo		Medidas Correctivas	Responsable
					Procedimiento	Frecuencia		
Fundición de grasa vegetal	Oxidación de la grasa	1	Medición de peróxidos	3 meq O <sub>2</sub> /kg grasa	Evaluar el índice de peróxidos	Evaluar la frecuencia necesaria.	Retirar toda la grasa que circule por el sistema y realizar limpieza de tuberías.	Departamento de calidad y operadores de torre.
Mezclado	Cuerpos Metálicos	2	Inspección visual	Cero cuerpos	Inspeccionar las bolsas de materias primas.	Cada bolsa por cada masa de producto que se	Retirar la bolsa hacia el área de reproceso, avisar a coordinación.	Operador del 3 nivel de torre.
			Detector de metales	Cero cuerpos	Activar el detector de metales durante la descarga de la masa de la mezcladora hacia el Big Bag.	Cada masa fabricada.	Retirar el producto que haya sido descartado por el detector, avisar a coordinación. Evaluar el producto fabricado antes de identificar la desviación.	Operador del 1 nivel de torre.

Fuente: elaboración propia.

## 2.6. **Medición de la fluidez de las masas de deshidratados culinarios**

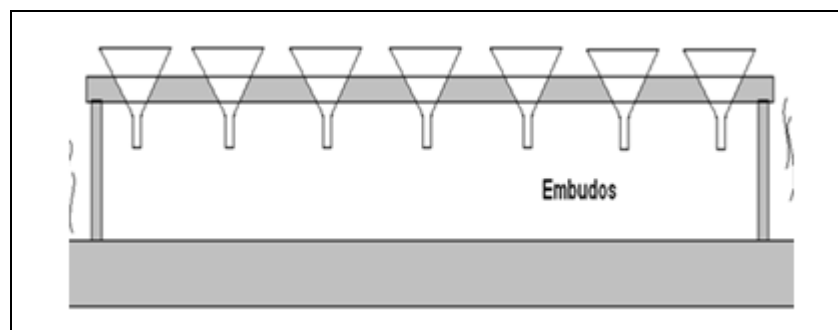
Como parte de las actividades a desarrollar dentro del Ejercicio Profesional Supervisado, estuvo la medición de la fluidez de las masas de deshidratados culinarios, ya que esta variable aún no se tiene contemplada dentro del control de calidad de las masas fabricadas y en un futuro quiere hacerse la implementación del control

La determinación de la fluidez de las masas consistió en la evaluación de la funcionalidad de un medidor de fluidez recomendado por el Product

Technology Center (PTC), este tipo de medidor de fluidez es utilizado en otras fábricas de Nestlé por lo que el objetivo principal fue determinar si dicho medidor de flujo es aplicable para la medición de fluidez de masas de culinarios deshidratados.

El fluidometro consiste en una serie de embudos tal como se muestra en la siguiente figura:

Figura 47. **Fluidometro de embudos**



Fuente: elaboración propia, con programa de Paint.

Cada embudo posee un diámetro de salida distinto. Siendo estos de 5,5 mm, 5 mm, 4,5 mm, 4 mm, 3,5 mm, 3 mm, 2,5 mm.

El modo de funcionamiento de dicho fluidometro consiste en la colocación de muestras del polvo a evaluar dentro de cada uno de los embudos y posteriormente verificar a través de cuales embudos la muestra que se coloca es capaz de fluir. Por lo que de acuerdo a la instrucción de laboratorio proporcionada por el PTC que se utilizó para realizar las evaluaciones, este tipo de fluidometros compuestos por embudos, hacen una estimación de la

capacidad de fluidez que puede presentar un polvo o granulado en base a la capacidad de fluir a través de los distintos embudos.

Así, de acuerdo al PTC, los polvos deben fluir del embudo de mayor diámetro al de menor diámetro, clasificándose con alta fluidez a aquellos que fluyan incluso en los diámetros menores (2,5 y 3 milímetros), fluidez media a aquellos que fluyan en los diámetros de 4,5 – 4 – 3,5 milímetros y de baja fluidez, a aquellos que únicamente fluyan en los embudos de 5,5 y 5 milímetros.

Habiendo identificado el funcionamiento del fluidometro, se realizaron las evaluaciones en masas de cubito de pollo, como se mencionó para las evaluaciones se utilizó el procedimiento indicado en una instrucción de laboratorio proporcionada por el PTC. Siendo la metodología la siguiente:

- Recolección de muestras
- Cernido de las muestras para eliminar grumos
- Pesado de muestras (25 gr)
- Colocación de las muestras dentro de los embudos
- Identificar a través de cuales embudo la muestra fluye

La cantidad de masas evaluadas fue de veinticinco, por lo que a cada una de las masas se le tomó la cantidad necesaria de producto para tamizarlo y posteriormente extraer siete muestras de 25 gramos cada una, una por cada embudo), las cuales fueron pesadas utilizando una balanza. Luego, cada muestra fue colocada en cada uno de los embudos y finalmente se verificó en cuales embudo las muestras habían sido capaces de fluir.

Debido a que la fluidez de las masas es una variable de control que se está iniciando a investigar y desarrollar dentro de la empresa, por disposición de

la empresa, los resultados son de carácter confidencial, por lo que únicamente se presentan los resultados promedios de las evaluaciones que se realizaron.

Al momento de realizar las evaluaciones se pudo observar que los resultados que se obtenían eran negativos, por lo que se consultó con la coordinación del Área de Fabricación sobre el asunto, y se tomó la decisión de realizar nuevamente la evaluación posteriormente realizando modificaciones al procedimiento indicado en la instrucción de laboratorio proporcionada por el PTC. La modificación del procedimiento consistió en no colocar las muestras directamente en los embudos, optando por cernirlas de nueva cuenta sobre los embudos.

