



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

**PROPUESTA DE UN CONTROL DE CALIDAD ESTADÍSTICO DEL  
EMPAQUE FLEXIBLE EN LA LÍNEA DE PAPA DE UNA PLANTA DE  
PRODUCTOS ALIMENTICIOS**

Gloria Mariana Orellana Valdés  
Asesorado por el Ing. Leonel Estuardo Godinez Alquijay

Guatemala, febrero de 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DE UN CONTROL DE CALIDAD  
ESTADÍSTICO DEL EMPAQUE FLEXIBLE EN LA LÍNEA  
DE PAPA DE UNA PLANTA DE PRODUCTOS  
ALIMENTICIOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

GLORIA MARIANA ORELLANA VALDÉS  
ASESORADO POR EL INGENIERO LEONEL ESTUARDO GODINEZ  
ALQUIJAJ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
**INGENIERA INDUSTRIAL**

GUATEMALA, FEBRERO DE 2007

*UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA*

**FACULTAD DE INGENIERÍA**



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Miriam Patricia Contreras Rubio de Akú
EXAMINADOR	Ing. Norma Ileana Sarmientos Serrano
EXAMINADOR	Ing. Walter Leonel Ávila Echeverría
SECRETARIO	Ing. Marcia Ivonne Véliz Vargas

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

### **PROPUESTA DE UN CONTROL DE CALIDAD ESTADÍSTICO DEL EMPAQUE FLEXIBLE EN LA LÍNEA DE PAPA DE UNA PLANTA DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS,**

**tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, el 6 de octubre de 2005.**

**Gloria Mariana Orellana Valdés**

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- DIOS** Por ser la fuente de mi vida, y sabiduría de todo lo que soy y lo que seré.
- MIS PADRES** Victor Manuel Valdés Solís Y Maria Rosenda Telón de Valdés por sus sabios consejos, por todas sus enseñanzas, apoyo y valores transmitidos durante toda la vida. Gratitude infinita.
- MI TIA** Flor de Maria Valdés Telón, en especial por su amor incondicional de madre.
- MI NOVIO** Luis Eduardo Castillo Urioste, por el amor, apoyo y comprensión durante todo este tiempo.
- MIS TIOS** Rosa Verónica Valdés Telón, Victor Noe Salvador Valdés, Lucecita de los Ángeles Valdés Telón. Con cariño especial.
- MIS PRIMOS** Por todos los momentos compartidos
- MIS AMIGOS** Leydi Xiomara Cachin Franco, Astrid Elleana Duarte Moran, Claudia Carolina Cabrera Castillo, Reynaldo Icaza. Gracias por su apoyo y cariño sincero.

**FACULTAD  
DE INGENIERIA**

Por brindarme los conocimientos que me servirán en mi vida profesional

**UNIVERSIDAD  
DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA**

Por formarme como profesional y por todas las experiencias compartidas durante mi estadía universitaria

# ÍNDICE GENERAL

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

VII

LISTA DE SIMBOLOS

XI

GLOSARIO

XIII

RESUMEN

XVII

OBJETIVOS

XIX

INTRODUCCIÓN

XXI

## 1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Definición de Calidad

1

1.1.1. Control de calidad

2

1.1.2. Control estadístico de procesos

3

1.1.3. Variabilidad en los procesos

8

1.3 Definición del empaque flexible	21
1.3.1 Tipos de empaque flexible	24
1.3.1.1 Mobil – Sigdopack	24
1.3.1.2 Sigdopack – Sigdopack	24
1.3.1.3 Exxon-Mobil	25
1.3.2 Características del empaque flexible	26
1.3.2.1 Calibre	27
1.3.2.2 Medida	28
1.3.2.3 Textura	28
1.3.2.4 Resistencia	28
1.3.2.5 Ancho	29
1.3.2.6 Espesor	30
1.3.3 Defectos del empaque flexible	31
1.3.4 Descripción del proceso de elaboración del empaque flexible	44
1.3.4.1 Pre-prensa	44
1.3.4.2 Impresión	44
1.3.4.3 Laminación	44
1.3.4.4 Corte y bobinado	45
1.3.4.5 Procesos complementarios	45

## **2. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

2.1 Proceso del sistema actual de control de calidad	47
2.1.1 Descripción	47
2.1.2 Diagrama de flujo de operaciones	51
2.2. Elementos del sistema actual de control de calidad	56
2.2.1 Personal involucrado	56
2.2.2 Equipo y herramientas	56
2.3 Políticas del sistema actual de control de calidad	59
2.4 Análisis del control de calidad actual	60
2.4.1 Puntos críticos del empaque flexible	60
2.4.2 Muestreo realizado	61
2.4.3 Formato utilizados	63
2.4.4 Decisiones correctivas y/o preventivas	64

## **3. PROPUESTA DE UN CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD DEL EMPAQUE FLEXIBLE EN LA LINEA DE PAPA DE UNA PLANTA DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS**

3.1 Análisis de las variables críticas por medio de herramientas de control de calidad	67
3.1.1 Listas de Verificación	67
3.1.2 Grafica de Pareto	69
3.1.3 Grafica de Barras	70
3.1.4 Diagrama Causa-Efecto	71

3.2 Medición de la calidad generada por el proceso mediante métodos de control estadístico.	72
3.2.1 Gráficos de Control por variable	74
3.2.1.1 Gráficos de promedios (X)	76
3.2.1.2 Gráficos por rangos (R)	79
3.2.2 Gráficos de control por atributos	80
3.2.2.1 Gráficos por atributos (p)	81
3.2.3 Análisis de resultados obtenidos en gráficos de control	82
3.2.3.1 Como analizar las fuentes de variación	89
3.2.4 Ventajas y beneficios del uso adecuado de control estadístico	96
3.2.5 Resistencia al cambio en la implementación de control estadísticos	97
3.3 Elaboración del formato de control de variables críticas del empaque flexible	98
3.3.1 Definición de BOLETA DE EMPAQUE	98
3.3.1.1 Alcance/Aplicación	98
3.3.1.2 Responsabilidades	99
3.3.1.3 Métodos de muestras	99
3.3.1.4 Material y equipo	99
3.3.1.5 Evaluación	99
3.3.1.5.1 Por atributos	105

3.3.1.6 Descripción del empaque flexible ideal	106
3.3.1.7 Sistema de ponderación por criterios	107
3.3.1.8 Informes de resultados	108
<b>4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA</b>	
4.1 Descripción del proceso de implementación	109
4.1.1 Recolección, tabulación de datos, y análisis de resultados	110
4.2 Similitud entre procesos	134
4.3 Establecimiento del material para llevar a cabo los resultados deseados	134
<b>5. MEJORA CONTINUA DE LA PROPUESTA</b>	
5.1 Aplicación del ciclo de la mejora continúa	139
5.1.1.1 Desarrollo del plan para el entrenamiento del personal operativo	143
5.1.1.2 Verificación de las causas de la mala calidad del empaque flexible	150
5.1.1.3 Recopilación de los datos apropiados	152
5.1.1.4 Analizar y desplegar datos	153
5.1.1.5 Comprender y documentar las diferencias	156
5.1.1.6 Revisión de los problemas y errores	158
5.1.1.7 Comunicar las mejoras a todos los integrantes de la empresa	159
5.1.1.8 Identificar nuevos problemas y proyectos	160

5.2 Sensibilización al personal operativo	162
5.2.1 Capacitación del personal operativo para el manejo y uso de los gráficos de control	175
5.2.2 Cooperación del personal operativo	176
<b>CONCLUSIONES</b>	179
<b>RECOMENDACIONES</b>	183
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	185
<b>APÉNDICE</b>	187



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1	Ciclo de Control Estadístico de Procesos	4
2	Diagrama de los factores que intervienen en el costo de producción	6
3	Productos que elabora	20
4	Organigrama de la empresa de Fritolay de Guatemala	21
5	Esquema del Umbral de selle (TMS)	39
6	Esquema de rango de selle	40
7	Diagrama de los problema de fugas	41
8	Grafica de los controles de temperatura	42
9	Diagrama de diseños de mordazas	43
10	Diagrama de flujo de operaciones de control de calidad del empaque Flexible	53
11	Cizometro	57
12	Fugometro	57
13	Cama de aire	58
14	Pesas analíticas	58
15	Diagramas de ubicación de las fugas	62
16	Etapas para la mejora de un proceso	74
17	Las seis zonas de una carta de control	84

18	Ejemplo de una grafica de control	86
19	Hojas guía de porcentaje de inserción	100
20	Bolsa y promoción	101
21	Balanza	101
22	Medición de la tara en balanza	101
23	Peso del producto	102
24	Preparación de tara	103
25	Balanza	103
26	Colocación de tara	104
27	Peso de producto	104
28	Gráfica de control de sellos horizontales	114
29	Gráfica de control de apariencia	118
30	Gráfica de control de pesos	122
31	Gráfica de control de otros parámetros	125
32	Gráfica de control de códigos	129
33	Gráfica de control de sellos verticales	133
34	Elementos del proceso de empackado	135
35	Plan de verificación en el proceso de empackado	152
36	Proceso de planeación estratégica de calidad	161

## TABLAS

I	Rangos de variables del empaque flexible Sigdopack-Sigdopack	25
II	Rangos de variables del empaque flexible Exxon-Mobil	26
III	Calibre del empaque flexible, según el tipo de producto	27
IV	Muestras de anchos de empaque flexible, según el tipo de producto	29
V	Muestras de espesor de empaque flexible, según el tipo de producto	30
VI	Rangos estimados de Impresiones/Kilo para el empaque flexible de papa o Ruffles	49
VII	Criterios de evaluación de empaque	107
VIII	Sistema de control estadístico de calidad	111
IX	Cálculos para obtener la fracción no conforme para la variable crítica de sellos horizontales	112
X	Cálculos para obtener la fracción no conforme para la variable crítica de apariencia	116
XI	Cálculos para obtener el promedio para la variable crítica de pesos	119
XII	Cálculos para obtener la media de las medias de la variable crítica de los pesos	121
XIII	Cálculos para obtener la fracción de no conforme para la variable crítica de otros parámetros	123
XIV	Cálculos para obtener la fracción no conforme de la variable crítica de códigos	127

XV	Calculo para obtener la fracción no conforme de la variable critica de Los sellos verticales	131
XVI	Nuevo numero de muestras, según variable critica	138
XVII	Chequeo de referencia de la maquina empacadora	141
XVIII	Ponderación de criterios para el desarrollo del plan de entrenamiento	146
XIX	Plan de entrenamiento para el personal	149
XX	Tipos de decisiones para la verificación de los productos	151

## LISTA DE SÍMBOLOS

### SÍMBOLO

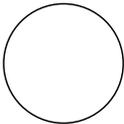
### SIGNIFICADO

Inspección:



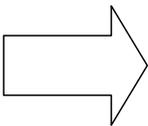
Símbolo utilizado cuando ocurre o se somete una parte a algún tipo de prueba para determinar su conformidad con requerimiento o parámetro o bien una norma o estándar.

Operación:



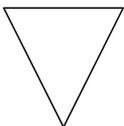
Es el cambio intencional en una pieza que se trabaja para darle las características deseadas de tamaño, forma y otros detalles.

Transporte:



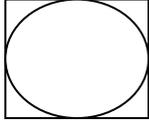
Distancia que recorre el producto hacia otra estación de trabajo o almacenamiento.

Almacenamiento:



Es la conservación temporal en un lugar adecuado, de la materia prima antes o después de ser procesada, o de cualquier otro material.

Combinada:



Se da por entendido una doble operación realizada en una misma inspección de trabajo, es decir se trabaja la pieza y se revisa para saber si cumple o no con algunas especificaciones.

## GLOSARIO

### **Estándar de calidad**

Valores o parámetros dentro de los cuales las características del producto deben estar para ser aceptados.

### **Polipropileno**

Polímero versátil que anda a nuestro alrededor. Cumple una doble tarea, como plástico y como fibra. Como plástico se utiliza para hacer cosas como envases para alimentos capaces de ser lavados en un lavaplatos. Como fibra, el polipropileno se utiliza para hacer alfombras de interior y exterior, la clase que usted encuentra siempre alrededor de las piscinas y las canchas de mini-golf. Su abreviatura es PP.

### **Control**

Mecanismos usados para garantizar que conductas y desempeño cumplan con las reglas y los procedimientos de una organización.

### **Diagrama de flujo**

Contiene en general los detalles mas importantes de un proceso con un enfoque que va de los general de aquel a detalles de operaciones mas particulares como:

distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales, sin redundar en aspectos ingenieriles como tiempos.

**Limites de control**

Son los limites calculados a partir de datos del proceso para definir los limites de la variación debida al azar (aleatoria alrededor de algún valor central)

**Limites de tolerancia**

Son establecidos por la función de ingeniería de diseño para definir los valores mínimo y máximo permisibles para que el producto trabaje apropiadamente.

**Muestreo**

Estudio de la variación de una característica determinada en función de las muestras escogidas para una encuesta, es el proceso de evaluación de una porción de los productos de un lote con el propósito de estudiar la variación de una característica determinada.

**Materia prima**

Materiales no elaborados empleados por la industria para su conversión en artículos de consumo.

**Registro**

Es un grupo de atributos que tiene algo en común con la entidad descrita.

**Proceso**

Cualquier combinación determinada de maquinas, herramientas, métodos, materiales y/o personal empleada para lograr determinadas cualidades en un producto o servicio. Un cambio en cualquiera de esos componentes produce un nuevo proceso.

**Variación de las causas asignables**

Esta variación es causada por situaciones o circunstancias especiales que no están presentes permanentemente en el sistema, por ejemplo: Una falla ocasionada por el mal funcionamiento de una pieza en una maquina empacadora o el empleo de materiales no habituales.

**Gramaje**

Peso en gramos por metro cuadrado de un papel o cartón que indica su grosor.



## RESUMEN

Este trabajo de graduación es una aplicación de los gráficos de control por atributos y por variables, el cual se desarrollo en una fábrica de productos alimenticios.

Un método grafico en una de sus aplicaciones sirve para evaluar si un proceso esta o no es un estado de control estadístico en sus formas mas usuales, la grafica de control es una comparación de ilustración cronológica de las características de calidad real del proceso, con limites que reflejan la capacidad de producirla de acuerdo con la experiencia de las características de calidad del empaque flexible. Para poder aplicar el método, primero se definen los posibles puntos críticos, por medio de una lluvia de ideas entre los elemento que lleven el control de calidad del producto que para nuestro caso son el jefe de calidad y los operarios, para luego seleccionar la cantidad de puntos críticos representativos, por medio de un análisis estadístico, para establecer los puntos críticos con mayor incidencia y que reflejen realmente el problema de la baja calidad del empaque flexible.

Una vez establecidos los puntos críticos, estos se tratan como variables, las cuales se monitorean día a día durante el turno respectivo, por medio de la recolección de datos de cada variable, estableciendo los rangos y limites por medio de herramientas estadísticas y, registrando todos los datos obtenidos en un archivo especifico para el análisis, graficación e interpretación de los mismos para que, cuando el método tendrá un corto plazo de ejecución se notara una

mejora significativa del nivel de calidad influenciando por el establecimiento de gráficos de control, y el formato propuesto para poder recolectar la mayor información y obtener soluciones concretas que promuevan el mejoramiento continuo de la calidad. Contando con el apoyo del personal involucrado, buscando la optimización de la labor de control.

Un resultado muy importante de esta actividad es su efecto positivo de la calidad, al darle al personal que esta involucrado en el proceso de empaque, delegación de responsabilidad e interés para poder tomar soluciones correctas y a tiempo, efectuando operaciones importantes que se reflejen en la calidad del producto.

## **OBJETIVOS**

### **GENERAL**

Proponer un control de calidad estadístico del empaque flexible en la línea de papa en un Fábrica de Productos Alimenticios.

### **ESPECÍFICOS**

1. Realizar un muestreo de control de calidad del empaque flexible, para que realicen adecuada y oportunamente, determinando las variables críticas a analizar.
2. Conocer las diferentes estrategias que han sido utilizadas para el control de la calidad de los productos.
3. Conocer y elaborar gráficos de control del proceso de empaque, para el rastreo y vigilancia de la misma.
4. Diseñar formatos específicos para el control y registro estadístico de las variables críticas de producción
5. Investigar y evaluar la variabilidad del proceso de empaque, analizando dicha variabilidad con respecto a los requisitos y especificaciones del producto para ayudar en su desarrollo y manufactura.
6. Evaluar la situación actual del control de calidad e identificar las posibles soluciones que lleven a la eficiencia y eficacia optima del sistema.
7. Implementar un sistema de retroalimentación que permita mejorar continuamente la calidad del empaque flexible



## INTRODUCCIÓN

Es esta época de economía globalizada es necesario estar conscientes de que todos los procesos involucrados en la producción de un bien o servicio se van continuamente mejorados para poder cumplir o exceder las expectativas de los consumidores finales, ya que en las operaciones de manufactura pueden ocurrir muchas variaciones. Los ajustes de maquinas pueden salirse de posición, los operadores y ensambladores pueden cometer errores, el empaque flexible puede estar defectuoso. Incluso en los procesos altamente controlados, son inevitables e impredecibles variaciones específicas en los resultados de la producción.

El empaque flexible, en general, provee varias funciones clave: Protección del producto (barrera contra la humedad, gases, protección contra sabor/olor o luz); conveniencia y portabilidad (gráficos, forma y diseño), para darle la imagen que se persigue, siendo un factor determinante en la comercialización de los productos.

Una de las tendencias clave de los empaques para alimentos se basa en el cambio de rígido a flexible, el cual está siendo beneficiado dentro del mercado del empaque, ofreciendo una reducción de materiales y ahorro de peso sobre el empaque rígido, así como una diferencia marcada en el estante para productos.

Sin embargo, las causas que generan el desperdicio representan un indicativo, para la verificación, y control de las variables críticas del empaque flexible por medio de un reporte (Boleta de Empaque) que contenga las actividades necesarias, así como la metodología a seguir para implementarlo.

Tiene poco sentido efectuar cálculos sobre la capacidad de los procesos si no están bajo un control estadístico altamente eficiente para la detección de causas de variabilidad de la calidad del empaque flexible, teniendo en cuenta que los gráficos de control están diseñados para que los utilicen los operadores de producción y no los inspectores de calidad, ya que de esta manera puedan reaccionar con rapidez ante los cambios en el proceso y efectuar lo ajustes necesarios.

## 1. ANTECEDENTES GENERALES

### 1.1 Definición de Calidad

Es la medida en que las propiedades de un bien o servicio cumplen con los requisitos establecidos en la norma o especificaciones técnicas, así como con las exigencias del usuario de dicho bien o servicio en cuanto a su funcionalidad, durabilidad y costo.

La calidad afecta a una empresa de cuatro maneras:

#### I) *Costos y Participación en el mercado.*

Una calidad mejorada puede conducir a una mayor participación en el mercado y ahorro en el costo. Se ha demostrado que las compañías con más alta calidad son las más productivas. Cuando se consideran los costos, se ha determinado que estos son mínimos cuando el 100% de los bienes o servicios se encuentran perfectos y libres de defectos.

#### II) *La Reputación de la Compañía.*

Una empresa que desarrolla una baja calidad tiene que trabajar el doble para desprenderse de esta imagen cuando llega la opción de mejorar.

#### III) *Responsabilidad del Producto.*

Las organizaciones que diseñan productos o servicios defectuosos pueden ser responsabilizadas por daños o lesiones que resulten de su uso.

#### *IV) Implicaciones Internacionales.*

En esta tecnología la calidad es un asunto internacional; tanto para una compañía como para un país, en la competencia efectiva dentro de la economía global, sus productos deben de cumplir con las expectativas de calidad y precio. Los productos inferiores dañan la imagen de la empresa y las naciones, tanto en forma interna como en el extranjero.

Actualmente, el Tratado de Libre Comercio TLC se convierte en una ventana de comparación de productos y servicios en donde los que posean mejores condiciones para el cliente en relación a calidad, costo y valor agregado estarán en mejores condiciones de competencia.

##### **1.1.1 Control de Calidad**

El Control de la Calidad se posesiona como una estrategia para asegurar el mejoramiento continuo de la calidad. Programa para asegurar la continua satisfacción de los clientes externos e internos mediante el desarrollo permanente de la calidad del producto y sus servicios. Una responsabilidad de importancia para los propietarios de los procesos es asegurarse de que los resultados de los mismos cumplen con los requerimientos operacionales y del cliente.

Control es el proceso continuo de evaluar el desempeño del proceso y emprender una acción correctiva cuando sea necesario. El control es necesario por dos razones; primero: las empresas necesitan mantener el desempeño de sus procesos; segundo: una empresa debe de tener los procesos controlados antes que se pueda efectuar cualquier mejora. Sería imposible medir el efecto de posibles mejoras, si el proceso estuviera afectado por causas de variaciones especiales.

Controlar un proceso, por lo tanto, es realmente igual a identificar y eliminar las causas especiales de las variaciones.

Cualquier sistema de control tiene tres componentes:

1. Norma o meta
2. Un medio para medir el desempeño
3. La comparación con los resultados reales con la norma, junto con la retroalimentación, para señalar las bases de una acción correctiva.

### **1.1.2 Control estadístico de procesos**

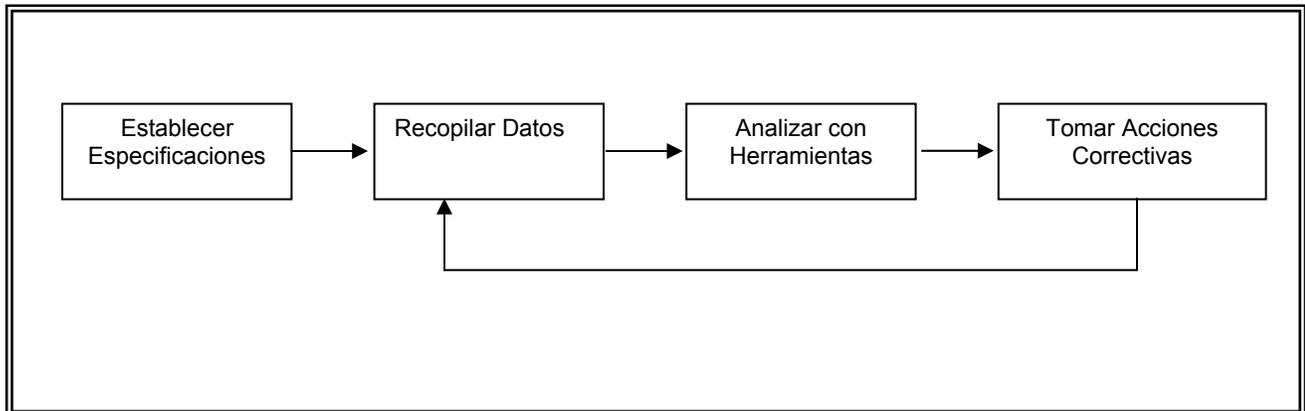
El Control Estadístico de Procesos (C.E.P.), también conocido por sus siglas en inglés "SPC" es un conjunto de herramientas estadísticas que permiten recopilar, estudiar y analizar la información de procesos repetitivos para poder tomar decisiones encaminadas a la mejora de los mismos, es aplicable tanto a procesos productivos como de servicios, siempre y cuando cumplan con dos condiciones: Que sea mensurable (observable) y que sea repetitivo.

El propósito fundamental de C.E.P. es identificar y eliminar las causas especiales de los problemas (variación) para llevar a los procesos nuevamente bajo control.

El C.E.P. sirve para llevar a la empresa del Control de Calidad "Correctivo" por inspección, de pendiente de una sola área, al Control de Calidad "Preventivo" por producción, dependiente de las áreas productivas, y posteriormente al Control de Calidad "Predictivo" por diseño, dependiendo de todas las áreas de la empresa.

A continuación se presenta en la siguiente Figura el Ciclo Estadístico de Procesos:

**Figura 1 Ciclo de control estadístico de proceso**



Una empresa que cuenta con Control Estadístico puede mejorar sus procesos, reducir retrabajos y desperdicios, lo que genera una reducción de costos, ya que el C.E.P. involucra más que solo crear el producto perfecto, implica además asegurar que los procesos internos son llevados apropiadamente, que el equipo se le da el mantenimiento adecuado y que los recursos suministrados son los adecuados.

Los Costos de Producción y el Control de Procesos Estadístico:

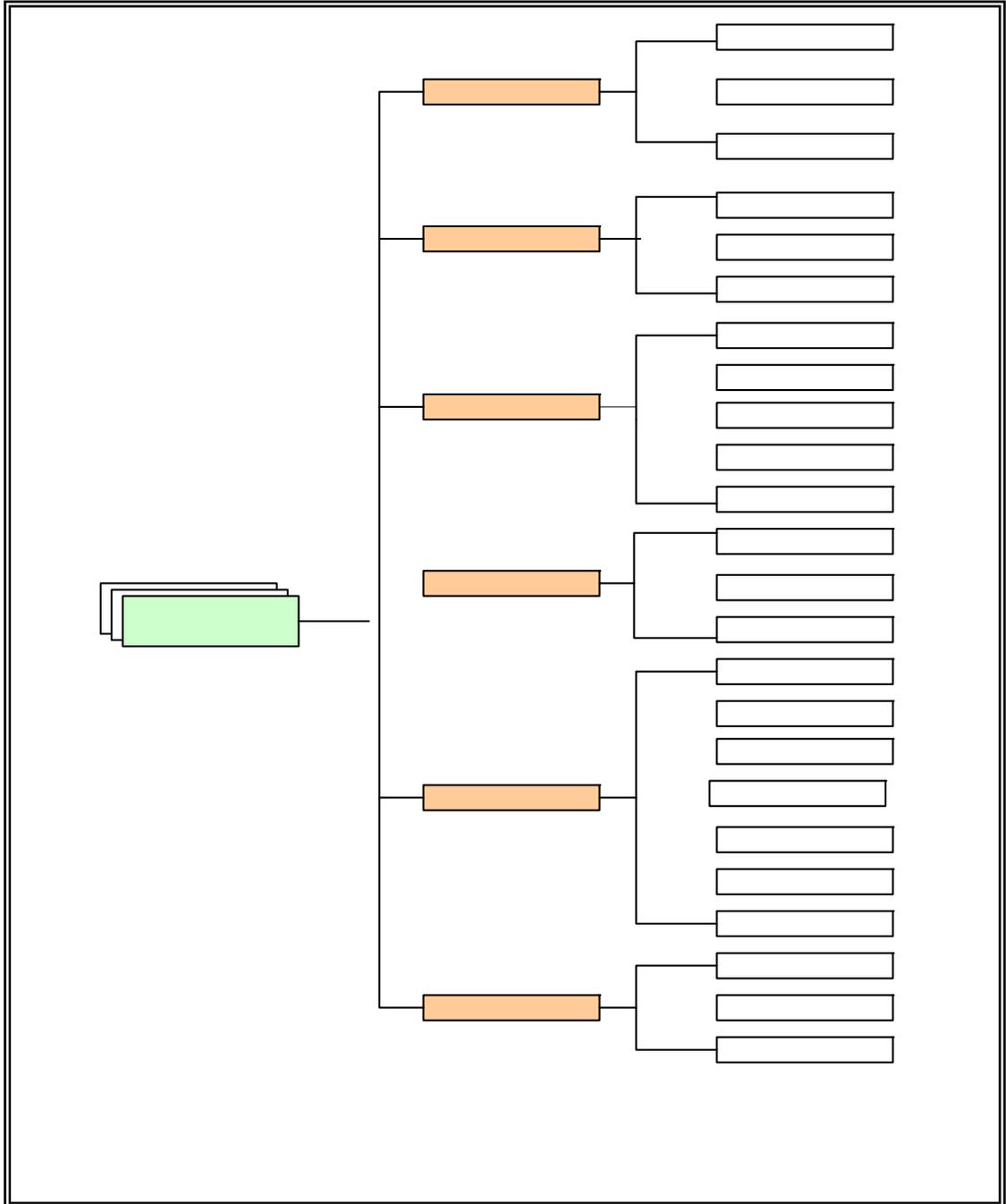
Los niveles de costo de la generación de productos o servicios son resultantes de diversos factores que se interrelacionan en los procesos productivos.

Así pues bajo ciertas condiciones, mientras no se modifiquen aspectos fundamentales como pueden ser las variaciones en los precios de las materias

primas, el costo salarial, los métodos de producción, las características del producto y las máquinas utilizadas, entre otras, el costo promedio en la producción de un bien o servicio evolucionará en el tiempo entre ciertos límites que expresan la capacidad del proceso de generar output dentro de un determinado nivel de costos.

La Figura 2 muestra como el costo de producción depende de una serie de factores, los cuales a su vez son productos de otras variables, es decir el costo de un producto es la resultante de la combinación de múltiples elementos dentro de un marco sistemático (precio materia prima, costo salarial, métodos de producción, características del producto, maquinaria utilizada, entre otras).

Figura 2 Factores que intervienen en el costo de producción



La interacción de los numerosos factores originan el nivel de costo del producto pero el hecho de que los procesos estén expuestos a cambios continuos sufrirán variaciones llamadas naturales (aleatorias) y especiales (atribuibles).

Las variaciones atribuibles se deben a una causa concreta, tal como las diferencias entre el rendimiento de diversas máquinas, operarios o materiales.

Las variaciones de este tipo no son aleatorias, y pueden conducir a variaciones excesivas en los procesos. Si existen causas de variaciones atribuibles en un proceso, entonces se dice que el proceso está “fuera de control”.

Las variaciones debidas a causas atribuibles suelen ser excesivas, y no se pueden utilizar métodos de Control Estadístico de Procesos (CEP) para predecirlas.

Las variaciones aleatorias surgen como consecuencia de la interacción de una gran variedad de factores, tales como la temperatura, la presión atmosférica y la tolerancia normal de operación de la maquinaria. Estas variaciones son aleatorias, en general pequeñas, y no se pueden atribuir a ninguna causa concreta. Se dice que un proceso es “estable” o que está “dentro de control” si la variabilidad del proceso es consecuencia únicamente de variaciones aleatorias.

Es el control de las variaciones lo que lleva a una empresa a reducir sus costos de fabricación, ya que al identificar cada una de las causas de las variaciones y se eliminan de ser necesario, el resultado se ve reflejado

inmediatamente en la reducción de retrabajos, reducción de *scrap* (desperdicio) y un latente aumento en la productividad.

Al contar con procesos certificados se puede ofrecer productos y servicios a precios verdaderamente competitivos y con alta calidad, garantizando así la satisfacción de los clientes.

### **1.1.3 Variabilidad en los procesos**

En los procesos como todo en la vida está implícita la variación. Sería totalmente absurdo pensar en que todas las personas tuvieran la misma edad, o que en una aula todos los estudiantes tuvieran el mismo peso. Un grupo de participantes a un seminario tendrá variación en la experiencia, en los conocimientos y en la educación. Dos productos generados de una misma máquina, de un mismo turno, con un mismo operario y la misma materia prima, tampoco son iguales. Es probable que aparenten ser iguales pero cuando se utilizan instrumentos más precisos se comprenderá la diferencia entre ambos.

Causas comunes de variación:

El punto crítico al controlar procesos es comprender si la variación es debida a causas comunes o especiales. Esto es crítico porque la estrategia para tratar las causas comunes es diferente que la usada para tratar causas especiales. El problema fundamental es que la mayoría de las veces se trata toda variación como si ésta fuera especial. Si hace esto, solo provocará una mayor cantidad de variación, defectos y errores.

Por causas comunes de variación se entienden aquellas fuentes de variación en un proceso que están bajo control estadístico.

Esto significa que todas las mediciones se encuentran dentro de los límites de variación normal, los cuales se determinan sumando y restando tres desviaciones estándar al promedio de esas mediciones.

Las causas comunes de variación se comportan como un sistema constante de causas totalmente aleatorias. Aún cuando los valores individualmente medidos son todos diferentes, como grupo, ellos tienden a formar un patrón que puede describirse como una distribución.

Cuando en un sistema sólo existen causas comunes de variación, el proceso forma una distribución que es estable a través del tiempo y además predecible.

Conocer que un sistema solo está variando por causas comunes es normalmente simple a través de técnicas estadísticas. Sin embargo, identificar esas causas requiere un análisis más detallado por parte de quienes operan el sistema. La solución o eliminación de estas causas comunes normalmente requiere la intervención de la gerencia para tomar acciones sobre el sistema o proceso como un todo, ya que las variaciones comunes son propias o inherentes a cada proceso.

Causas especiales de variación:

Las causas especiales de variación frecuentemente son llamadas causas asignables. Se refiere a cualquier factor o factores que causan variación en relación con una operación específica o en un momento particular en el tiempo.

Solo si todas las causas especiales de variación son identificadas y corregidas, ellas continuarán afectando la salida del proceso de una manera impredecible. Si hay causas especiales de variación, la salida del proceso no es estable a través del tiempo y por supuesto tampoco es predecible.

Cuando en el proceso existen causas especiales de variación, la distribución del proceso toma cualquier forma y es por lo tanto impredecible.

En general se acepta que el 85% de la variación es originada por causas comunes y el 15% por causas especiales. Una forma para reducir la variación es la normalización o documentación del proceso como requiere ISO 9000.

#### **1.1.4 Métodos para asegurar la calidad**

El aseguramiento de la calidad es el conjunto de acciones planificadas y sistemáticas que son necesarias para proporcionar la confianza adecuada de que un producto o servicio satisface los requisitos dados para la calidad, los cuales deben estar sustentados en la satisfacción de las expectativas de los clientes.

El aseguramiento de calidad dentro de la empresa es básicamente un sistema documental de trabajo, en el cual se establecen reglas claras, fijas y objetivas, sobre todos los aspectos ligados al proceso operativo, es decir, desde el diseño, planeación, producción, presentación, distribución, servicio posventa y las técnicas estadísticas de control del proceso y, desde luego, la capacitación del personal.

