



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

**DETERMINACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL  
EN LA RECEPCIÓN DE ENVASES DE VIDRIO DE  
50 ML EN LA INDUSTRIA COSMÉTICA GUATEMALTECA**

Juan Carlos Ramos Solares

Asesorado por Inga. Alba Maritza Guerrero Spínola de López

Guatemala, octubre de 2005

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**DETERMINACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL  
EN LA RECEPCIÓN DE ENVASES DE VIDRIO DE  
50 ML EN LA INDUSTRIA COSMÉTICA GUATEMALTECA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN  
PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA  
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**JUAN CARLOS RAMOS SOLARES**

ASESORADO POR  
INGA. ALBA MARITZA GUERRERO SPÍNOLA DE LÓPEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2005

# UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



## FACULTAD DE INGENIERÍA

### NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	Ing.	Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I:		
VOCAL II:	Lic.	Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III:	Ing.	Julio David Galicia Celada
VOCAL IV:	Ing.	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.	Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR:	Ing.	Byron Gerardo Chocooj Barrientos
EXAMINADOR:	Ing.	Marlon Rolando Girón Avalos
EXAMINADOR:	Ing.	César Ernesto Urquizú Rodas
SECRETARIO:	Ing.	Carlos Humberto Pérez Rodríguez

## **HORABLE 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:

### **DETERMINACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL EN LA RECEPCIÓN DE ENVASES DE VIDRIO DE 50 ML EN LA INDUSTRIA COSMÉTICA GUATEMALTECA**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial con fecha abril de 2005

Juan Carlos Ramos Solares

## **ACTO QUE DEDICO A**

### **DIOS**

#### **MIS PADRES**

Carlos Estuardo Ramos Barrios  
Karin Lisette Solares Argueta de Ramos

#### **MIS ABUELOS**

Alicia Virginia vda. de Solares  
Lic. Marco Antonio Ramos Gálvez  
Anita Elizabeth Barrios de Ramos

#### **MIS HERMANOS**

Pablo Estuardo Ramos Solares  
Paola Liseth Ramos Solares

#### **MI FAMILIA**

Mis tíos, tías, primos y primas

#### **MIS AMIGOS**

Roberto Tucubal, Luis Abel Gómez, Enma Padilla,  
Juan Carlos Gálvez-Sobral, Julio González,  
Marlon de León, Omar Lima, Lizet Serech, Manuel  
Tello y Rosanelly Ortiz.

#### **MI NOVIA**

Ericka Waleska López Ramos

## **AGRADECIMIENTOS A**

### **DIOS**

Por su amor, gracia y misericordia derramadas en mi persona, pero por sobre todo, por su fortaleza en todo tiempo. *“Todo lo puedo en Cristo que me fortalece”* Filipenses 4:13.

### **MIS PADRES**

Por su ayuda incondicional, paciencia, amor y el esfuerzo empleado para sacarme adelante, por transmitir su sabiduría y temor a Dios y hacer de mi una mejor persona cada día, Dios los bendiga hoy y siempre.

### **MIS ABUELOS**

Betty y Maco por estar pendientes de mí y a Vicky por los valores que me inculcó, por ser un apoyo permanente y constante en mi vida, Dios me ayude a devolverle todo lo que hizo por mi persona.

### **MIS HERMANOS**

Por ser parte especial de mi vida y armarse de paciencia en mi desesperación, estarán siempre en mi mente y en mi corazón.

## **MIS TÍAS**

Judy y Silvia, por sus constantes oraciones, Lucky por el tiempo y recursos extra dedicado hacia mí, Dios se lo pague con creces, Betty por preocuparse tanto por mí, que pareciera ser mi tercera abuela.

## **MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS DE UNIVERSIDAD**

Especialmente a Enma Padilla, Marlon de León, Luis Abel Gómez, Lizet Serech, Omar Lima, Ana Maria Matheu, Juan Carlos Gálvez-Sobral, Julio González, por estar conmigo en esos momentos de perseverancia.

## **MI NOVIA**

Por su paciencia a toda prueba, amiga ideal, compañera de fórmula, por todo lo que aprendí de ella y especialmente por su amor incondicional.

## **MI FAMILIA**

Por su constante oración hacia mí.

## **MI ASESORA**

Inga. Alba Maritza Guerrero Spínola de López por el tiempo dedicado a revisar este trabajo y por el conocimiento que imparte sin egoísmo. Una profesional digna de imitar.

**UN AGRADECIMIENTO ESPECIAL A**

Ing. César Akú, Ing. Danilo González, Ing. Francisco Gómez

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA, EN ESPECIAL A LA ESCUELA DE MECÁNICA  
INDUSTRIAL**



# ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	<b>V</b>
<b>LISTA DE SIMBOLOS</b>	<b>VIII</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>IX</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>XIII</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>XV</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>XVII</b>
<b>1. ANTECEDENTES</b>	
1.1. Marco conceptual.	1
1.1.1. Definición de gráficos de control	1
1.1.1.1. Tipos de gráficos de control	2
1.1.1.1.1. Gráficos de control por variables	2
1.1.1.1.2. Gráficos de control por atributos	3
1.1.1.2. Límites de control	3
1.1.1.3. Gráfico p	4
1.2. Antecedentes históricos	4
1.3. Descripción del envase	5
1.4. Características del envase	6
1.4.1. Clases de envases de vidrio	6
1.4.2. Clasificación de los vidrios	7
1.4.3. Ventajas y desventajas del envase	7
1.4.3.1. Ventajas	8
1.4.3.2. Desventajas	8
1.5. Descripción del mercado.	9

1.6.	Estadística	10
<b>2.</b>	<b>SITUACIÓN ACTUAL</b>	
2.1.	Sistema de control de calidad en bodega de empaque	11
2.2.	Recepción de envases.	11
	2.2.1. Procedimiento de recepción de envases	11
	2.2.2. Flujograma de recepción de envases.	12
2.3.	Manejo de los envases.	14
	2.3.1. Procedimiento de manejo de envases	14
	2.3.2. Flujograma de manejo de envases	14
2.4.	Serigrafía del envase.	16
	2.4.1. Procedimiento de Serigrafía del envase	16
2.5.	Material de empaque	17
	2.5.1. Funciones del empaque	17
	2.5.2. Ventajas y desventajas del empaque usado.	18
2.6.	Tipos de defectos de los envases de 50 ml.	18
2.7.	Estadística	19
	2.7.1. Gráfico de Pareto	19
	2.7.2. Estratificación	20
<b>3.</b>	<b>PROPUESTA DE SOLUCIÓN</b>	
3.1.	Determinación del tamaño de la muestra.	21
3.2.	Inspección por número de defectos.	21
	3.2.1. Gráfico de control por atributos	23
	3.2.1.1. Interpretación del gráfico de control	24
	3.2.1.1.1. Gráfico $p$	25
	3.2.1.1.2. Gráfico $np$	26
	3.2.1.2. Nivel de aceptación de los envases	27
	3.2.1.3. Nivel de rechazo del envase	28