De esta forma al momento de tomar las muestras de las masas, cernirlas y pesar los 25 gramos correspondientes a cada embudo, las muestras eran nuevamente cernidas sobre el embudo a evaluar, y las masas al caer dentro del mismo podían fluir. Los resultados obtenidos a través de los dos procedimientos realizados se presentan en las tablas siguientes:



**Tabla XXXII. Resultados promedios de las pruebas de fluidez en masas de cubito de pollo utilizando el procedimiento del PTC de Nestlé**

Producto:	Masa de cubito de pollo	
Método:	(LI) Product Technology Center	
Muestra	Embudo	Fluidez
25 gr	5,5 mm	No
25 gr	5 mm	No
25 gr	4,5 mm	No
25 gr	4 mm	No
25 gr	3,5 mm	No
25 gr	3 mm	No
25 gr	2,5 mm	No

Fuente: elaboración propia.

**Tabla XXXIII. Resultados promedios de las pruebas de fluidez en masas de cubito de pollo modificando el procedimiento del PTC de Nestlé**

Producto:	Masa de cubito de pollo	
Método:	(LI) PTC Modificado	
Muestra	Embudo	Fluidez
25 gr	5,5 mm	Si
25 gr	5 mm	Si
25 gr	4,5 mm	Si
25 gr	4 mm	No
25 gr	3,5 mm	No
25 gr	3 mm	No
25 gr	2,5 mm	No

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a los resultados obtenidos se pudo estimar que con el procedimiento indicado en la instrucción de laboratorio proporcionada por el PTC los resultados fueron negativos, puesto que en ninguna prueba realizada a diferentes masas de cubito de pollo se alcanzó la fluidez de las mismas a través de los embudos, lo que indicó que con base en este procedimiento las masas de cubito de pollo tenían mala fluidez.

Sin embargo, al realizar la modificación al procedimiento de realizar el cernido de la muestra directamente sobre el embudo, se pudo observar que las masas si tenía presentaban cierto grado de fluidez al ser capaces de pasar en los embudos de mayor diámetro. Por lo que con base en la información que se presentaba en la instrucción de laboratorio del PTC se pudo estimar que las masas de cubito de pollo poseían una fluidez media.



### **3. FASE DE INVESTIGACIÓN**

Como parte del Ejercicio Profesional Supervisado, se realizó una propuesta enfocada al tema de Producción más Limpia, la cual tiene como objetivo promover la aplicación de estrategias dentro la empresa que brinden no solo un ahorro económico sino también estén encaminadas a motivar a la empresa a desarrollarse dentro de un sistema de producción amigable con el ambiente.

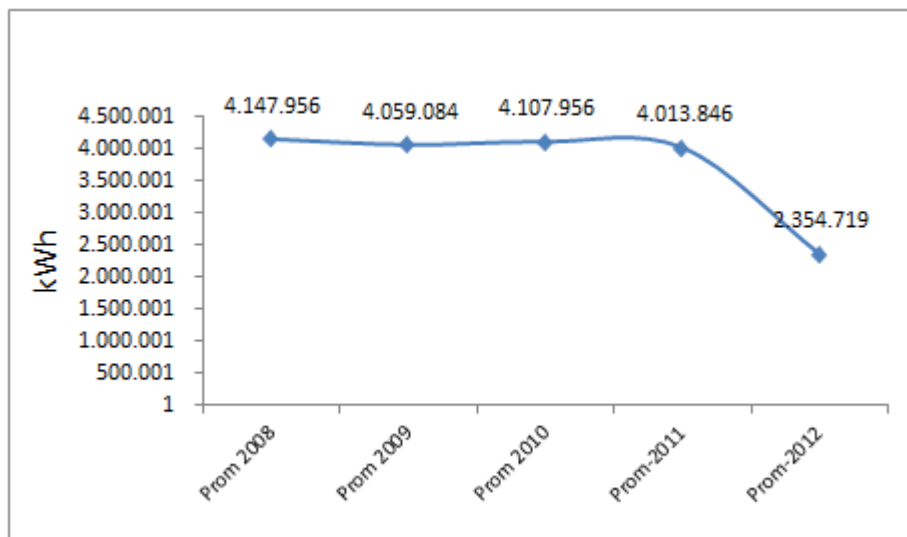
La propuesta realizada estuvo enfocada al ahorro energético, para lo cual se inició realizando un diagnóstico del consumo de energía eléctrica dentro de la empresa y el costo que esta representa. Luego fueron identificadas algunas oportunidades de ahorro de energía y finalmente se definió una posible estrategia a seguir para poder obtener un ahorro en el consumo de energía eléctrica dentro de la empresa.

#### **3.1. Diagnóstico del consumo de energía en Nestlé Fábrica Antigua**

Para poder establecer como ha sido el consumo de energía eléctrica de la empresa, se solicitó al Departamento Financiero la información sobre el consumo de energía eléctrica en los últimos años, proporcionando el comportamiento del consumo de energía eléctrica, el costo y el gasto realizado por concepto de la misma durante los últimos cuatro años.

A continuación se presenta la información proporcionada sobre el consumo de energía eléctrica en la empresa.