Un sistema de aseguramiento de calidad se complementa con otros métodos y filosofías de calidad; en virtud de que los factores que abarca, permiten

establecer un soporte documental para evaluar el desempeño de la empresa a partir de registros de calidad, mismos que sirven para obtener datos confiables y objetivos para mantener un control real y efectivo sobre el proceso operativo.

El aseguramiento de la calidad es una metodología que está siendo aceptada por innumerables empresas y que ha mostrado sus bondades en las diferentes ramas industriales y de servicios.

Sistema de aseguramiento de calidad:

El método más aceptado por las empresas alrededor del mundo hoy en día, es el sistema de aseguramiento de calidad.

El sistema de aseguramiento de calidad, permite manejar un mismo lenguaje metodológico y es aplicable a cualquier tipo de empresa, con el único requisito de adecuarlo a los conceptos y terminología propios de cada actividad.

Elementos de un sistema de aseguramiento de calidad: relación cliente-proveedor

- Revisión del contrato.
- Manejo de especificaciones técnicas del proceso y servicio.
- Control de insumos, productos o servicios proporcionados por el cliente.
- Evaluación de la capacitación y experiencia técnica del proveedor.
- Inspección y prueba del proceso o servicio.
- Sistema documental.

Revisión del contrato

Al establecerse una relación cliente-proveedor, el punto de partida y cierre de los acuerdos lo constituye el contrato. En él se concretan los intereses

de ambas partes por establecer una relación de negocios y se establecen, en firme, los compromisos bilaterales.

Según esta perspectiva, el contrato se convierte en el principal instrumento de negociación para ambas partes; manifiesta las necesidades ofertas, aptitudes, capacidades y experiencia de los contratantes, y detalla las expectativas implícitas y explícitas de cada una de las partes.

#### Registro de las especificaciones

La entrega de especificaciones técnicas de los procesos o servicios son el modo en que el cliente indica al proveedor qué tipo de servicios o procesos necesita, definiendo tolerancias, y demás especificaciones que servirán de guía para el proveedor.

Al llevar un registro y control adecuado de estos requerimientos, se puede revisar en todo momento que se está produciendo con exactitud lo que requiere el cliente. Además estos registros serán la base para aclarar cualquier duda o controversia que surja con el cliente respecto a los requisitos acordados para el proceso de elaboración.

#### Control de insumos, productos o servicios proporcionados por el cliente

Este requisito tiene el propósito de asegurar que los bienes o servicios que son propiedad del cliente o que son suministrados por él para incorporarse a los servicios o procesos, se manejen con base en un acuerdo previo de las condiciones de recepción, manipulación y aprovechamiento óptimo. De esa manera se garantiza para ambas partes que no habrá desorden, desperdicio, pérdidas innecesarias, negligencia o desinformación respecto del manejo de los bienes o servicios que se están entregando al proveedor.

### Capacitación de los proveedores:

Aunque cada empresa es libre de definir sus propios programas y requisitos de capacitación para sus empleados, es un hecho que el grado de capacitación y experiencia que tenga el personal del proveedor asegura al cliente la confiabilidad de los procesos requeridos.

Esta situación es especialmente importante cuando se subcontratan procesos especiales cuyos resultados no pueden verificarse por inspecciones y pruebas, sin que se sustenten en la seguridad de que el personal que realizará esos procesos está capacitado para hacerlo con eficacia y eficiencia.

La evaluación de la capacitación y experiencia del proveedor no debe considerarse una intromisión; sino una actividad indispensable para asegurar la calidad de un producto o servicio, así como el primer paso en el establecimiento de programas de colaboración mutua.

### Inspección y prueba del proceso o servicio:

La inspección y prueba tienen como fin verificar que los servicios o procesos realizados cumplen con los requisitos especificados por los clientes, por lo que su beneficio más claro es garantizar para ambas partes que la prestación del servicio está cumpliendo con los requerimientos, pero además de ello el proveedor puede obtener información valiosa sobre la eficiencia de su operación.

### Pruebas:

En primer lugar, debe establecerse en el contrato las mediciones a realizar, los métodos que se seguirán, y el equipo y parámetros que se utilizarán.

En segundo término, debe tenerse especial cuidado en el mantenimiento y calibración contra patrones de unidad de medida certificados de los equipos de inspección, medición y pruebas. Por último, es indispensable establecer un sistema para identificar el estado de inspección y prueba de todos los productos o procesos, así como usar técnicas estadísticas para planear, controlar y hacer seguimiento de la calidad.

Para implantar un sistema de aseguramiento de calidad, se deben llevar a cabo una serie de actividades que involucran a la organización y que van desde la definición de la política de la empresa, hasta la aplicación de los controles de calidad que exige el sistema.

A continuación se presentan los aspectos más relevantes que se deben considerar para la implementación:

#### 1. Definición de una política de calidad:

En cada empresa la alta dirección debe establecer con claridad sus objetivos y hacerlos del conocimiento de todo su personal, y las directrices generales para alcanzarlos. Esto le obliga, a promover y desarrollar en todos los niveles la conciencia de lo que es la calidad e indicar constantemente la importancia que para la empresa tienen sus clientes. Es indispensable que se informe al personal que los productos o servicios proporcionados o fabricados con mala calidad, redundan en altos costos económicos y de imagen empresarial.

#### 2. Ejercer la calidad:

La alta dirección debe establecer las funciones de mando y de gestión que correspondan, con el fin de que en cada nivel de la empresa, los trabajadores apliquen la política de calidad que ha sido determinada.

### 3. Diseñar el modelo de aseguramiento de calidad para la empresa:

Aunque existen modelos o esquemas generales, que señalan secuencias de trabajo, responsabilidades y procedimientos, es importante cuidar que la selección de éstos considere desde la alta dirección hasta el último de los trabajadores.

### 4. Certificación:

Una vez que se han cubierto los requisitos anteriores, la empresa deberá buscar la certificación de algún órgano acreditado para ello; esto le permitirá dar muestra a sus clientes, que sus productos o servicios reúnen las condiciones de confiabilidad que cualquier consumidor necesita.

Para realizar los objetivos antes descritos, es importante que el empresario considere:

- En primer lugar, debe haber un compromiso definitivo por parte de la dirección con el fin de impulsar las prácticas de calidad en toda organización. Nace la política de calidad.
- Definir la misión de la empresa, decidir que es lo que se pretende alcanzar en términos cuantitativos y cualitativos. Mantener una visión de corto, mediano y largo plazo, con el fin de encauzar las energías y potencialidades de la organización hacia sus objetivos particulares.
- Hacer un balance de las fortalezas y debilidades de la organización en términos de sus recursos, para aprovechar al máximo las potencialidades de la empresa.

- Consultar asesores expertos que los orienten para planear, desarrollar, implantar, mantener y mejorar un sistema de aseguramiento de calidad, y de un proceso de mejora continua.
- Involucrar a todos los miembros de la organización con la política de calidad y fomentar la integración de grupos de trabajo, que se responsabilicen de documentar el sistema de aseguramiento de calidad.
- Designar a un responsable de la dirección general, que tenga las facultades y toma de decisión en todo lo referente a la implantación y desarrollo del sistema de calidad y que sea el responsable operativo del mantenimiento del sistema.
- Informar a los clientes los propósitos de la empresa y el compromiso que se tiene hacia la calidad.
- Mantener una evaluación permanente de los aspectos relacionados con la calidad, y determinar las acciones correctivas y preventivas necesarias.
- Una vez implantado el sistema de calidad y habiendo aprobado las auditorias de implantación que demuestran el funcionamiento correcto del sistema, solicitar al organismo pertinente la certificación.

#### AIB (Instituto Americano de Panaderos)

Los estándares AIB fueron desarrollados para evaluar la manipulación, la seguridad del producto y su adaptación a una serie de reglas mundialmente reconocidas de fabricación, producción, almacenamiento y seguridad de los alimentos. Los estándares AIB son una combinación de regulaciones de seguridad alimenticia emitidas por una variedad de entidades globales que incluyen el Departamento de Salud y Bienestar de Estados Unidos, las Buenas Practicas de Manufactura y estándares militares. Por lo tanto, los estándares AIB son más extensivos y estrictos que cualquier regulación individual.

La certificación de los estándares AIB es importante por las siguientes razones:

- Provee al cliente de una certificación de calidad de nivel mundial
- Provee de garantías a los clientes actuales y potenciales de que el producto se manufactura en una planta calificada que cumple con las más estrictas normas de calidad y especificaciones del consumidor.
- Reduce la necesidad del cliente y de terceros auditores de sistemas de control de calidad del producto.

ISO (Normas Internacionales de administración de calidad)

La certificación ISO indica el cumplimiento por parte de una compañía de un conjunto de reglas de gestión de calidad y sistemas operativos aceptado y reconocido en el mundo entero. Actualmente más de 90 países utilizan los estándares ISO. Cuando usted adquiere productos o servicios de compañías que están registradas en la ISO puede esperar importantes garantías respecto de la consistencia de su calidad

Muchas compañías requieren que sus proveedores cumplan con los estándares ISO. La adopción de estos estándares asegura que la compañía cuenta con un sistema de control de calidad eficiente. Las compañías que obtienen la certificación ISO por lo general obtienen los siguientes beneficios:

- Capacidad de proveer productos más consistentes
- Demanda creciente de sus productos

- Creciente satisfacción del consumidor
- Reducción de las quejas del consumidor
- Reducción en los costos

## **1.2 Reseña Histórica de la empresa**

Es orgullosamente una empresa guatemalteca, que forma parte de: Frito Lay Internacional. Número uno en la fabricación de snack en 140 países en 3 continentes pertenecientes al grupo PepsiCo.

La compañía inicio operaciones en el año 1961 con el nombre de Rene Mendez y Compañía, con sus productos: papalinas tip top, arroz inflado Rosbif y únicamente era una distribución local y operación manual.

En 1962 se autoriza el uso de la marca Fillers y se suman a los productos ya existentes Cheez Trix , Bakonkrisp y Tor Trix. En 1965 se forma Productos Alimenticios Rene S.A. y se incorpora la marca Carimba con Maní, Plátano y Papa. De 1968 a 1988 Beatrice Food opera Productos Alimenticios Rene conservando las marcas Fillers y Carimba.

En 1975 Productos Alimenticios Rene se traslada a su nueva casa ubicada en la Calzada San Juan y en 1987 se incorpora la fabricación de galletas Crokant, Waffle y Bamba. En 1988 Savoy Brands compra Productos Rene manejando las marcas establecidas y, por ultimo en 1998 se da la unión estratégica entre Savoy Brands y Fritolay en varios países de la región para conformar Snacks Latin American.

### **1.2.1. Ubicación**

Productos Alimenticios Rene y Cia., S.C.A: perteneces al grupo Frito Lay Central América, su planta en Guatemala se encuentra ubicada en la Calzada San Juan 34-01 zona 7. El tamaño del terreno es de 12000 m<sup>2</sup> y cuenta con un área construida de 8500 m<sup>2</sup>, que es aproximadamente el 70% del tamaño del terreno.

### **1.2.2 Misión**

Lograr un crecimiento retador, sostenible y rentable ofreciendo al consumidor alimentos divertidos, reconocidos por su marca, alto valor, calidad e innovación con dominio absoluto de los puntos de venta.

### **1.2.3 Visión**

Ser la opción favorita para consumidores y clientes de alimentos divertidos, convenientes y de consumo frecuente.

### **1.2.4 Productos que elabora**

La Fábrica de Productos Alimenticios René, se dedica a la elaboración de boquitas la cual tiene como producto líder Tor-Trix, que está hecho basado en maíz. La empresa tiene actualmente cinco líneas de producción las cuales son:

**Pellet:** Chicharrones y Crujitos.

**Tortilla:** Nachos y Doritos.

**Tortrix:** Hojuelas de maíz.

**Sémola:** Ricitos y Cheetos.

**Papa:** Papas Ruffles queso, crema y especias.

Cada una de las líneas tiene una gran variedad de sabores y presentaciones, los productos líderes en porcentaje de fabricación se muestra a continuación:

**Figura 3 Productos fabricados**



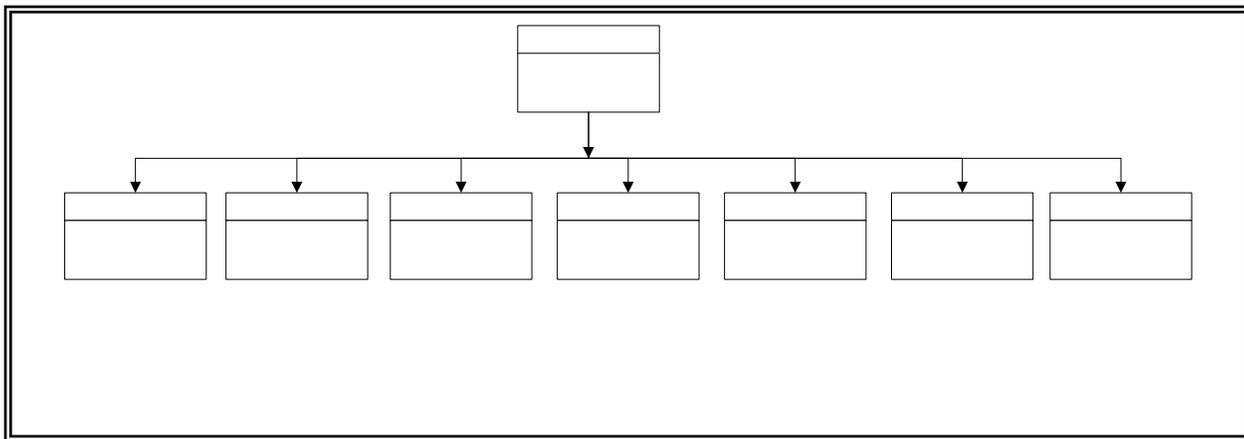
### 1.2.5 Estructura Organizacional

Actualmente la compañía cuenta con el siguiente personal de recurso humano: 620 personas de Mano de Obra Directa, el 25% se encuentra laborando en proceso y el 75% en empaque; por otro lado, se tiene 95 personas de mano de Obra Indirecta, que corresponden al personal administrativo que se encuentran distribuidos en los departamentos de producción, recursos humanos, mercadeo, finanzas, sistemas, mantenimiento, logística, agro, control de calidad y ventas.

## Organigrama general

La estructura organizacional, está dividida en puestos claves para que se desarrollen las actividades administrativas y operativas, exitosamente, como se muestra en la siguiente Figura:

**Figura 4 Organigrama de la empresa de Fritolay Guatemala**



### 1.3 Definición del empaque flexible

Un tipo de empaque con atmósfera modificada MAP que ha tenido mucho éxito recientemente, es el utilizado en empaquetado de snacks en bolsa metalizada (film polipropileno y polipropileno aluminizado) con inyección de nitrógeno. De esta forma se previene la formación de vapor de agua que echaría a perder el snack con la salvaguarda de sus características organolépticas. El nitrógeno además previene la oxidación de las grasas. CAM VP Usando esta clase de empaquetado para ampliar la vida útil, un fabricante de productos crocantes puede reducir los costos por producto devuelto al mantener la frescura.

Director comercial  
panamá

Director Recursos  
Humanos

Director  
Financiero CA

Director Mercadeo  
CA

El empaque flexible es el más usado en la actualidad debido a sus características de presentación, economía y versatilidad.

Comparados con otras formas de empaque, como las cajas, las botellas y las latas, los productos cuentan con las siguientes ventajas y desventajas:

Ventajas:

- Representan una solución de empaque para una mayor variedad de productos, que va desde plumas y jabón líquido hasta jugos y alimentos precocidos.
- Son compatibles con diversos métodos de producción como llenado en caliente, congelación y esterilización en autoclave.
- Contribuyen a diferenciar el producto por su versatilidad en formas, materiales y colores.
- Ofrecen una mejor presentación, con gráficos más atractivos y brillantes.
- Se adaptan a la forma del producto y no se deforman por golpes o malos tratos.
- Ayudan a reducir el costo de manejo, transportación y almacenaje por sus características de menor peso y volumen.
- Ahorran espacio en la alacena del consumidor y en los depósitos de basura, al ocupar sólo el 4% del espacio requerido por otras formas de empaque.
- Son más prácticos y apropiados para el consumo, por su facilidad de apertura, uso y desecho.

#### Desventajas:

- El polipropileno biorientado por si solo no es sellable.
- Se distorsiona a 145 C.
- Para hacerlo sellable se requiere una capa termosellable (copolimero) o sellable por presión (cold seal).
- El empaque flexible no es biodegradable

#### Características:

#### Barreras:

- Alta barrera al vapor de agua y a una gran variedad de aromas
- Alta barrera al oxígeno
- Alta barrera a la luz

#### Ópticas

- Película de apariencia metalizada
- Alto brillo espectacular, lo que garantiza una muy alta barrera a la luz UV

#### Propiedades:

- Excelentes propiedades de deslizamiento en las máquinas de alta velocidad
- Excelente comportamiento en las máquinas verticales

- Elongación

### **1.3.1 Tipos de empaque flexible**

Los proveedores suministran materiales con características de alta calidad, y por tal razón garantizan cumplir con las necesidades que exigen los clientes. Entre los más usados están:

#### **1.3.1.1 Mobil – Sigdopack**

##### **70 MET-HM**

Film metalizado de alta barrera con transmisión de oxígeno de 26.35 cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/24 hr @ 23 C y 0% HR y 0% HR y transmisión de humedad de 0.19 g/m<sup>2</sup>/24 hr @ 38 C y 90 % HR

#### **1.3.1.2 Sigdopack – Sigdopack**

##### **ME FIH (BOPPM) Bio orientado Polipropileno Metalizado**

Film de polipropileno metalizado de alta barrera, resistencia al vapor de agua y O<sub>2</sub>, de alta integridad de sellado por una cara y bajo coeficiente de fricción.

##### **PG BTF (BOPPT) Bio orientado Polipropileno Transparente**

Film de polipropileno bioorientado, de bajo coeficiente de fricción, termosellable por ambas caras, tratado por una cara.

Es recomendable que las condiciones ideales para obtener un sellado de alta calidad en este material, consistan en combinar tres variables (temperatura, presión y velocidad) a los valores que se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla I Rangos de variables del empaque flexible Sigdopack-Sigdopack**

PROPIEDADES	VALORES (Rango)
TEMPERATURA	105 °C a 130 °C
PRESION	36 psi a 40 psi
VELOCIDAD	0.5 seg. A 0.8 seg.

**Nota:** Para efecto de propiedades del material se establece utilizar una temperatura idónea de sellado en el rango de 125°C a 130 °C para obtener una resistencia de sellado mayor > a 250 N.

### 1.3.1.2 Exxon-Mobil

#### MB 400 (BBPPM)

Las películas metalizadas son películas con una capa muy delgada (20-35 nanómetros) de aluminio depositado sobre una superficie. La composición de polímero y el tratamiento de la superficie son críticos para la adherencia, el aspecto, la barrera y el buen funcionamiento de este material.

Es recomendable que las condiciones ideales para obtener un sellado de alta calidad en este material, consistan en combinar tres variables (temperatura, presión y velocidad) a los valores que se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla II Rangos de variables del empaque flexible Exxon-Mobil**

PROPIEDADES	VALORES (Rango)
TEMPERATURA	107 °C a 130 °C
PRESION	36 psi a 40 psi
VELOCIDAD	0.5 seg. a 0.8 seg.

**Nota:** Para efecto de propiedades del material, se establece utilizar una temperatura idónea de sellado en el rango de 126.6 °C a 130 °C para obtener una resistencia de sellado mayor > a 400 N.

### 1.3.2 Características del empaque flexible

Representan las propiedades físicas, que determinan un alto desempeño en las líneas de llenado, permitiendo la conservación adecuada del producto, maximizando la vida de anaquel, obteniendo características generales como:

- Integridad de sellado
- Resistencia a la explosión
- Barrera

- Buen selle: Es aquel que es suficientemente fuerte para mantener el producto en el empaque y suficientemente hermético para mantener el producto fresco durante la vida útil programada.

Por otro lado, existen especificaciones que identifica a el empaque flexible de cada producto, y que lo distingue de otros ya sea por su calibre, medida, textura, resistencia, etc, entre los cuales podemos mencionar los siguientes:

### 1.3.2.1 Calibre

Se mide con un micrómetro y es la distancia perpendicular entre dos superficies paralelas, planas y circulares, con diámetro aproximado de 16 mm. Normalmente el calibre medido es mayor que el real.

A continuación en la siguiente tabla se muestra lo calibres del empaque flexible que dependen del tipo de producto:

**Tabla III Calibre del empaque flexible, según el tipo de producto**

<b>PRODUCTO</b>	<b>CALIBRE APROXIMADO (mm)</b>
Lay's 14g	0.0394
Lay's 30g	0.0394
Lay's 85g	0.0445
Lay's 200g	0.0445
Ruffles Sal 14g	0.0356
Ruffles Sal 30g	0.0394
Ruffles Sal 85g	0.0394

### Continúa

Ruffles Sal 200g	0.0445
Ruffles Crema y Especie 30g	0.0445
Ruffles Crema y Especie 85g	0.0394
Ruffles Crema y Especie 200g	0.0445
Ruffles Queso 30g	0.0445
Ruffles Queso 85g	0.0394
Ruffles Queso 200g	0.0445

#### 1.3.2.2 Medida

Las medidas varían dependiendo del empaque flexible de cada producto, el rango aproximado para papa o ruffles tiene entre 28.5 a 44 cm de ancho y de 15 a 37 cm la repetición del papel.

#### 1.3.2.3 Textura

Es una de las características sensoriales del empaque, verificando que no existan irregularidades.

#### 1.3.2.4 Resistencia

Es una propiedad muy importante porque a menudo el papel tiene que soportar tensiones considerables. Es medida con el durometro.

Las pruebas más comunes que se realizan al papel son: resistencia a la explosión, al rasgado, a la tensión, a la doblez y a la rigidez. Ninguna de ellas es una medida fundamental sino más bien una combinación de factores tales como la flexibilidad, resistencia de unión y resistencia de las fibras. Estos factores, a su vez, dependen del tipo de fibra, el largo y grueso de éstas, sus imperfecciones, la flexibilidad de las fibras individuales, el diseño de la red que forman las fibras, etc.

### 1.3.2.5 Ancho

Es la medida horizontal del empaque flexible que viene determinado por el tipo de producto. Esta dado en milímetros (mm).

Los anchos del empaque flexible que se utiliza en papa ( Lay's y Ruffles ) son los siguientes:

**Tabla IV Muestras de ancho del empaque flexible, según el tipo de producto**

<b>PRODUCTO</b>	<b>ANCHO (mm)</b>
Lay's 14g	285
Lay's 30g	285
Lay's 85g	330.2
Lay's 200g	440
Ruffles Sal 14g	215.9
Ruffles Sal 30g	285

Continúa

Ruffles Sal 85g	285
Ruffles Sal 200g	330.2
Ruffles Crema y Especie 30g	440
Ruffles Crema y Especie 85g	285
Ruffles Crema y Especie 200g	330.2
Ruffles Queso 30g	440
Ruffles Queso 85g	285
Ruffles Queso 200g	330.2

### 1.3.2.6 Espesor

Es el grueso o anchura del empaque flexible. La unidad de medida es la micra.

El espesor que se utiliza en el empaque flexible de papa ( Lay`s y Ruffles) son los siguientes:

**Tabla V Muestras de espesor del empaque flexible, según el tipo de producto**

<b>PRODUCTO</b>	<b>ESPESOR (micra)</b>
Lay`s 14g	17/17

Continúa

Lay's 30g	17/17
Lay's 85g	20/20
Lay's 200g	20/20
Ruffles Sal 14g	17/17
Ruffles Sal 30g	17/17
Ruffles Sal 85g	20/20
Ruffles Sal 200g	20/20
Ruffles Crema y Especie 30g	17/17
Ruffles Crema y Especie 85g	20/20
Ruffles Crema y Especie 200g	20/20
Ruffles Queso 30g	17/17
Ruffles Queso 85g	20/20
Ruffles Queso 200g	20/20

### 1.3.3 Defectos del empaque flexible

Las irregularidades que el empaque flexible ocasionan que no se pueda utilizar correctamente en el proceso de embalaje debido a varios factores, que se describen a continuación:

Clasificación de los defectos:

Los defectos del empaque flexible se clasifican en cuatro categorías, como se indica a continuación:

- **Inaceptables**

Son aquellos que pueden poner en riesgo la salud del consumidor, contaminar el producto envasado o provocar el deterioro del producto. La presencia de un solo artículo con un defecto inaceptable en un lote motivara su rechazo. Por ejemplo:

- Bobinas almacenadas en malas condiciones, expuestas al polvo, agua, sustancias, animales, etc.

- **Críticos**

Permiten, aunque no provocan, el deterioro organoléptico del producto, acarrear una falta de seguridad, o pueden provocar molestias o malestar a los usuarios. También se consideran críticos los defectos que impiden la utilización del embalaje en una línea de envasado. Se consideran defectos críticos, entre otros los siguientes:

- Presencia de solventes residuales en exceso de los límites especificados
- Uso de películas distintas a las especificadas o laminaciones con composición distinta a la especificada
- Utilización de adhesivos de laminación o tintas incompatibles con el producto envasado
- La utilización de películas que no cumplen con las especificaciones de barrera

- Laminaciones con falta de adherencia entre las capas (<90 g /25 mm)
- La utilización de películas que no sueldan con la resistencia mínima solicitada para el rango de temperaturas especificado, a la velocidad de trabajo indicada.
- Bobinas mojadas o contaminadas con sustancias extrañas
- Material con impresión de calidad no aceptable, como se describe en estas especificaciones
- Material impreso con artes discontinuados o diferentes a los aprobados
- Códigos de barras cambiados, mutilados o con un reconocimiento menor al mínimo aceptado.
- Material de ancho inferior al especificado, o con repeticiones menores que las especificadas, incluyendo las tolerancias permitidas
- Materiales con variaciones en la longitud de las repeticiones que exceden las tolerancias máximas permitidas
- Defectos de impresión que provocan fallas en la lectura de las fotocélulas.

- **Mayores**

Pueden afectar seriamente el rendimiento de una línea de embalaje o hacer que el producto se vea sucio, viejo, o de mala calidad, o difiera significativamente de los estándares aprobados de color, o se haya alterado la composición del material, o pueden poner en riesgo la conservación del producto envasado o dificultar su utilización. Se consideraran defectos mayores, entre otros los siguientes:

- Material con el gramaje fuera de tolerancia
- Buje (core) dañado, colapsado , con medidas fuera de tolerancia o mojado

- Bobinas flojas, con bordes telescopiados. Tensión desigual entre los dos lados de la bobina
- Bobinas de colores o deformación de logotipo y marcas.
- Falta de adherencia de las tintas
- Impresión de mala calidad, como se describe en estas especificaciones

**Nota:** Los defectos mayores deben permitir la selección del material, para separar el material defectuoso y en ningún caso deben impedir la utilización del material, o pasaran a ser considerados defectos críticos.

- **Menores**

Son desviaciones que no tienen consecuencias apreciables sobre la utilización del embalaje, pero son señal de negligencia o de calidad irregular de fabricación. Por ejemplo:

- Mal sellado de la máquina empacadora, causada por no realizar los ajustes y programación pertinentes antes de empezar a empacar el producto.
- Colocar inadecuadamente el core en la máquina empacadora, etc

Funcionalidad del empaque flexible:

Como norma general, todo material que es suministrado por primera vez los fabricantes requiere de la presentación previa de una muestra para ensayo en maquina del material sin impresión, que deberá ser aprobada antes de fabricar una orden completa. En algunos casos (es recomendable que en todos) para permitir una evaluación correcta, será necesario elaborar un pedido mínimo del material, con impresión y acabado normales (lote de prueba industrial). Los posteriores suministros de ese material deberán mantener todas las características de la muestra aprobada.

Si por cualquier motivo se decide efectuar un cambio en un material de embalaje, el material con la nueva composición o nuevas características será tratado como un material nuevo y deberá seguirse el procedimiento normal para aprobación de materiales indicando. Si el nuevo material fuera aprobado, dependiendo de la magnitud del cambio, el cliente decidirá si emite una revisión de su especificación individual o una nueva especificación con un código diferente.

Si existen restricciones con respecto a la cantidad mínima que pueda producirse o si los lotes de producción deben ser múltiplos exactos de una cantidad determinada los proveedores solicitan que se les informe por escrito sobre estas restricciones. Si el fabricante del empaque flexible planifica producir una cantidad mayor a la solicitada para cubrir entregas futuras, debe asegurarse de que no se planifican modificaciones para este material.

La funcionalidad del empaque en relación al alimento envasado es una responsabilidad directa del cliente.

La casa fabricante de empaque flexible reconocerá toda devolución o rechazo reponiendo una cantidad igual en kilogramos del material afectado o emitiendo una nota de crédito correspondiente al valor en dólares de este material.

Artes y diseño:

El plano mecánico del material es entregado por los clientes y la casa fabricante deberá dibujarlo sobre el arte, para que se aprobado como un conjunto. Este dibujo del plano mecánico sobre el arte deberá incluir las dimensiones generales del envase, así como color y localización del registro para la fotocélula. Adicionalmente el arte debe incluir una indicación de los

colores que se utilizaran en la impresión y el sentido de enrollado del material según la carta internacional de tipos de embobinado.

El código de barras deberá ser nítido, libre de puntos, completo, incluyendo la zona de silencio, sin halo y con niveles de lectura aceptados por la industria (>50%) utilizando el lector tipo lápiz. El BWR necesario para compensar la ganancia de ancho en la impresión de las barras es responsabilidad de los fabricantes. El grado de magnificación y el truncado serán definidos por el cliente. En caso de duda sobre los niveles de lectura de los códigos de barra, se enviaran por lo menos 5 códigos de muestras no consecutivas y preferentemente de distintos rollos.

Todo arte, para su identificación, llevara un numero en código, asignado por el fabricante, este código de preferencia será el mismo que el que utilice internamente el cliente.

#### Requisitos de impresión

En lo referente a textos la impresión deberá ser una fiel reproducción de los artes aprobados y en caso de que el cliente así lo requiera será responsabilidad del fabricante el trabajo de pre-prensa y especialmente separaciones de color, para aprovechar de mejor manera las posibilidades de impresoras y garantizar la fiel reproducción de los colores según la escala de importancia que el cliente asigne a los mismos.

En los casos en que los trabajos de pre-prensa sean contratados con tercero, los fabricantes deberá encargarse de transmitir sus requerimientos a quien los elabore y queda bajo la responsabilidad del cliente la recepción, y distribución de los artes y cyreles, y eventual reposición de los bienes o servicios contratados.

Sellado en las máquinas empacadoras:

Las máquinas verticales embolsadoras que se utilizan para formar, llenar y sellar bolsas son la Clipper C, Clipper D, Compact de tamaño pequeño a mediano de tipo funda de almohada.

Tienen una velocidad de trabajo de 35-60 bolsas por minuto dependiendo del tipo de producto tamaño de la bolsa

La Polaris, también es una maquina embolsadora vertical universal para formar, llenar, sellar bolsas de tamaño pequeño hasta institucional de tipo funda de almohada. Su velocidad de trabajo es de 10-70 bolsas por minuto dependiendo del tipo de producto y tamaño de la bolsa.

Sellado:

Para poder sellar una bolsa, es necesario tomar en consideración las variables utilizadas en el proceso de sellado las cuales son las siguientes:

1. Temperatura (°C)
2. Tiempo de sellado (seg.)
3. Presión (psi)

*Requisitos para lograr un buen selle:*

Tiempo + Calor (Temp) + Presión = Selle

Nota:

Un mal balance entre estas tres variables dará como resultado un bajo perfil de selle y una baja productividad.

- Un mal balance entre estas tres variables dará como resultado un mal sellado.
- Estas variables se ajustan en el campo y están en relación directa con las características de sellado de la película.
- Para cada estructura del material de empaque y cada proveedor, se debe fijar estas variables al inicio de la utilización en máquina de cada tipo de material.
- Las condiciones ideales mostradas en el ajuste de máquina deben ser establecidas como “condiciones estándar de sellado” para cada material y/o proveedor a utilizar.

Ejemplo:

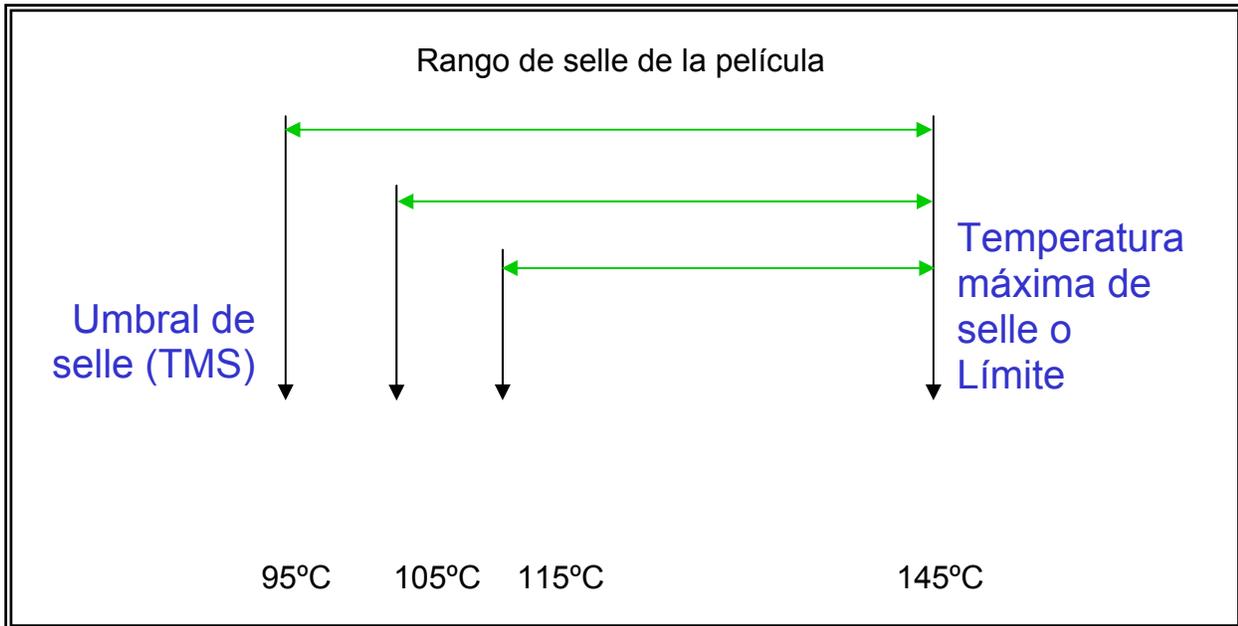
- Incremento en la velocidad
- Reducción en el tiempo de residencia
- Aumento de temperatura y presión

*Umbral de selle (tms)*

Es la Temperatura Mínima de Selle (TMS) de una película, en la que se obtiene una fuerza de selle adecuada. También se le llama “Tack”.