3.2.2. Estratificación	28
3.2.3. Diagrama de Pareto	29
3.2.4. Diagrama de Ishikawa	32
<b>4. IMPLEMENTACIÓN</b>	
4.1. Procedimiento de muestreo según Norma MIL-STD-105D	35
4.1.1. Decisión del Nivel aceptable de calidad (NCA)	35
4.1.2. Decisión del nivel de inspección	36
4.1.3. Determinación del tamaño del lote	38
4.1.4. Consultar tabla para encontrar letra código correspondiente al tamaño de la muestra	38
4.1.5. Defina el tipo de plan de muestreo	39
4.1.6. Consulte la tabla que corresponda para definir el plan de muestreo.	41
4.1.7. Descripción de la Norma MIL-STD-105D	43
4.1.8. Nivel aceptable de calidad	44
4.1.9. Inspecciones	44
4.1.10. Procesos	44
4.2. Curva ARL	46
4.3. Curva OC	47
4.4. Formato de retroalimentación	48
4.4.1.1. Hoja de Inspección	48
4.4.1.2. Hoja de Validación	48
4.4.2. Diseño de formato	49
4.4.3. Clasificación de los defectos	52
4.5. Registro de deficiencias	52

<b>5. SEGUIMIENTO Y MONITOREO</b>	
5.1. Lluvias de ideas.	53
5.2. Entrevistas con empleados	54
5.3. Elaboración de hojas de verificación	54
5.3.1. Determinación de patrones	56
5.4. Estratificación	57
5.5. Diagrama de Pareto	58
5.6. Diagrama de Ishikawa	59
5.7. Indicadores	60
5.7.1. Fracción de defectuosos (p)	60
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>61</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>63</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>65</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>67</b>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1. Gráfico por variables	2
2. Gráfico por atributos	3
3. Límites de un gráfico de control	4
4. Envases de 50 ml.	6
5. Flujograma de funciones cruzadas del procedimiento de recepción de envases	13
6. Flujograma de funciones cruzadas del procedimiento de manejo de envases	15
7. Mesas para pintado manual de envases cilíndricos	16
8. División del gráfico de control en desviaciones estándar ( $\sigma$ )	25
9. Gráfico p (fracción de defectuosos)	26
10. Gráfico np (cantidad de defectuosos)	27
11. Estratificación de los quebrados	29
12. Gráfico de Pareto	31
13. Gráfico de Pareto aplicando la regla 80-20	32
14. Diagrama de Ishikawa	34
15. Curva ARL	46
16. Curva OC	47
17. Hoja de Inspección	50
18. Hoja de Validación	51
19. Resultado de entrevista	54
20. Hoja de verificación	56

21. Estratificación de datos	57
22. Gráfico de Pareto del seguimiento y monitoreo	58
23. Diagrama de Ishikawa del seguimiento y monitoreo	59

## TABLAS

I. Letras código para el tamaño de las muestras	40
II. Tabla maestra para inspección normal (muestreo sencillo)	42
III. Tabla maestra para inspección severa (muestreo sencillo)	66
IV. Tabla maestra para inspección abreviada (muestreo sencillo)	67
V. Tabla maestra para inspección normal (muestreo doble)	68
VI. Tabla maestra para inspección normal (muestreo múltiple)	69

## LISTA DE SÍMBOLOS

$\sigma$	Sigma
$\beta$	Beta
<b>LCS</b>	Límite de control superior
<b>LCI</b>	Límite de control inferior
<b>ml.</b>	Mililitro
<b>°C</b>	Grados Celsius
<b>NCA</b>	Nivel de calidad aceptable



## GLOSARIO

### **Aditivos**

Elementos naturales o químicos que se añaden a un producto para añadir o potenciar alguna de sus características. Se utilizan en los lubricantes, combustibles, líquidos refrigerantes, etc.

### **Control estadístico**

Es la condición que describe un proceso del cual todas las causas especiales han sido removidas, se evidencia en una gráfica de control que no tenga puntos fuera de los límites de control y patrones o tendencias no aleatorias dentro de los límites de control.

### **Desviación estándar**

La desviación estándar nos dice cuánto tienden a alejarse los puntajes del promedio. De hecho, específicamente, la desviación estándar es "el promedio de lejanía de los puntajes respecto del promedio".

**Distribución binomial**

En estadística la distribución binomial es una distribución de probabilidad discreta describiendo el número de éxitos de  $n$  experimentos independientes con probabilidad  $p$  de un éxito.

**Esterilización**

Es el proceso de eliminación de toda forma de vida, incluidas las esporas. La esterilización es un término absoluto que implica pérdida de la viabilidad o eliminación de todos los microorganismos contenidos en un objeto o sustancia, acondicionado de tal modo que impida su posterior contaminación.

**Impermeable**

Que impide el paso de la humedad.

**Media**

Una media, en matemáticas, es un promedio de un conjunto de números.

**Polimerización**

Reacción química por la que se forman grandes moléculas lineales, polímeros, por combinación de moléculas pequeñas, monómeros. Si las cadenas lineales de polímeros se unen entre sí

mediante enlaces químicos, se forman polímeros entrecruzados.

### **Sigma ( $\sigma$ )**

Es la letra griega utilizada para designar un estimado de desviación estándar.

### **Vidrio Borosilicato**

Vidrio que contiene Boro, lo cual lo convierte en vidrio neutro. Se utiliza normalmente para envases farmacéuticos, tales como: productos de laboratorio, frascos para inyectables, ampolletas, etc.

### **Vidrio Calizo**

El vidrio más ampliamente utilizado para envases de vidrio. El vidrio calizo es utilizado extensamente en envases tan diversos tales como alimentos, vinos, licores, cerveza, agua, productos farmacéuticos, cosméticos y perfumería, refrescos, etc.

### **4 Sigma**

Índice de capacidad que permite 6,210 errores por millón de operaciones.



## RESUMEN

El contenido que se refiere en este trabajo de graduación contiene conceptos esenciales de los gráficos de control, características del envase que se tratará, descripción del mercado y nociones básicas de estadística.