Figura 48. **Comportamiento del consumo de energía en Nestlé Fábrica Antigua en los últimos años**

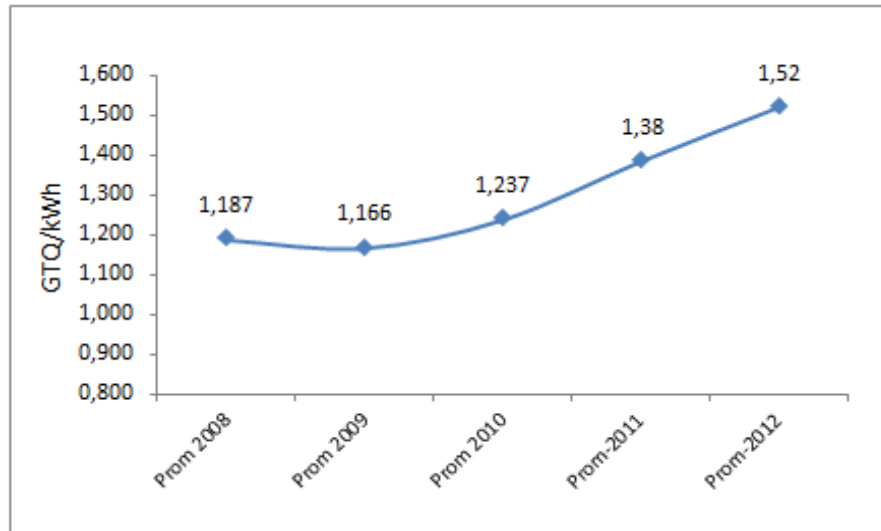


Fuente: base de datos de la empresa.

En cuanto al consumo de energía eléctrica, se pudo observar que es relativamente estable, sin embargo, se pudo notar que de forma intercalada el consumo varía levemente, en promedio se estima un consumo anual de 4,082,000 kWh.

Habiendo estimado el consumo de energía que realiza la empresa se analizó el costo del kWh a lo largo de los últimos años. La información proporcionada se presenta en la figura 48. Al analizar dicha figura, se pudo estimar que la tendencia del costo del kWh ha aumentado en los últimos años, lo que significa que a pesar de que el consumo de energía eléctrica se mantiene estable en el tiempo, el gasto por concepto de energía ha aumentado año con año.

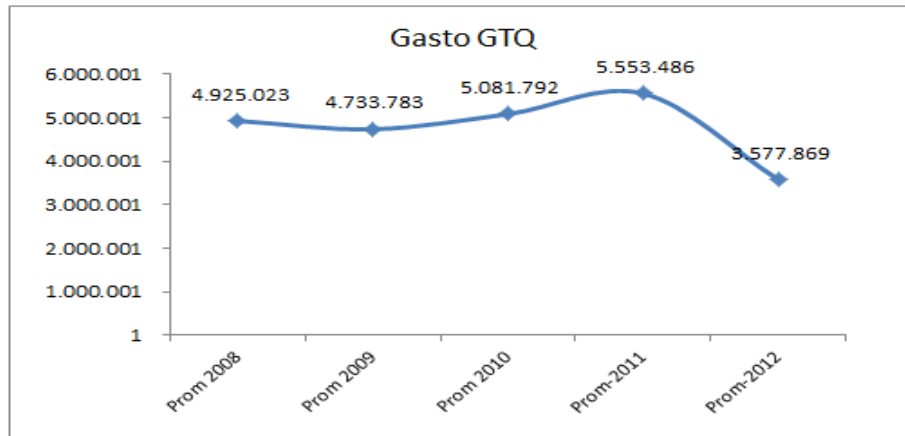
Figura 49. **Costo del kWh para Nestlé Fábrica Antigua en los últimos años**



Fuente: base de datos de la empresa.

El aumento en el gasto realizado se vio claramente reflejado a través de la información brindada sobre el gasto realizado durante los últimos años por concepto de energía eléctrica. Dicha información se presenta a continuación.

Figura 50. **Gasto por concepto de energía en Nestlé Fábrica Antigua en los últimos años**



Fuente: base de datos de la empresa.

Al analizar el consumo de energía y la tendencia al alza del valor de kWh en la situación actual de la empresa se estableció que efectivamente la implementación de estrategias para el ahorro de consumo energético representa una opción viable para la reducción de costos de energía.

### **3.2. Propuesta de estrategias para el ahorro de energía en Nestlé Fábrica Antigua**

Ya que Nestlé Fábrica Antigua es una empresa que se enfoca en desarrollo de sus colaboradores a través del impulso de valores enfocados a la ideología cero desperdicio, un solo equipo, 100 % compromiso (0-1-100). A continuación se presenta una propuesta de Buenas Practicas Operativas para el Ahorro Energético, que tienen como objetivo reducir el consumo de energía eléctrica en aparatos eléctricos de uso cotidiano únicamente a los momentos en

que se tiene necesidad de utilizarlos, enfocándose a promover una cultura de ahorro dentro de los colaboradores.

Las buenas prácticas operativas para el ahorro energético propuestas son:

- Apagar las luces que no se estén utilizando: colocar letreros en los interruptores indicando apagar las luces antes de salir, designar a una persona encargada que verifique que se apaguen las luces antes de retirarse al tiempo de comida, divulgando ambas medidas a través de una LPP.
- Apagar el A/C cuando no esté siendo utilizado: establecer un horario fijo para el uso del aire acondicionado, en el caso de las oficinas. En el caso del laboratorio de líneas colocar un letrero que indique apagar el A/C antes de salir al tiempo de comida, divulgando ambas medidas a través de una LPP.
- Estabilizar los sistemas de A/C: fijar una temperatura que proporcione una comodidad adecuada la cual no se debe permitir que se cambie constantemente para evitar que los cambios de valores en el sistema de control del A/C provoquen aumentos de consumo de energía.
- Hibernar la computadora cuando no se utilice y apagar los monitores de las computadoras: la opción de hibernar guarda la sesión de Windows en el disco duro y apaga completamente la computadora lo que reduce el consumo de energía a únicamente 5 watts aproximadamente. La estrategia se basa en la colocación de letreros pequeños en cada computadora indicando el beneficio ambiental que representa el ahorro



de energía eléctrica e indicando que se debe de hibernar la computadora durante la hora de almuerzo y apagar el monitor.