En la Figura 5 siguiente se muestra el Biofilm que ofrece películas con umbrales desde 95°C hasta 125°C. con un bajo umbral permitiendo un mayor rango de selle, facilitando una mejor velocidad de máquina, una mayor ventana de trabajo, y por ende una mejor productividad.

**Figura 5 Esquema del umbral de selle (Tms)**

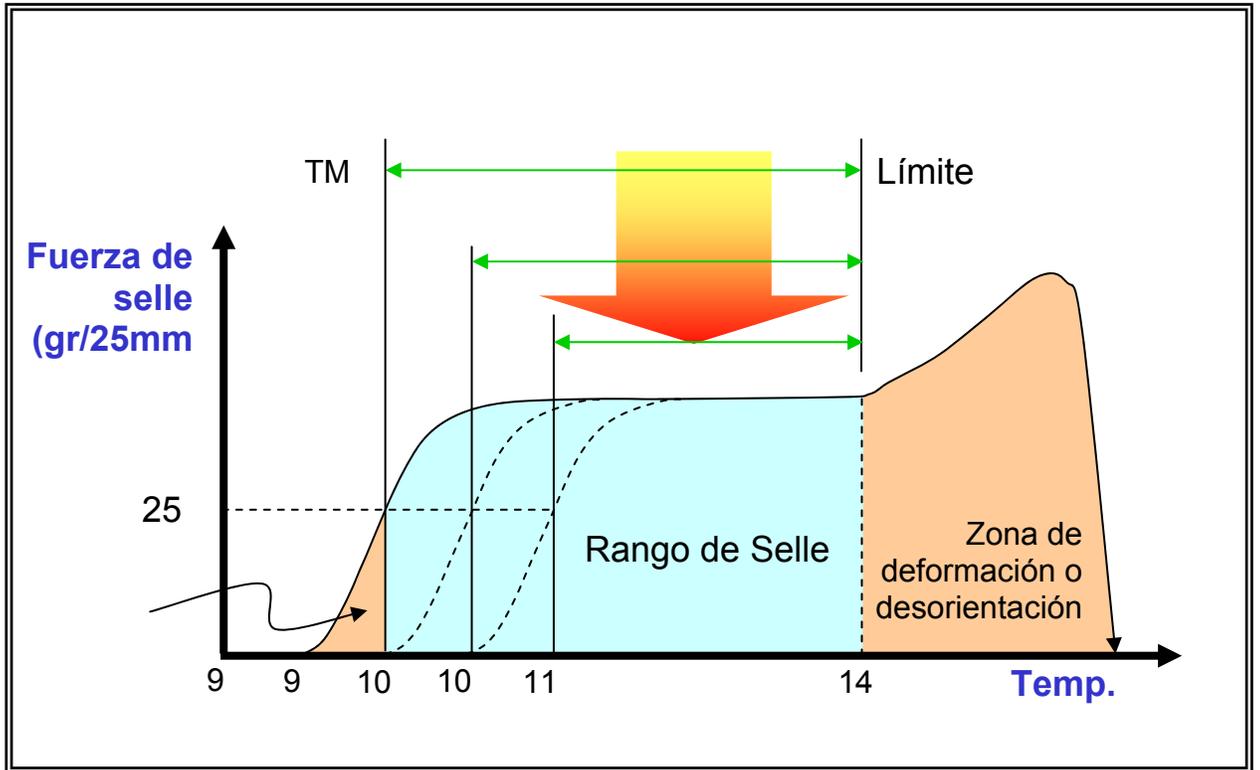


*Rango de selle*

Diferencia entre el límite superior y la Temperatura Mínima de Selle (umbral o TMS). ASTM F88 (20 PSI – 0,5 seg.).

En la siguiente Figura se muestra, los rangos de selle estimados para obtener un correcto selle en el empaçado del producto:

Figura 6 Esquema de los rangos de selle



Integridad de sellado:

Se define como la capacidad del sellado a soportar un diferencial de presiones establecidas permitiendo una transferencia determinada de los gases a través del sellado.

“Integridad no es sinónimo de hermeticidad” y es dependiente tanto de los materiales de empaque como de las condiciones de máquina y producto empacado.

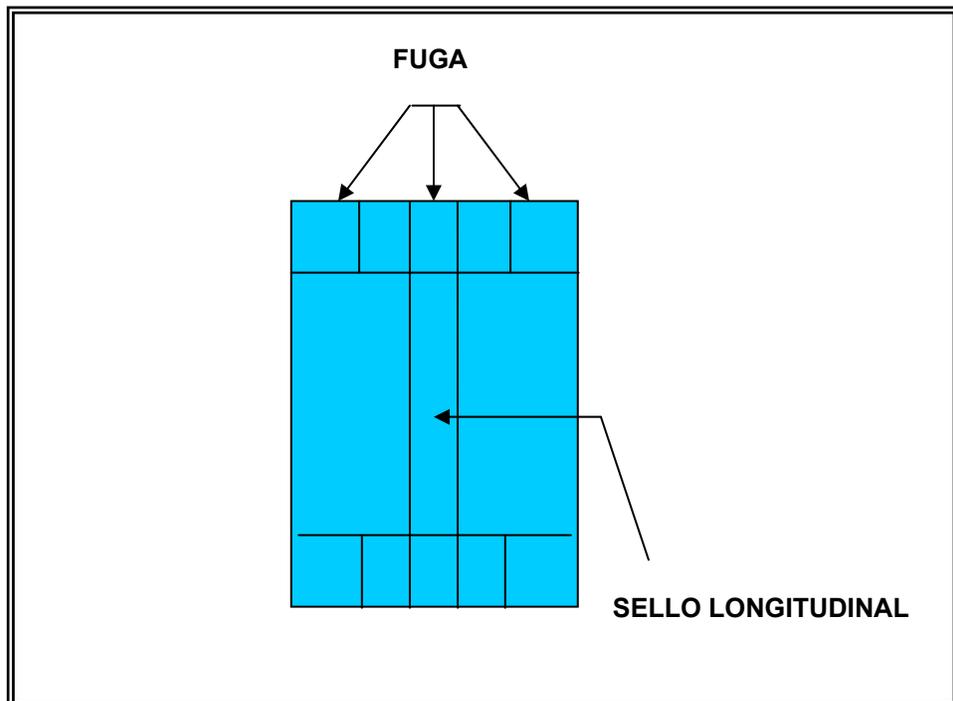
El PPBOM garantiza una excelente barrera a la Humedad, Vapor de Agua y Oxígeno. Esta solo va a ser importante en la medida que las áreas selladas garanticen una integridad de sellado adecuada.

Las principales variables en máquinas empacadoras para garantizar una buena integridad de sellado son:

- ◆ Utilizar mordazas y resistencias adecuadas.
- ◆ Evitar fugas por arrugas, pliegues y desfase en grabado y cierre de mordazas.

Como podremos observar en la Figura 7, se muestra el diagrama de los problemas mas comunes de las fugas en el proceso de empacado:

**Figura 7 Diagrama de los problemas de fugas**

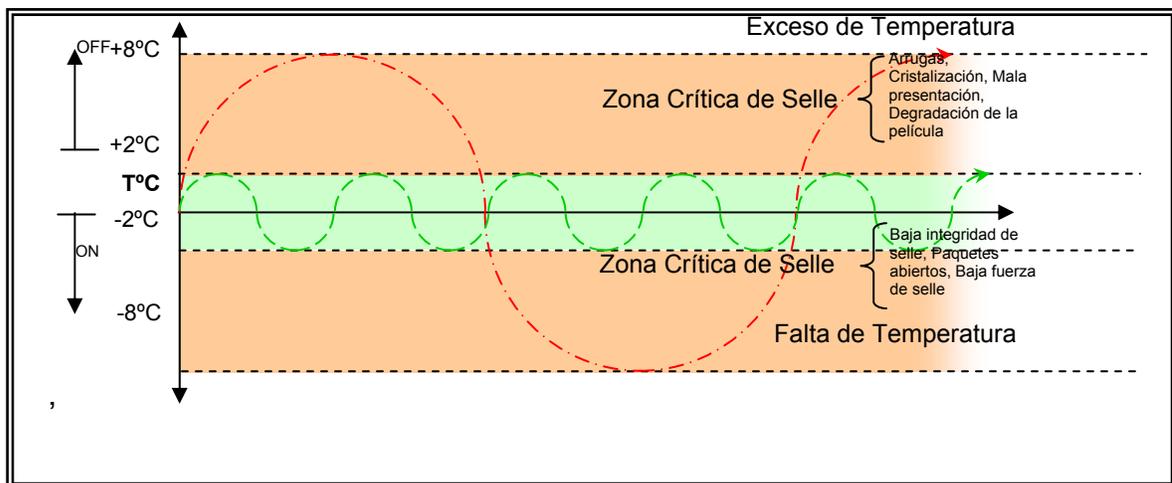


\*FUGA: indicador medido en el laboratorio para detectar escape de aire a través de un sellado

Controles de temperatura:

Estos controles permiten ajustar la temperatura ideal para obtener integridad del sellado del producto, distribuyendo la temperatura en la mordaza anterior, posterior, donde se hace el sello de costura; utilizando controles de temperatura digitales o análogos; como se podrá observar en la siguiente Figura 8, donde se muestra las zonas críticas del selle, dependiendo del ajuste de la temperatura:

**Figura 8 Gráfica de los controles de temperatura**



- En controles de temperatura se deberán manejar sistemas de control PID o lógica difusa y manejar un ancho de banda de +/- 3 °C.
- Cada unidad sellante deberá tener un control individual.
- Las constantes de control deben ser programadas periódicamente.

- Se debe controlar la exactitud y la variación de temperatura indicada en los pirómetros.
- Se debe controlar la temperatura a todo lo ancho de la mordaza y no solo confiar en el pirómetro de la máquina.
- Los controles de temperatura pueden variar en su precisión, tiempo de recuperación, y habilidad para mantener una temperatura constante.
- Las termocuplas leen la temperatura en algún punto dentro de la mordaza por lo tanto las lecturas no son las de la interfase de selle.

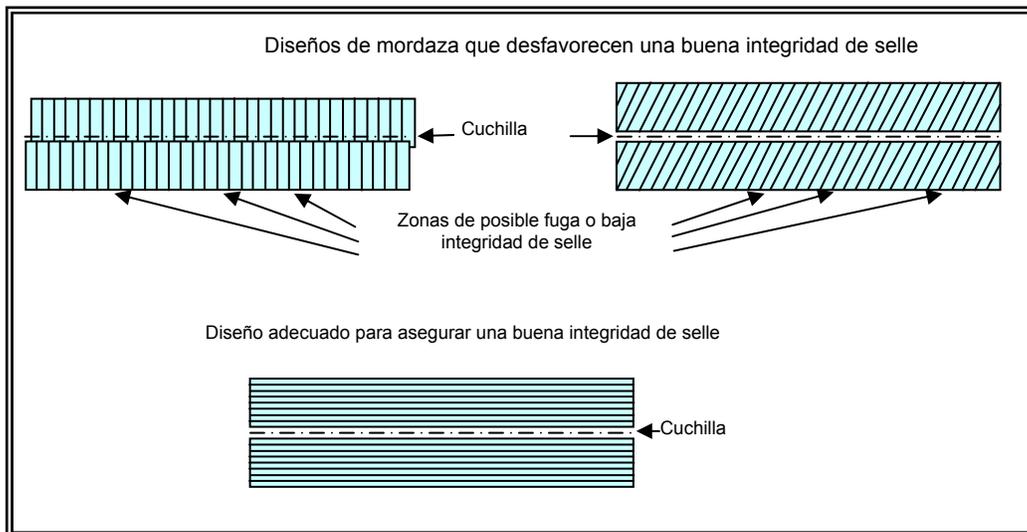
Mordazas de sellado:

Estas realizan el sellado superior de la bolsa y el sellado inferior de la siguiente bolsa. Las mordazas cierran en la parte superior de la carrera, jalan el papel a través del formador y abren en la parte inferior del fin de la carrera del carro.

Por otro lado, el tipo de grabado "HORIZONTAL" para mejorar la Hermeticidad. Se debe grabar a 60° grados con 3 mm de paso y 0.8 ~ 1.0 mm de altura.

A continuación en la Figura 9 se presenta los diseños de mordazas existentes:

**Figura 9 Diagrama de los diseños de mordazas**



### 1.3.4 Descripción del proceso de elaboración del empaque flexible

Para la elaboración de un empaque flexible se debe pasar por distintos procesos, cada uno muy importantes.

#### 1.3.4.1 Pre-prensa

El departamento de pre prensa cuenta con profesionales capacitados con conocimiento y experiencia ofreciendo a los clientes apoyo técnico y con un nuevo sistema avanzado que simplifica el trabajo, la prueba de color. Este proceso refleja un alto porcentaje del resultado final obtenido en máquina.

#### 1.3.4.2 Impresión

Es un proceso muy tecnificado, por lo que cuenta con máquinas modernas y de alta tecnología, como impresoras flexográficas de 6 y 8 colores,

equipadas con visores electrónicos de cita. Realiza impresiones de calidad mediante planchas flexibles y tintas secadas por evaporación sobre una amplia gama de sustratos.

El proceso de rotograbado, de 8 colores con sistema automático de registro, permite un control muy preciso de registro, que permite mantener una impresión en un estado impecable y ayuda en la resolución para los detalles y el uso de tramas muy finas. Cuenta con estaciones de impresión y secado, en unidades independientes de color

#### **1.3.4.3 Laminación**

Para obtener mejores propiedades del empaque, según el requerimiento del cliente y del producto, se desarrollan complejos por medio de laminación, que es la unión de dos o más materiales. Esta unión crea barreras, utilizadas fundamentalmente para producir resistencia al paso de gases, vapor de agua y aromas, prolongando la vida útil del producto.

Para producir estas estructuras complejas, en el proceso de laminación se divide en dos categorías:

##### **1. Laminación con solvente.**

Es una laminación bicomponente diluida en solvente, que es evaporada en un túnel de sacado aplicando calor.

##### **2. Laminación sin solvente.**

En este tipo de laminación se usa un adhesivo bicomponente sin solvente.

#### **1.3.4.4 Corte y bobinado**

Otro de los procesos importantes es el corte y bobinado, la planta procesadora posee máquinas cortadoras para toda la gama de films y complejos, así como, papel y foil. Incorpora todos los avances desarrollados en el corte y bobinado, garantizando las máximas presentaciones en calidad y productividad

#### **1.3.4.5 Procesos complementarios**

- Sellado:
- Aplicación de Recubrimiento:
  1. Parafina:

Sobre papel u otros sustratos para obtener envolturas resistentes a la humedad.
  2. Hot melt:

Para empaques sellables por aplicación de calor.
  3. Cold seal:

Utilizada en la fabricación de envolturas de helados, chocolates, para productos sensibles al calor
  4. Lacas termosellables
  5. Lacas de alto brillo.

## **2. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

### **2.1 Proceso del sistema actual de control de calidad**

Para mejorar un proceso de control de calidad, es necesario comprender perfectamente el problema y determinar áreas en las que exista posibilidad para el mejoramiento. De una forma general se dará una descripción teórica del sistema del control de calidad que se utiliza en la planta de productos alimenticios.

#### **2.1.1 Descripción**

El proceso de control de calidad inicia desde que el empaque flexible es llevado a la planta donde es inspeccionado y analizado por parte del laboratorio, a través de la cual se trata establecer:

- Si han ocurrido daños durante el transporte
- Si el material recibido cumple con los parámetros indicados en las especificaciones.
- Si la cantidad y calidad entregada, corresponde a una orden de compra emitida.

De la aprobación inicial del material, la fábrica se reservara el derecho de efectuar reclamos posteriores de todos aquellos defectos que no fueron detectados en el momento de la recepción, en los siguientes casos:

- Porque el defecto aparece luego de un tiempo de almacenaje

- Porque se trata de un defecto que solo puede ser apreciado al momento de su utilización
- Porque los análisis efectuados normalmente al momento de la recepción no incluyen un análisis de todos los parámetros especificados

El departamento de Control de calidad efectúa el proceso de recepción mediante la inspección de una porción del lote que permite una rápida información acerca de la calidad de las bobinas del empaque flexible.

Cada bobina esta identificada dentro del buje (core) con la siguiente información:

- Nombre del Cliente
- Descripción y Código del material
- El gramaje del material
- Número de impresiones por rollo
- Rendimiento del material, expresado como número de repeticiones de un diseño por Kg y metros cuadrados por Kg
- Fecha de manufactura
- Número de rollo
- Número o código del lote de producción (debe permitir la trazabilidad del rollo)
- Número de bobinas que comprende el lote y numeración de los rollos de este lote.

Cada bobina individual debe de venir envuelta con película plástica simple, debidamente asegurada en los extremos del buje, o película stretch y paletizada con las debidas protecciones para evitar el deterioro del material y de forma especial, daños en los bordes.

Considerando que el “producto puede hablar del proceso” el departamento de calidad, previamente realizado un análisis estadístico determino que se examinara 1 bobina por lote, tomando 50 repeticiones, dividiéndolas de 10 en 10. Luego se procede a pesar por separado las 10 repeticiones, para calcular la impresión por kilo (rendimiento del empaque flexible por kilo), por medio de una relación matemática, como por ejemplo:

$$\begin{array}{r} 10 \text{ repeticiones} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 10 \text{ g} \\ \times \quad \quad \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 1000 \text{ g} \end{array}$$

Obteniendo

1000 impresiones por kilogramo

Existe en el departamento de calidad datos aproximados de las impresiones por kilo que tiene cada bobina dependiendo del producto que se vaya a analizar entre ellas están en la siguiente tabla:

**Tabla VI Rangos estimados de impresiones por kilo para empaque flexible de Papa o Ruffles**

PAPEL PRODUCTO	RANGO ESTIMADO IMP/KILO	
	Teórica	Teórica
Papa	625,78	641,5
o	494,04	506,51
Ruffles	469,34	481,18
	259,31	275,11
	146,95	155,9

Con el objeto de registrar los datos, se llena un formato de análisis de materias primas, que contiene producto, proveedor, lote de proveedor, cantidad recibida, fecha de recepción, fecha de análisis lote asignado, con lo cual se realizan análisis de ancho, repetición, espesor, arte, foto celda, impresiones por kilo, si los resultados son satisfactorios, el lote es aprobado, y forma parte del inventario, efectuando el ingreso a bodega de materia prima, y si no fuera así el lote de empaque flexible queda en cuarentena para ser analizado posteriormente con los proveedores, y determinar el destino de estos, si es devuelto, cambiado o destruido total o parcialmente.

Debido a la imposibilidad de muestrear el interior de las bobinas, se establecen los siguientes “Límites de tolerancia”, en el análisis del material recibido:

Defectos mayores:

Se devolverán despachos con defectos mayores que por su naturaleza se presume que pueden estar presentes en cada rollo del material recibido. Cuando se descubran más de 12 m de material con defectos mayores en una bobina (en una o varias veces), se desmonta la misma y se devuelve, adjuntando muestras del material defectuoso. Si al momento de utilizar bobinas nuevas correspondientes a un despacho se encuentra que 4 de las primeras 10 bobinas deben de ser devueltas de acuerdo a lo establecido anteriormente, se devolverá todo el despacho. Se evitará utilizar bobinas de numeración consecutiva.

## Defectos menores:

Cuando se descubran mas de 20 m de material con defectos menores en una bobina (en una o varias veces), la cual tiene un peso promedio de 5 kilos se desmonta la misma y se devuelve, adjuntando muestras del material defectuoso. Si al momento de utilizar bobinas nuevas correspondientes aun despacho se encuentra que 6 de las primeras 10 bobinas deben de ser devueltas de acuerdo a lo establecido anteriormente, se devolverá todo el despacho. Se evitara utilizar bobinas de numeración consecutiva.

- Limites de una devolución

Se podar hacer devolución de bobinas parcialmente utilizadas (lo que significa que estas bobinas fueran originalmente aprobadas), cuando contengan una cantidad de material (kg) igual o superior al 20% del tamaño de una bobina estándar y cuando los defectos localizados puedan ser directamente atribuido a fallas del fabricante o proveedor. En cada bobina rechazada deberá estar presente la etiqueta de trazabilidad del interior del cono.

Las muestras afectadas junto con la etiqueta de trazabilidad serán enviadas a el fabricante previo a la aceptación de una devolución o rechazo.

En caso de existir alguna bobina lastimada o que no cumpla con las especificaciones previamente establecidas por el departamento de control de calidad, esta no se devuelve inmediatamente a los proveedores, sino que pasa a un status de cuarentena, mientras un representante de la misma, verifica el estado en que llegaron las bobinas para decidir el reemplazo o rechazo por el lote. El control de calidad que se realiza durante el proceso de elaboración de snacks.

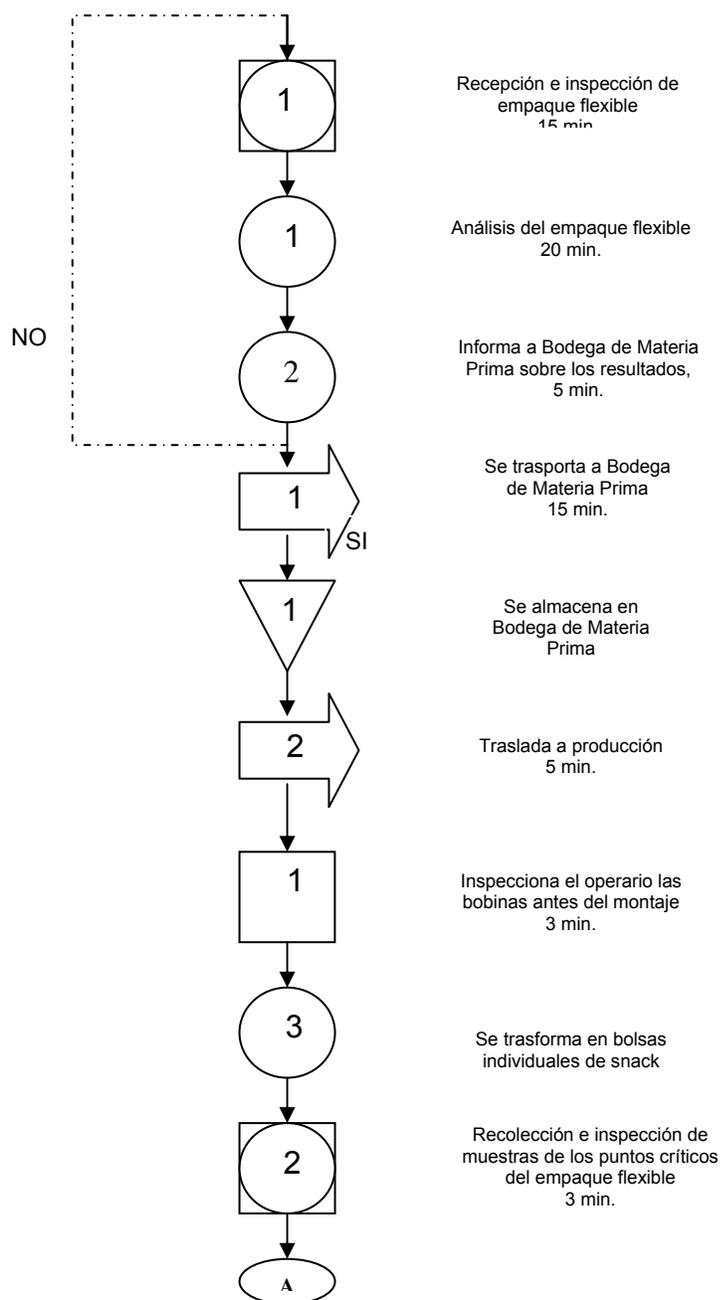
### **2.1.2 Diagrama de flujo de operaciones**

Es relevante tener una buena diagramación del proceso del sistema de control de calidad actual, para poder detectar cualquier cuello de botella o bien otro defecto. Recopilando las principales actividades realizadas por las diferentes personas relacionada con el mismo.

Los diagramas de flujo son herramientas que cumplen un papel importante en la selección de puntos críticos de un proceso de producción, ya que en ellos se describen las operaciones del proceso, enumerándolas las diferentes etapas.

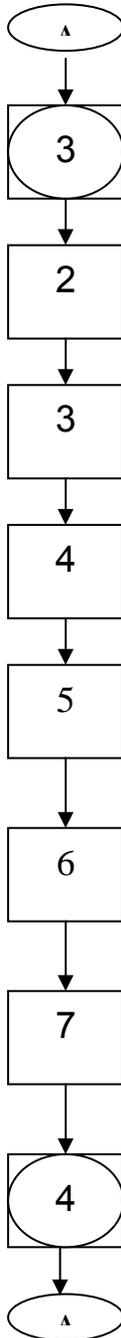
**Figura 10 Diagrama de flujo de operaciones del control de calidad del empaque flexible**

<b>EMPRESA :</b> FABRICA DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS <b>DEPTO:</b> Control de Calidad <b>IDENTIFICACION:</b> Información <b>INICIA:</b> Operación e Inspección <b>HOJA NUM:</b> 1/3	<b>DIAGRAMA NUM:</b> 124-M <b>METODO:</b> Actual <b>ANALISTA:</b> Mariana Orellana <b>FINALIZA:</b> Transporte
---	---



**EMPRESA:** FABRICA DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS  
**DEPTO:** Control de Calidad  
**IDENTIFICACION:** Información  
**INICIA:** Operación e Inspección  
**HOJA NUM:** 2/3

**DIAGRAMA NUM:** 124-M  
**METODO:** Actual  
**ANALISTA:** Mariana Orellana  
**FINALIZA:** Transporte



Realización e inspección de pruebas del producto terminado  
8 min.

Examinar calidad de hermeticidad  
2 min.

Examinar calidad de códigos  
2 min.

Examinar apariencia  
2 min.

Examinar sellos horizontales y verticales  
1 min.

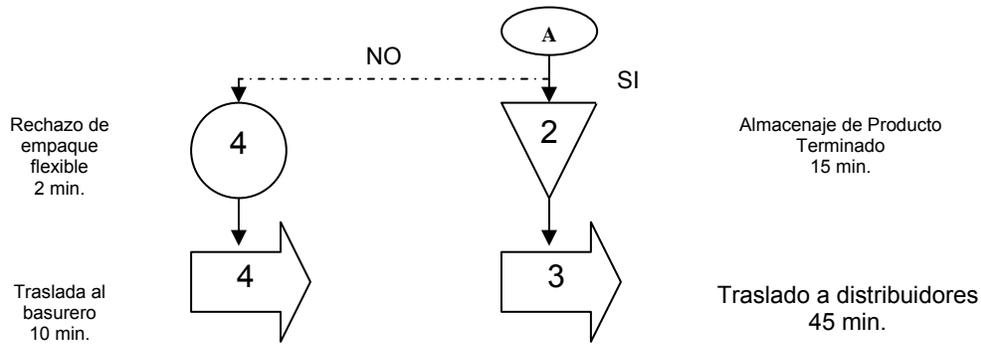
Examinar pesos  
3 min.

Examinar otros hermeticidad/prueba de agua, viñeta, olor de material  
2 min.

Aprobación o rechazo del producto  
4 min.

**EMPRESA:** FABRICA DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS  
**DEPTO:** Control de Calidad  
**IDENTIFICACION:** Información  
**INICIA:** Operación e Inspección  
**HOJA NUM:** 3/3

**DIAGRAMA NUM:** 124-M  
**METODO:** Actual  
**ANALISTA:** Mariana Orellana  
**FINALIZA:** Transporte



SIMBOLO	DESCRIPCION	CANTIDAD	TIEMPO
	Almacenaje	2	45 min
	Operación	4	57 min
	Inspección	7	15 min
	Inspección y Operación	4	30 min
	Transporte	4	75 min

## **2.2 Elementos del sistema actual de control de calidad**

Los medios o elementos del sistema actual de control de calidad son todos aquellos elementos que se utilizan para el análisis del producto a producirse en planta. Dentro de los medios relevantes se puede mencionar los siguientes:

### **2.2.1 Personal involucrado**

El personal involucrado en el control de la calidad del empaque flexible son esencialmente los facilitadores de calidad, analistas de materia prima y de proceso, pesadoras, asegurador de calidad, y el jefe de calidad, ya que estas personas son las que generan la información necesaria para emprender el nuevo sistema de control de calidad estadístico, y que cada uno realizara las tareas asignadas para cada puesto.

### **2.2.2 Equipo y herramientas**

El Departamento de Control de Calidad cuenta con el equipo que permite generar información para controles de forma confiable y rápida, ayudando a eliminar la subjetividad en la medición para que sea consistente y exacta.

Dentro de los equipos y herramientas con los que cuenta el departamento de control de calidad para el análisis del empaque flexible son:

Cizometro:

Instrumento que mide el corte (ciza) de las bolsas, que se venden en tira.

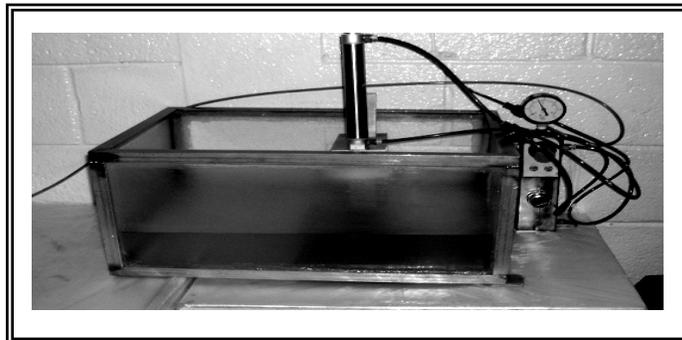
**Figura 11 Cizometro**



Fugometro:

Muestra con objetividad y consistencia la cantidad de fugas en el producto.

**Figura 12 Fugometro**



Cama de aire

Analiza que la bolsa no sobrepase los 3 cm de aire permisibles.

**Figura 13 Cama de aire**



Pesas analíticas:

Verifica el peso de la bolsa en (kg)

**Figura 14 Pesas analíticas**



## **2.3 Políticas del sistema actual de control de calidad**

En la fábrica, el departamento de calidad debe establecer con claridad sus objetivos y hacerlos del conocimiento de todo su personal, y las directrices generales para alcanzarlos. Esto le obliga, a promover y desarrollar la conciencia de lo que es la calidad e indicar constantemente la importancia que para la fábrica tienen sus clientes. Es indispensable que se informe al personal que los productos o servicios proporcionados o fabricados con mala calidad, redundan en altos costos económicos y de imagen empresarial.

Las políticas de calidad a seguir y que deben de establecerse como principio son las siguientes:

- a. Deben de realizarse todas las tareas necesarias para lograr una calidad superior, pero cada tarea debe evaluarse para asegurar que la inversión tenga efecto tangible sobre la calidad.
- b. Definir por escrito las responsabilidades específicas de calidad de todas las áreas de la empresa incluyendo la alta administración
- c. La calidad y la confiabilidad deben definirse y medirse en términos cuantitativos.
- d. Todos los parámetros y pruebas de calidad deben reflejar las necesidades de los clientes, las condiciones de uso y los requerimientos reglamentarios
- e. Cada responsabilidad sobre las tareas de calidad, definidas para un área funcional, debe tener un procedimiento escrito que describa como debe realizarse la tarea.
- f. Las actividades de un sistema de calidad deben de ser planeadas, programadas y documentadas

- g. En todo momento debe pensarse primero en la satisfacción de los requerimientos de los clientes.
- h. El mejoramiento de la calidad es logrado mediante la eliminación de las causas de los problemas del sistema. Esto conduce a mejorar la productividad.
- i. La persona encargada de un trabajo es quien tiene mayor conocimiento acerca de él.
- j. Toda persona desea ser involucrada en la organización y hacer bien su trabajo.
- k. Toda persona quiere sentirse como un contribuyente importante de la organización.
- l. Para mejorar un sistema es mejor trabajar en equipo que individualmente.
- m. Un proceso estructurado para la solución de problemas con la ayuda de técnicas gráficas conduce a mejores resultados que uno no estructurado.

## **2.4 Análisis del control de calidad actual**

Se analiza el control de calidad actual de la fábrica, describiendo el sistema por medio de los puntos críticos, el muestreo y los formatos utilizados, para luego determinar las desiciones preventivas y/o correctivas.

### **2.4.1 Puntos críticos del empaque flexible:**

El análisis que se le realizo al empaque flexible es el proceso de producción de snacks.

Esta evaluación lo constituyen aquellos atributos que son críticos para la conservación del producto, los cuales son:

- Códigos
- Apariencia
- Olor
- Empaque
- Sellos
- Promoción

Los operadores de empaque tienen la responsabilidad de asegurar la excelencia en la calidad del empaque.

#### **2.4.2 Muestreo realizado:**

El análisis de las muestras se llevo a cabo durante 1 semana, 2 veces por turno.

Se evaluaron los puntos críticos del producto, ya que es importante establecer las condiciones aceptables para mantener los parámetros de calidad previamente indicados.