También se presenta una exploración de la situación actual de la recepción y manejo de envases, la serigrafía del envase, material utilizado para el empaque y los tipos de defectos en los envases.

Después, se da a conocer la propuesta de solución empleando como instrumento el estudio los gráficos de control ideados por Shewhart, presentando planes de control en la recepción de envases de vidrio de 50 ml. en la industria cosmética guatemalteca.

Se expondrá la norma MIL-STD-105D como procedimiento de muestreo para la implementación de un sistema de control eficiente y por último para llevar un mejor control, se llevará a cabo hojas de verificación de los envases de 50 ml.



# OBJETIVOS

## General

1. Implementar un sistema de control de calidad en una Industria Cosmética, apoyándose en gráficos de control, a través de un estudio estadístico.

## Específicos

1. Establecer por medio de los gráficos de control los límites superior e inferior, para así poder determinar un sistema de recepción de envases de vidrio de 50 ml.
2. Sugerir puntos de control para gráficos variables.
3. Formar un criterio de aceptación o de rechazo de los envases de vidrio de 50 ml.
4. Reducir el número de artículos defectuosos por medio de la investigación de las posibles causas que hacen que el proceso no este bajo control.
5. Describir y analizar el sistema de control de recepción de envases de 50 ml. con la ayuda de la curva OC.

6. Calcular el nivel promedio de la calidad a través de los gráficos de control.
7. Mejorar la calidad del producto, para ser más competitivos en el mercado.



## INTRODUCCIÓN

La industria de cosméticos, en Guatemala, se enfrenta a un gran desafío, la competitividad entre ellos, ya que en el mercado hay empresas que tienen más de 30 años, lo cual hace que tengan una gran experiencia en el comportamiento de los consumidores de sus productos; tal situación obliga a buscar medios que permitan el mejoramiento continuo de la calidad de los cosméticos.

En la industria que será objeto de estudio, se llenan colonias de distintas formas y fragancias, enfocadas al cliente de acuerdo al estudio de mercado, que el departamento de mercadeo realiza cada cierto tiempo. Al obtener la información se procede según la demanda de colonias que haya en el mercado, surtiendo primero las que sean de mayor demanda. Una de las presentaciones que esta industria cosmética tiene es el envase de 50 ml. el cual ha presentado defectos con mayor frecuencia.

Esta investigación ayudará a los profesionales de esta industria a determinar cuándo emprender acciones para ajustar su proceso de recepción de envases, si es que éste se ha salido de control, tolerar una cantidad mínima de artículos con defectos y orientar, efectivamente, su sistema de control en la recepción de envases de vidrio de 50 ml, ayudando, así, a mantenerse dentro de estándares de calidad y pudiendo con esto ser competitivo.

# 1. ANTECEDENTES

## 1.1. Marco conceptual

Los gráficos de control fueron ideados por Shewhart durante el desarrollo del control estadístico de la producción. Han tenido una gran difusión siendo ampliamente utilizados en el control de procesos industriales. Sin embargo, con la reformulación del concepto de calidad y su extensión a las empresas de servicios y a las unidades administrativas y auxiliares, se han convertido en métodos de control aplicables a procesos llevados a cabo en estos ámbitos.

### 1.1.1. Definición de gráficos de control

Un gráfico de control es una herramienta de calidad, estadística utilizada para evaluar la estabilidad de un proceso. Permite distinguir entre las causas de variación. Todo proceso tendrá variaciones, pudiendo éstas agruparse en:

- Causas aleatorias de variación. Son causas desconocidas y con poca significación, debidas al azar y presentes en todo proceso.
- Causas específicas (imputables o asignables). Normalmente no deben estar presentes en el proceso. Provocan variaciones significativas.

Las causas aleatorias son de difícil identificación y eliminación. Las causas específicas sí pueden ser descubiertas y eliminadas, para alcanzar el objetivo de estabilizar el proceso.

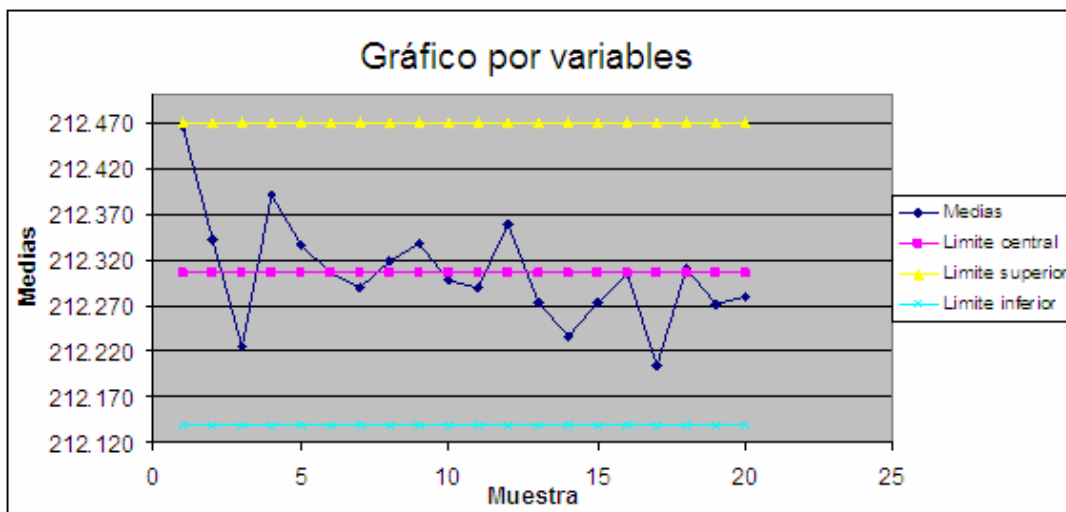
### 1.1.1.1. Tipos de gráficos de control

Los gráficos de control se dividen en dos, gráficos de control por variables y gráficos de control por atributos.

#### 1.1.1.1.1. Gráficos de control por Variables

Una característica de calidad que es expresada en términos de una escala numérica es llamada, de datos variables, que a su vez pueden ser de media y rango, mediana y rango, y valores medidos individuales. Los datos de los gráficos de control por variables usualmente son tomados en muestras. El control se realiza sobre características medibles (cuantificables).