- Centralizar el uso de una sola impresora durante el turno D: durante este turno todas las impresiones se dirigirán a una sola impresora del área para que el resto puedan ser apagadas y generen un ahorro de energía.
- Apagar extractores de aire en el laboratorio de línea: colocar un letrero en la cartelera del laboratorio que indique apagar los extractores de aire antes de retirarse al tiempo de comida, pues es innecesario que se mantengan encendidos mientras no hay nadie dentro del laboratorio.
- Desarrollar un indicador de ahorro energético: a través de un *check list* de las buenas prácticas operativas se puede llevar un control sobre la buena implementación de las mismas, lo que puede permitir desarrollar un indicador que pueda dar una comprobación visual del cumplimiento de las prácticas y posteriormente ser divulgado a los colaboradores para que hagan conciencia del beneficio de realizar las Buenas Prácticas Operativas para el ahorro energético.

### **3.3. Plan de ahorro energético**

A continuación se presenta el plan de ahorro energético propuesto a través de la aplicación de las buenas prácticas operativas.

Tabla XXXIV. **Plan de ahorro energético**

Área de mejoramiento	Objetivos	Medidas para la reducción de consumo	Ahorro total estimado (GTQ) mensual	Responsable(s)
Fábrica entera	Reducir uso de luces	Apagar luces cuando no sean usadas	No estimado	Todos
Oficinas	Reducir uso de energía en las computadoras	Apagar computadoras durante la hora de almuerzo	1305.80	Todos
Oficinas y laboratorio de degustación	Eliminar los incrementos en consumo de energía por uso del A/C	Estabilizar las temperaturas y evitar la modificación de las mismas	No estimado	1 encargado por oficina
Oficinas	Uso eficiente de impresoras	Centralizar una sola impresora y apagar las demás en turnos de poca demanda	1382.40	1 encargado
Laboratorio de degustación	Reducir el consumo de energía	Apagar los extractores durante tiempo de comida	No estimado	Encargado del laboratorio de degustación

Fuente: elaboración propia.



## 4. FASE DE DOCENCIA

Como parte complementaria del Ejercicio Profesional Supervisado, se realizaron capacitaciones al personal, las cuales fueron identificadas como necesidades de la empresa, también se hace mención de las capacitaciones que la empresa misma brindó como apoyo para el desarrollo del Ejercicio Profesional Supervisado.

Las capacitaciones fueron realizadas bajo la dirección de la coordinación del Área de Fabricación bajo las metodologías utilizadas en la empresa. La principal forma de transferencia de conocimientos hacia los colaboradores utilizada en la empresa es la Lección Punto Punto (LPP). Las LPP son materiales de entrenamiento que se centran en un tema a la vez, estas poseen las características que son en su mayoría gráficas y poseen poco texto, esto con el objetivo que el aprendizaje y la transferencia de conocimientos sea más rápido y eficiente.

La identificación de las necesidades de transferencia de conocimientos de acuerdo al sistema de gestión que tiene la empresa, son realizadas a través de las reuniones operativas diarias, en donde día a día se van analizando los resultados anteriores y se plantean planes de acción para la solución de problemas, por lo que al momento de identificar una necesidad de capacitación de forma inmediata se procedía a reunir la información necesaria y se llevaba a cabo la transferencia de tecnología, por lo que no hubo una programación o planificación de las mismas

#### **4.1. Capacitaciones recibidas como apoyo a la realización del ejercicio profesional supervisado**










- SHE: Seguridad y salud laboral
- NGMP: Buenas Prácticas de Manufactura
- NQMS: Sistemas de administración de la calidad
- TPM: Manejo de Indicadores
- DMAIC: Desarrollo de proyectos de ahorro
- Manejo y uso de la instalación de grasa fundida

#### **4.2. Capacitaciones realizadas en función de las necesidades identificadas por la empresa**

- Transferencia de información a los distintos contratistas que trabajan para la empresa sobre la importancia de trabajar higiénicamente al momento de realizar cualquier tipo de trabajo dentro de las instalaciones de Nestlé Fábrica Antigua.

Esta capacitación surgió a partir de la necesidad de concientizar a los contratistas de la fábrica de la importancia que tiene trabajar de forma higiénica dentro de plantas de alimentos. Debido a que la contratación de empresas terceras se realiza de acuerdo a las necesidades de la empresa, se tomó la decisión de una recopilación de la información necesaria para transmitir a los contratistas y elaborar un tríptico conteniendo la misma. Para que de esta manera la información pudiera ser transferida no solo a los contratistas actuales sino también a los futuros.