Para los sellos horizontales y verticales de las bolsas, se analizo que no es aceptable que lleve producto, arrugas o dobleces y que no exista traslape en el sello vertical.

También es necesario que la apariencia del logotipo del producto este centrado en la bolsa, y que el registro sea visible y correcto.

Las bolsas no deben de tener marcas de formador (transforma la hoja de papel (film) en un cilindro que recibirá el producto).

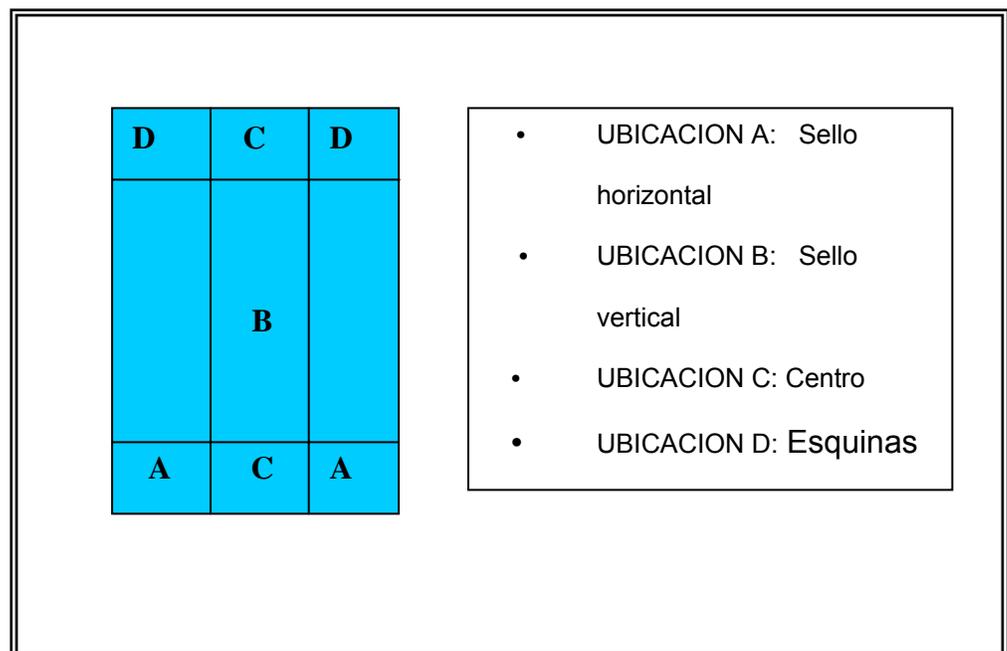
La prueba de la cama de aire debe de efectuarse ya que su función es que conserve el producto, siendo permisible ciertos parámetros dependiendo del tipo del producto así es lo que se considera aceptable o no.

Los códigos deben de estar colocados en el lugar adecuados y que sea el correcto según orden , turno, empresa, etc. Debe de ser legible y con la posición en la bolsa.

La hermeticidad es analizada con el fugometro, que determina la cantidad de burbujas por minuto. La microfuga es menor o igual a 15 burbujas por minuto, y la fuga es mayor de 15 burbujas por minuto, es clasificado.

La ubicación de las fugas es diagramado en la siguiente Figura:

**Figura 15 Diagrama de la ubicación de las fugas**



El código verde es la bolsita sin fugas o presencia de microfugas en 2 o menos ubicaciones (A,B,C,D) .

El código rojo es la presencia de fuga en 1 o mas ubicaciones de la bolsita. La microfugas en 3 o mas ubicaciones (A,B,C,D) de la bolsita. Es rechazada totalmente y lista para desechar la bolsa y volver a reciclar el producto, en la línea nuevamente.

Si todas la bolsitas analizadas no presentan fugas, son completamente herméticas.

Si el 100% de las muestras en verde.

Entonces el código verde es que el Max. 80% de las muestras con microfugas y Max. 20% de las muestras con fuga. El código verde es más del 80% de las muestras con microfugas. Mas del 20% de las muestras con fugas.

Los pesos son analizados en las pesas analíticas y son tomadas alrededor de 5 bolsitas para el estudio, donde se suma y luego se promedia el resultado, para determinar si esta dentro del rango de pesos estipulados por el departamento de control de calidad, según el tipo de producto.

### **2.4.3 Formatos Utilizados**

Es importante que se tengan formatos, ya que la información recabada sirve para llevar control y ayuda a tener un historial de los proveedores. Además, al realizar el muestreo se recopilan los datos que deben tabularse y analizarse para conoce la calidad del empaque flexible . Por ello es necesario

crear y/o mejorar los formatos de control para que se puedan registrar los controles de calidad, y se pueda obtener información descriptiva, legible.

Actualmente la fabrica lleva demasiados formatos para el control de calidad, y para poder consultar información de ello, se tiene que abocar a todos los demás formatos llenados anteriormente , y no llevan uno en general, que les muestren de forma rápida, los resultados de los análisis, incorporando todo los aspectos a ser medibles, y las posibles mejoras.

#### **2.4.4 Decisiones correctivas y/o preventivas**

Sin embargo, aunque el proceso de control de calidad en general muestre consistencia y poca variabilidad, se debe tomar las siguientes acciones correctivas y preventivas, como soporte a la retroalimentación del sistema de control de calidad, y aunque el proceso sea estable estadísticamente, si no se remedia el mal detectado, este se volverá crónico.

Las acciones de soporte a tomar para centrar el proceso de control de calidad del empaque flexible son:

- a. Supervisar en las líneas directamente a los aseguradores y/ o facilitadores de calidad.
- b. Poner mas cuidado en el método de trabajo.
- c. Capacitar a los aseguradores de calidad y analistas.
- d. Continuar con controles estrechos sobre los promedios del proceso de control de calidad en cualquier punto crítico.

Estas acciones de soporte al igual que las acciones secundarias se seleccionaron luego de realizar un estudio de cómo mejorar el sistema de control de calidad.

Las acciones secundarias a tomar en cuenta en:

- a. Revisar y dar mantenimiento a las máquinas empacadoras y equipo.
- b. Mejorar los métodos de trabajo y las condiciones en las estaciones de trabajo.
- c. Documentar a los aseguradores de calidad y analistas con información impresa.



### **3. PROPUESTA DE UN CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD DEL EMPAQUE FLEXIBLE EN LA LÍNEA DE PAPA DE UNA PLANTA DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS**

#### **3.1 Análisis de las variables críticas por medio de herramientas de control de calidad**

Ciertas herramientas básicas por medio de las cuales se puede identificar y resolver problemas de calidad que existen para la industria controles o registros que podrían llamarse "herramientas para asegurar la calidad de una fábrica.

Las herramientas sirven para:

- Detectar problemas
- Delimitar el área problemática
- Estimar factores que probablemente provoquen el problema
- Determinar si el efecto tomado como problema es verdadero o no
- Prevenir errores debido a omisión, rapidez o descuido
- Confirmar los efectos de mejora
- Detectar desfases

##### **3.1.1 Listas de Verificación**

Es un formato especial constituido para coleccionar datos fácilmente, en la que todos los artículos o factores necesarios son previamente establecidos y en

la que los registros de pruebas, resultados de inspección o resultados de operaciones son fácilmente descritos con marcas utilizadas para verificar.

Para propósitos de control de procesos por medio de métodos estadísticos es necesaria la obtención de datos. El control depende de ellos y, por supuesto, deben ser correctos y colectados debidamente. Además de la necesidad de establecer relaciones entre causas y efectos dentro de un proceso de producción, con propósito de control de calidad de productividad, las Hojas de Verificación se usan para:

- Verificar o examinar artículos defectivos.
- Examinar o analizar la localización de defectos.
- Verificar las causas de defectivos.
- Verificación y análisis de operaciones (A esta última puede llamársele lista de verificación)

Las Listas de Verificación se utilizan con mayor frecuencia:

- Para obtener datos.
- Para propósitos de inspección.

La Lista de Verificación para la obtención de datos se clasifican de acuerdo con diferentes características (calidad o cantidad) y se utilizan para observar su frecuencia para construir gráficas o diagramas. También se utilizan para reportar diariamente el estado de las operaciones y poder evaluar la tendencia y/o dispersión de la producción.

Las Listas de Verificación para propósitos de inspección se utilizan para checar ciertas características de calidad que son necesarias de evaluar, ya sean en el proceso o producto terminado.

### **3.1.2 Gráfica de Pareto**

El Diagrama de Pareto es una gráfica en donde se organizan diversas clasificaciones de datos por orden descendente, de izquierda a derecha por medio de barras sencillas después de haber reunido los datos para calificar las causas. De modo que se pueda asignar un orden de prioridades.

Mediante el Diagrama de Pareto se pueden detectar los problemas que tienen más relevancia mediante la aplicación del principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales) que dice que hay muchos problemas sin importancia frente a solo unos graves. Ya que por lo general, el 80% de los resultados totales se originan en el 20% de los elementos.

La minoría vital aparece a la izquierda de la grafica y la mayoría útil a la derecha. Hay veces que es necesario combinar elementos de la mayoría útil en una sola clasificación denominada otros, la cual siempre deberá ser colocada en el extremo derecho. La escala vertical es para el costo en unidades monetarias, frecuencia o porcentaje.

La gráfica es muy útil al permitir identificar visualmente en una sola revisión tales minorías de características vitales a las que es importante prestar atención y de esta manera utilizar todos los recursos necesarios para llevar acabo una acción correctiva sin malgastar esfuerzos.

Algunos ejemplos de tales minorías vitales serían:

- La minoría de clientes que representen la mayoría de las ventas.
- La minoría de productos, procesos, o características de la calidad causantes del grueso de desperdicio o de los costos de reelaboración.
- La minoría de rechazos que representa la mayoría de quejas de la clientela.
- La minoría de vendedores que esta vinculada a la mayoría de partes rechazadas.
- La minoría de problemas causantes del grueso del retraso de un proceso.
- La minoría de productos que representan la mayoría de las ganancias obtenidas.
- La minoría de elementos que representan al grueso del costo de un inventario.

### **3.1.3 Grafica de Barras**

Presentación de datos en forma ordenada con el fin de determinar la frecuencia con que algo ocurre.

El Histograma muestra gráficamente la capacidad de un proceso, y si así se desea, la relación que guarda tal proceso con las especificaciones y las normas. También da una idea de la magnitud de la población y muestra las discontinuidades que se producen en los datos

### 3.1.4 Diagrama Causa-Efecto

A este diagrama se le conoce también como diagrama de espina de pescado, por su forma; como diagrama de **Kaoru Ishikawa**, por la persona que le dio origen; y como diagrama de las cuatro M:

- Máquina (machine)
- Material (material)
- Mano de obra (manpower)
- Método (meted)

Los Diagramas de Causa Efecto ilustran la relación entre las características (los resultados de un proceso) y aquellas causas que, por razones técnicas, se considere que ejercen un efecto sobre el proceso. Casi siempre por cada efecto hay muchas causas que contribuyen a producirlo. El **Efecto** es la característica de la calidad que es necesario mejorar. Las **causas** por lo general se dividen en las causas principales de métodos de trabajo, materiales, mediciones, personal y entorno. A veces la administración y el mantenimiento forman parte también de las causas principales. A su vez, cada causa principal se subdivide en causas menores. Por ejemplo, bajo el rubro de métodos de trabajo podrían incorporarse la capacitación, el conocimiento, la habilidad, las características físicas, etc.

El uso de este diagrama facilita en forma notables el entendimiento y comprensión del proceso y a su vez elimina la dificultad del control de calidad en el mismo, aun en caso de relaciones demasiado complicadas y promueven el trabajo en grupo, ya que es necesaria la participación de gente involucrada para su elaboración y uso.

### **3.2 Medición de la calidad generada por el proceso mediante métodos de Control estadístico.**

El control estadístico de los procesos (SPC por sus siglas en ingles) es una metodología para vigilar un proceso, para identificar las causas especiales de variación y para señalar la necesidad de tomar alguna decisión correctiva cuando sea apropiado. El proceso se considera fuera de control cuando están presentes causas especiales. Si la variación del proceso solo se debe a causas comunes, se dice que el proceso esta bajo control estadístico. Una definición práctica del control estadístico es que a través del tiempo tanto los promedios del proceso como las varianzas son constantes.

El control estadístico de procesos, se apoya en las graficas de control, una de las herramientas básicas de mejora de la calidad. SPC es una técnica probada para mejorar tanto la calidad como la productividad. SPC es la manera en la que una empresa puede demostrar su capacidad de calidad, una actividad necesaria para supervivencia en los actuales mercados competitivos. Dado que los procesos muestren una variación medible, no es efectivo en caso de niveles de calidad que se acerquen a seis sigma.

La idea tradicional de inspeccionar el producto final y eliminar las unidades que no cumplen con las especificaciones una vez terminado el proceso, se reemplaza por una estrategia más económica de prevención antes y durante del proceso industrial con el fin de lograr que precisamente estos productos lleguen al consumidor sin defectos.

Así las variaciones de calidad producidas antes y durante el proceso pueden ser detectadas y corregidas gracias al empleo masivo de Gráficas de Control.

Según este nuevo enfoque, existen dos tipos de variabilidad. El primer tipo es una variabilidad aleatoria debido a "causas al azar" o también conocida como "causas comunes". El segundo tipo de variabilidad, en cambio, representa un cambio real en el proceso atribuible a "causas especiales", las cuales, por lo menos teóricamente, pueden ser identificadas y eliminadas.

Los gráficos de control ayudan en la detección de modelos no naturales de variación en los datos que resultan de procesos repetitivos y dan criterios para detectar una falta de control estadístico.

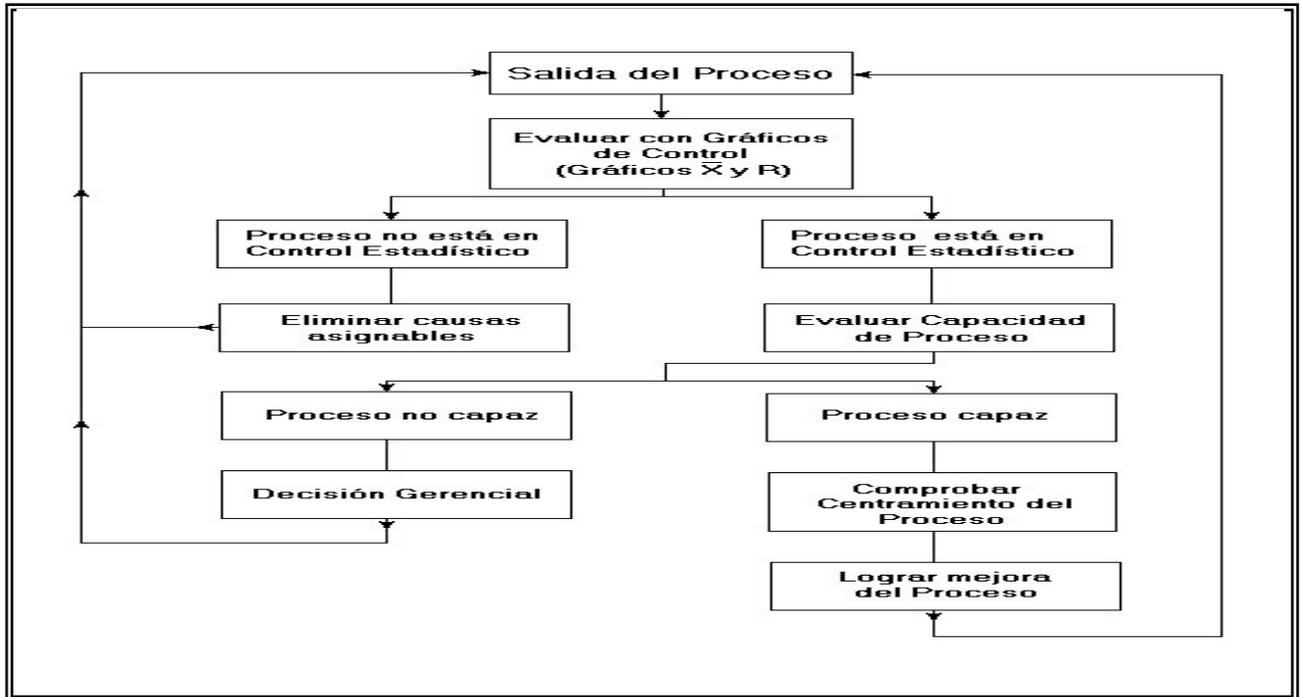
Un proceso se encuentra bajo control estadístico cuando la variabilidad se debe sólo a "causas comunes".

Los gráficos de control de Shewart son básicamente de dos tipos; gráficos de control por variables y gráficos de control por atributos. Para cada uno de los gráficos de control, existen dos situaciones diferentes; a) cuando no existen valores especificados y b) cuando existen valores especificados.

Se denominan "por variables" cuando las medidas pueden adoptar un intervalo continuo de valores; por ejemplo, la longitud, el peso, la concentración, etc. Se denomina "por atributos" cuando las medidas adoptadas no son continuas; ejemplo, tres tornillos defectuosos cada cien, 3 paradas en un mes en la fábrica, seis personas cada 300, etc.

Las etapas que deben tomarse en cuenta para mejorar el proceso están esquematizadas en la siguiente Figura:

**Figura 16 Etapas para la mejora de un proceso**



El gráfico de control tiene una Línea Central que representa el promedio histórico de la característica que se está controlando y Límites Superior e Inferior que también se calculan con datos históricos.

Los valores fluctúan al azar alrededor del valor central (promedio histórico) y dentro de los límites de control superior e inferior.

### 3.2.1 Gráficos de Control por variable

Los datos variables son los que se miden en una escala continua. En su forma más usual, la gráfica de control es una comparación gráfica cronológica (hora a hora, día a día) de las características de calidad real del producto, parte u otra unidad, con límites que reflejan la capacidad de producirla de acuerdo con la experiencia de las características de calidad de la unidad.

El proceso de las graficas de control es un elemento que pone de manifiesto y en concepto al obrero, de separar las variaciones de los elementos en “normales” y “anormales” también establece la comparación de la variación de productos con su fabricación real, y los limites de control para el producto.

Cuando se han calculado estos límites y se consideran aceptables para implantarse en la fabricación o producción, las graficas de control comienzan a desarrollar su misión principal: auxiliar en el control de la calidad de la materia prima, de lotes de producción, de los elementos aislados o de los ensambles durante su fabricación actual.

En los datos variables, la pregunta “¿Qué tan buena o que tan mala? Se responderá adecuadamente. Por tanto, aunque existe un importante lugar en las aplicaciones del control total de la calidad para las graficas basadas sobre cada uno de estos tipos de datos, el mayor poder de control de las graficas de variables hace a este tipo de grafica la alternativa preferida de control, donde sea práctica y económica.

Para construir los Gráficos de Control por variables, se tiene que tener en cuenta que al determinar si un proceso está bajo “control estadístico”, siempre se debe analizar primero la gráfica R. Como los límites de control en la gráfica X (raya) dependen de la amplitud promedio, podrían haber causas especiales en la gráfica R que produzcan comportamientos anómalos en la gráfica X (raya), aún cuando el centrado del proceso esté bajo control

Antes de utilizar las Gráficas de Control por variables, debe tenerse en consideración lo siguiente:

1. El proceso debe ser estable
2. Los datos del proceso deben obedecer a una distribución normal
3. El número de datos a considerar debe ser de aproximadamente 20 a 25 subgrupos con un tamaño de muestras de 4 a 5, para que las muestras consideradas sean representativas de la población.
4. Los datos deben ser clasificados teniendo en cuenta que, la dispersión debe ser mínima dentro de cada subgrupo y máxima entre subgrupos
5. Se deben disponer de tablas estadísticas

### **3.2.1.1 Gráficos de promedios (X)**

La forma operativa de construir una grafica X inicia determinando la característica de calidad a estudiar, para hacer un estudio inicial de desempeño del proceso sobre el tiempo en cuanto a la característica de calidad , es necesario, primero estudiar una parte del proceso que reflejan el comportamiento del mismo, en un tiempo suficientemente representativo, por ejemplo tres días, una semana, mes. Usualmente se logra midiendo la característica de calidad , de una cantidad pequeña de productos consecutivos cada determinado periodo y, en lugar de analizar las mediciones individuales, se analizan las medias y los rangos de los subgrupos y/o muestras.

La grafica X, analizara comportamiento sobre el tiempo de la columna de medias, con lo cual se tendrá información sobre la tendencia central y sobre la variación entre las muestras. Para calcular los límites de control, en un estudio inicial como el que estamos haciendo, es necesario contar con las medias y rangos de alrededor de 20 muestras (puntos), tipo Shewhart están determinados por la media y la desviación estándar de la variable X, que se grafica en la carta de la siguiente manera:

$$\mu_{\bar{X}} \pm 3\sigma_{\bar{X}}$$

En el caso de la grafica  $\bar{X}$ , la variable  $\bar{X}$  que se grafica es la media de las muestras, por lo que una forma de estimar su media,  $\mu_{\bar{X}}$ , es por:

$$\mu_{\bar{X}} = \mu_{\bar{X}} \approx \bar{X}$$

Donde  $\bar{X}$  es la media de las medias de las muestras, mientras que la desviación estándar de las medias de las muestras esta dada por:

$$\sigma_{\bar{X}} = \sigma_{\bar{X}} = S/\sqrt{n}$$

donde  $n$  es el tamaño de muestra y  $\sigma$  es la desviación estándar de la característica Calidad original. Este es un hecho importante a diferenciar en las cartas  $\bar{X}$ : una cosa es la desviación estándar,  $\sigma$ , de la característica de calidad y otra la desviación estándar de las medias de los subgrupos,  $\sigma_{\bar{X}} = \sigma/\sqrt{n}$ . Esta última depende de la primera del tamaño de la muestra.

En la mayoría de los estudios iniciales se desconoce  $\sigma$ , por eso es necesario estimarla a partir de los datos muestrales. Para ello, una alternativa seria calcular la desviación estándar,  $S$ , sin embargo, hacerlo de esta forma incluiría la variabilidad entre muestras y dentro de las muestras, y para la carta  $\bar{X}$  es mas apropiado incluir solo la variabilidad dentro de muestras.

Existe otra alternativa que solo incluye la variabilidad dentro de muestras, y que consiste en estimar  $\sigma$  mediante la media de los rangos,  $R$ , de la siguiente manera:

$$\sigma \approx R / d_2$$

Donde:

$d_2$  es una constante que depende del tamaño de la muestra. En la tabla se dan varios valores de  $d_2$  para distintos valores de  $n$ . De esta manera, los límites de control para una carta de control  $\bar{X}$ , en un estudio inicial, se obtendrán de la siguiente manera:

$$LCS = \bar{X} + A_2R$$

$$LCC = \bar{X}$$

$$LCI = \bar{X} - A_2R$$

Donde:

$$A_2R \approx 3\sigma_{\bar{x}} = 3(\sigma/\sqrt{n}) \approx 3 \left( \frac{R/d_2}{\sqrt{n}} \right) = \frac{3}{(d_2\sqrt{n})}R$$

Aunque los límites de control de una carta de medias se deducen a partir del supuesto de normalidad, si la característica de calidad no sigue una distribución normal, la carta  $\bar{X}$  sigue teniendo un buen desempeño para detectar cambios significativos en la tendencia central de la característica de calidad, lo anterior debido al teorema central del límite. Al respecto existen varios estudios que han concluido la robustez a la suposición de normalidad. Un supuesto que se hace en la interpretación de todas las cartas de control que aquí se verán, es que hay independencia entre los resultados de muestra a muestra.

### 3.2.1.2 Gráficos por rangos (R)

Este diagrama es utilizado para estudiar la variabilidad de una característica de calidad de un producto o un proceso, y en ella se analiza el comportamiento sobre el tiempo de los rangos de las muestras o subgrupos. Los límites de control para una grafica R se obtienen a partir de la misma forma general: la media mas/menos tres veces la desviación estándar de la variable que se grafica en la carta.

La estimación de la media de los rangos,  $\mu_R$ , se hace a través de  $\bar{R}$ , mientras que la estimación de la desviación estándar de los rangos,  $\sigma_R$ , se obtienen por:

$$\sigma_R = d_3\sigma \approx d_3 (R/d_2)$$

donde  $d_3$  es una constante que depende del tamaño de la muestra. De esta manera los límites de una carta R, en un estudio, se obtienen de la siguiente manera:

$$LCS = D_4R$$

$$LCC=R$$

$$LCI=D_3R$$

Donde las constantes  $D_3$  y  $D_4$  están tabuladas directamente en la tabla, para varios tamaños de la muestra.

De esta manera, dado que la carta R ha mostrado que la variabilidad del peso de los costales es estable, y que la carta de medias no detecto ninguna situación o causa especial que haya afectado la tendencia central del proceso, entonces los limites de directamente en la línea de producción.

### 3.2.2 Gráficos de control por atributos

Los gráficos de control por atributos suelen clasificarse como defectuosos y no defectuosos. Por lo general, los atributos no pueden medirse, pero se pueden observar y contar, y son útiles en muchas situaciones prácticas, por ejemplo, en la impresión de envases para productos de consumo la calidad del color se puede calificar como aceptable o no aceptable. Por lo general los datos de atributos son fáciles de obtener a menudo mediante inspección visual. Muchos registros contables, como el porcentaje de desperdicio, son fácilmente obtenibles. Sin embargo, un inconveniente en el uso de datos de atributos es que para obtener resultados estadísticos válidos son necesarias muestras grandes. Para datos de atributos se utilizan varios tipos de graficas de control. Uno de los más comunes es el de la grafica p. Una distinción que se debe de hacer es entre los términos defectos y defectuosos. Un **defecto** es una característica única de calidad que dentro de un elemento no cumple las especificaciones. Un elemento puede tener varios defectos. El término **defectuoso** se refiere a elementos que contengan uno o más defectos. Dos son los tipos de gráficos del control de atributos:

1. Los que se miden en porcentaje de defectos en una muestra (denominados gráficos p)
2. Los que cuentan el numero de defectos (llamados gráficos c)

### 3.2.2.1 Gráficos por atributos (p)

También llamado grafica de funciones no conformes, la cual vigila la proporción de elementos producidos por un lote. A menudo se conoce como grafica de la fracción no conforme o de la fracción defectuosa. Igual que en los casos de variables, una grafica  $p$  se elabora primero reuniendo de 25 a 30 muestras del atributo que se esta midiendo. El tamaño de cada una de las muestras debe de ser suficientemente grande para que contenga varios elementos no conformes. Si la probabilidad de encontrar un elemento no conforme es pequeña, por lo general es necesaria una muestra mayor. Las muestras se eligen durante periodos de tiempos, de manera que cualquier causa especial que resulte identificada pueda ser investigada.

Se selecciona  $k$  muestras, cada una de ellas de tamaño  $n$ . Si  $y$  representa el numero que no cumple en una muestra en particular, la proporción no conforme es  $y/n$ . Supongamos que  $p_i$  es la fracción no conforme de la muestra de la orden  $i$ , la fracción no conforme promedio para el grupo de  $K$  muestras será entonces

$$\bar{p} = (p_1 + p_2 + p_3 + \dots + p_n) / k$$

Esta estadística refleja el desempeño promedio del proceso. Uno esperaría encontrar dentro de tres desviaciones estándar de  $\bar{p}$  un elevado porcentaje de muestras que tengan una fracción no conforme. Una estimación de la desviación estándar esta dada por

$$s_p = \sqrt{p(1-p)/n}$$

Por lo tanto, los límites de control superior e inferior están dados por:

$$UCLp = p + 3sp$$

$$LCLp = p - 3sp$$

Si LCLp es inferior a cero, se utiliza el valor cero.

El análisis de una grafica p es similar a la de una grafica X o R. Los puntos que queden fuera de los límites de control representan una situación fuera de control. También, con el fin de identificar causas especiales, deben buscarse patrones y tendencias. Sin embargo, un punto en una grafica p por debajo del límite de control inferior, o el desarrollo de la tendencia por debajo de la línea central, indica que el proceso quizá haya mejorado, ya que el ideal es cero defectos.

### **3.2.3 Análisis de resultados obtenidos en gráficos de control**

Como se había mencionado anteriormente, una señal donde se ha detectado una causa especial de variación (o señal de que ha habido un cambio especial en el proceso) se manifiesta cuando un punto cae fuera de los límites de control o cuando los puntos graficados en la carta siguen un comportamiento no aleatorio (por ejemplo, una tendencia a aumentar, un movimiento cíclico, etc.).

Para facilitar la identificación de patrones no aleatorios lo primero que se hace es dividir la carta de control en seis zonas o bandas iguales, cada una

con una amplitud similar a una desviación estándar de la variable que se grafica (ver Figura 17)

A continuación se dan cinco patrones para el comportamiento de los puntos en una carta. También se presentan las razones comunes por las cuales pueden ocurrir dichos comportamientos. Además, se dan algunas pruebas estadísticas para confirmar la existencia del patrón bajo discusión.

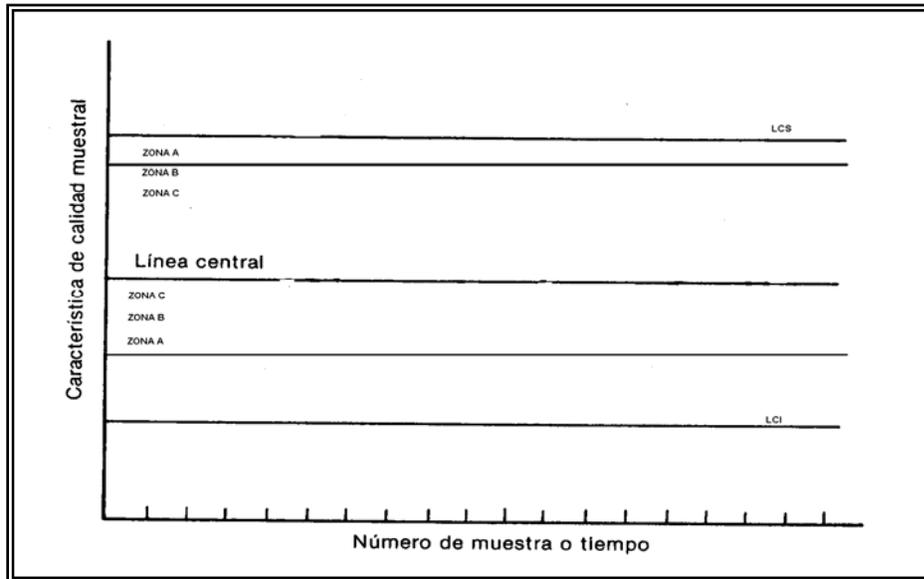
Estas pruebas se han derivado bajo el supuesto de normalidad e independencia en los datos, por lo que, de no cumplirse, las pruebas deben verse con reservas. En particular si dos muestras consecutivas de una carta no son independientes, entonces se debe intentar modificar el muestreo para que si sean independientes, o usar otro tipo de cartas de control.

Los patrones del comportamiento de los puntos en una carta son los siguientes:

- Cambios en el nivel del proceso
- Tendencias en el nivel del proceso
- Ciclos recurrentes
- Mucha variabilidad

En la Figura 17, se muestran las seis zonas de una carta de control:

**Figura 17 Las seis zonas de una carta de control**



Hay dos condiciones diferentes bajo las cuales se utilizan estas graficas de control:

- A. Las gráficas usadas para investigar el estado de control de un proceso, tal vez uno que no ha sido examinado previamente, o uno alguno que se le han hecho grandes cambios en el proceso, o uno que se le han hecho grandes cambios en el proceso, o uno que se examina para el estado de control continuo después que un análisis preliminar de distribución de frecuencias demostró control inicial. Las lecturas sobre las características de calidad de las partes y productos se toman y se analizan para dicho propósito del investigador. Los valores de los límites de control y de la tendencia central se calculan como parte de este análisis y, por lo tanto, la condición se denomina "sin estándar dado". Con

frecuencia los límites de control y los valores de tendencia central se usan en las gráficas, para mantener un control continuo.

- B. Las gráficas en que la tendencia central y los valores de dispersión hayan sido establecidos al inicio, están en condición de “estándar dado”. En todos los casos, la suposición será que los valores estándar son tales que el proceso puede operar a estos niveles y que los datos anteriores disponibles, algunas veces un procedimiento sin estándar dado han sido usados para determinar que existe un estado de control. En algunas situaciones de planta y compañía, estos estándares se establecen de una forma relativamente arbitraria, basándose sobre circunstancias particulares económicas o de otro tipo práctico que se basan en las necesidades de producción o servicio o en un valor deseado u objetivo designado por requisito o especificación.

La idea básica de una carta de control es observar y analizar gráficamente el comportamiento sobre el tiempo de una variable de un producto, o de un proceso, con el propósito de distinguir en dicha variable sus variaciones de causas comunes de las debidas a causas especiales (atribuibles). El uso adecuado de las cartas de control permitirá detectar cambios y tendencias importantes en los procesos.