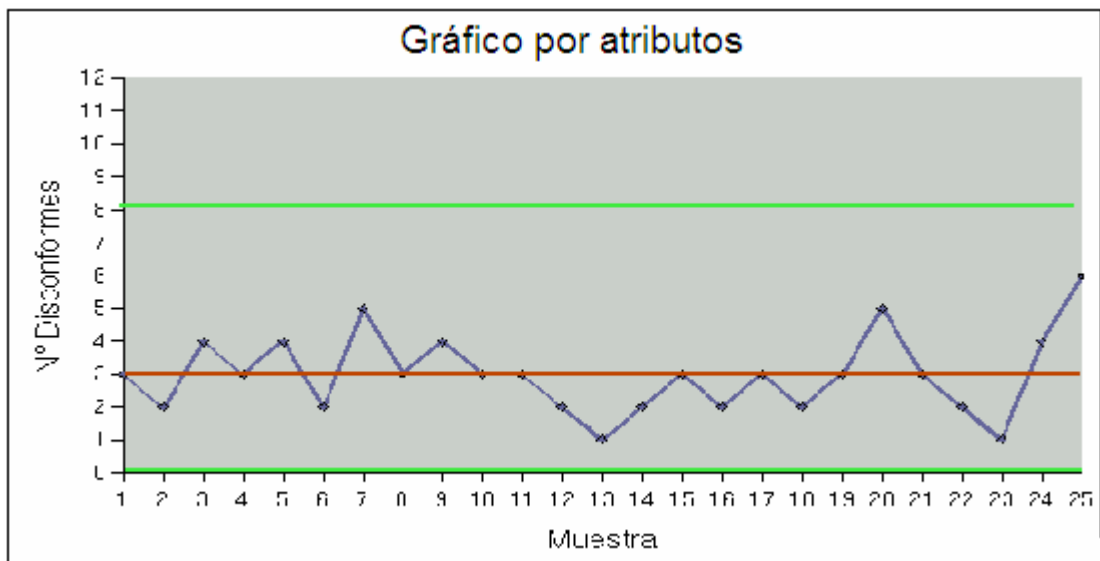
**Figura 1.** Gráfico por variables



### 1.1.1.1.2. Gráficos de control por atributos

Una característica de calidad que no es expresada en términos de una escala numérica, pero se expresa en forma de conformidad y no conformidad de las especificaciones, es llamada de datos por atributos, del estilo aceptable / inaceptable, sí / no. El control se realiza sobre características no medibles (cualitativas).

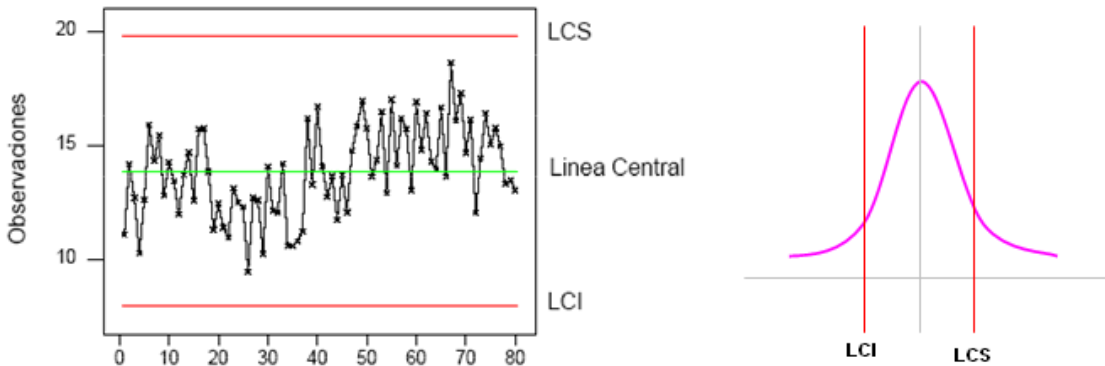
**Figura 2.** Gráfico por atributos



### 1.1.1.2. Límites de control

Los límites en un gráfico de control son usados para evaluar si las características de calidad tienen un comportamiento inusual, por ejemplo si esta fuera de control. Los gráficos contienen una línea central que representa el valor medio de la estadística representada y dos límites, denominados límite de control superior (LCS) y límite de control inferior (LCI). Los límites anteriormente mencionados son los que están obligados a definir las características de calidad y si esta en control estadístico.

**Figura 3.** Límites de un gráfico de control



### 1.1.1.3. Gráfico p

Un diagrama p muestra variaciones en la fracción defectuosa de la producción. La línea central del diagrama es una estimación de la fracción defectuosa del proceso, y los límites de control superior e inferior son por lo general límites 3 sigma. La distribución binomial es la que se asume para el número de defectuosos en una muestra.

## 1.2. Antecedentes históricos

La empresa en cuestión esta dedicada a la fabricación de cosméticos y productos de higiene y tocador, desde el 10 de noviembre de 1981, con capital guatemalteco.

La casa matriz cuenta con una planta de producción y tiendas de contado localizadas en las zonas capitalinas número 1, 7 y 13, Villa Canales, en el departamento de Petén y en toda Centroamérica.

Su fuerza laboral es de aproximadamente 400 empleados, distribuidos en los departamentos de Ventas, Mercadeo, Financiero, Control de Calidad, Administración y Recursos Humanos.

La casa matriz tiene una capacidad instalada de producción suficiente para el mercado centroamericano.

La compañía tiene una adecuada participación en el mercado guatemalteco y centroamericano, y esto está respaldado por estudios realizados por una empresa externa, la cual confirma la 2da. posición a nivel nacional en lo que a ventas se refiere.

Tiene a la venta dentro de la variedad de productos que se ofrecen al mercado a través de sus catálogos los siguientes: fragancia masculina y femenina, shampoos, cremas, talcos, tratamientos especiales, cosméticos, jabones, entre otros.

### **1.3. Descripción del envase**

En la industria de cosméticos, el vidrio es utilizado en productos en los cuales se desea obtener un excelente efecto estético, o cuando se requiere evitar incompatibilidad entre el contenido y el material de empaque.

En este caso las colonias serán de 50 ml. cuya fragancia en su mayoría por el volumen del contenido son femeninas, y normalmente envasadas en botellas de vidrio aprovechando la versatilidad que este brinda para obtener una muy buena calidad de diseño.

**Figura 4.** Envases de 50 ml.



#### **1.4. Características del envase**

El vidrio puede definirse físicamente, como un líquido rígido, subenfriado sin un punto de fusión definido y con una viscosidad lo suficientemente elevada para evitar la cristalización.

El vidrio tiene muchos usos debido a su transparencia, a su alta resistencia al ataque químico, a su eficiencia como aislante eléctrico y a su capacidad para contener un vacío.

El envase por ser de vidrio, no se deteriora con el tiempo, si su cierre es adecuado y constituye una barrera frente a condiciones ambientales, excepto frente a la luz.