Figura 51. Anverso del trífolio informativo elaborado para los contratistas de Nestlé Fábrica Antigua

 <p>Durante el transcurso de la obra es importante tomar en cuenta:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Mantener en orden el área de trabajo.</li> <li>Verificar diariamente que el sellado realizado se encuentre en buen estado, sin aberturas que permitan el paso de partículas de la obra hacia áreas de proceso.</li> <li>Cuando se realicen perforaciones en paredes colocar una bolsa plástica debajo del punto a perforar para recolectar eficientemente el polvo producido y evitar que este se disperse en el ambiente.</li> </ol> <p>Al finalizar cada día de trabajo y la obra:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Realizar limpieza del área.</li> <li>Verificar que no se deja equipo o materiales en el área, principalmente objetos pequeños.</li> </ol> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; background-color: #f8d7da; padding: 10px; text-align: center; margin-top: 10px;"> <p><b>Tomar en cuenta siempre las medidas de seguridad necesarias al momento realizar cualquier actividad</b></p> </div>	 <p style="text-align: center;"><b>PROHIBIDO</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p style="text-align: center;">Equipo tirado y olvidado en el área de trabajo</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p style="text-align: center;">Mal sellado de la obra, aberturas que permiten el paso de contaminación de la obra hacia áreas de proceso.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">Objetos metálicos tirados y olvidados en el área de trabajo.</p>	 <p style="text-align: center;"><b>INGENIERIA HIGIÉNICA</b> Aspectos de Importancia en la Construcción, para la inocuidad de los Alimentos en Nestlé Fábrica-Antigua</p> <p>En Nestlé Fábrica Antigua elaboramos productos culinarios deshidratados utilizando procesos regidos por los sistemas de calidad, inocuidad, medio ambiente, salud y seguridad ocupacional.</p> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  </div>
--	--	--

Fuente: elaboración propia.

Figura 52. Reverso del trífolio informativo elaborado para los contratistas de Nestlé Fábrica Antigua

 <p style="text-align: center;"><b>INOCUIDAD = CALIDAD</b></p> <p><b>INOCUIDAD:</b> Es la ausencia de agentes que puedan dañar la salud e integridad de las personas, sean físicos, químicos o biológicos en los alimentos.</p> <p>En otras palabras INOCUIDAD es producir, almacenar, transportar y ofrecer al consumidor final productos que no sean dañinos para la salud.</p> <p><b>TIPOS DE PELIGROS POR CONTAMINACION EN ALIMENTOS</b></p> <table border="1"> <tr> <td>PELIGROS BIOLÓGICOS</td> <td>MICROORGANISMOS</td> </tr> <tr> <td>PELIGROS QUÍMICOS</td> <td>RESIDUOS DE PESTICIDAS</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">PELIGROS FÍSICOS</td> <td>PIEZAS METÁLICAS</td> </tr> <tr> <td>VIRUTAS, TROZOS DE MADERA</td> </tr> <tr> <td>PLÁSTICO Y OTROS CUERPOS EXTRAÑOS</td> </tr> </table>	PELIGROS BIOLÓGICOS	MICROORGANISMOS	PELIGROS QUÍMICOS	RESIDUOS DE PESTICIDAS	PELIGROS FÍSICOS	PIEZAS METÁLICAS	VIRUTAS, TROZOS DE MADERA	PLÁSTICO Y OTROS CUERPOS EXTRAÑOS	 <p>La actividad de obra civil, representa un alto factor de riesgo de contaminación de los alimentos, debido a que la misma involucra el uso de materiales y equipo ajeno a las áreas de procesamiento de alimentos.</p> <p>Una mala práctica o un descuido puede provocar la contaminación de los productos fabricados con materiales de construcción.</p> <p style="text-align: center;"><b>Nestlé = 0 Contaminación</b></p> <p>Por eso, todas las personas involucradas en la obra tienen la responsabilidad de velar por garantizar que la construcción cumpla con las normas de higiene y calidad necesarias para no comprometer la inocuidad de los productos que se encuentran en los alrededores a la obra.</p> 	 <p>Al momento de dar inicio a la obra de construcción, ya sea esta de bajo o alto impacto, deberán tomarse en cuenta las siguientes consideraciones:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Realizar un inventario de los materiales y equipo que se utilizarán para la realización de la obra.</li> <li>Ingresar todas las piezas metálicas pequeñas en bolsas plásticas, para evitar el extravío de las mismas.</li> <li>Si es necesario el uso de madera para la obra, <b>TODA LA MADERA</b> debe ser emplásticaada previo a su ingreso a áreas de procesamiento.</li> <li>Identificar si existen colindancias con áreas de procesamiento de productos.</li> <li>Sellar totalmente el área de trabajo, garantizando que no exista paso de ningún tipo de contaminación (polvo) de la obra hacia las áreas de procesamiento</li> </ol>
PELIGROS BIOLÓGICOS	MICROORGANISMOS									
PELIGROS QUÍMICOS	RESIDUOS DE PESTICIDAS									
PELIGROS FÍSICOS	PIEZAS METÁLICAS									
	VIRUTAS, TROZOS DE MADERA									
	PLÁSTICO Y OTROS CUERPOS EXTRAÑOS									

Fuente: elaboración propia.

- Capacitación del uso del durómetro a los operadores del área de tableta dura.

Para la capacitación sobre el uso del durómetro se realizaron las siguientes LPP's:

- Descripción de los botones del durómetro
- Descripción de la pantalla del durómetro
- Unidad de medida para mediciones con el durómetro
- Proceso de muestreo con el durómetro parte 1
- Proceso de muestreo con el durómetro parte 2

Las cuales posteriormente fueron explicadas, de acuerdo al procedimiento de la empresa, de forma personal a cada uno de los auxiliares de producción y operarios del Área de Tableta Dura. El objetivo fue, darles la capacidad al personal de utilizar dicho equipo.

- Capacitación de la forma de llevar el seguimiento del control de las masas de cubito de pollo y tableta dura a través de gráficos de control.