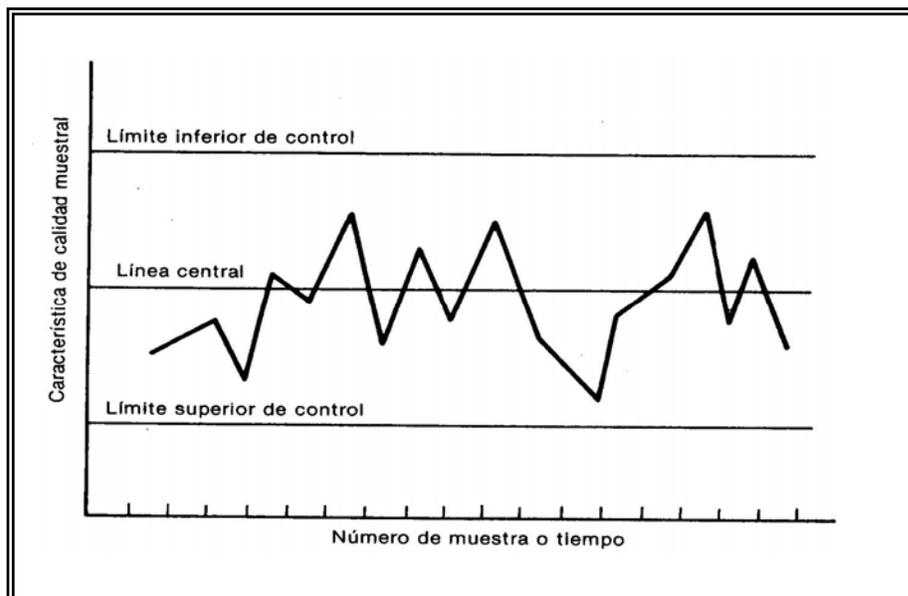
La línea central de una carta de control representara el promedio de la variable que este graficando cuando el proceso se encuentra en control estadístico. Las otras dos líneas se llaman límites de control superior e inferior, y están en una posición tal que, cuando el proceso esta en control estadístico, existe alta probabilidad de que prácticamente todos los valores de la variable (puntos) caigan dentro de los límites. Si todos los puntos están dentro de los límites, entonces se supone que el proceso esta bajo control estadístico. Por el

contrario si al menos un punto esta fuera de los limites de control, entonces, será una señal de que el proceso esta fuera de control estadístico, por lo que es necesario investigar cual es la causa del comportamiento o cambio especial. En general, los límites de control serán estimaciones de amplitud de la variación natural de la variable (promedio, rangos, etc.) que se grafica en la carta.

No siempre es indeseable que un punto caiga fuera de los límites de control. Por ejemplo, en una carta donde se grafique la proporción de artículos defectuosos, el que un punto este por abajo del límite inferior indicada la presencia de una causa especial, que es positiva para la calidad del proceso y lo que se observa en una carta de control, no solo es, que un punto caiga fuera de los límites de control, sino también, cualquier formación o patrón de puntos que tenga muy poca probabilidad de ocurrir en condiciones “normales” , lo cual será una señal de alerta sobre posibles cambios debidos a causas especiales.

En la siguiente Figura se muestra un ejemplo de una gráfica de control:

**Figura 18 Ejemplo de una gráfica de control**



Las etapas que se siguen para el proceso de las graficas son las siguientes:

**Sin estándar dado:**

1. Seleccionar las características de calidad apropiadas para el estudio.
2. Registrar los datos de un número requerido de muestras, con cada muestra compuesta de un número apropiado de unidades.
3. Determinar los límites de control para estos datos de la muestra.
4. Analizar el estado de control en la muestra. ¿Demasiada variación? ¿Rápidas desviaciones de un estado de control y un repentino retorno al control? ¿Proceso bien controlado? Se toma una acción apropiada, de acuerdo con las necesidades y economía, con base en este análisis.
5. En muchos casos, cuando los límites de control se calculan por primera vez para partes o ensambles, los procesos se encuentran “fuera de control “, las características de varias muestras exceden los límites de control. En estos procesos, las causas para las variaciones excesivas en las muestras se pueden localizar y eliminar. Los pasos 2 y 3 se repiten hasta que el proceso queda controlado.
6. En aquellos casos en que la grafica de control y sus límites sean utilizados, para mantener un control del proceso continuo, se siguen los procedimientos de los pasos 6 y los siguientes de la condición de estándar dado.

**Con estándar dado:**

1. Seleccionar la característica de calidad apropiada para el estudio.
2. Establecer el valor apropiado de la tendencia central y de la dispersión que se usarán. Todos los datos anteriores disponibles deben usarse para determinar que existe un estado de control.
3. Determinar los límites de control a partir de estos valores “adoptados “
4. Establecer que estos límites de control sean económica y prácticamente satisfactorios para el trabajo.
5. Establecer los valores de los límites de control y graficar los límites en un papel apropiado.
6. Empezar a registrar los resultados de las muestras de producción de tamaño apropiado, seleccionadas en intervalo periódicos
7. Tomar acción correctiva si las características de las muestras de producción exceden los límites de control.

Existen muchas aplicaciones adicionales de las gráficas de control por variables en las operaciones de una factoría, antes o después de su empleo sobre la producción real. Dos aplicaciones características son:

- a. Informar al ingeniero proyectista de la posibilidad de manufacturera de los diseños alternativos posibles.
- b. Medición del desgaste de la herramienta, como una guía para el futuro diseño y calibración de esas herramientas.

Aún cuando el cálculo de los límites de control para estas dos clases de gráficas medición y fracción o porcentaje, difiere en sus detalles, el proceso fundamental es el mismo. El cálculo esta basado en la teoría de las probabilidades.

### **3.2.3.1 Cómo analizar las fuentes de variación**

Algunos de los patrones mas comunes que se proyectan dentro del análisis de una grafica de control son los siguientes:

#### **Patrón 1. Cambios (brincos) en el nivel del proceso:**

Este patrón es un cambio que se registra en la carta cuando pocos puntos están fuera o muy cerca de los límites de control o cuando una gran cantidad de puntos caen en un solo lado de la línea central. Estos cambios especiales se dan a causa de la introducción de nuevos trabajadores, maquinas, materiales o métodos; esto ocurre debido a los cambios en los métodos de inspección, o a una mayor o menor atención de los trabajadores. Cuando esto ocurre en la cartas  $\bar{X}$ ,  $p$ ,  $np$ ,  $u$  o  $c$ , se dice que ha habido un cambio en el nivel promedio del proceso; por ejemplo, en las cartas  $\bar{X}$  un cambio de nivel significa que el centrado del proceso tuvo cambios. En la carta  $R$ , significa que la variabilidad aumento o disminuyo.

Un cambio en el nivel del proceso ha ocurrido cuando se cumple una de las siguientes cuatro pruebas:

Prueba 1: Un punto fuera de los límites de control

Prueba 2: Dos o tres puntos consecutivos en la zona A o mas allá

Prueba 3: Cuatro de cinco puntos consecutivos en la zona B o mas allá.

El cumplimiento de las tres pruebas se muestra. Cuando se esta analizando el proceso con los datos o muestras recién obtenidas y sea cumplida alguna de las tres pruebas, entonces esto es indicara de que ha entrado al proceso una causa especial que ha provocado que el proceso este operando con otro nivel. Tal cambio pudo darse de manera paulatinamente hasta que alcanzo una magnitud considerable y la carta lo registro, o también pudo darse desde hace un momento de manera repentina. En cualquier caso o se debe investigar por que ha ocurrido, identificarlo y actuar en consecuencia. De no hacerse nada, una vez que haya desaparecido la causa. Pero también puede ocurrir que dicha causa se quede permanente en el proceso hasta que se haga algo para eliminarla.

Siempre que se detecte un cambio de nivel se debe actuar inmediatamente, para identificar la causa, lo cual permitirá conocer mas el proceso, y saber si el cambio es positivo y se estará en posibilidades de mantener esa mejora; por el contrario, si el cambio se traduce en mala calidad y se deba trabajar para lograr el nivel anterior o para prevenir que en el futuro no se de tal cambio especial.

Cuando se cumple alguna de las tres pruebas anteriores, lo que se hace además de investigar la causa, es tomar datos de inmediato, para confirmar el cambio y monitorear más de cerca lo que esta pasando en el proceso.

## **Patrón 2. Tendencias en el nivel del proceso**

Este patrón consiste en una tendencia a incrementarse (o disminuirse) los valores de los puntos en la carta, como se aprecia en la Figura 17. Una tendencia bien definida y larga no es un patrón aleatorio, por ello se debe a una causa especial. Por ejemplo, puede deberse al deterioro gradual del equipo de

producción, desgaste de las herramientas de corte; acumulación de productos de desperdicio en las tuberías, calentamiento de maquinas o cambios graduales en las condiciones del medio ambiente. Estas causas se reflejan prácticamente en todas las cartas excepto en la de rangos.

Las tendencias en una carta de rangos son mas raras, pero cuando se dan, pueden deberse a la mejora o empeoramiento de la habilidad de un operario, a la fatiga del operario (la tendencia se repetirá en cada turno) y al cambio gradual en la homogeneidad de la materia prima.

Para determinar si hay una tendencia en el proceso se tiene la siguiente prueba concreta:

- Prueba 5: Seis puntos consecutivos ascendente (o descendentes):

El cumplimiento de esta prueba se muestra en la primera parte de la Figura 17. En ocasiones se presentan tendencias que no se ajustan a la prueba cuatro, como es el caso de la que se presenta en la segunda parte de la Figura 17. En este caso evidentemente hay una tendencia, ya que es demasiado largo el movimiento ascendente como para que sea aleatorio. Cuando se presenta este tipo de tendencias, pero mas cortas, resulta difícil determinar cuando es un comportamiento aleatorio o cuando no lo es. Sin embargo, el conocimiento del proceso y un buen uso de las cartas de control podrán facilitar la identificación.

La recomendación básica en este caso seria que, en el momento en que se de un flujo largo y creciente de puntos que parezca no aleatorio, entonces es una señal de alerta para vigilar mas de cerca del

desempeño del proceso, para que en su caso se pueda identificar la causa del mismo.

El uso de las cartas de control para determinar el momento oportuno de dar mantenimiento o ajustes en el proceso resulta de mucha utilidad, ya que cuando se vuelve indispensable el mantenimiento esto puede reflejarse en una tendencia.

### **Patrón 3. Ciclos recurrentes (periocidad)**

Otro patrón aleatorio que pueden presentar las cartas es un comportamiento cíclico de los puntos. Por ejemplo, se da un flujo de puntos consecutivos que tienden a crecer y luego se presenta un flujo similar pero de manera descendente, y esto se repite cíclicamente. Cuando un comportamiento cíclico se presenta en la carta X, entonces las posibles causas son temperatura u otros cambios periódicos en el ambiente; diferencias en los dispositivos de medición o de prueba que se utilizan en cierto orden; rotación regular de maquinas u operarios; efecto sistemático producido por dos maquinas, operarios o proveedores que se usan alternadamente.

Si el comportamiento cíclico se presenta en la carta de rangos, entonces algunas de las posibles causas son mantenimiento preventivo programado o fatiga de trabajadores o secretarias.

Para saber si existe un ciclo se debe observar que, en efecto, este se repita periódicamente. Por ello se debe ser muy cuidadoso y recurrir al conocimiento del proceso y aun buen uso de la carta. Cuando el ciclo consiste en que los puntos se van alternando entre altos y bajos, tenemos la siguiente prueba.

- Prueba seis: Catorce puntos consecutivos alternando entre altos y bajos

El cumplimiento de esta prueba se muestra. Un error frecuente de interpretación en los ciclos como el de esta Figura, es declarar que hubo un ciclo solo porque unos cuantos puntos en la carta se van alternando entre altos y bajos, el criterio en estos casos es muy claro: “14 puntos consecutivos alternando entre altos y bajos”. Desde el punto de vista probabilístico resulta confiable la aplicación de la prueba seis a todas las cartas que se describen en este trabajo de graduación.

#### **Patrón 4. Mucha variabilidad**

Una señal de que el proceso hay una causa especial de variación , que provoca que este fuera de control estadístico, se manifiesta mediante una alta proporción de puntos cerca de los límites de control, a ambos lados de la línea central, y muy pocos o ningún punto en la parte central de la carta. En estos casos se dice que hay mucha variabilidad, como se puede ver en la Figura II. Algunas causas que pueden afectar a la carta X de esta manera son sobre control o ajustes innecesarios en el proceso, diferencias sistemáticas en la calidad del material o en los métodos de prueba, y control de dos o más procesos en la misma carta (uno con resultados mayores y otro con resultados menores), mientras que la carta T se puede ver afectada por la mezcla de materiales de calidades bastante diferentes, diferentes trabajadores utilizando la misma carta R (uno más hábil que el otro), y datos de procesos operando bajo diferentes condiciones graficados en la misma carta. Una prueba para detectar la alta proporción de puntos cerca o fuera de los límites es la siguiente:

- Prueba siete: Ocho puntos consecutivos a ambos lados de la línea central con ninguno en la zona C.

La alta proporción de puntos cerca o fuera de los límites de control en ocasiones se debe a una mala planeación de la instrumentación de la carta. Por ejemplo, el sobreajuste es un indicio claro del desconocimiento de los objetivos de una carta de control. Este se puede dar cuando al operario se le responsabiliza por la mala calidad producida por las máquinas o cuando el operario no se le crea conciencia ni se le hizo participe en la instrumentación de la carta.

Muchas de las posibles causas que motivan la alta proporción de puntos cerca de los límites de control pueden ser corregidas con una buena planeación del muestreo del proceso, es decir, razonando adecuadamente el subgrupo (muestra).

Desde el punto de vista probabilístico, resulta confiable la aplicación de la prueba siete a todas las cartas que se describen en este trabajo de graduación.

#### **Patrón 5. Falta de variabilidad (estratificación)**

Una señal que exista algo anormal en el proceso será el que prácticamente todos los puntos se concentren en la parte central de la carta, es decir, que los puntos reflejen poca variabilidad, como se parecía. Algunas de las causas que pueden afectar a todas las cartas de control de esta manera serán una equivocación en el cálculo de los límites de control, agrupamiento en una misma muestra a datos provenientes de universos con medias bastante diferentes, “cuchareo” de los resultados y carta de control inapropiada para la variable en cuestión. Para detectar falta de variabilidad se tiene la siguiente prueba:

- Prueba ocho: Quince puntos consecutivos en la zona C, arriba o debajo de la línea central.

Una reducción en la variabilidad se refleja en la carta X, pero en la carta de rangos se apreciarían muchos puntos por debajo de su línea central. Si ha ocurrido una reducción en la variabilidad, lo que se debe hacer es recalcular los límites de control.

Para afirmar que hay poca variabilidad en una carta de control se debe aplicar al pie de la letra la prueba anterior.

Desde el punto de vista probabilístico, la aplicación de la prueba 8 generara mas falsas alarmas en las cartas p y n que en la carta de medias, sobre todos en combinaciones especificas de los valores de p y n. Por ello esta prueba debe aplicarse con mas cuidado en estas cartas.

Cuando alguna de las ocho pruebas anteriores es positivas, entonces el proceso esta fuera de control estadístico. Es decir, se ha detectado una causa especial de variabilidad, lo que se traduce en cambios significativos en la correspondiente característica: calidad promedio, variación, proporción de artículos defectuosos o número de defectos.

Cabe señalar que si el proceso esta fuera de control estadístico no significa que no se pueda seguir produciendo con el, sino que proceso esta trabajando con variaciones debidas a alguna causa especifica (material heterogéneo, cambios de operadores, diferencias significativas entre maquinas, desgaste o calentamiento de equipo, etc.) Será responsabilidad de quienes aplican la carta de control buscar la causa de

variación o no hacer nada, en cuyo las cartas pierden mucho de su potencial.

Salirse de control estadístico es señal de que un factor específico de variación se encuentre presente, por lo tanto debe investigarse cual es, para prevenir su ocurrencia. El uso e interpretación adecuada de las cartas de control las convierte en una herramienta poderosa para lograr el conocimiento y la mejora de los procesos.

### **3.2.4 Ventajas y beneficios del uso adecuado de control Estadístico**

Ventajas del uso adecuado del control estadístico:

Algunas de las ventajas mencionadas aquí, son las más relevantes en la industria, pero haciendo la salvedad de que existen muchas otras.

- a. Es un programa que integra a todas las personas que forman parte de una empresa, desde sus respectivos jefes, hasta los operadores, dándoles la oportunidad de participar directamente en la solución de problemas de sus áreas de trabajo.
- b. Las mediciones en el proceso pueden ser corregidas, debido a que da los elementos necesarios para realizar cualquier tipo de corrección.
- c. Las fallas en el proceso pueden ser corregidas, debido a que da los elementos necesarios para realizar cualquier tipo de corrección.
- d. Indica el nivel de cumplimiento del proceso de manufactura

Beneficios del uso adecuado de control estadístico:

Algunos de los beneficios son:

- a. Reducir costos en desperdicio de material (en material de proceso)
- b. Mejorar la uniformidad del producto y del proceso
- c. Mejorar los indicadores de producción (productividad y eficiencia)
- d. Ayuda grandemente a mejorar el ambiente de trabajo.

### **3.2.5 Resistencia al cambio en la implementación de control estadístico**

Barreras de la implementación del control estadístico:

- a. Falta de apoyo de la gerencia en cualquiera de sus niveles
- b. Compromiso de un departamento únicamente.
- c. Compromiso a corto plazo, falta de persistencia.
- d. Implantación con poca planificación para el desarrollo del control de calidad estadístico (C.E.P)
- e. Fallas en la contratación de un estadístico competente o en la realización de la capacitación del estadístico a los empleados.
- f. Medir el éxito y dirigir el programa basado en la ganancia a corto plazo.
- g. Fallas a solicitar la cooperación del nivel operativo.
- h. Dependencia excesiva de un control de calidad computarizado
- i. Falta de presupuesto para realizar cambios significativos en el sistema: maquinaria nueva, capacitación, materia prima de mejor calidad.
- j. Falta de investigación de mercado, desconocimiento de lo que quiere el cliente.
- k. Falta de ensayo de materia prima para verificar su calidad, lo cual nos vendría a afectar el producto defectuoso.
- l. Falta de coordinación del programa
- m. Falta de conocimiento de la norma de vocabulario.

### **3.3 Elaboración del formato de control de variables críticas del empaque flexible**

El formato es diseñado de manera que al leerlo, sea fácil concentrarse en los puntos clave que requieran la atención de la alta dirección, para controlarlos por medio de un muestreo estadístico para controlar que no se salgan de los parámetros establecidos en el departamento de control de calidad y por los también por los consumidores. El formato debe de contener los renglones mas importantes que al evaluarlos determinen la situación actual de la calidad del empaque flexible en el momento de la verificación de los mismos.

Es importante que se tengan formatos, ya que la información recabada sirve para llevar control y ayuda a tener un historial de los análisis. Además, al realizar el muestreo se recopilan los datos que deben tabularse y analizarse para conocer la calidad del empaque flexible. Por ello deben crearse formatos de control donde puedan registrarse los mismos.

#### **3.3.1 Definición de la BOLETA DE EMPAQUE**

Sistema determinístico de los puntos críticos del empaque, que permite llevar las de lo cualitativo a lo cuantitativo criterios específicos que representen un indicador de los parámetros de calidad del empaque flexible.

##### **3.3.1.1 Alcance/Aplicación**

El uso de este procedimiento aplica al área de control de calidad, como una guía para el buen pesaje de los analistas de empaque.

### **3.3.1.2 Responsabilidades**

La elaboración de este Procedimiento Estándar de Control (PEC) se deberá llevar a cabo por el departamento de Aseguramiento de Calidad.

### **3.3.1.3 Métodos de muestras**

El procedimiento empleado es el siguiente: 1) se asigna un número a cada individuo de la población y 2) a través de algún medio mecánico se eligen tantos sujetos como sea necesario para completar el tamaño de muestra requerido. Este procedimiento, atractivo por su simpleza, tiene poca o nula utilidad práctica cuando la población que estamos manejando es muy grande

### **3.3.1.4 Material y equipo**

Para la ejecución del muestreo es necesario contar con el material y equipo que nos ayude a analizar el producto dentro del proceso de empaque, contando con las balanzas, tabla de pesos estándares, fugometro, cizometro, cama de aire, etc. Para comprobar a menudo, mediante un trabajo de inspección, que se comportan con el arreglo al estándar establecido. El objetivo es detectar un mal producto de forma inmediata.

### **3.3.1.5 Evaluación**

Es indispensable realizar una evaluación y/o inspección, para descubrir deficiencias y defectos; resultando caro, y por consiguiente no agregando valor al producto terminado.

La mejor evaluación es la que ejecuta el mismo operario lo realice y se asegure de ello.

El hecho de conocer que tipo de evaluación y/o inspección se va a realizar nos permite conocer que tipo de control estadístico se va a utilizar.

El procedimiento que realiza para obtener datos y compararlos con los estándares de calidad establecidos es el siguiente:

## 1. PROCEDIMIENTO DE PESAJE

### PARA PRODUCTO CON PROMOCIÓN

1. Identificar mediante las hojas guías de % de Inserción, que porcentaje debe llevar el producto procesado, como se muestra en la Figura 19:

**Figura 19 Hojas guías del porcentaje de inserción**



2. Preparar la TARA, que no es más que la bolsa con el gramaje identificado, la promoción y la tira promocional. En la Figura se muestra la bolsa y promoción preparada para hacer la medición:

**Figura 20 Bolsa y promoción**



3. Colocar la balanza en cero.

**Figura 21 Balanza**



4. Colocar la tara y vuelva a colocar la balanza en cero. Esto permitirá que el peso que mida será únicamente el del producto y no tomara en cuenta lo afectado por el papel.

**Figura 22 Medición de la tara en la balanza**



5. Retire la Tara de la balanza.

6. Pesar la primera bolsita y anote la lectura de la balanza (peso de producto).

**Figura 23 Peso del producto**



7. Retirar la bolsita y pesar la siguiente, recordando no volver a cero la balanza pues perderá la tara. Repita este procedimiento tres veces más a modo que se llene las cinco casillas de la columna del peso

8. Ingresar los cinco datos de peso en la calculadora y por medio de sus correspondientes funciones obtendrá el Promedio y Desviación estándar (STD).

9. Obtener el rango permisible de pesos:

Límite inferior:  $\text{Peso impreso} - \text{Peso Impreso} \times (0.05)$

Límite Superior:  $\text{Peso impreso} + \text{Peso Impreso} \times (0.05)$

10. Calificación Parcial:

- Si el promedio esta entre el rango permisible, su calificación parcial será (V) correspondiente a CÓDIGO VERDE

- Si el promedio esta fuera del rango permisible, tome sus acciones correctivas y avise al encargado de la maquina. Su calificación parcial será (R) correspondiente a CÓDIGO ROJO

## PARA PRODUCTO SIN PROMOCIÓN

1. Preparar la Tara, que no es más que la bolsa con el gramaje identificado.

**Figura 24 Preparación de tara**



2. Colocar la balanza en cero.

**Figura 25 Balanza**



3. Colocar la tara y vuelva a colocar su balanza en cero. Esto permitirá que el peso que mida será únicamente el del producto y no tomara en cuenta lo afectado por el papel.

**Figura 26 Colocación de tara**



4. Retirar la Tara de la balanza.
5. Pesar la primera bolsita y anotar la lectura de la balanza (peso de producto).

**Figura 27 Peso de producto**



6. Retirar la bolsita y pesar la siguiente, recordando no volver a cero la balanza pues perderá la tara.

7. Ingresar los cinco datos de peso en la calculadora y por medio de sus correspondientes funciones obtendrá el Promedio y Desviación estándar (STD).

8. Obtenga el rango permisible de pesos:

Límite inferior:  $\text{Peso impreso} - \text{Peso impreso} \times (0.05)$

Límite Superior:  $\text{Peso impreso} + \text{Peso impreso} \times (0.05)$

9. Calificación Parcial:

- Si el promedio esta entre el rango permisible, su calificación parcial será (V) correspondiente a CÓDIGO VERDE
- Si el promedio esta fuera del rango permisible, tome sus acciones correctivas y avise al encargado de la maquina. Su calificación parcial será (R) correspondiente a CÓDIGO ROJO.

#### **3.3.1.5.1 Por atributos**

Califica el producto final como bueno o defectuosos, según los estándares establecidos, es decir si obtienen código rojo , es necesario destruir la bolsita y reprocesar el producto.

### **3.3.1.6 Descripción del empaque flexible ideal**

El empaque flexible ideal para conservar y proteger en buenas condiciones el producto, para su correcta manipulación dentro y fuera de la planta, deberá poseer por lo menos los siguientes parámetros de calidad.

En los sellos horizontales:

#### **1. Producto en sello:**

Los sellos horizontales deben estar sin residuos de producto visible o palpable.

#### **2. Arrugas en sello:**

Los sellos deben estar sin presencia de pliegues o arrugas en ninguna parte del mismo que puedan provocar fugas.

En los sellos verticales:

#### **1. Producto en sello:**

El sello vertical debe estar sin residuos de producto visible o palpable.

#### **2. Arrugas en sello:**

El sello vertical debe estar perfectamente formado, no debe presentar dobleces o pliegues en ninguna parte del sello.

### 3. Traslape en sello:

La unión del sello vertical debe tener su ubicación correspondiente, permitiendo la legibilidad de la impresión, sin fugas de aire o roturas en la bolsa

#### 3.3.1.7 Sistema de ponderación por criterios

Este sistema es necesario para identificar si el proceso de empaqueo del producto pueda contar con los requerimientos de calidad esperados y posicionándolo en el código, como se puede observar en la tabla siguiente:

**Tabla VII Criterios de evaluación de empaque**

IDEAL	VERDE	ROJO
<b>CENTRADO</b>		
Ningún grafico o impresión de la parte frontal de la bolsa esta corrido sobre la parte de atrás del empaque	Gráficos o impresiones de la parte frontal de la bolsa están corridos 2 mm sobre la parte de atrás del empaque	Gráficos o impresiones de la parte frontal de la bolsa están corridos mas de 2 mm sobre la parte de atrás del empaque
<b>REGISTRO</b>		
No hay presencia de gráficos o dibujos de otra impresión	Gráficos o dibujos dentro de los primeros 2mm de alguno o ambos sellos horizontales	Gráficos o dibujos sobre alguno o ambos sellos horizontales Papel con defectos de impresión y/o restos de lubricantes
<b>CORTE DE BOLSA (CIZA)</b>		
Corte uniforme de ambos lados de la bolsa	Ciza con buena perforación pero corte desuniforme	Ciza con perforación desuniforme Bolsa sin perforación
<b>MARCA POR FORMADOR</b>		
Bolsa sin marcas o arrugas	Bolsa con marcas o arrugas que no perforan el papel	Bolsa con marcas o arrugas que perforan el papel y/o son altamente visibles

Continúa

<b>CAMA DE AIRE</b>		
Bolsas con suficiente cantidad de aire que le brinda protección al producto	Bolsas con deficiente cantidad de aire para la protección del producto	Bolsas con o sin aire que no cumplen especificaciones

### **3.3.1.8 Informe de resultados**

Los resultados deben publicarse para conocer el estado de la calidad en los procesos desde el punto de vista estadístico. Para ello, se colocará una o más pizarras en lugares estratégicos como las oficinas de planta, el laboratorio de control de calidad y otros.

El objetivo es dar a conocer el comportamiento de los gráficos para que la gerencia analice los resultados y tome acciones correctivas donde sea necesario, a la vez será un incentivo para los operarios, al observar los logros de su trabajo.

## **4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA**

En este capítulo se describe la implementación de la propuesta al sistema de control estadístico de calidad según lo establecido en el capítulo anterior para el control del empaque, evaluando los puntos críticos, el muestreo, los formatos y gráficos de control; para verificar su aplicación. Analizando los resultados obtenidos a partir de los gráficos de control y el cálculo de la capacidad del proceso. Apoyándose con el programa de Excel OM para el Control Estadístico de Proceso, herramienta que elabora gráficos X, gráficos p y gráficos c, estableciendo los límites de control.

### **4.1 Descripción del proceso de implementación**

El estudio de los procesos es útil para identificar las variables críticas, éstas determinan el tipo de muestreo y los gráficos a utilizar. El siguiente paso es recolectar los datos que servirán para la elaboración de los gráficos, registrando los datos y calculando estadísticas relevantes( promedios, rangos), luego trazar los datos estadísticos sobre la grafica, determinando los limites de control superior e inferior, para posteriormente analizar e interpretar variaciones naturales y variaciones imputables para el control del proceso, eliminando aquellos puntos fuera de control y volver a calcular si es necesario, los limites de control, para tomar una acción correctiva y preventiva.

Para la implementación se deberá solicitar que los operarios participen desde el inicio, comunicando los beneficios del nuevo sistema de control estadístico, deben conocer el concepto de variación y el uso de los gráficos de

control. De esta manera se puede reducir la resistencia al cambio y aumentar la colaboración de los mismos en el proceso de implementación.

Una implementación exitosa requiere de cuatro elementos clave:

- a. La Gerencia debe mostrar compromiso, esto se hará evidente cuando haya que tomar acciones correctivas, ya que los operarios se darán cuenta si tienen el apoyo de la gerencia o si su trabajo ha sido hecho en vano.
- b. Se necesita una persona encargada que lidere el nuevo sistema, alguien de la fábrica que tenga a la vez la responsabilidad y la autoridad para hacerlo funcionar.
- c. Solo debe enfrentarse un problema a la vez; al principio se cometerán errores que servirán de aprendizaje para la empresa.
- d. Es absolutamente necesaria la instrucción y capacitación de todos los empleados. Todos necesitan comprender la razón de emplear control estadístico y que se puede hacer para mejorar la calidad.

El formato juega un papel importante porque en el se registran los datos recolectados, sirviendo como historial para posteriores análisis. Además la fábrica debe contar con los instrumentos de medición necesarios, ya que si el sistema de medición no es satisfactorio, pudieran resultar inútiles todas las actividades subsecuentes del control estadístico.

#### **4.1.1 Recolección, tabulación de datos, y análisis de resultados**

En la recolección de los datos, se tomo en cuenta que la producción de snacks de papa es variable dependiendo de los pedidos hechos a la fabrica, es decir se producción en línea bajo pedido.

Para llevar a cabo, la implementación de la propuesta es necesario definir 3 aspectos importantes que son los siguientes:

**1. Tamaño de la muestra:**

Es recomendable tomar 25 muestras de tamaño 4, para la variable cuantitativa en este caso la de los pesos.

Los sellos, códigos, apariencia, otros; el número de muestras fueron tomadas depende del tamaño del lote de producción que se fabricara en el momento de hacer el muestreo.

**2. Selección del proceso:**

El proceso seleccionado fue el empaque del producto final que es uno de los procesos continuos; en él que se implementara el control estadístico

**3. Variables críticas:**

Las características críticas son: peso, sellos horizontales y verticales, apariencias, código, y otros

En la tabla VII se muestra un sistema de control estadístico de calidad:

**Tabla VIII Sistema de control estadístico de calidad**

<b>VARIABLE CRITICA</b>	<b>MUESTREO REALIZADO</b>	<b>GRAFICO DE CONTROL</b>
<b>SELLO HORIZONTAL</b>	N= 102, n = 25	P
<b>SELLO VERTICAL</b>	N = 153, n = 25	P
<b>APARIENCIA</b>	N = 119, n = 25	P
<b>CODIGOS</b>	N = 119, n = 25	P
<b>OTROS</b>	N = 595, n = 25	P
<b>PESOS</b>	n = 25, k= 4	X

**Tabla IX Cálculos para obtener la fracción no conforme para variable  
de los sellos horizontales**

**Grafica de Control**

**p**

Numero de Muestras  
Tamaño de la Muestra

25
102

**Datos**

	#Defectos	% Defectos
Muestra 1	6	0,05882353
Muestra 2	5	0,04901961
Muestra 3	0	0
Muestra 4	1	0,00980392
Muestra 5	4	0,03921569
Muestra 6	2	0,01960784
Muestra 7	5	0,04901961
Muestra 8	3	0,02941176
Muestra 9	3	0,02941176
Muestra 10	2	0,01960784
Muestra 11	6	0,05882353
Muestra 12	1	0,00980392
Muestra 13	8	0,07843137
Muestra 14	7	0,06862745
Muestra 15	5	0,04901961
Muestra 16	4	0,03921569
Muestra 17	11	0,10784314
Muestra 18	3	0,02941176
Muestra 19	0	0
Muestra 20	4	0,03921569
Muestra 21	6	0,05882353
Muestra 22	5	0,04901961
Muestra 23	0	0
Muestra 24	1	0,00980392
Muestra 25	4	0,03921569

**Resultados**

Tamaño total de la Muestra	2550
Total de Defectos	96
% de Defectos	0,03764706
Desviación Estándar de la distribución de la muestra	0,01884658
Valor de Z	3
Limite de Control Superior	0,09418681
Limite Control Medio	0,03764706
Limite de Control Inferior	0

## **FÓRMULAS:**

Límite de Control Superior

$$UCL_p = p + Z \sigma_p$$

Límite de Control Inferior

$$LCL_p = p - Z \sigma_p$$

$$\sigma_p = \sqrt{p(1 - p) / n}$$

$p$  = Número total de errores/ Número total de registros

donde:

$p$  = Fracción media de atributos defectuosos en la muestra

$Z$  = Número de desviaciones estándar ( $Z=3$  para límites del 99.73%)

$\sigma_p$  = Desviación Estándar de la Distribución de la muestra

$n$  = Tamaño de cada muestra

## **CÁLCULOS**

$$p = 96/2550 = 0,03764706$$

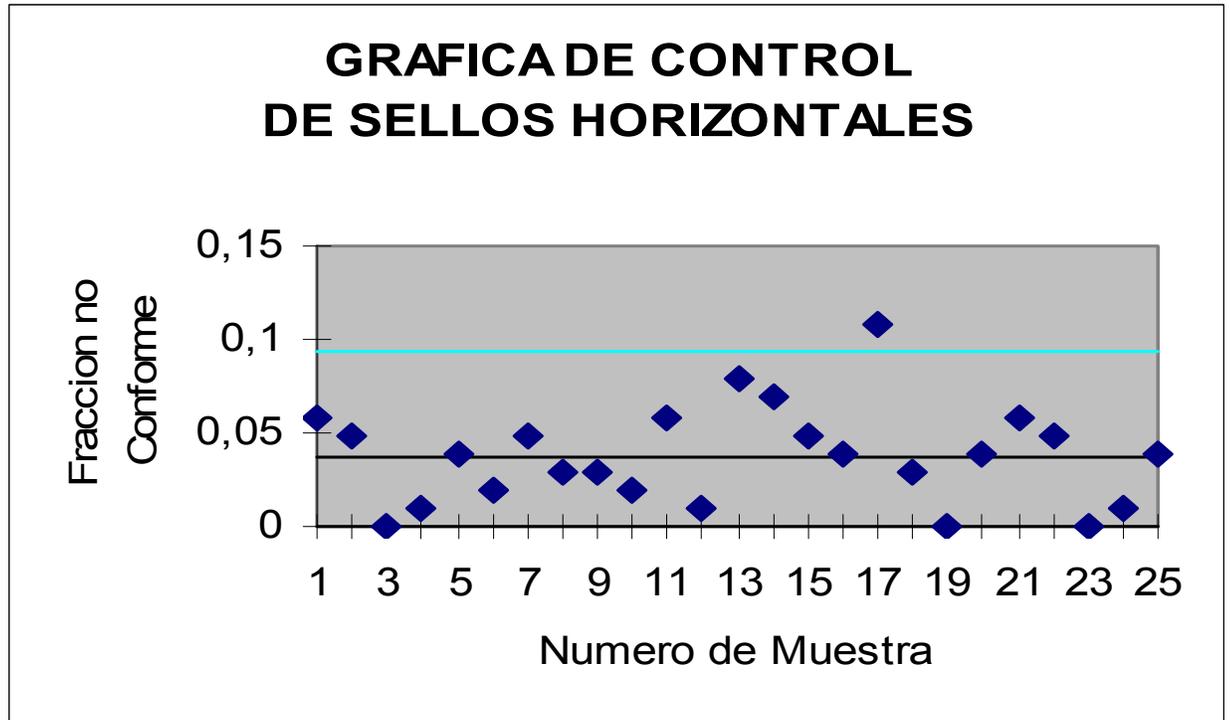
$$Z = 3$$

$$\sigma_p = \sqrt{0,03764706 (1 - 0,03764706) / 102} = 0,01884658$$

$$UCL_p = 0,03764706 + 3 (0,01884658) = 0,09418681$$

$$LCL_p = 0,03764706 - 3 (0,01884658) = 0$$

Figura 28 Gráfica de control de sellos horizontales



**ANÁLISIS:**

Se considera que el procedimiento analítico que ha cambiado significativamente, debido a la muestra 17 que se encuentra más allá de la zona de control.