##### **1.4.1. Clases de envases de vidrio**

Dependiendo del proceso de fabricación pueden ser de dos tipos:

- **Obtenidos por moldeo:** presentan una buena resistencia mecánica y su costo es relativamente bajo. Tienen el inconveniente de ser relativamente pesados y su espesor sobre todo en el fondo, es variable.
- **Obtenidos por estiramiento:** se fabrican a partir de tubos; son muy livianos de paredes regulares y su costo es superior al obtenido por moldeo. En general la mayor parte de los envases cosméticos se obtienen por este proceso

#### 1.4.2. Clasificación de los vidrios

Las varias farmacopeas: Americana, Británica, y Europea, definen los vidrios utilizados así:

- **Tipo I** Neutro o borosilicato. Es el tipo de vidrio más resistente a choques térmicos y el más durable. Es utilizado generalmente para la fabricación de utensilios de cocina, equipo de laboratorios y otros.
- **Tipo II** Es el vidrio calizo especialmente tratado para incrementar su resistencia química y tener una reducida superficie alcalina. Se usa para la fabricación de botellas de plasma y equipo medico.
- **Tipo III** Es vidrio calizo sin el tratamiento desalcalinizador dado al vidrio tipo II. Este es el vidrio usado generalmente con propósitos de empaque.
- **Tipo IV** Es vidrio calizo, el cual tiene cualidades de alta resistencia mecánica y química, calidad deseable para la fabricación de envases de gran tamaño. Se le conoce como vidrio para uso no patenal

#### 1.4.3. Ventajas y desventajas del envase

El vidrio posee importantes cualidades para el empackado dentro de las que se cuentan las siguientes ventajas y desventajas:



#### **1.4.3.1. Ventajas**

- Inercia Química, es decir que no pasa sus propiedades a lo que esta contenido dentro de el.
- Es inerte al contacto con alimentos y fármacos en general, no se oxida, es impermeable a los gases y necesita menos aditivos para conservar los alimentos envasados. En particular, el vidrio usado para envases no presenta el fenómeno conocido como migraciones (de residuos de polimerización y aditivos) hacia el producto, hecho común al envasar en plásticos.
- Es ideal para ser reutilizado pues resiste temperaturas de hasta 150° C, lo que facilita el lavado y la esterilización.
- Gran resistencia a la presión química y a las altas temperaturas sin perder sus propiedades.
- Transparencia.
- Es 100% reciclable, no perdiéndose material ni propiedades en este proceso y posibilitando un importante ahorro de energía con relación a la producción a partir de las materias primas.
- Su degradación química y su erosión física son muy lentas.

#### **1.4.3.2. Desventajas**

- Peso considerable y ocupan volumen cuando están vacíos.
- Actualmente es uno de los materiales más costosos dentro de los usados para envases. Es más caro que otros materiales tanto en su proceso de producción, distribución y recuperación.
- Frágiles por lo cual se pueden romper con facilidad.

## **1.5. Descripción del mercado**

La empresa en la cual se realizó este estudio, tiene como mercado objetivo, los bebés, niños, adolescentes, hombres y mujeres, a los cuales se les venden el producto por medio de catálogos a través de las consultoras.

Entre los productos que venden tienen:

- Para bebé: shampoos, aceites, lociones, talcos, cremas.
- Para adolescentes: gel para el cabello, lociones, shampoos, talcos.
- Para hombres: colonias, desodorantes, talcos, crema para después de afeitarse.
- Para mujeres: perfumes, talcos, desodorantes, crema para el cuerpo, cara, pies, manos, labios, maquillaje, sombras, lápiz labiales, esmalte de uñas, lápiz delineador, delineador de ojos, brillos labiales, joyería.

La venta por catálogos es un sistema muy utilizado en Guatemala, y con una experiencia como posee esta empresa, hace que sea la segunda a nivel nacional haciendo que la misma se expanda a la mayoría de los países de Centroamérica, especialmente en Costa Rica, ya que este mercado es uno de los más competitivos a nivel centroamericano.

Dado el conocimiento que la empresa posee acerca de las necesidades de sus clientes, puede eventualmente lanzar nuevos productos a un precio de introducción bajo para capturar su atención y hacerse necesario en su uso diario.

## **1.6. Estadística**

Estudio de los datos cuantitativos de la población, de los recursos naturales e industriales, del tráfico o de cualquier otra manifestación de las sociedades humanas.

Se usará la estadística descriptiva ya que el proceso que sigue la misma para el estudio de una cierta población es el que se necesita para los mismos fines de este trabajo, y consta de los siguientes pasos:

- Recolección de datos
- Ordenar datos
- Presentación de datos
- Análisis de datos
- Interpretación de datos

La materia prima de la estadística consiste en conjuntos de números obtenidos al contar o medir elementos, lo cual nos ayuda a tomar decisiones.

## **2. SITUACIÓN ACTUAL**

### **2.1. Sistema de control de calidad en bodega de empaque**

La intención de este control es examinar los envases antes de que sean utilizados en las líneas de producción. Con esto se logra minimizar el riesgo de utilizar materiales inadecuados que podrían producir problemas en la producción.

### **2.2. Recepción de envases**

El procedimiento de admisión de envases realizado en la bodega de recepción de envases es el que se detalla a continuación.

#### **2.2.1. Procedimiento de recepción de envases**

El procedimiento para la recepción de producto en la bodega de materia prima es el siguiente:

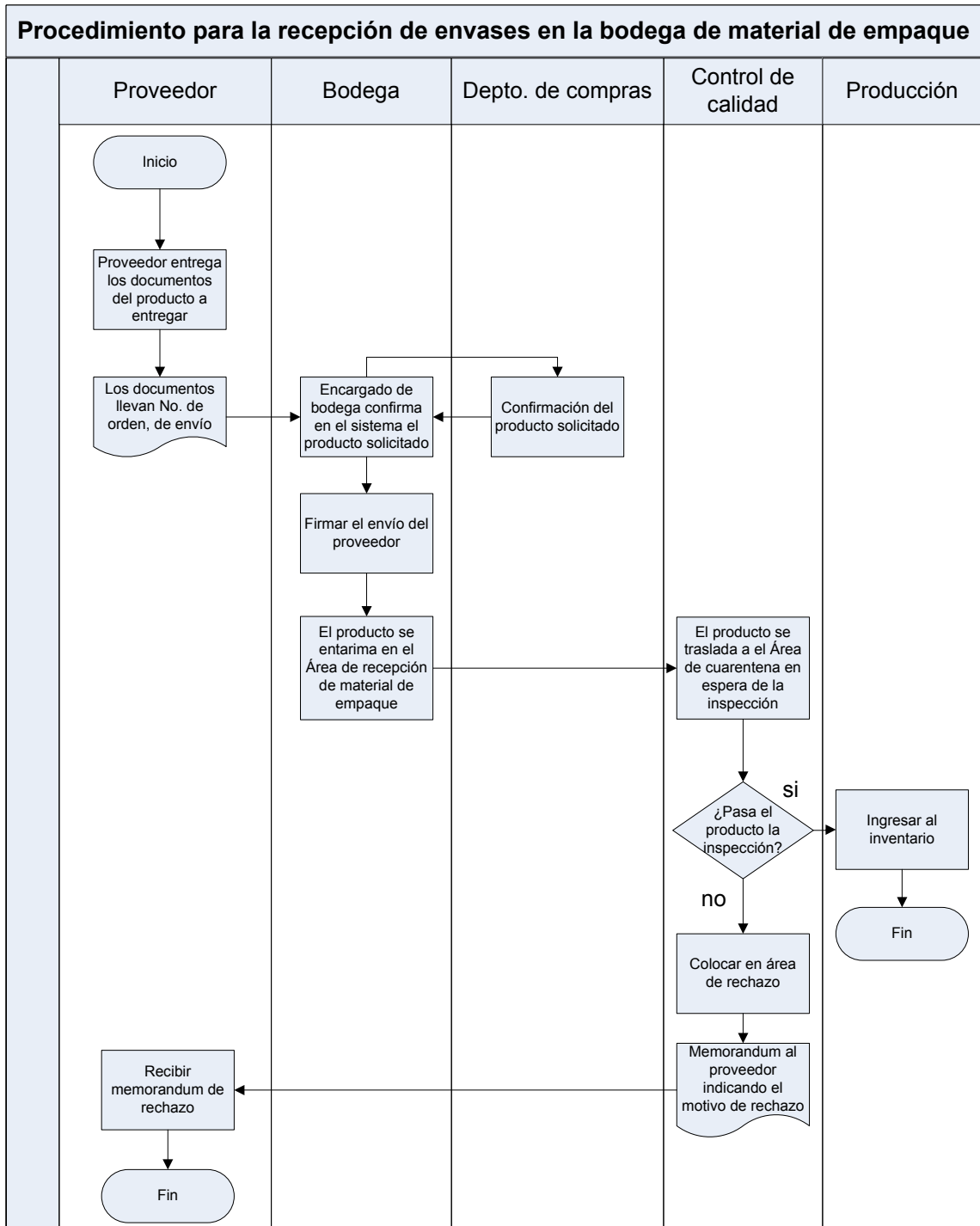
- El proveedor entrega los documentos donde indica el producto a entregar, el cual debe constar del número de orden de compra, número de envío o factura de importación.
- Encargado de bodega confirma en el sistema que el producto ha sido solicitado por el departamento de Compras, de ser así se da el visto bueno para recibir, firmando el envío de proveedor. Colocando sello de pendiente de conteo y aprobación de Control de Calidad.

- El producto se entarima en el área de recepción de material de empaque.
- El producto se traslada al área de cuarentena, en espera de la inspección de control de calidad.
- Control de calidad realiza muestreo y las pruebas según especificaciones del producto, dando el aceptando o rechazando el lote recibido.
- Si es aceptado se ingresa al inventario del área de producción.
- Si el producto es rechazado se coloca en área de rechazo, control de calidad realiza un Memorando para el proveedor indicando el motivo de rechazo

### **2.2.2. Flujograma de recepción de envases**

A continuación se presentara un flujograma de funciones cruzadas, para así saber de una forma gráfica y clara, los responsables de cada uno de los pasos a realizarse en la recepción de envases

**Figura 5.** Flujograma de funciones cruzadas del procedimiento de recepción de envases.



## **2.3. Manejo de los envases**

### **2.3.1. Procedimiento de manejo de envases**

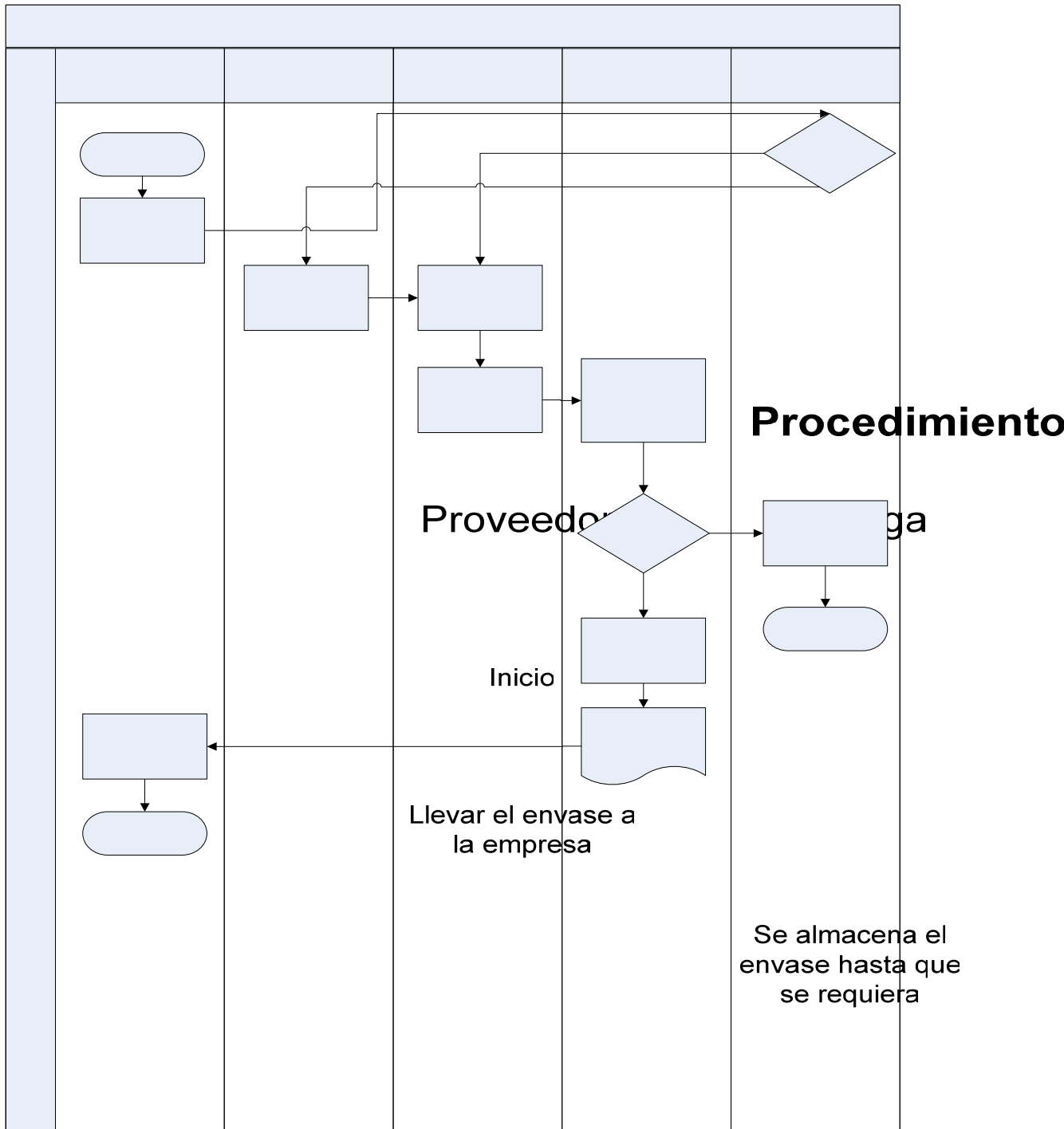
La empresa en cuestión tiene el siguiente procedimiento en la forma de manejar sus envases:

- El proveedor entrega los documentos donde indica el producto a entregar, el cual debe constar del número de orden de compra, número de envío o factura de importación.
- Si el envase se necesita de inmediato, se revisa rápidamente de que no contenga defectos el envase.
- Si el envase no se necesita de inmediato, se procede a enviarlo a bodega hasta que sea necesaria su utilización.
- El envase es pintado según el diseño destinado para cada uno de ellos.
- Después de haber sido pintado el envase, pasa al área de cuarentena esperando ser inspeccionado por el Departamento de calidad.
- Control de calidad realiza muestreo y las pruebas según especificaciones del producto, dando el aceptando o rechazando el lote recibido.
- Si es aceptado se ingresa al inventario del área de producción.
- Si el producto es rechazado se coloca en área de rechazo, control de calidad realiza un Memorando para el proveedor indicando el motivo de rechazo.

### **2.3.2. Flujograma de manejo de envases**

Seguidamente se presentara un flujograma de funciones cruzadas, para conocer de un modo manifiesto y consciente, los pasos a realizarse en el manejo de envases

**Figura 6.** Flujograma de funciones cruzadas del procedimiento de manejo de envases





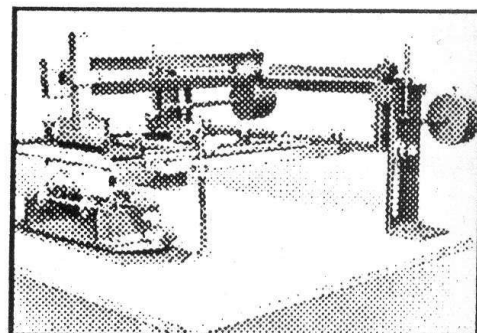
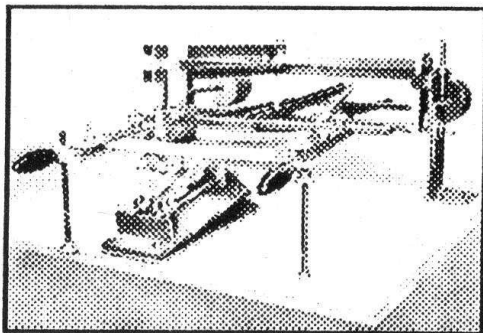
## 2.4. Serigrafía del envase

### 2.4.1. Procedimiento de Serigrafía del envase

El proceso de serigrafiado es bastante sencillo, y sigue los siguientes pasos:

- Se procede a descargar del camión los envases de vidrio a través de rodillos.
- Se procede a verificar que el envase no contenga defectos
- Se inicia el proceso de pintura, aplicándole al envase la pintura (Nasdar).
- Se colocan los envases en una bandeja y se espera que la bandeja se llene (tiene una capacidad de 60-65 envases).
- El horno se calienta a una temperatura de 275°C. a 350°C.
- Se espera a que se llene un cupo de 5 bandejas con envases pintados para proceder a introducirlas en el horno.
- Se hace un tiempo de 7 a 8 minutos que es el lapso de operación del horno.
- Los envases pintados y secos se llevan a bodega 02.

**Figura 7.** Mesas para pintado manual de envases cilíndricos.



## 2.5. Material de empaque

El empaque es un sistema coordinado mediante el cual los productos producidos son acomodados dentro de un conjunto empaque para su traslado del sitio de producción al sitio de consumo sin que sufran daño. El objetivo es lograr un vínculo comercial permanente entre un producto y un consumidor. Ese vínculo deber ser beneficioso para el consumidor y el productor

### 2.5.1. Funciones del empaque

La función de los empaques es de contener, proteger, conservar y facilitar el procedimiento de almacenamiento y distribución.

- **Contener:** Ésta es la función más antigua del empaque. El empaque debe tener una capacidad específica para que el producto se encuentre bien distribuido. Ni muy flojo ni muy apretado. El producto nunca debe rebasar la boca del empaque.
- **Compatibilidad:** El empaque debe ser compatible con el producto para evitar que se transmitan aromas o microorganismos que contaminen el producto. La premisa es: el empaque no debe afectar el producto ni el producto debe afectar al empaque.
- **Retener:** Significa que el empaque debe conservar todos los atributos del producto. Esta función y la de contener es precisamente el objetivo principal de los empaques para aquellos productos que se exportan para la venta en fresco.

- **Práctico:** El empaque que cumple esta función es aquel que se arma, llena y cierra fácilmente. Además, resulta cómodo para su manejo por parte del comerciante y el transportista. Sin olvidar, naturalmente, al consumidor. Un empaque práctico permite abrir el empaque y disponer del producto sin esfuerzo alguno.

### **2.5.2. Ventajas y desventajas del empaque usado**

#### **Papel y Cartón**

Su gran ventaja frente a otros tipos de empaques es que puede ser reciclado.

#### **Ventajas**

- Impresión fácil y de excelente calidad
- Muy buen comportamiento en el cortado, trazado, plegado y manipulación
- Facilidad para ser pegado con todo tipo de adhesivo.

#### **Desventajas**

- Sin combinar con otros materiales tiene deficientes propiedades de barrera a líquidos, aceites y grasas.
- Son materiales altamente higroscópicos.