Para la capacitación sobre el uso del durómetro se realizaron las siguientes LPP's:

- Descripción de gráficos de control
- Procedimiento para graficar en gráficos de control

Las cuales posteriormente fueron explicadas, de acuerdo al procedimiento de la empresa, de forma personal a cada uno de los operadores de la torre de mezclas. El objetivo fue, darles la capacidad al personal de registrar el control en los graficos de control.





## CONCLUSIONES

1. De acuerdo a los resultados obtenidos a través de las mediciones de peso neto de cubito de pollo, con el uso de grasa en polvo se alcanza un peso promedio de 4,24 y 4,19 gramos en las prensas Bonals 4 y Fette 6 respectivamente. Con el uso de grasa fundida se redujo el peso promedio a 4,15 y 4,13 en las mismas prensas, lo que beneficia en la reducción de la sobredosis en el prensado alrededor del 2.5 % del peso en las mediciones realizadas, lo que hace que el peso promedio del proceso esté en capacidad de igualarse al *target* de la empresa.
2. De acuerdo a los diagramas de flujo elaborados, el proceso de producción de cubito de pollo se vio alterado en el estado físico en que se aplica la grasa vegetal como materia prima. Pasando de utilizarla de forma sólida (grasa en polvo) a forma líquida (grasa fundida), esto representó la implementación del proceso de fundición de grasa y la modificación de las fases de mezclado que se contemplaban dentro de la receta.
3. Con base en la evaluación de los índices de capacidad Cp y Cpk se pudo determinar que el uso de la grasa fundida en la fabricación del cubito de pollo mejora la capacidad de las líneas de prensado haciendo que alcancen el nivel de producir bajo las especificaciones de la empresa, así mismo, al analizar los paros en las líneas de producción, se pudo observar que el uso de la grasa fundida, también redujo la cantidad de horas por paro debidos a problemas relacionados con la calidad de la masa, lo que indica una mejor calidad de las masas y una reducción en

los tiempos que la línea no produce lo cual se transforma en mayor productividad para las líneas.

4. Se realizó una propuesta del análisis HACCP para la modificación en el uso de grasa fundida para fabricar cubito de pollo, determinándose como puntos críticos de control, los cuerpos metálicos y la oxidación de la grasa fundida.
5. Como parte de las necesidades de la empresa se realizó la evaluación de la fluidez en masas de cubito de pollo. A través del procedimiento de evaluación propuesto por el Product Technology Center de Nestlé, se estima que la fluidez de las masas de cubito de pollo se puede clasificar como regular. Se considera que el dispositivo de embudos no es el más apropiado para el uso en culinarios deshidratados, debido a que la mayoría de los productos presentan una gran cantidad de grumos.
6. Se realizaron capacitaciones a los operadores del área de fabricación y llenaje de la empresa de acuerdo a las necesidades identificadas durante el tiempo de ejecución del Ejercicio Profesional Supervisado.
7. Como parte del desarrollo de investigación del Ejercicio Profesional Supervisado se desarrolló la propuesta de buenas prácticas operativas para el ahorro energético, la cual tiene como objetivo la incursión de la Producción más Limpia dentro de la empresa.

## RECOMENDACIONES

1. La empresa deberá realizar una evaluación comparativa del efecto de las masas fabricadas con grasa fundida en las prensas que no fueron evaluadas, para determinar completamente el impacto del cambio al uso de grasa fundida.
2. La implementación del uso de grasa fundida en otros productos será un proceso lento, ya que el uso de la grasa en polvo no se tiene estimado eliminarlo en el corto plazo, por lo tanto el Departamento de Fabricación debe realizar el análisis correspondiente al proceso de elaboración de grasa en polvo para reducir la variabilidad en el tamaño del grano de la grasa y evitar que este incida negativamente en el peso neto de otros productos prensados y no prensados.
3. El Departamento de Fabricación deberá realizar de nueva cuenta la evaluación de la fluidez de las masas de cubito de pollo, con masas elaboradas con grasa fundida, y determinar si existe algún efecto de la grasa sobre la fluidez de las masas, puesto que al realizarse el cambio a grasa fundida, se eliminó considerablemente la presencia de grumos.



## BIBLIOGRAFÍA

1. AULTON, M.E. *La ciencia del diseño de las formas farmacéuticas*. 2a ed. España: Elsevier, 2004. 683 p.
2. BADUI DERGAL, Salvador. *Química de los alimentos*. 4a ed. México: Pearson. 2006. 647 p.
3. Centro Guatemalteco de Producción más Limpia (CGP+L). *Guía práctica para eficiencia energética en el sector público guatemalteco*. [en línea]. <http://www.cgpl.org.gt/guiasmanuales>. [Consulta: 27 de febrero de 2012].
4. European Food Information Council (EUFIC). *Grasas*. [en línea]. <http://www.eufic.org/article/es/expid/basics-grasas/>. [Consulta: 14 de noviembre de 2011].
5. EROSKI CONSUMER. *Del grano a la harina*. [en línea]. <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2009/03/30/184290.php>. [Consulta: 30 de noviembre de 2011].
6. FAO. *Desarrollo e implementación del sistema HACCP*. [en línea]. <http://www.fao.org/docrep/meeting/005/W3700S/w3700s0n.htm#fn25>. [Consulta: 21 de febrero de 2012].