Se estima que la probabilidad de que pase esto es suficientemente baja; en caso contrario las muestras 3,19, y 25 están sobre el limite inferior en 0 defectos, lo que quiere decir que poseen la calidad esperada.

Aunque se realizo un muestreo uniforme con producto empacado, se considera la inadecuada regularización de la temperatura en las mordazas horizontales, provoca que el sellado este fuera de rango permisible y no exista

hermeticidad. El exceso de temperatura puede provocar arrugas y dobleces, mala presentación y degradación de la película. Por lo tanto, el procedimiento establece que se deseche la muestra defectuosa y se regule nuevamente hasta conseguir la temperatura ideal para el sellado.

**Tabla X Cálculos para obtener la fracción no conforme para la variable crítica de la apariencia**

<b>Grafica de Control</b>		<b>P</b>	
Numero de Muestra		25	
Tamaño de la Muestra		119	

<b>Datos</b>		<b>Resultados</b>	
	<b>#Defectos</b>	<b>% Defectos</b>	
Muestra 1	7	0,05882353	Tamaño total de la Muestra
Muestra 2	3	0,02521008	Total Defectos
Muestra 3	4	0,03361345	% de defectos
Muestra 4	5	0,04201681	Desviación Estándar de la distribución de la muestra
Muestra 5	6	0,05042017	Valor de Z
Muestra 6	5	0,04201681	Limite de Control Superior
Muestra 7	4	0,03361345	Limite de Control Medio
Muestra 8	3	0,02521008	Limite de Control Inferior
Muestra 9	4	0,03361345	
Muestra 10	5	0,04201681	
Muestra 11	7	0,05882353	
Muestra 12	3	0,02521008	
Muestra 13	6	0,05042017	
Muestra 14	3	0,02521008	
Muestra 15	5	0,04201681	
Muestra 16	4	0,03361345	
Muestra 17	3	0,02521008	
Muestra 18	4	0,03361345	
Muestra 19	6	0,05042017	
Muestra 20	5	0,04201681	
Muestra 21	6	0,05042017	
Muestra 22	6	0,05042017	
Muestra 23	5	0,04201681	
Muestra 24	6	0,05042017	
Muestra 25	4	0,03361345	

## **FÓRMULAS:**

Límite de Control Superior

$$UCL_p = p + Z \sigma_p$$

Límite de Control Inferior

$$LCL_p = p - Z \sigma_p$$

$$\sigma_p = \sqrt{p(1 - p) / n}$$

$p$  = Número total de errores/ Número total de registros

donde:

$p$  = Fracción media de atributos defectuosos en la muestra

$Z$  = Número de desviaciones estándar ( $Z=3$  para límites del 99.73%)

$\sigma_p$  = Desviación Estándar de la Distribución de la muestra

$n$  = Tamaño de cada muestra

## **CÁLCULOS:**

$$p = 119/2975 = 0.04$$

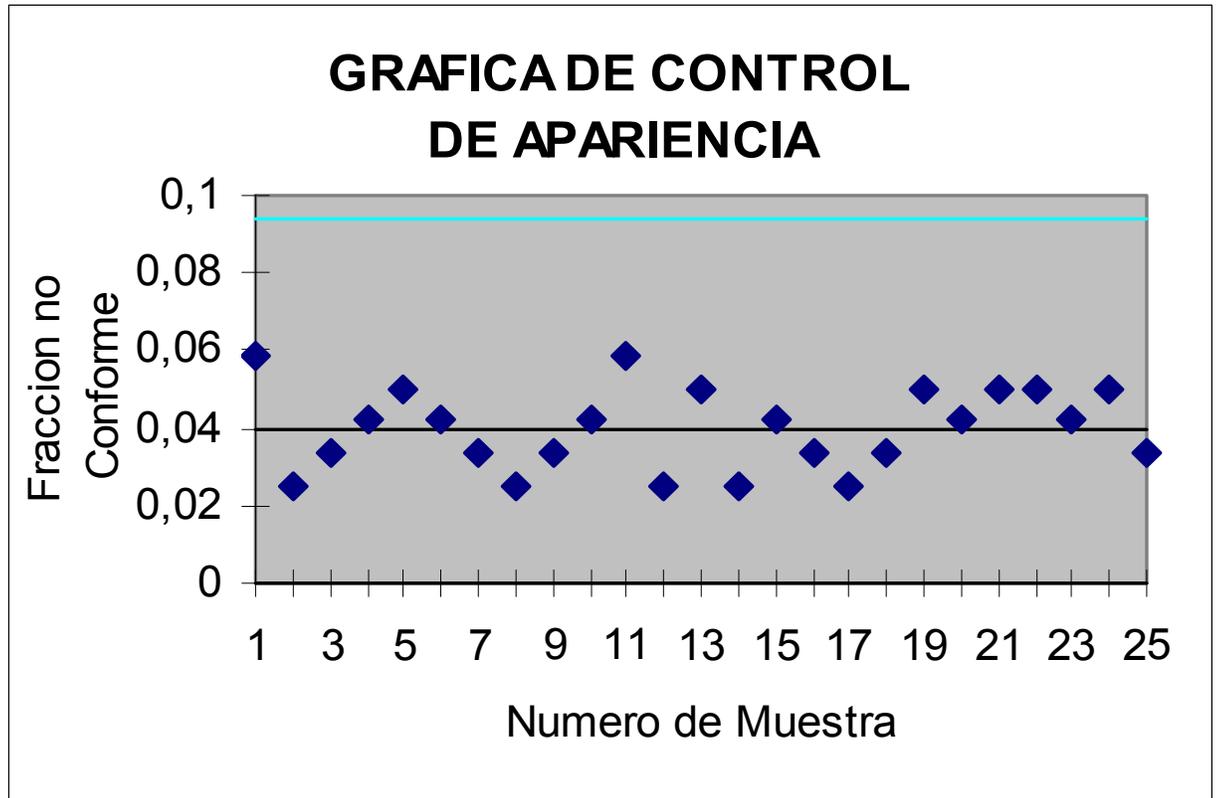
$$Z = 3$$

$$\sigma_p = \sqrt{0.04 ( 1 - 0.04 ) / 119} = 0,01796355$$

$$UCL_p = 0.04 + 3 (0,01796355) = 0,09389065$$

$$LCL_p = 0.04 - 3 (0,01796355) = 0$$

Figura 29 Gráfica de control de apariencia



**ANÁLISIS:**

Como se puede observar en esta grafica p de la apariencia, el proceso se encuentra dentro de los límites de control, ya que las muestras tomadas estaban entre los rangos permitidos de calidad, aunque dispersas del límite central, no había evidencia de alguna marca del formador en el producto ya empacado. El color, centrado de la impresión, registro, y corte/ ciza estaba en buenas condiciones durante el muestreo, ya que se considera que todo producto entra por los ojos, y tiene que ser estar atractivo porque el consumidor lo percibe y decide si lo compra o no.

**Tabla XI Cálculos para obtener el promedio de la variable critica de los pesos**

<b>Grafica de Control</b>		$\bar{X}$	
Numero de Muestras	25		
Tamaño de la Muestra	4		
Desviación Estándar de la Población	0,49		
<b>Datos</b>		<b>Resultados</b>	
Muestra 1	13,8	Valor promedio	14,3796
Muestra 2	13,95	Valor de Z	3
Muestra 3	13,67	Desviación estandar de la media de las muestras	0,245
Muestra 4	14,72		
Muestra 5	14,87	Limite de Control Superior	17,6246
Muestra 6	15,1	Limite de Control Medio	14,3796
Muestra 7	14,1	Limite de Control Inferior	11,6246
Muestra 8	13,8		
Muestra 9	13,55		
Muestra 10	14,6		
Muestra 11	14,82		
Muestra 12	13,55		
Muestra 13	13,8		
Muestra 14	13,9		
Muestra 15	14,8		
Muestra 16	14,6		
Muestra 17	14,85		
Muestra 18	14,97		
Muestra 19	14,7		
Muestra 20	15,05		
Muestra 21	14,65		
Muestra 22	14,8		
Muestra 23	14,92		
Muestra 24	13,9		
Muestra 25	14,02		
Promedio	14,3796		
Desviación Estándar de la población	0,490848		

## FÓRMULAS

$$UCL = \bar{x} + z\sigma_x$$

$$LCL = \bar{x} - z\sigma_x$$

$$\sigma_x = \sigma / \sqrt{n}$$

$$\sigma = \sqrt{\sum (X_i - \bar{X})^2 / (n - 1)}$$

donde:

$\bar{X}$  = Media de las medias de las muestras, o un valor objetivo establecido para el proceso

$Z$  = Número de desviaciones estándares normales ( $Z = 3$  para 99.73%)

$\sigma_x$  = Desviación estándar de la media de las muestras

$\sigma$  = Desviación estándar de la población

$n$  = Tamaño de la muestra

## CÁLCULOS:

$$\bar{X} = 359.49/25 = 14.37$$

$$Z = 3$$

$$\sigma_x = 0,490848 / \sqrt{4} = 0.245424$$

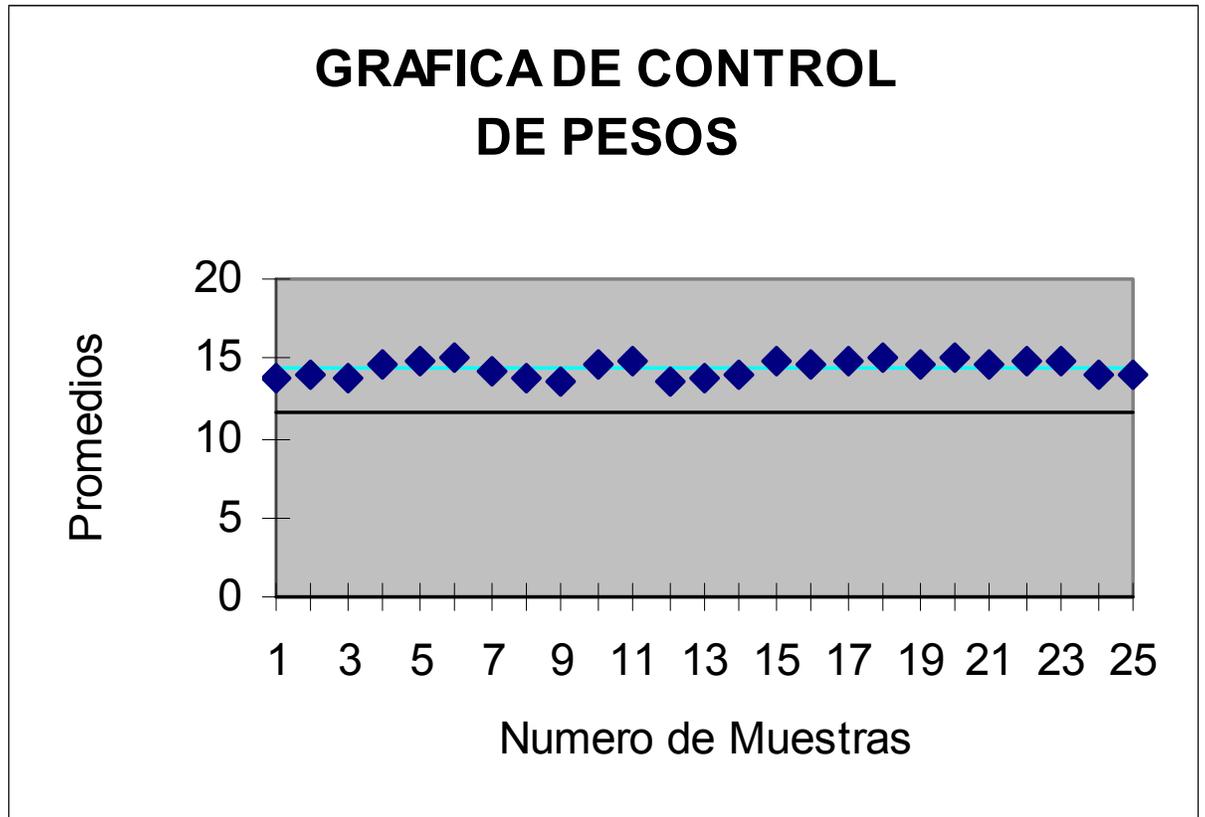
$$\sigma = 0,49084$$

Los datos para calcular la desviación estándar de la media de la población son los siguientes:

**Tabla XII Cálculos para obtener la media de las medias de la variable crítica de los pesos**

<b>Xi</b>	<b>(Xi - X)</b>	<b>(Xi - X)^2</b>
13,8	-0,57	0,3249
13,95	-0,42	0,1764
13,67	-0,7	0,49
14,72	0,35	0,1225
14,87	0,5	0,25
15,1	0,73	0,5329
14,1	-0,27	0,0729
13,8	-0,57	0,3249
13,55	-0,82	0,6724
14,6	0,23	0,0529
14,82	0,45	0,2025
13,55	-0,82	0,6724
13,8	-0,57	0,3249
13,9	-0,47	0,2209
14,8	0,43	0,1849
14,6	0,23	0,0529
14,85	0,48	0,2304
14,97	0,6	0,36
14,7	0,33	0,1089
15,05	0,68	0,4624
14,65	0,28	0,0784
14,8	0,43	0,1849
14,92	0,55	0,3025
13,9	-0,47	0,2209
14,02	-0,35	0,1225
	SUMA	6,7492

Figura 30 Gráfica de control de pesos



**ANÁLISIS:**

En esta grafica de pesos podemos observar, que el proceso es estable y capaz de poder producir dentro de los límites establecidos, debido a que todas las muestras que fueron tomadas, oscilan en el límite central, no hay ningún punto fuera de los límites de control lo cual define que los parámetros establecidos para el control de los pesos en el Departamento de Calidad, si se están cumpliendo. El gramaje si corresponde al que aparece en la parte de adelante de la bolsa.

**Tabla XIII Cálculos para obtener la fracción no conforme de la variable crítica de otros parámetros**

(Hermeticidad/prueba de agua) (Viñeta posición/engrapado) (Olor del material)		
<b>Grafica de Control</b>		
	p	
Numero de Muestras	25	
Tamaño de la Muestra	595	
<b>Datos</b>		<b>Resultados</b>
Muestra 1	51	% Defectos
Muestra 2	45	0,08571429
Muestra 3	50	0,08403361
Muestra 4	55	0,09243697
Muestra 5	49	0,08235294
Muestra 6	59	0,09915966
Muestra 7	36	0,0605042
Muestra 8	50	0,08403361
Muestra 9	44	0,07394958
Muestra 10	70	0,11764706
Muestra 11	57	0,09579832
Muestra 12	56	0,09411765
Muestra 13	40	0,06722689
Muestra 14	52	0,08739496
Muestra 15	57	0,09579832
Muestra 16	62	0,10420168
Muestra 17	40	0,06722689
Muestra 18	64	0,10756303
Muestra 19	58	0,09747899
Muestra 20	60	0,10084034
Muestra 21	52	0,08739496
Muestra 22	55	0,09243697
Muestra 23	47	0,0789916
Muestra 24	50	0,08403361
Muestra 25	51	0,08571429
		Tamaño total de la Muestra
		14875
		Total de defectos
		1310
		% defectos
		0,08806723
		Desviación Estándar de la distribución de la muestra
		0,01161797
		Valor de Z
		3
		Limite de Control Superior
		0,12292112
		Limite de Control Medio
		0,08806723
		Limite de Control Inferior
		0,05321333

## **FÓRMULAS:**

Límite de Control Superior

$$UCL_p = p + Z \sigma_p$$

Límite de Control Inferior

$$LCL_p = p - Z \sigma_p$$

$$\sigma_p = \sqrt{p(1 - p) / n}$$

$p$  = Número total de errores/ Número total de registros

donde:

$p$  = Fracción media de atributos defectuosos en la muestra

$Z$  = Número de desviaciones estándar ( $Z=3$  para límites del 99.73%)

$\sigma_p$  = Desviación Estándar de la Distribución de la muestra

$n$  = Tamaño de cada muestra

## **CÁLCULOS:**

$$p = 1310 / 14875 = 0,08806723$$

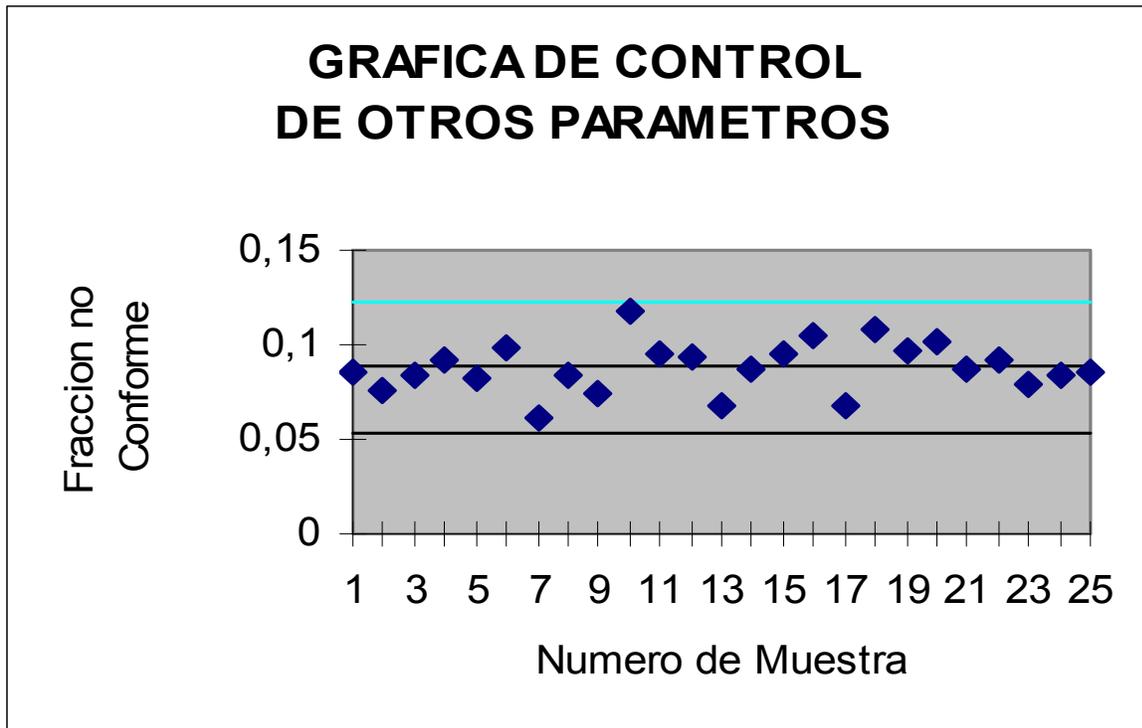
$$Z = 3$$

$$\sigma_p = \sqrt{0,08806723 ( 1 - 0,08806723 ) / 595} = 0,01161797$$

$$UCL_p = 0,08806723 + 3 ( 0,01161797 ) = 0,12292112$$

$$LCL_p = 0,08806723 - 3 ( 0,01161797 ) = 0,05321333$$

Figura 31 Gráfica de control de otros parámetros



**ANÁLISIS:**

El gráfico p que agrupa la hermeticidad del producto, viñeta de posición, engrapado y olor de material, indica algunos cambios en el procedimiento analítico que podemos detectar con los gráficos de control, ya que la muestra 10, esta justo en el limite de control superior por lo tanto se encuentra en una zona critica, con varios puntos cerca de ambos límites superior e inferior, esto quiere que el producto no posee un buen sellado y debido a esto no lograra conservar en condiciones optimas el producto, con un tiempo máximo de 8 semanas (tiempo estimado para la conservación del producto en buen estado

dentro del empaque flexible), ya que el producto se aguada, y recibe humedad del ambiente.

Por otro lado si no este bien colocado la viñeta no soportara el peso de las dos docenas que tiene la tira, y debido a esto se rasgue el empaque flexible.

Sin embargo hay otra causa común, ya que los operadores por negligencia no reemplazan los formadores, debido a que es factor fundamental para que presente fugas el empaque flexible, y muchas veces el departamento de control de calidad realizan análisis al empaque, concluyendo que se encuentra en mal estado y por lo tanto lo rechazan. En ese mismo momento se contacta a los proveedores para que verifiquen la calidad del empaque flexible, visitando la planta de producción, cerciorándose del estado que dio como resultado el rechazo de los mismos, acertando que si se encuentra en buenas condiciones para ser utilizado.

También el Olor es parte de la variable crítica analizada del empaque flexible ya que si se utiliza algún solvente dentro de la planta, este puede quedar impregnado en el producto y las características organolépticas (olor), no sean las adecuadas.

Por lo tanto el grafico de control presenta causas comunes, que se pueden resolver en el proceso, siempre y cuando el operador realice bien su trabajo de controlar los aspectos que pueden influir en el desperdicio del empaque flexible.

**Tabla XIV Cálculos para obtener la fracción no conforme de la variable crítica de códigos**

<b>Grafica de Control</b>		p	
Numero de Muestras	25		
Tamaño de la Muestra	119		
<b>Datos</b>			<b>Resultados</b>
	<b># Defectos</b>	<b>% Defectos</b>	Tamaño total de la Muestra 2975
Muestra 1	2	0,01680672	Total de Defectos 110
Muestra 2	4	0,03361345	% Defectos 0,03697479
Muestra 3	10	0,08403361	Desviación Estándar de la Distribución de la Muestra 0,01729809
Muestra 4	4	0,03361345	Valor de Z 3
Muestra 5	1	0,00840336	Limite de Control Superior 0,08886907
Muestra 6	1	0,00840336	Limite de Control Medio 0,03697479
Muestra 7	13	0,1092437	Limite de Control Inferior 0
Muestra 8	9	0,07563025	
Muestra 9	11	0,09243697	
Muestra 10	0	0	
Muestra 11	3	0,02521008	
Muestra 12	4	0,03361345	
Muestra 13	2	0,01680672	
Muestra 14	2	0,01680672	
Muestra 15	8	0,06722689	
Muestra 16	2	0,01680672	
Muestra 17	3	0,02521008	
Muestra 18	7	0,05882353	
Muestra 19	3	0,02521008	
Muestra 20	2	0,01680672	
Muestra 21	3	0,02521008	
Muestra 22	7	0,05882353	
Muestra 23	4	0,03361345	
Muestra 24	3	0,02521008	
Muestra 25	2	0,01680672	

## **FÓRMULAS:**

Límite de Control Superior

$$UCL_p = p + Z \sigma_p$$

Límite de Control Inferior

$$LCL_p = p - Z \sigma_p$$

$$\sigma_p = \sqrt{p(1 - p) / n}$$

$p$  = Número total de errores/ Número total de registros

donde:

$p$  = Fracción media de atributos defectuosos en la muestra

$Z$  = Número de desviaciones estándar ( $Z=3$  para límites del 99.73%)

$\sigma_p$  = Desviación Estándar de la Distribución de la muestra

$n$  = Tamaño de cada muestra

## **CÁLCULOS:**

$$p = 110 / 2975 = 0,03697479$$

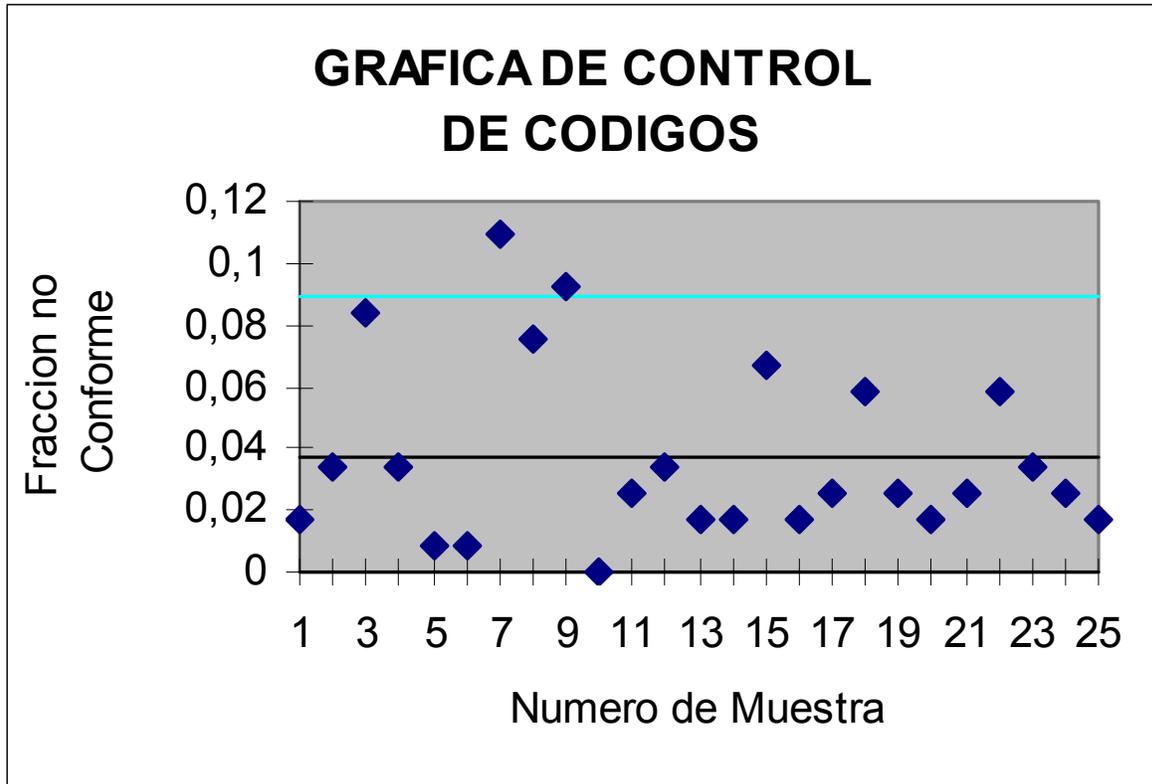
$$Z = 3$$

$$\sigma_p = \sqrt{0,03697479 ( 1 - 0,03697479 ) / 119} = 0,01729809$$

$$UCL_p = 0,03697479 + 3 (0,01729809) = 0,08886907$$

$$LCL_p = 0,03697479 - 3 (0,01729809) = 0$$

Figura 32 Gráfica de control de códigos



**ANÁLISIS:**

El gráfico p, podemos observar que el punto 7 y 9 están por encima del límite superior, son causas especiales y no se mantiene estable a lo largo del tiempo, las muestras forman distribuciones inesperadas que variaran por la tendencia central, la desviación estándar, y forma.

La muestra 10 esta por encima del limite superior, ya que es necesario investigar si el sellador de códigos se encuentra en buen estado o requiere mas tinta para poder codificar, debido a que no imprime legiblemente los códigos, el cual lleva la fecha de frescura, el turno, numero de la maquina en línea, mas que todo poder rastrear cualquier producto dentro de la planta , ya que es un

registro interno dentro de la fabrica y por lo tanto el operario no revisa frecuentemente el codificador de bolsas. Además el comportamiento de la grafica es desigual. Por lo tanto, las muestras que no llenen los requisitos son desechadas.

**Tabla XV Cálculos para obtener la fracción no conforme de los sellos verticales**

<b>Grafica de Control</b>		<b>p</b>	
Numero de Muestras	25		
Tamaño de la Muestra	153		
<b>Datos</b>			<b>Resultados</b>
	<b># Defectos</b>	<b>% Defectos</b>	Tamaño Total de Muestras
Muestra 1	6	0,03921569	3825
Muestra 2	5	0,03267974	Total Defectos
			119
Muestra 3	6	0,03921569	% defectos
Muestra 4	4	0,02614379	0,03111111
Muestra 5	3	0,01960784	Desviación Estándar de la Distribución de la Muestra
			0,01403618
Muestra 6	4	0,02614379	Valor de Z
Muestra 7	5	0,03267974	3
Muestra 8	3	0,01960784	Limite de Control Superior
			0,07321966
Muestra 9	6	0,03921569	Limite de Control Medio
Muestra 10	3	0,01960784	0,03111111
Muestra 11	7	0,04575163	Limite de Control Inferior
Muestra 12	5	0,03267974	0
Muestra 13	4	0,02614379	
Muestra 14	3	0,01960784	
Muestra 15	4	0,02614379	
Muestra 16	5	0,03267974	
Muestra 17	6	0,03921569	
Muestra 18	5	0,03267974	
Muestra 19	4	0,02614379	
Muestra 20	3	0,01960784	
Muestra 21	7	0,04575163	
Muestra 22	6	0,03921569	
Muestra 23	5	0,03267974	
Muestra 24	6	0,03921569	
Muestra 25	4	0,02614379	

## **FÓRMULAS:**

Límite de Control Superior

$$UCL_p = p + Z \sigma_p$$

Límite de Control Inferior

$$LCL_p = p - Z \sigma_p$$

$$\sigma_p = \sqrt{p(1 - p) / n}$$

$p$  = Número total de errores/ Número total de registros

donde:

$p$  = Fracción media de atributos defectuosos en la muestra

$Z$  = Numero de desviaciones estándar ( $Z=3$  para límites del 99.73%)

$\sigma_p$  = Desviación Estándar de la Distribución de la muestra

$n$  = Tamaño de cada muestra

## **CÁLCULOS**

$$p = 119/3825 = 0,03111111$$

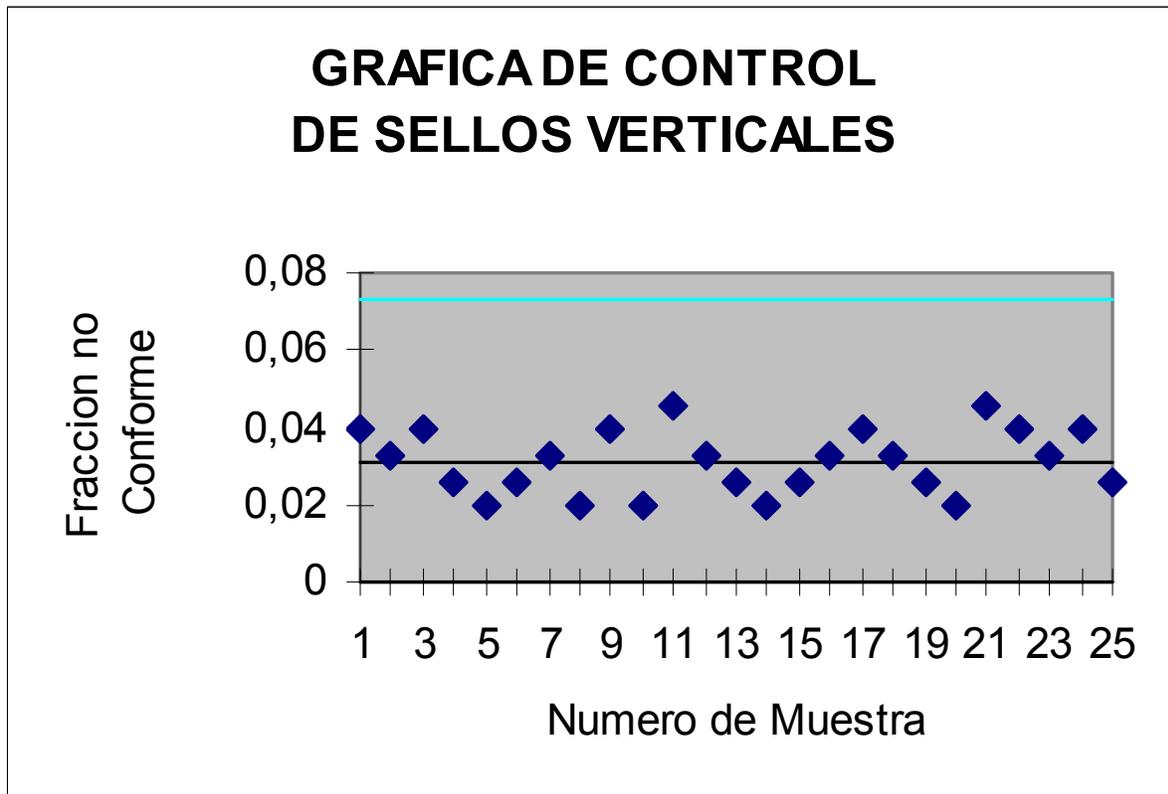
$$Z = 3$$

$$\sigma_p = \sqrt{0,03111111 ( 1 - 0,03111111 ) / 153} = 0,01403618$$

$$UCL_p = 0,03111111 + 3 (0,01403618) = 0,073219659$$

$$LCL_p = 0,03111111 - 3 (0,01403618) = 0$$

Figura 33 Gráfica de control de sellos verticales



**ANÁLISIS:**

En esta gráfica p de los sellos verticales, las muestras tomadas dieron como resultado que la temperatura de las mordazas era variable en el proceso de empacado, y tienen la desventaja de la capacidad limitada de trabajo, y a veces aparecen defectos en el cordón de sellado debido a daños en las placas de sellado, por lo tanto podría afectar en la conservación del producto, siendo una causa común de los operadores no controlen el sellado, contribuyendo a la pérdida de tiempo en el ajuste de maquina empacadora, desperdicio de empaque flexible, y mantenimiento correctivo de las mordazas.