7. FAO. *Listados de normas Codex Alimentarius*. [en línea]. <http://www.codexalimentarius.org/normas-oficiales/lista-de-las-normas/es/>. [Consulta: 20 de octubre de 2011].
8. FUNDACIÓN FEDNA. *Control de grasas y aceites*. [en línea]. [http://fundacionfedna.org/tecnicas\\_de\\_analisis/](http://fundacionfedna.org/tecnicas_de_analisis/) %C3 %ADndice-per %C3 %B3xidos. [Consulta: 21 de febrero de 2012].
9. GANESAN, V. *Flowability and handling characteristics of bulk solids and powders*. [en línea]. <http://www.elsevier.com/locate/issn/15375110>. [Consulta: 21 de febrero de 2012].
10. GUTIÉRREZ, Humberto. *Calidad total y productividad*. 2a ed. México: McGraw-Hill, 2005. 420 p.
11. SCHULZE, Dietmar. *Powders and Bulk Solids, Behavior, Characterization, Storage and Flow*. Nueva York: Springer, 2008. 512 p.

## ANEXOS

Tabla de factores para construcción de gráficos de control

Tamaño de la muestra, $n$	Carta $\bar{X}$	Carta $R$		Estimación de $\sigma$
	$A_2$	$D_3$	$D_4$	$d_2$
2	1.880	0	3.267	1.128
3	1.023	0	2.575	1.693
4	0.729	0	2.282	2.059
5	0.577	0	2.115	2.326
6	0.483	0	2.004	2.534
7	0.419	0.076	1.924	2.704
8	0.373	0.136	1.864	2.847
9	0.337	0.184	1.816	2.970
10	0.308	0.223	1.777	3.078
11	0.285	0.256	1.744	3.173
12	0.266	0.283	1.717	3.258
13	0.249	0.307	1.693	3.336
14	0.235	0.328	1.672	3.407
15	0.223	0.347	1.653	3.472
16	0.212	0.363	1.637	3.532
17	0.203	0.378	1.622	3.588
18	0.194	0.391	1.608	3.640
19	0.187	0.403	1.597	3.689
20	0.180	0.415	1.585	3.735
25	0.153	0.459	1.541	3.931

Fuente: GUTIÉRREZ, Humberto. *Calidad total y productividad*. p. 398.



Tabla de Interpretación de valores de Cp

Valor de Cp	Clase de proceso	Desición
$Cp \geq 2$	Clase mundial	Se tiene calidad Seis Sigma
$Cp < 1,33$	1	Adecuado
$1 < Cp < 1,33$	2	Parcialmente adecuado, pero conforme el Cp se acerca a 1 se generan mas defectos.
$0,67 < Cp < 1$	3	No adecuado. Un análisis del proceso es necesario. Requiere modificaciones serias.
$Cp < 0,67$	4	Totalmente inadecuado. Requiere de modificaciones muy serias.

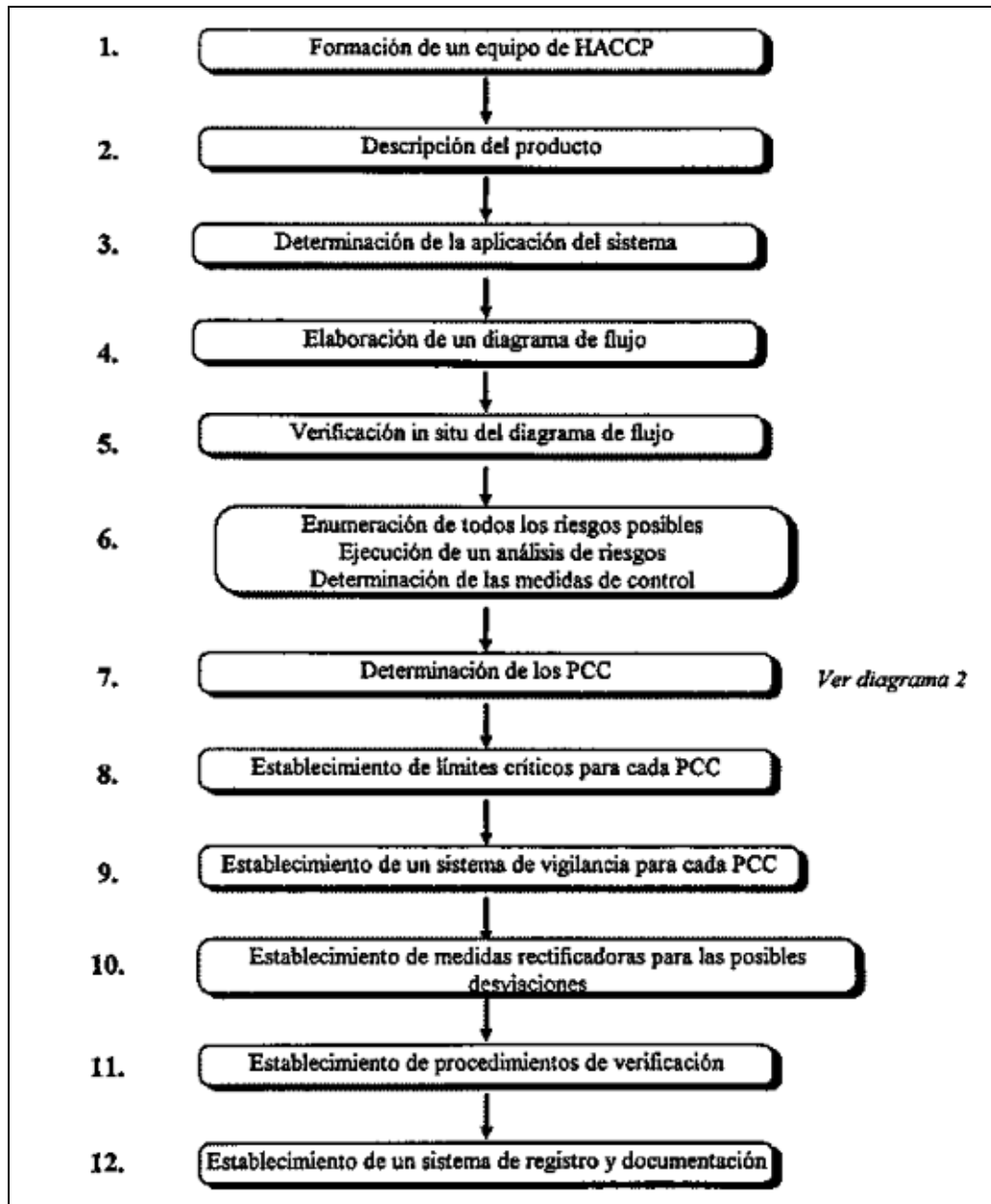
Fuente: GUTIÉRREZ, Humberto. *Calidad total y productividad*. p. 133.

Tabla de Interpretación de valores de Cpk.

Valor	Interpretación
$Cpk > 1$	El proceso está fabricando artículos que cumplen con las especificaciones.
$Cpk < 1$	El proceso está fabricando artículos fuera de las especificaciones.
$Cpk \leq 0$	La media del proceso esta fuera de las especificaciones.

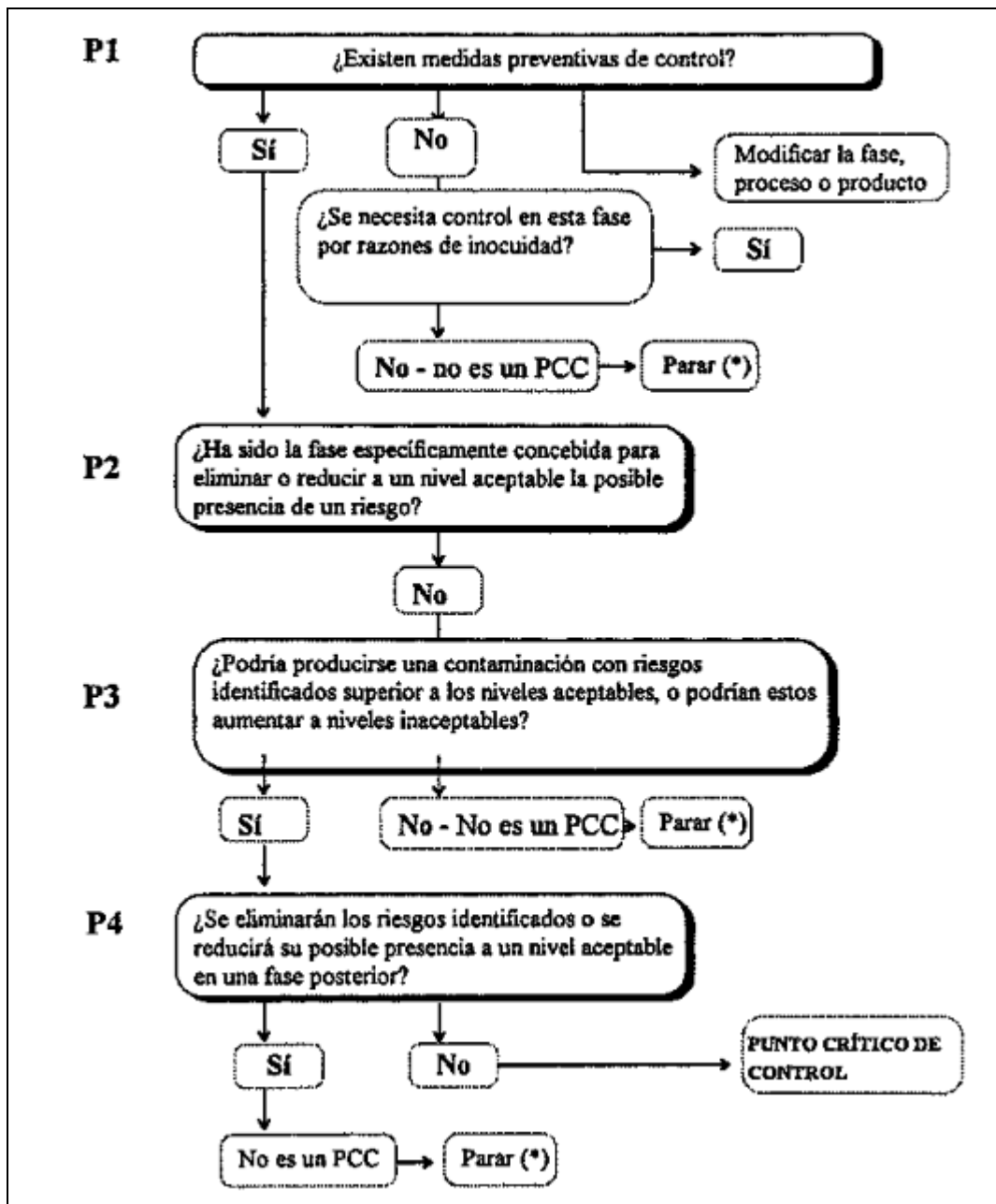
Fuente: Adaptado de GUTIÉRREZ, Humberto. *Calidad total y productividad*. p. 134.

## Secuencia lógica para la aplicación del sistema HACCP



Fuente: FAO/OMS. *Codex Alimentarius*. p. 47.

Árbol de decisiones para identificar los puntos críticos de control HACCP



Fuente: FAO/OMS. Codex Alimentarius. p. 48.