Con lo anterior se concluye que el grafico esta bajo control, ya que oscilan las muestras dentro de los parámetros establecidos por control de calidad y las que no cumplan, se desechan.

#### **4.2 Similitud entre líneas de producción**

Existen otras líneas en la fábrica que tiene el mismo proceso de embalaje para el producto terminado, con los mismos parámetros de calidad, que son verificados por los facilitadores de calidad en el proceso de medir su funcionamiento para darle seguimiento de los programas de calidad, y llegar a la excelencia. Los cuales son los siguientes:

- Línea Corn Chips
- Línea de Tortilla
- Línea de Pellet
- Línea de Sémola

Cada una de ellas tiene diferente producto para fabricar, pero la similitud entre las líneas es la misma.

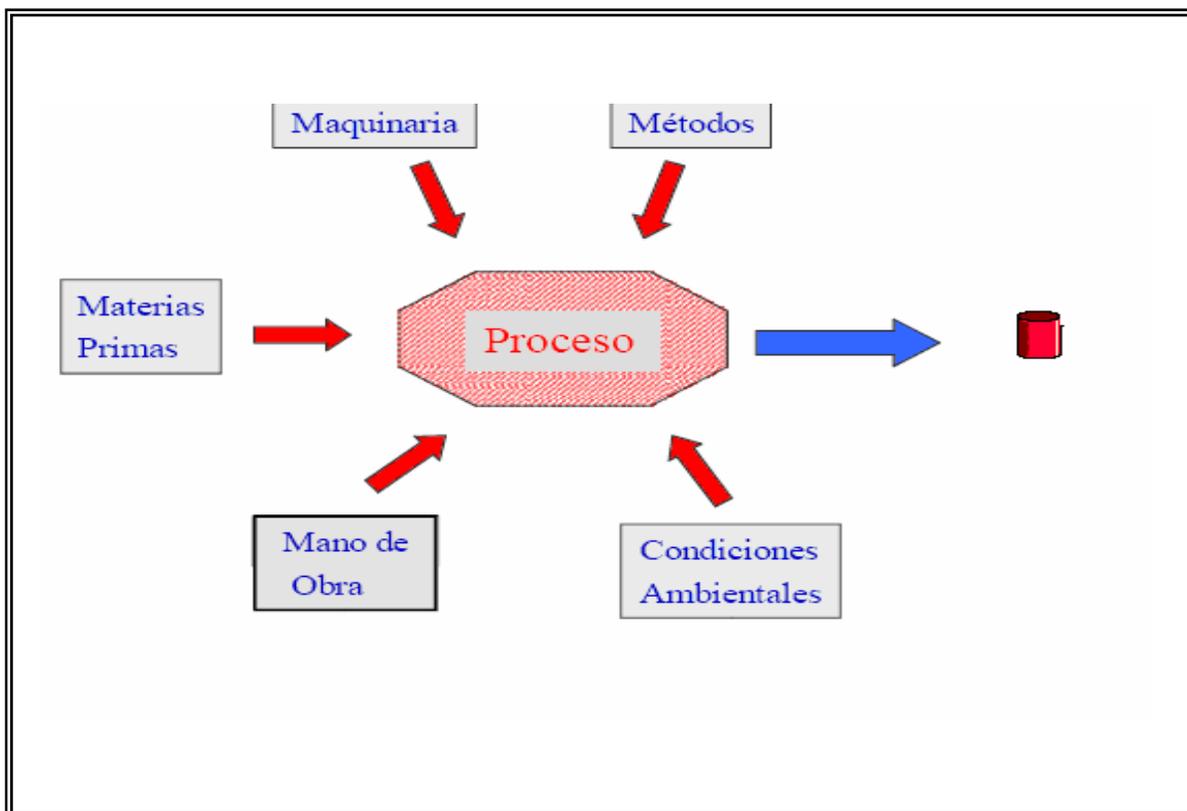
#### **4.4 Establecimiento del material para llevar a cabo los resultados deseados**

Para establecer el material y lograr recolectar los datos necesarios con un análisis mas profundo del funcionamiento y verificación del proceso de empaclado, es indispensable la aplicación de las técnicas estadísticas al control de procesos, presentando consecutivamente la grafica de datos a lo largo de todo el tiempo de producción de snacks. Mejorando el formato de Boleta de Empaque, tiene como objetivo adjuntar análisis que no se hacían por falta de

conocimiento o preparación de los operarios con respecto al mejoramiento de la calidad. Con el objeto de poder muestrear el producto ya empacado y tener así un informe concreto y profundo de las características del proceso (Ver Boleta de Empaque)

Con la integración de elementos que harán sujetar las causas bajo control, es necesario considerar el entorno que influye en el proceso de empacado; entre ellas están:

**Figura 34 Elementos del proceso de empacado**



Podemos considerar que es predecible determinar la satisfacción del cliente final, propiciando una señal estadística cuando aparezcan causas especiales.

Por otro lado, conjunto con el departamento de control de calidad se realizo un estudio actual del Boleta de Empaque, evaluando la posibilidad de mejorar los análisis actuales de los puntos críticos del empaque flexible, dando como resultado que es necesario agregar el análisis de la permeabilidad y el análisis de anaquel.

#### 1. Análisis de permeabilidad

El empaque flexible debe de permitir que el agente esterilizante penetre y salga del paquete mientras que, a su vez, provea una barrera bacteriana realmente efectiva

El flujo del aire o permeabilidad se expresa en litros por minuto cada 100 cm<sup>2</sup>.

Mientras más baja es la cifra, menor será el flujo del aire. El flujo del aire es necesario para asegurar la esterilidad de los contenidos en el envoltorio: cuando la cifra es más elevada, el resultado será mejor.

Los factores que deben considerarse para medir la fortaleza de un envoltorio para la esterilización son tres: resistencia al estallido, desgarró y abrasión.

##### **1. La resistencia al estallido**

Está referida a los pinchazos o posibles punzaduras que producen las esquinas de las bandejas de instrumentos o el instrumental empaquetado. La resistencia al estallido se mide a través del Test de Mullen Bursa.

Este test emplea un aparato con un diafragma expansivo de caucho de 1¼" que empuja progresivamente el material hacia arriba hasta que éste,

literalmente, estalla. La presión requerida se mide en libras por pulgada cuadrada (PSI). Cuanto mayor es el valor, mejor será la resistencia que ofrece el material.

## **2. La resistencia al desgarro**

No es tan importante como la resistencia al estallido porque los test de resistencia al desgarro (test de Elmendorf) solo miden la fuerza que es necesario aplicar para continuar el desgarro, pero una vez que éste ya ha ocurrido.

## **3. La resistencia a la abrasión**

En cambio, es muy importante en dos aspectos: tanto en la resistencia que ofrece el material a la abrasión como en el menor desprendimiento de pelusas o micro partículas. Si el envoltorio de esterilización se desgasta con los roces, el material se debilita y resulta más vulnerable a los agujeros y desgarros.

### **2. Análisis de anaquel**

Es mas sencillo, ya que se evalúa el comportamiento del producto dentro de una cabina que funciona como una maquina del tiempo ya que posee una temperatura especifica, y cada día se va evaluando la hora inicial, final y la humedad que va tomando el producto, durante el tiempo de prueba.

Tiene como objetivo determinar la duración del producto en buenas condiciones dentro del empaque flexible.

También es necesario mencionar que el formato propuesto consta de 12 evaluaciones, tomando una cada hora del turno correspondiente, con un total de 270 muestras. El número de muestras depende de la variable crítica que mas necesita ser controlada, según el análisis de las graficas de control se

determino por ponderación de 10 a 60 puntos, siendo el número de puntos, el nuevo numero de muestras. Como se puede observar en el siguiente cuadro:

**Tabla XVI Nuevo número de muestras, según variable crítica**

<b>VARIABLE CRÍTICA</b>	<b>No DE MUESTRAS</b>
Sello Horizontal	30
Sello Vertical	40
Apariencia	50
Códigos	30
Otros parámetros	60
Análisis de anaquel	30
Análisis de la permeabilidad	30

En el peso, se tomará 5 muestras en total por cada hora que es analizada, ya que presenta menos variabilidad y mas estabilidad en el proceso de empaçado.

Luego, al final de la Boleta de Empaque se estableció un indicador de calidad, que nos servirá para demostrar como se encuentra la calidad por turno en el proceso de empaçado, totalizando el número de verdes (calificación parcial promedio del producto empaçado que se encuentra entre los parámetros permisibles de calidad) dividido el número total de muestras (270).

## **5. MEJORA CONTINUA DE LA PROPUESTA**

En este capítulo se establece el seguimiento y mejora continua para que el sistema de control estadístico no deje de aplicarse y la industria alimenticia obtenga los beneficios esperados

### **5.1 Aplicación del ciclo de la mejora continúa**

La mejora continua busca la retroalimentación de cualquier proceso o sistema, en este caso del sistema de control estadístico de calidad, con el propósito de evaluar el desempeño del mismo y verificar si se está cumpliendo con los objetivos. Algunas veces será necesario modificar partes del sistema o bien buscar herramientas modernas que sirvan de apoyo al mismo. Trabajando permanentemente de esta forma se logrará la calidad de los productos.

Es por eso que en base a los resultados de los gráficos control, es necesario que sean controlados. Como parte de un proceso continuo, los gerentes o encargados deben buscar señales que indiquen que los operarios están realizando el trabajo de control estadístico conscientes de la importancia de la calidad en los productos.

Además, es importante revisar frecuentemente los instrumentos de medición y prueba utilizando en las distintas muestras, ya que un instrumento mal calibrado, da lecturas borrosas y otros pueden dar como resultado mediciones erróneas que indiquen comportamientos irreales en el gráfico.

Los operarios deben de revisar las acciones tomadas a partir del diagnostico de los gráficos de control, pueden determinar la efectividad de los mismos para la mejora de los procesos. Para prevenir la rutina se pueden modificar los gráficos de lugar, cambiar la frecuencia y tamaño de la muestra, rediseñar los formatos para recabar datos en los problemas mas críticos. Si ya se logro estabilizar el proceso, el propósito del grafico ahora es preventivo para que las mejoras logradas sean irreversibles.

Es importante que los operarios reciban periódicamente capacitación acerca del control estadístico. Ya que muchas veces en los cambios de turnos no revisan en que condiciones reciben la maquina empacadora, sin antes realizar un chequeo de la temperatura de las mordazas, del tamaño del formador, tipo de empaque flexible que se va a utilizar (medidas), el estado de las bobinas, el codificador si esta en buen estado, o si tiene tinta para codificar. Todas estas son causas comunes que se pueden mejorar, y concienciar ( cociente ) a los operarios, de la importancia de hacer bien las cosas a la primera, pues no cuentan con un check list ( chequeo de funciones básicas de operación de la maquina ), para empezar a trabajar, ya que durante el turno de trabajo van ocurriendo correcciones, y hasta puede llegar el caso de que exista una pieza en mal estado y por lo tanto puede provocar que la maquina no trabaje hasta que el departamento de mantenimiento realice un diagnostico de las condiciones actuales.

Para esto es, indispensable tomar en cuenta aspectos críticos que frecuentemente se presentan, y se pueden realizar conjunto con la colaboración del operario, un chequeo de referencia rápida de la maquina empacadora, que son los siguientes:

**Tabla XVII Chequeo de referencia rápida de la maquina empacadora**

<b>BOLSAS FUERA DE REGISTRO</b>	Revisar la apertura y cierre de mordazas. Colocación y sensibilidad de la fotocelda, peso de las bolsas. Papel fuera de curso con respecto a la unidad de registro
<b>BOLSAS PEGADAS A LAS MORDAZAS</b>	Revisar acumulación de producto en mordazas o recubrimiento de empaque flexible en la ranura de la mordaza. Deberá estar limpia. Temperatura alta
<b>NO CORTA LA BOLSA</b>	Revisar presión de aire los sistemas de mordazas. Puede ser que las ranuras de las mordazas estén sucias.
<b>PAPEL RASGADO HOYOS EN LA BOLSA</b>	Checar bobina de papel posiblemente este dañada. Es posible que el rodillo alimentador al formador este sucio.
<b>MORDAZAS ABREN ANTES</b>	Revisar sincronización de apertura y cierre de las mordazas. Alineamiento de papel con respecto a la fotocelda y sensibilidad de la misma.
<b>MORDAZAS NO CIERRAN</b>	Revisar la sensibilidad de fotocelda o intensidad de luz. Ajuste de presión de aire. Hay poco producto en el sistema de alimentación de producto.
<b>VARIACIONES DE PESO</b>	Revisar tiempo de descarta de bascula muy largo o muy corto. Tiempo de apertura y cierre del agitador.
<b>SOBRE PESO</b>	Revisar el espesor de producto en tolvas y vibradores, que no exista producto, debajo de la tolva de bascula.
<b>BAJAS DE PESO</b>	Revisar el espesor de producto en tolvas y vibradores, producto adherido en tolva.

Continúa

<b>SELLADO FINAL NO SELLA</b>	Revisar si hay fugas de aire en tubería a mordazas. Hay calor muy alto o muy bajo en las mordazas, y por ultimo limpieza de mordazas.
<b>SELLADO TRASERO NO SELLA</b>	Revisar alineamiento del papel con respecto al traslape. Recubrimiento técnico del papel.
<b>PRODUCTO EN EL SELLADO</b>	Revisar sobrepeso en las bolsas inspeccionar alimentación, Tiempo de apertura y cierre del agitador. Se atora el producto en tolva de llenado y cono del formador debido al producto muy grande.

Luego es indispensable mejorar el formato de Boleta de Empaque que contenga más información para recabar, y así poder realizar un análisis concreto de las condiciones en que se encuentra el producto final, ya empacado antes de llegar al cliente final.

La empresa puede realizar programas de capacitación dentro de ella misma para evitar el desinterés al ir a otro lugar y proporcionar la destreza y habilidad matemática-técnica que se requiere, además a través de dichos programas se educa a los operarios que no están acostumbrados a llevar registros de mediciones y siempre se les reitera la importancia de buscar la calidad al 100% desde el inicio hasta el final de los procesos.

La comunicación con los operarios debe de ser buena y se debe mejorar constantemente, para que estos informen cualquier variación o problema que suceda, de esta manera podrá prevenirse la recurrencia de un mismo problema.

La mejora continua en la calidad produce grandes beneficios para la empresa, se reducen los reprocesos, errores, número de artículos defectuosos, devolución de artículos , quejas de los clientes, costos, además el tiempo de los empleados y maquinas destinados a reprocesar se puede aprovechar para producir mas, atender mejor al cliente y atacar otros problemas incrementando la productividad.

#### **5.1.1.1 Desarrollo del plan para el entrenamiento del personal Operativo**

Todas las empresas organizan sus actividades a lo largo de líneas funcionales. Cada uno de los departamentos resultantes forma a su personal en los conceptos y habilidades necesarias para llevar a cabo sus funciones. Uno de estos es el Departamento de Calidad. Sus miembros están exclusivamente a actividades relacionadas con la calidad y, por tanto su personal tiene un conocimiento relativamente limitado de esta materia.

Es necesario extender la formación sobre temas de calidad al personal de todas las funciones. Para comprender mejor es necesario centrar su formación a todos los Departamentos. Ya que esto influye mucho en los respectivos resultados en cuanto calidad.

Los principales aspectos a ser considerados para el desarrollo del plan de entrenamiento diseñado para las necesidades de la fábrica son los siguientes:

2. Los problemas de calidad y los desafíos a que ha de hacer frente la fabrica.
3. Los conocimientos y pericia, necesarios para resolver esos problemas y vencer es esos desafíos.

4. Los conocimientos actuales de los operarios. Para conocerlos se requiere hacer un inventario que permita descubrir los niveles de conocimientos y habilidades de cada operario.
5. Las instalaciones y cursos de formación ya existente. Aquí se puede incluir las escuelas de aprendices, la formación en el propio puesto de trabajo realizada por los supervisores, la autoformación mediante manuales, los cursos en el departamento de formación de la fábrica.
6. Que es diferente? La mayor parte del personal cree que ya esta haciendo lo necesario para conseguir la deseada calidad. La pregunta crítica que esta en la mente del personal que ha de ser formado es: Que esperan que yo haga en mi trabajo distinto de lo que hago cada día?

Para la planificación del plan de entrenamiento es evidente que va desde los escalones mas altos a los mas bajos de la fabrica, y que cubra los temas empresariales, técnicos, y estadísticos, además de proporcionar un nivel de conocimientos por encima de los necesarios para capacitar al personal para desarrollar las actividades especificas relacionadas con la calidad.

Para esto es necesario responder a las siguientes preguntas:

¿Quién ha de ser formado

Formado, ¿ en que?

¿Donde debemos conseguir el material de formación?

¿Como conseguiremos que los lideres hagan el plan de entrenamiento?

¿Se debe hacerlo en casa o en otro sitio?

¿Cuanto costara?

¿Cuanto durara?

¿Cual será el calendario y las prioridades?

El procedimiento se compuso de las siguientes etapas:

1. Definir el objetivo:

“Hacer que cada nivel de la fabrica sea consciente de sus responsabilidades sobre la calidad “

Incorporar a todos lo miembros de los departamentos, desde los operarios hasta los jefes.

2. Identificar las alternativas que alcanzaran los objetivos

- Mejorar la comunicación entre los diferentes grupos
- Preparar planes escritos para la calidad del empaque flexible
- Fijar un responsable en el departamento de calidad que coordine el desarrollo de los programas de calidad
- Etc.

3. Analizar las alternativas:

Se comparan las alternativas mediante criterios a los que se le asignaron los siguientes pesos:

**Tabla XVIII Ponderación de criterios para el desarrollo del plan de  
entrenamiento**

<b>CRITERIO</b>	<b>PONDERACIÓN</b>
Posibilidad de puesta en marcha	9
Complejión	8
Flexibilidad de formato	4
Niveles de dirección alcanzados	3
Probabilidad de reducir los costes de los fallos internos y externos	2

4. Diseño del plan de entrenamiento definitivo

Los criterios establecen que los cursos deberían:

- a. Crear conciencia de responsabilidad de calidad
- b. Cubrir todas las necesidades de aprendizaje relativas a la conciencia de la calidad
- c. Ser flexibles para poder satisfacer necesidades específicas.
- d. Ser diseñados par poder satisfacer las necesidades especificas
- e. Ser aplicados a personas que requieren conocimiento
- f. Estar limitados en su contenido a llenar necesidades especificas
- g. Ser desarrollados de manera que puedan elegirse variantes especificas para necesidades determinadas
- h. Ser utilizados indistintamente por una persona o por una persona o por pequeños grupos

- i. Tener una duración máxima de dos horas
- j. Poderse realizar cerca del área de trabajo
- k. Ser aplicables justo antes de que se necesite el conocimiento
- l. Tener exámenes antes y después
- m. Tener controlados los costes de desarrollo
- n. Poderse comprobar su calidad, la consistencia de la terminología y el cumplimiento de los objetivos

## 5. Implementación de la solución

La decisión la tiene el equipo de trabajo para desarrollar cada uno de los temas

## 6. Evaluar los resultados

Para evaluar la transferencia de los conocimientos se hace mediante la aplicación de exámenes antes y después de su realización.

Para determinar el análisis de formación se debe de obtener datos es decir “dar la vuelta” por todos los directivos que quieran enviar gente al entrenamiento. Pidiendo a cada uno de ellos que describan que problemas relacionados con la calidad deben resolverse. Con esta información como base, debe discutirse con los especialistas para decidir que herramientas y técnicas se han de incorporar al plan.

Existen cinco elementos que se deben de considerar antes de realizar el plan, y son los siguientes:

- Conciencia de la calidad
- Realidades de la calidad

- Cambio de actitud mediante el estudio de casos
- Herramientas y metodología
- Implantacion

**Tabla XIX Plan de entrenamiento para el personal**

TITULO DEL CURSO	DIRIGIDO A	CANTIDAD DE PERSONAS	HORAS	CONTENIDO
Curso de dirección		8	21	Introducción al control de la calidad, el razonamiento estadístico, aseguramiento de la calidad, desarrollo de nuevos productos, organización y administración del control de la calidad
Curso para Jefes de Departamento	1. Jefes de Departamento 2. Directores de ventas	22 18	18 6	El mismo curso de dirección Introducción al control de la calidad, encuestas de mercado
Cursos para mandos intermedios	Jefe de planta, supervisores,	10	6	Como introducir y promover el control de la calidad
Curso para ingenieros	Jefe de calidad, operarios de línea	8	8	Asisten cursos desarrollados fuera de la fabrica
Curso Intermedio	Personal de diseño e investigación	35	6	Métodos de aplicación de control de calidad, métodos estadísticos, cartas de control, inspección por muestreo, muestreo, etc.

### **5.1.1.2 Verificación de las causas de la mala calidad del empaque flexible**

La naturaleza de la verificación es someter a la decisión de conformidad con la norma que se presenta en forma de lote. El verdadero lote se obtiene de una maquina accionada por un operario que procesa el lote, todo en un estado de control estadístico.

Esta evaluación puede ser descrita como el “acto de la inspección” y consiste en las siguientes operaciones realizadas sobre cada una de las cada una de las características de la calidad.

1. Interpretación de la especificación
2. Medición de la característica de la calidad
3. Comparación de 1 con 2
4. Juzgar con la conformidad
5. Disposición de los casos conformes
6. Disposición de los casos no conformes
7. Registro de los datos obtenidos

Para unas decisiones de conformidad del producto precisa y económicas es muy útil “mantener el orden”. Es decir que el producto debe mantenerse separado en lotes verdaderos o al menos, identificando como de origen común. Esto significa mantener la secuencia en que han sido hechas las distintas porciones del lote. Cualquier pérdida en el orden de fabricación se convierte también en una perdida de algún conocimiento previo.

El principal objetivo de la verificación es determinar la disposición de los productos en base a su calidad. Esta decisión comprende tres decisiones importantes que se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla XX Tipos de decisiones para la verificación de los productos**

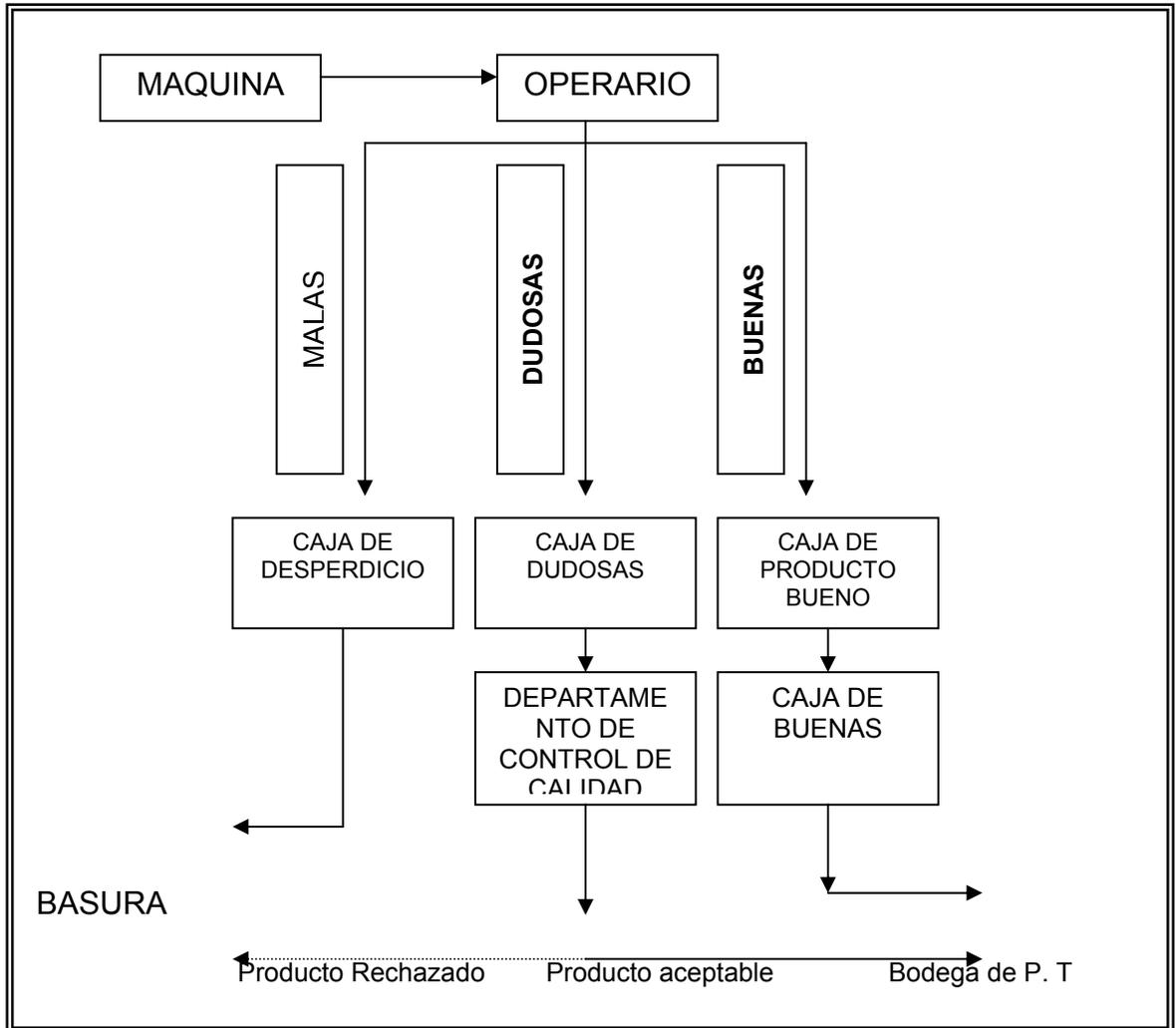
Decisión de la conformidad	Juzgar si el producto es conforme con la especificación
Decisión de la aptitud de uso	Decidir si los productos no conformes tiene aptitud de uso
Decisión de comunicación	Decidir que se ha de comunicar al interior y al exterior de la fabrica

Las estaciones de inspección son habitualmente atendidas por facilitadores a tiempo completo responsables ante el departamento de calidad de los resultados de los análisis del empaque flexible.

En la fabrica los procesos no son estables a lo largo del lote, es necesario hacer un muestreo periódico durante la fabricación, a esto se le llama inspección volante.

Ver el siguiente plan de verificación manteniendo el orden de la fabricación:

**Figura 35 Plan de verificación en el proceso de empackado**



### 5.1.1.3 Recopilación de los datos apropiados

Para la recopilación de los datos apropiados es necesario la preparación de informes ejecutivos sobre la calidad requieren de una precisa coordinación entre fuentes de datos a fin de:

- Normalizar la terminología por lo que respecta a nombres de defectos, y otros que se puedan introducir en el sistema de datos.

- Normalizar las fechas del calendario para definir los intervalos de tiempo (semanas, meses) a que deben de referirse los informes
- Acuerdo sobre la forma de entrega de la información para minimizar los problemas de preparación de los informes ejecutivos finales.
- Definir las responsabilidades de todos los departamentos que han de intervenir.

#### **5.1.1.4 Analizar y desplegar datos**

El origen de los datos que deseamos analizar para resolver problemas de calidad del empaque flexible, es una cuestión muy importante.

Las dos fuentes a las que nos dirigiremos y que son las más habituales son los datos históricos y los datos de experimentos planificados.

Para lograr un proceso completo debe de incluirse una cuidadosa planificación de la recogida de datos, su análisis para sacar conclusiones estadísticas y convertirlos en la respuesta al problema original. La siguiente es una lista de control de algunas etapas claves para lograrlo:

Recoger suficiente información para poder traducir la descripción del problema técnico en una descripción específica que pueda ser evaluada por métodos estadísticos.

Planificar la recogida de datos.

- a. Determinar el tipo de datos necesarios. Los datos por variables (lecturas en una escala de medidas) pueden ser más caros que los datos por atributos (tipo pasa/no pasa), pero la información es mucho más útil.

- b. Determinar si se puede disponer de datos anteriores que puedan ser aplicables al problema actual, pero tener presentes los riesgos de utilizar datos históricos.
- c. Si el problema requiere la evaluación de varias decisiones alternativas, obtener información de las consecuencias económicas de una decisión equivocada.
- d. Si el problema requiere la estimación de un parámetro, definir la precisión necesaria en la estimación.
- e. Determinar si el error de la medición es suficientemente grande como para influir en el tamaño de la muestra en el método de análisis de los datos ;con frecuencia ,los errores de laboratorio pueden reducir la variabilidad experimental
- f. Definir las suposiciones necesarias para calcular el tamaño de la muestra
- g. Calcular el tamaño de muestra necesario tendiendo en cuenta la precisión deseada en los resultados, el riesgo estadístico, la variabilidad de los datos, el error de medición y otros factores.
- h. Definir cualquier requisito necesario para preservar el orden de las mediciones cuando el tiempo sea un parámetro clave.
- i. Determinar cualquier requisito necesario para la recogida de datos en grupo, de manera que reflejen las diferentes condiciones en que serán evaluados.
- j. Definir el método de análisis de los datos y cualquier suposición necesaria.
- k. Definir los requisitos de los programas de ordenador que puedan ser necesarios.

### Recoger los datos

- a. Utilizar métodos que aseguren que la muestra es seleccionada de manera aleatoria.
- b. Registrar los datos y todas las condiciones presentes en el momento de realizar cada observación
- c. Examinar los datos de la muestra para asegurar que el proceso muestra suficiente estabilidad para hacer predicciones validas para el futuro.

### Analizar los datos

- a. Depurar los datos
- b. Evaluar las suposiciones previamente establecidas para determinar el tamaño de la muestra y para analizar los datos. Tomar medidas correctivas (incluidas nuevas observaciones ) si es necesario)
- c. Aplicar técnicas estadísticas para evaluar el problema original.
- d. Determinar si son necesarios datos y análisis posteriores.
- e. Realizar análisis de sensibilidad variando las estimaciones clave de las muestras y otros factores observándolos efectos en las conclusiones finales.

Revisar las conclusiones del análisis de los datos para determinar si se ha evaluado el problema técnico original o si ha sido cambiado para adecuarlo a los métodos estadísticos.

### Presentar los resultados.

- a. Exponer las conclusiones de forma comprensible enfatizando los resultados en función del problema original y no de los índices estadísticos utilizados en el análisis

- b. Si es adecuado, presentar los resultados en forma grafica. Usar métodos estadísticos sencillos en el cuerpo del informe, reseñando los complicados en un apéndice.
- c. Determinar si las conclusiones del problema específico son aplicables a otros o si los datos y los cálculos pueden ser útiles en otros problemas.

#### **5.1.1.5 Comprender y documentar las diferencias**

Las deficiencias del empaque flexible pueden tomar la forma de entregas con retraso, fallos en la utilización, desperdicios o cambios en el diseño. Cada uno de estos resultados de alguna deficiencia del producto o del proceso.

Para documentar las diferencias se apoyara en la documentación escrita, cuya función es guiar y controlar las acciones para el logro de los objetivos y su propósito principal es asegurar que todo el personal y la fábrica estén utilizando los mismos procedimientos e instrucciones en una misma forma consistente.

Para comprender las diferencias es necesario aplicar una herramienta importante para evaluar el rendimiento de una empresa o de un área de trabajo determinada.

La formulación de este indicador responde a un concepto integral de la calidad, ya que no sólo se ocupa de la faz estrictamente productiva, sino también de los aspectos referidos al desenvolvimiento del personal, la optimización en el uso de los recursos y las demás cuestiones que hacen al proceso.

En lo operativo, el desarrollo de esta herramienta permite contar con un valor numérico que refleja el posicionamiento competitivo del área observada.

Con ello se pueden establecer los parámetros mínimos de cumplimiento de calidad, verificar desviaciones improductivas, comparar los desempeños de distintas líneas o equipos, analizar la maduración del sistema de calidad a través del tiempo, etcétera.

El Índice de Calidad es el termómetro que marca la salud del programa de calidad dentro de la empresa.

Si bien no existe una fórmula predeterminada para la conformación del Índice, una buena ponderación podría ser asignar un 40% a la evolución de la eficiencia productiva, 20% a la eficiencia en el uso de los recursos, 20% al nivel de motivación y trabajo del operario y el 20% restante a los indicadores de calidad del producto obtenido.

Naturalmente, esa distribución puede modificarse de acuerdo a las prioridades y necesidades específicas que tenga la empresa a la hora de avanzar en calidad.

En función del Índice de Calidad, es muy positivo que la compañía estudie los mecanismos para valorizar a través de un sistema de premios al mérito del personal afectado a las áreas de la empresa que verifiquen los niveles más elevados de cumplimiento de las metas.

De esa manera se logra una herramienta adicional para la motivación de los operarios.

No obstante, lo recomendable es que los premios no incluyan valores monetarios, sino presentes materiales o de reconocimiento moral (por ejemplo,

un diploma), para no generar expectativas salariales que luego se caigan cuando no consiguen el máximo nivel de calidad.

### **Índice de Calidad (IC)**

Refleja el cumplimiento de objetivos de calidad, eficiencia y productividad en cada área de la empresa. Se fija como meta para fin de año alcanzar un mínimo de 90% en este índice.

$$IC = \frac{\text{No. De entregas en cumplimiento de calidad}}{\text{No total de entregas}}$$

#### **5.1.1.6 Revisión de los problemas y errores**

Los problemas de calidad que se pueden presentar en una fábrica pueden ser de dos clases: crónicos y esporádicos.

##### **Crónicos:**

Se producen una y otra vez porque no se ha hallado la manera de eliminarlos.

Por ejemplo, Nadie se ha preocupado de reducir este nivel de disconformidad, porque la fabrica se ha acostumbrado a vivir con el.

##### **Esporádicos:**

Son el resultado de algunos súbitos cambios adversos. Un cambio de estos podría accionar ciertas señales de alarma que piden una pronta actuación

para restaurar. El personal de producción es responsable absoluto de restituir el statu quo. Para desarrollar esta responsabilidad se requiere que producción:

- Descubra la causa, y elimine la causa.

El diagnóstico de la causa requiere un proceso de solución de problemas. El personal de producción, en virtud de la continuada presencia en la planta de fabricación, puede contribuir aportando teorías sobre las causas, y además, evaluando su probable validez.

En los errores de calidad, contribuye el elemento humano como parte del proceso, contribuye de manera importante en los errores de verificación. Ya que muchas veces la conformidad de los productos y de los procesos se determina mediante mediciones hechas con los equipos. Se deben de establecer programas de calibración para detectar los deterioros, independientemente de los niveles de exactitud tolerables.

#### **5.1.1.7 Comunicar las mejoras a todos los integrantes de la Empresa**

A veces es indispensable realizar campañas intensivas para forzar un rápido logro de mejoras de la calidad. Ante los resultados de baja calidad, en lo primero en que piensan muchos directivos es en que hallaran remedio en programas a corto plazo. Por consiguiente estas campañas deben de ser vistas como una oportunidad para dar a conocer cambios o mejoras para reducir los errores que han perjudicado a la fábrica. Ya que la mayor parte de los defectos son debidos al sistema y, por consiguiente, solo la dirección puede crear las condiciones de mejora. Las mejoras que producen campañas del tipo cero defectos, pueden explicarse mejor, no por una “mejora de la motivación y la actitud” sino por los cambios realmente hechos en el trabajo.

Además las campañas necesitan persistencia para la mejora. Los operarios pueden observar que la culpada de la mala calidad y la responsabilidad de su mejora estaba cargada a sus espaldas, pero sin adecuados medios para lograrla y sin un significativo compromiso por parte de la dirección.

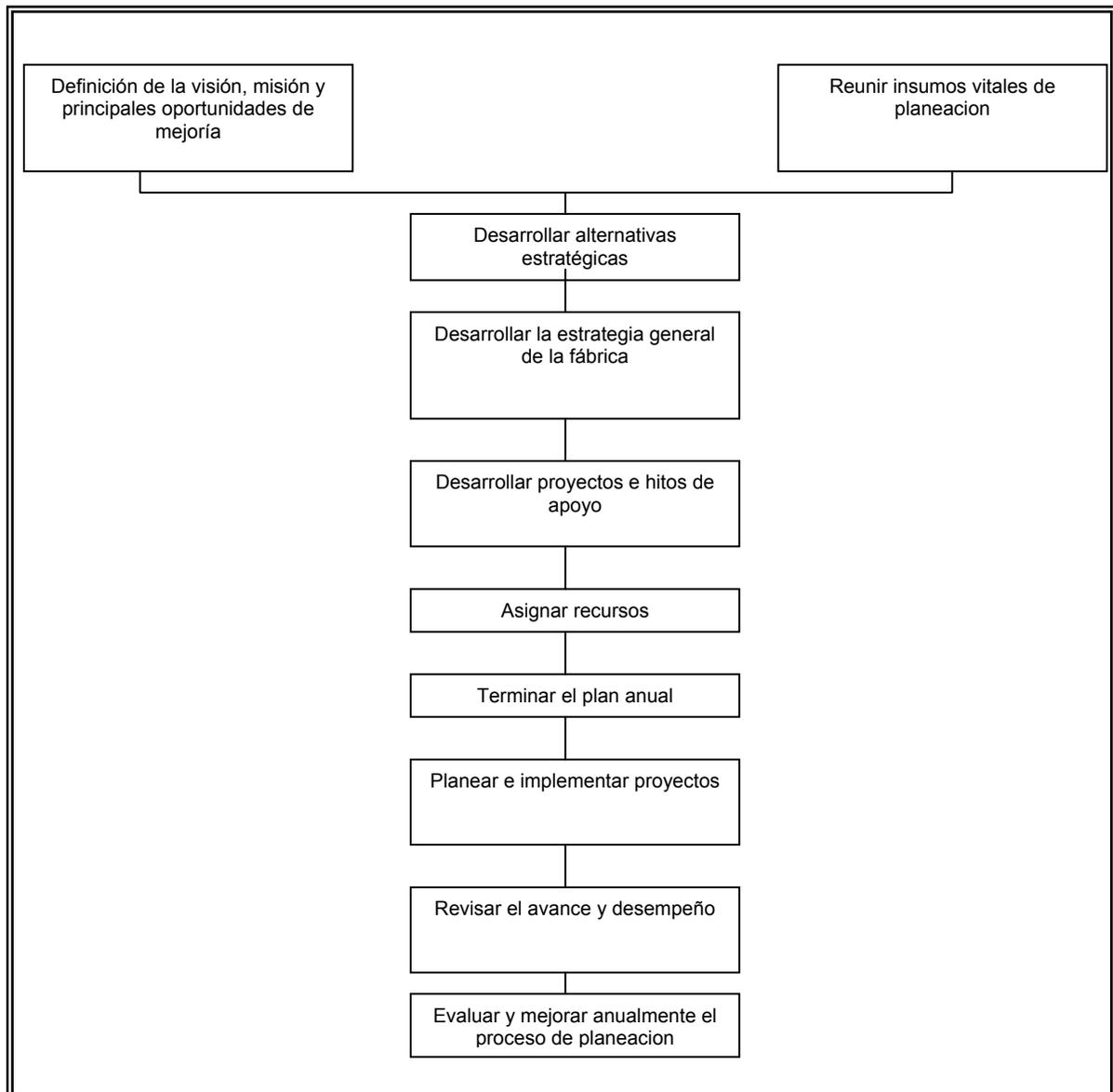
#### **5.1.1.8 Identificar nuevos problemas y proyectos**

Para poder moldear el futuro de una fábrica y administrar el cambio al enfocarse en una visión ideal de cómo debería y podría ser la fábrica a cinco y diez años. Es por eso que es necesaria una programación estratégica. Ya que la estrategia es el patrón de decisiones que determina y revela las metas, políticas y planes de la empresa que sirven para cumplir con las necesidades de sus interesados. A través de la estrategia el negocio crea una ventaja competitiva sostenible. Este proceso de visualizar el futuro de la fábrica y desarrollar procedimientos y operaciones necesarios para conseguir dicho futuro se conoce como planeación estratégica de calidad. Esta permite identificar futuros problemas y proyectos que puedan realizarse sin salirse de los objetivos de la fábrica. Dado que es un procedimiento sistemático para el establecimiento de metas de calidad, esta ocurriría a todos, gerencia superior y empleados y estará enfocada a la manufactura y la tecnología. La tendencia actual es integrar la planeación de la calidad dentro de la planeación normal de la fábrica, reconociendo que la calidad impulsa al éxito financiero y de mercadotecnia.

Para el desarrollo de la estrategia necesita tomar en consideración las necesidades y expectativas del cliente y el mercado; el entorno e la competencia; los riesgos financieros, la capacidad de la empresa, recursos humanos, tecnología y procesos de la fábrica, misión, visión, capacidad de los proveedores, materia prima, etc.

A continuación se presenta el proceso de planeación estratégica de la calidad, que se realizó mediante la consideración de los elementos básicos de una organización para alcanzar las metas.

**Figura 36 Proceso de planeación estratégica de la calidad**



## **5.2 Sensibilización al personal operativo**

Es necesario recurrir a equipos de trabajo para lograr objetivos de calidad para alcanzar la excelencia.

La idea básica de los Círculos de Calidad consiste en crear conciencia de calidad y productividad en todos y cada uno de los miembros de una organización, a través del trabajo en equipo y el intercambio de experiencias y conocimientos, así como el apoyo recíproco. Todo ello, para el estudio y resolución de problemas que afecten el adecuado desempeño y la calidad de un área de trabajo, proponiendo ideas y alternativas con un enfoque de mejora continúa.

En otras palabras los Círculos de Calidad se dan cuenta de todo lo erróneo que ocurre dentro de una empresa, dan la señal de alarma y crean la exigencia de buscar soluciones en conjunto.

### **Definición**

Un Círculo de Calidad es un pequeño grupo de personas que se reúnen voluntariamente y en forma periódica, para detectar, analizar y buscar soluciones a los problemas que se suscitan en su área de trabajo.

La misión de un Círculo pueden resumirse en:

- Contribuir a mejorar y desarrollar a la empresa.
- Respetar el lado humano de los individuos y edificar un ambiente agradable de trabajo y de realización personal.
- Propiciar la aplicación del talento de los trabajadores para el mejoramiento continuo de las áreas de la organización.

Proceso:

El proceso de un Círculo de Calidad está dividido en cuatro subprocesos.

1. Identificación de problemas, estudio a fondo de las técnicas para mejorar la calidad y la productividad, y diseño de soluciones.

En esta etapa los miembros del Círculo de Calidad, se reúnen para exponer todos los problemas, enlistados correspondientes a su área de trabajo -es importante detectar todos los problemas que son percibidos. Una vez que se han obtenido éstos, se jerarquizan por su orden de importancia, siendo relevante que todos los integrantes den su opinión, haciendo valer sus puntos de vista y con la coordinación del líder.

Por consenso se elige el problema de mayor importancia, el cual pasará a ser el proyecto. Posteriormente, se recopilan todos los datos para precisar el problema con orientación hacia su solución. Esta información se analiza y discute. Habiendo elegido la mejor solución o en su caso la primera y segunda alternativa, se elabora un plan de acción correctiva o de mejoramiento.

2. Explicar, en una exposición para la Dirección o el nivel gerencial , la solución propuesta por el grupo, con el fin de que los relacionados con el asunto decidan acerca de su factibilidad.

El plan de acción correctiva o de mejoramiento es expuesto a la Dirección o la Gerencia, para continuar con un diálogo con otras áreas y niveles, involucrándose éstas según lo requiera el análisis. Si existe acuerdo se autoriza la implantación, pero si por alguna causa no se aprueba, se explica al grupo y se les motiva a encontrar otra solución más viable.

3. Ejecución de la solución por parte de la organización general.

El plan de trabajo aprobado es puesto en marcha por los integrantes del Círculo de Calidad con el respaldo y la asesoría de los niveles superiores y en su caso de las áreas involucradas.

4. Evaluación del Éxito de la propuesta por parte del Círculo y de la organización.

Esta parte es muy importante ya que permite constatar aciertos y errores y en consecuencia instrumentar adecuaciones de mejora.

Establecimiento de los Círculos de Calidad:

Para la introducción de los Círculos de Calidad en una empresa se requiere fundamentalmente de llevar a cabo las siguientes fases o etapas:

1. Convencer y comprometer a la Dirección General en el proceso.
2. Establecer la organización necesaria para la administración de los Círculos de Calidad, a partir de una unidad administrativa encargada de coordinar su introducción y operación.
3. Comprometer al sindicato.
4. Desarrollar un plan de trabajo para la introducción de los Círculos de Calidad, a efecto de que éstos formen parte de la operación del negocio.
5. Reglamentar la forma de operación de los Círculos de Calidad.
6. Desarrollar los Sistemas de Apoyo para los Círculos de Calidad.
7. Aplicar programas de capacitación a todo el personal y niveles de la empresa, para que se tenga un conocimiento y metodología de trabajo homogéneos.
8. Disponer de los apoyos didácticos y logísticos para las tareas de los Círculos de Calidad.

Al vender la idea de los Círculos de Calidad, es necesario proceder de arriba hacia abajo. Primero se debe involucrar a los ejecutivos y al sindicato, después a los gerentes de nivel medio y, finalmente, a los empleados.

Posteriormente, durante el establecimiento de los Círculos de Calidad, es conveniente comenzar por el nivel medio capacitando a los gerentes con el fin de que comprendan cuales son los objetivos del programa, la función que Ellos deben desempeñar y los beneficios que disfrutarán.

Después se debe capacitar a los supervisores de primera línea como jefes de los Círculos de Calidad. Finalmente se debe enseñar a los empleados las técnicas para solucionar problemas en grupo y los métodos para la toma de decisiones en conjunto.

Es conveniente establecer un programa piloto, cubriendo departamento por departamento, hasta abarcar toda la empresa. Tres Círculos es un buen número para empezar, se podrán atender adecuadamente y se aprenderá de éstos

La Operación de los Círculos de Calidad:

En la operación de los Círculos de Calidad se distinguen dos etapas:

**Primera Etapa:**

Se ubica en el nivel de los empleados, quienes identifican un problema, lo analizan y presentan una solución a la gerencia mediante un planteamiento viable, estructurado y documentado.

## **Segunda Etapa:**

Se realiza a nivel gerencial, al ser éstos quienes escuchen las propuestas emanadas de los Círculos de Calidad, las evalúan y deciden -por lo general después de dos o tres reuniones- si puede ser puesta en práctica o no. Si la decisión es favorable, elaboran un plan para ejecutar la propuesta y lo ponen en marcha a la mayor brevedad posible.

Posteriormente el ciclo del proceso regresa a su punto de partida, ya que los empleados tienen la responsabilidad de controlar el buen resultado de sus propuestas de vuelta a su área de trabajo.

Organización de los Círculos de Calidad.

Una vez aprobada la decisión de iniciar la formación de los Círculos de Calidad, debe desarrollarse la organización básica para su instalación y operación. Al respecto, se distinguen dos grupos determinantes del Éxito del programa:

- El Comité de Dirección.
- La Oficina de los Círculos de Calidad.

### **Comité de Dirección del Proceso.**

Se forma por los niveles superiores de la organización. Su propósito es coordinar las actividades necesarias para la introducción y mantenimiento en operación de los Círculos de Calidad. Asimismo, decide acerca de la viabilidad de las propuestas que surjan de los propios Círculos de Calidad, y en su caso vigila su instrumentación. Se recomienda que sus integrantes no sean más de 13 personas.

El Comité de Dirección tiene como misión:

- Institucionalizar el apoyo permanente y amplio a los Círculos de calidad.
- Promover la colaboración de todas las áreas de la empresa.
- Apoyar las labores de capacitación para la operación de los Círculos de Calidad.
- Supervisar el programa de inducción y las actividades de la Oficina de los Círculos de Calidad.
- Constituirse en un ejemplo del compromiso de la mejora continua.

#### **Oficina de los Círculos de Calidad:**

Es la encargada de la administración del programa. Debe elaborar el plan de introducción, vigilar su ejecución; también es responsable de la contratación de la asesoría externa que se requiera e instructores. Controla e informa de los avances al Comité de Dirección.

Durante las primeras etapas de introducción del programa no es conveniente utilizar demasiado personal en la Oficina de los Círculos de Calidad. Una sola persona, puede fungir como el administrador del programa y desarrollar la planeación.

Cuando llega el momento de comenzar la capacitación, es necesario contar con otra persona que quizá puede actuar a la vez como instructor y asesor. Con el tiempo, a medida que aumenta el número de círculos, se requerirá de más personal.

Por otra parte, existen personajes encargados del desarrollo de los Círculos de Calidad:

- El Facilitador.
- El Líder del Círculo de Calidad.
- El instructor.
- El experto.

### **El Facilitador:**

El o ella, es el responsable para dirigir las actividades de los Círculos y atender sus juntas. Siendo también miembro de la Oficina de los Círculos de Calidad sirve como un enlace o vía entre los Círculos y el resto de la compañía y reporta a una alta autoridad que apoya la idea de los círculos de control de calidad.

Otras responsabilidades incluyen el entrenamiento de líderes y la formación de otros círculos dentro de la organización. Consigue asistencia técnica externa cuando se requiera.

### **El Líder del Círculo de Calidad:**

El supervisor es el jefe natural del grupo de trabajo y a la vez el símbolo del respaldo de la gerencia. Su ausencia de los Círculos de Calidad, de una u otra forma, es siempre perjudicial para el proceso. Con el tiempo, los integrantes del Círculo de Calidad elegirán al líder que mas prefieran según sus acuerdos; mientras tanto y hasta que esto suceda, el supervisor será el generalmente elegido.

Más adelante después y durante, los supervisores empezarán a comprender el Círculo y no tomarán el liderazgo de otro como una agresión personal, ya que entenderán que la operación y el progreso del Círculo es en mucho su trabajo.

Las actividades del líder comprenden:

- Crear un ambiente en las reuniones que aliente la participación.
- Utilizar técnicas de interacción que dan a cada uno la oportunidad de hablar a fin de que se escuchen todos los puntos de vista.
- Trabajar con el equipo para ayudarles a tomar decisiones sin conflictos.
- Asegurar que alguien se encargue de llevar a cabo las decisiones y acuerdos tomados por el Círculo de Calidad.
- Dar seguimiento a las propuestas y resoluciones tomadas.

**Instructor:**

Organiza y realiza los cursos de capacitación para gerentes, supervisores y jefes de los círculos, así como para los empleados miembros de los círculos y asesores. Inicialmente, los cursos están dirigidos a explicar las funciones de cada quien debe desempeñar dentro del proceso, después la capacitación se orienta al manejo de herramientas y técnicas para la identificación y resolución de problemas.

**Asesor:**

Aconseja a los Círculos y en particular a los líderes, sobre la manera como deben de manejarse las reuniones, solucionar los problemas y hacer la presentación de los casos a la gerencia. El asesor asiste a todas las reuniones de los Círculos que le han sido asignados, se reúne en privado con sus líderes antes y después de cada reunión con el propósito de ayudarles a organizar y evaluar su progreso, y brinda su apoyo en lo que se refiere a material de estudio.

El asesor lleva registro minucioso sobre el progreso de cada uno de los Círculos y sirve también como mediador para tratar de solucionar cualquier

problema que pueda surgir dentro de ellos, o entre ellos y el resto de la empresa. En otras palabras, el asesor es el eje de acción dentro del proceso de introducción de los Círculos de calidad. Un asesor puede trabajar aproximadamente con un máximo de quince Círculos.

El asesor cumple con tres funciones esenciales:

- Vela por que los miembros pongan en práctica lo que han aprendido durante su capacitación y porque reciban la instrucción necesaria "dentro del Círculo" para poder solucionar los diferentes problemas. Esto conlleva igualmente la detección de necesidades de capacitación.
- Controla las actividades del Círculo con el fin de garantizar que los miembros cumplan con las reglas del proceso y no distorsionen su propósito.
- Garantiza que el supervisor no domine y reprima a los demás miembros del Círculo. En cierto sentido, actúa como árbitro dispuesto a intervenir si el supervisor trata de dirigir al grupo en forma tradicional y autoritaria. Por otra parte, actúa como contrapeso, como otro jefe que en términos de estructura, representa otra autoridad, evitando así que el supervisor o líder del Círculo llegue a monopolizar al grupo.

### **El experto:**

Es aquél que por su conocimiento científico o técnico está facultado para dictaminar la factibilidad de la solución o medida propuesta por el Círculo de Calidad.

El Jefe de la Oficina de los Círculos de Calidad (Administrador del Programa) y el Asesor trabajan mejor si sus funciones son independientes. A pesar de ser diferentes, se complementan.

El Jefe de la Oficina de los Círculos de Calidad está orientado hacia las relaciones con el "Alto Mando" a través del Comité de Dirección; también debe cuidar que la Oficina cuente con fondos suficientes para operar. Por su parte, el Asesor debe tener un estrecho vínculo con los líderes y miembros de los Círculos. Su función está dirigida a mantenerse en contacto directo con los empleados.

El Jefe de la Oficina de los Círculos de Calidad necesita del Asesor en su calidad de compañero en quien confían los miembros del Círculo. El Asesor, a su vez, necesita del Jefe de la Oficina de los Círculos de Calidad en su calidad de máxima autoridad en lo que se refiere a las políticas del programa, y como mediador con los niveles administrativos superiores.

Ambiente Idóneo para las Reuniones de los Círculos de Calidad:

El ambiente más adecuado de una reunión es aquel que propicia el que cada miembro esté dispuesto a participar y a aportar. Escuche a los demás y se comprometa de lleno en el trabajo del equipo.

Debe darse un ambiente especial según se trate de:

- Preparación de la Reunión.
- Disposición para escuchar
- Apertura
- Desarrollo de la confianza

### **Preparación de la Reunión:**

La preparación previa es parte vital para el éxito del trabajo en equipo. Si los miembros no están preparados y los documentos no son entregados con la suficiente anticipación, las reuniones pueden desperdiciar un tiempo valioso.

### **Disposición para escuchar:**

Esta es quizá la habilidad más importante para trabajar en equipo. Escuchar es algo que hacemos todos los días; no escuchar es también algo que hacemos todos los días.

En las reuniones, un buen oyente se esforzará por comprender la intención y el contenido de lo que los demás están diciendo, sin distraerse con su estilo de hablar. Debe verse más allá de la forma e ir al fondo de lo expuesto, evitando prejuiciarse por estilos personales.

### **Apertura.**

Un obstáculo para la apertura se encuentra en los intereses ocultos, una razón personal para tratar de manipular la reunión hacia una u otra dirección. Los miembros pueden aprender a reconocer los intereses ocultos en los demás y alentarlos a ser más sinceros. Sin embargo, si todos los miembros hacen el compromiso de ser honestos al participar en el equipo, no habrá intereses ocultos.

### **Desarrollo de la confianza.**

Trabajar en equipo implica un desarrollo paulatino de la confianza de cada miembro hacia sus compañeros. Un ambiente idóneo deberá fomentar esto; no obstante, llevará tiempo lograr que los miembros tengan confianza entre sí.

Consolidación de los Círculos de Calidad:

Puede decirse que los Círculos de Calidad están firmemente establecidos cuando:

1. Cubren la totalidad de la organización en todos los niveles.
2. Son permanentes.
3. Son promovidos, capacitados y sustentados por los niveles medios de la gerencia.

La organización en general,

1. Se dedica al estudio permanente de alternativas para el mejoramiento de la calidad y la productividad, capacita al personal y brinda apoyo técnico.
2. Aplica un sistema de incentivos que reconoce la participación de los empleados en los Círculos de Calidad.
3. Simplifica los procedimientos para la aplicación de las propuestas aprobadas.
4. Lleva el seguimiento y control.
5. Evalúa los resultados de los Círculos de Calidad.
6. El más alto nivel brinda su respaldo a los Círculos de Calidad otorgándoles reconocimiento y facilitándoles los recursos necesarios para su operación.

#### **Indicadores para Evaluar el Alcance y Ritmo del Esfuerzo Inicial:**

- Número de supervisores-jefes capacitados.
- Número de empleados-miembros capacitados.
- Número de Círculos formados.
- Porcentajes de éxito (número de Círculos activos sobre el número total de Círculos creados, número de miembros activos sobre el número total de miembros capacitados y número de jefes activos sobre el número total de supervisores capacitados).

- Porcentaje de voluntarios (número de empleados que se han unido a los Círculos sobre el número de empleados que fueron informados sobre los Círculos de Calidad y que tuvieron la oportunidad de pertenecer a ellos).
- Porcentajes de participación (número de miembros sobre el número total de empleados y número de jefes de grupo sobre el número total de supervisores).

### **Contribuciones de los Círculos**

- Número de presentaciones hechas a la gerencia.
- Tipos de propuestas presentadas.
- Porcentaje de propuestas presentadas (número anual de propuestas presentadas por cada Círculo).
- Porcentaje de propuestas aprobadas (número de propuestas aceptadas por la gerencia).

### **Resultados empresariales**

- Cambio en el porcentaje de producción.
- Cambio en el porcentaje de defectos.
- Cambio en el porcentaje de productos rechazados.
- Cambio en el porcentaje de fricciones.
- Cambio en el porcentaje de tiempo perdido.
- Cambio en el porcentaje de motivos de queja.
- Cambio en el índice de accidentalidad.
- Ahorro calculado en costos.
- Proporción entre los ahorros en los costos y los gastos generados por el programa.

Resultados personales. Cambios en la actitud del personal que puedan atribuirse a la participación en los Círculos de Calidad.

- El proceso de los Círculos de Calidad.
- Su trabajo.
- Ellos mismos.
- Sus compañeros de trabajo.
- Sus supervisores.
- Sus superiores en general.
- La empresa en general.

Finalmente, los logros de los Círculos de Calidad deben publicarse en los boletines de la empresa o fijar en los tableros, de tal manera que los participantes reciban reconocimiento por sus esfuerzos, tanto de la gerencia como de sus compañeros de trabajo, y a la vez conozcan los avances e impacto de las propuestas desarrolladas.

### **5.2.1 Capacitación del personal operativo para el manejo y uso de los Gráficos de control**

Para una mejora continua, tanto el personal operativo como administración requieren de herramientas y conocimientos adecuados. Las personas son el recurso mas valioso de una organización; desean hacer un buen trabajo, pero a menudo no saben como. La administración debe de asumir la responsabilidad de ayudarlos. Todos los empleados deben de capacitarse en herramientas estadísticas para la solución de problemas de calidad. No solo la capacitación da como resultado mejoras en calidad y productividad, sino que eleva la moral de los trabajadores y les demuestra que la empresa esta dedicada a ayudarles y a invertir en su futuro. Además, la

capacitación reduce las barreras entre trabajador y supervisor, dándoles a ambos un mayor incentivo de mejorar aun más.

El personal que se les permita participar tanto en manera individual como en equipo en decisiones que afecten sus puestos y al cliente, puedan aportar contribuciones sustanciales a la calidad. Capacitando a los empleados para pensar de manera creativa y premiando las buenas sugerencias, los administradores pueden desarrollar lealtad y confianza. Esta actitud representa un profundo cambio en la filosofía típica de la gerencia general; la concepción tradicional era que la fuerza de trabajo debía ser dirigida es decir mencionándolo de manera menos formal, la fuerza de trabajo debería dejar su cerebro fuera de la planta.

### **5.2.2 Cooperación del personal operativo**

Los administradores pueden fomentar la cooperación del personal operativo poniendo en marcha sistemas de sugerencia que actúen con rapidez, proporcionen retroalimentación y premien las buenas ideas. Estos sistemas deberán también dar reconocimiento a logros de equipos y de individuos, compartir en toda la organización las experiencias de éxito, alentar la toma de riesgos al eliminar el miedo a equivocarse, promover la formación de equipos de participación de empleados, y dar apoyo financiero y técnico para que los empleados desarrollen sus ideas.

La delegación de autoridad a los empleados, sin limitarlos con reglas burocráticas, para tomar decisiones que satisfagan a los clientes, muestra el mas elevado nivel de confianza. La verdadera delegación de la autoridad solo puede ocurrir en una organización impulsado por el cliente, que adopta ideales de la calidad total. No son suficientes solo buenas intenciones para

fomentar que el empleado se involucre, la tarea de la administración incluye formular sistemas y procedimientos y después implementarlos para asegurar que la participación se convierta en parte de la cultura.

Los empleados con autoridad deben tener la sabiduría de saber que hacer y cuando hacerlo, la motivación para ello y las herramientas correctas para llevar a cabo la tarea. Esto requiere cambios significativos en los sistemas de trabajo.



## CONCLUSIONES

1. Se contribuye a la mejora de la calidad cuando los procesos están en control estadístico, ya que esto refleja que se han tomado las acciones necesarias para reducir o eliminar las variaciones de calidad con base a los resultados de los gráficos de control. La formación del personal con respecto al control estadístico es muy importante, debido a que se logro inspeccionar el producto final y eliminar las unidades que no cumplen con las especificaciones una vez terminado el proceso de empaqueo, previniendo antes y durante del proceso, con el fin de lograr que precisamente estos productos lleguen al consumidor sin defectos.

Así, las variaciones de calidad producidas antes y durante el proceso pudieron ser detectadas y corregidas gracias al empleo de Gráficas de Control y la boleta de empaque propuesta, logrando la colaboración, compromiso y responsabilidad en la toma de mediciones de los operarios y a la vez se mejoro la comunicación con los encargados del departamento de calidad, integrando trabajo en equipo para buscar soluciones a los problemas.

2. Para realizar cursos de acción de calidad, se formularon dos tipos de estrategia, muestrear consecutivamente en la línea de papa, dependiendo del pedido del producto, recurriendo a un informe estadístico y dos , realizar un gráfico para poder desarrollar un formato que reúna mas información congruente, y agregando análisis, que nos permita obtener con claridad los resultados de calidad.

3. Es necesario lograr una graficación correcta de los resultados obtenidos del embalaje del producto estable y, aunque el proceso sea consistente y este funcionando sin causas de variación identificables, el uso de los gráficos de control como parte de un control permanente será de suma importancia para detectar futuras causas de variación y factores que modifiquen la calidad del producto final, en cualquier momento.
4. Lograr la calidad requiere de una amplia variedad de actividades o elementos de trabajo e implica un compromiso total por parte de toda la fábrica y, en consecuencia de este compromiso es la iniciativa de desarrollo de diseños de formatos necesarios para contar con el registro de estos resultados obtenidos.
5. En la variabilidad del proceso de empaclado, influyen varios factores, tanto el empaque flexible como la maquina empacadora debe de estar en optimas condiciones para operar, ya que muchas veces es irresponsabilidad del operario no rectificar la temperatura, el tiempo de apertura y cierre de las mordazas, el tipo de formador que debe de llevar el empaque flexible que vaya a trabajar, y con esto reduce correcciones a tiempo y en operación durante la producción. Ya que se incurre en un reproceso y desperdicio cuando no se concentran estas áreas, para estandarizar los parámetros necesarios de calidad del empaclado.
6. El sistema de control de calidad actual en la fábrica no ha logrado disminuir las variaciones en los distintos procesos, debido a que no se toma importancia a la mejora de la calidad y no se hace llevar la sensibilización a todo el personal involucrado en el proceso de

empacado. Cumpliendo esto nos llevaría a la mejora de la calidad cuando los procesos están en control estadístico, ya que esto refleja que se han tomado las acciones necesarias para reducir o eliminar las variaciones en base a los resultados de los gráficos de control.

7. Utilizando la retroalimentación, por medio de gráficos de control, nos permitirá conocer, y desarrollar soluciones para poder controlar el proceso en el momento que se detecte alguna variabilidad no común en el embalaje, involucrando al operario solventando de la mejor manera, el problema sin incurrir a paro de maquina, falta de conocimiento de panel de control de temperatura, o aumentar el tiempo no productivo.



## RECOMENDACIONES

1. Formar constantemente tanto a los facilitadores de calidad, como a los operarios de las maquinas empacadoras, para la utilización y comprensión de la importancia de los gráficos de control, con esto logrando un análisis que reflejen un criterio correcto y unificado por parte de los elementos que intervienen dentro del sistema de control de calidad.
2. Llevar a cabo monitoreo permanente a clientes o consumidores con el objeto de identificar el grado de aceptación del producto y determinar que tipo de mejoras se deben implementar dentro del proceso de empaclado, para contar con un producto fresco y sano, y siempre orientado a las necesidades del cliente.
3. El sistema de control de calidad, debe ser revisado por lo menos una vez cada seis meses, ya que se considera un tiempo prudencial y lógico para alinear las actividades y hacer mejoras durante la implementación del control estadístico del empaque flexible, y por lo tanto se puede ir considerando la renovación de políticas y objetivos de calidad que sean alcanzados, retroalimentando continuamente el sistema de control estadístico, eliminando la inspección en puntos donde no es necesario, revisando los planes de muestreo y los límites de control.

4. Como parte de una estrategia de calidad, se recomienda analizar nuevamente los registros de control de calidad del departamento, tanto datos históricos como los registros, esto nos servirá para rectificar e identificar fallas del sistema de control de calidad antiguo, para tomar las decisiones correctivas respectivas.
  
5. El equipo de laboratorio debe mantenerse en las condiciones óptimas para que las mediciones sean exactas y no se obtengan resultados alejados de la realidad.
  
6. Los encargados de producción deben actualizarse, a través de seminarios y talleres que proporcionen la información necesaria del control estadístico de calidad y de otras herramientas o sistemas que puedan implementarse, de esta forma se podrán mejorar continuamente los procesos y la calidad de los productos.

## BIBLIOGRAFÍA

1. ARMAND V. FEIGENBAUM, **Control total de la calidad**. 3ª. Edición, México 2001, CECSA
2. J.M. JURAN, FRANK M GRYNA, **Manual de control de calidad**. 4ª. Edición, España, McGrawHill, Volumen I y II.
3. JAMES R, EVANS, WILLIAM LINDSAY, **Administración y control de la calidad**. 4ª. Edición, México, 1999, INTERNATIONAL THOMPSON EDITORES.
4. WALTON, MARY, **Como administrar con el método Deming**. Barcelona, 1988.
5. A. ACLE TOMASINI, **Planeacion estratégica de la calidad**. 6ª. Edición, Argentina, Grijalva, 1990.
6. LEAVENWORTH, RICHARDS Y OTROS, **Control estadístico de calidad**. Sexta Edición México: Editorial Continental S.A. 1994
7. GUTIERREZ, HUMBERTO, **Calidad total y productividad**. México: Editorial Mc Graw Hill , 1997.



## **APÉNDICE**



## **ANEXO**