### **2.6. Tipos de defectos en los envases de 50 ml.**

Los diferentes tipos de defectos que tienen los envases de 50 ml. se detallarán a continuación:

- **Rajaduras:** Ya sea por el trato que se le ha dado al envase, por los químicos que se le aplican o por mala fabricación, los envases rajados (que es a lo que más se enfocará) es el defecto que puede ser controlado ya que la mayoría de las veces es por el manejo de los mismos que produce que se quiebren.
- **Burbuja:** Se llama así al efecto de que en las paredes del envase se formen “bolsas de aire” a las que se les denomina burbujas, esto es algo que no se puede evitar ya que es defecto de fabricación.

## **2.7. Estadística**

Actualmente la compañía no hace uso de técnicas de análisis de problemas como lo es el Gráfico de Control, o de Identificación de problemas como lo son la Estratificación y el Gráfico de Pareto, o el Diagrama de Ishikawa que sirve tanto para la identificación como también para análisis de datos.

### **2.7.1. Gráfico de Pareto**

En este diagrama no es implementado en la actualidad de la empresa, pero formará parte de la propuesta de solución ya que es una herramienta de diagnóstico importante para la identificación, ya que nos indicará que problema trabajar primero y nos ayudará a implementar la solución.

### **2.7.2. Estratificación**

Esta técnica es parecida al gráfico de Pareto, la cual también no es utilizada. Los estratos a definir lo serán en función de la situación particular de que se trate, ayudándonos a buscar oportunidades de mejora

## **3. PROPUESTA DE SOLUCIÓN**

### **3.1. Determinación del tamaño de la muestra**

Dado que la compañía tiene un 2% de margen de envases con defectos, el muestreo se realizará al 100% para así poder detectar los envases que no cumplen con las especificaciones.

### **3.2. Inspección por numero de defectos**

En una empresa industrial la inspección es el procedimiento mediante el cual se comprueban las especificaciones de las materias primas materiales y productos terminados, además el régimen de operaciones, los parámetros del proceso, etc.

Por lo cual se inspecciona tanto:

- Las características del producto: Con fines de aceptación (inspección de entrada, en el proceso y final).
- La calidad del proceso con fines de regulación o control del proceso (preventivo).

En las primeras etapas de desarrollo el control de la calidad se basa en la inspección del producto terminado, pero de esta forma la inspección se encuentra ante un hecho consumado, separando los productos buenos y los

defectuosos.

En la actualidad debido a la masividad de la producción y a la complejidad de los procesos de fabricación, las pérdidas que conlleva separar producciones buenas de las defectuosas son elevadas por lo que se organiza la inspección basada en el principio de prevención.

El esfuerzo principal por la calidad en algunos países y entidades que llevan la vanguardia en el logro de la calidad esta dirigida básicamente a las etapas de investigación y desarrollo de nuevos productos y tecnologías de elevada calidad, todo lo cual se resume en el criterio de que es más beneficioso desde los puntos de vista económico, social y otros, hacer el producto bien desde el principio.

En este sentido han prestado especial atención a la automatización de las actividades de proyección y de manufactura de los productos, incluyendo los relacionados con el control del proceso lo cual ocasiona un desplazamiento del personal controlador de la calidad y de la inspección del producto terminado y del proceso hacia etapas anteriores (desarrollo y perfección del producto).

Con relación a la inspección de entrada esta tiende a reducirse considerablemente en la medida que se consolidan los acuerdos y compromisos de calidad los proveedores, en la medida en que se tienen garantía de los materiales que se reciben, la inspección de entrada ha evolucionado desde la inspección 100% hasta no realizar inspección cuando se tiene confianza absoluta en los que se recibe.

En cuanto a la inspección del proceso:

- Se deberá asegurar el control del proceso mediante la utilización de métodos estadísticos.
- Se hará énfasis en el control de parámetros del proceso de fabricación.
- Se brindará al trabajador entrenamiento en habilidades de control tanto técnico como estadístico, situándolo en autocontrol.
- El personal de inspección se reducirá pasando a realizar actividades de verificación y auditorías.
- Se deberá buscar medios de control automatizados de bajo costo.

En cuanto a la inspección final:

- Se realizarán auditorías al producto final justo antes de su entrega.
- Se reducirá en la medida que se logra un buen control durante el proceso.

Como se mencionó anteriormente, aquí se realizará la inspección de entrada al 100% para poder eliminar los defectos al inicio del proceso productivo, para así corregir los errores que se presenten lo más antes posible.

### **3.2.1. Gráfico de control por atributos**

Se utilizará el gráfico de control por atributos dado que este mide las características cualitativas de los envases, esto es, características no cuantificables numéricamente.

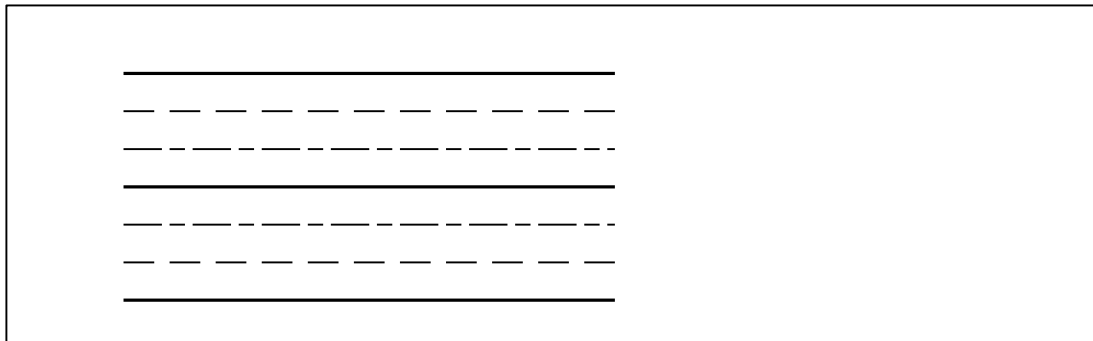


### 3.2.1.1. Interpretación del gráfico de control

Para poder interpretar un gráfico de control hay que conocer las 12 reglas de sensibilidad que sirven para ver si un proceso esta estadísticamente en control o no:

1. Un solo punto arriba del límite de control superior (LCS).
2. Un solo punto abajo del límite de control inferior (LCI).
3. Dos de tres puntos arriba de 2 desviaciones estándar ( $\sigma$ ).
4. Dos de tres puntos abajo de 2 desviaciones estándar ( $\sigma$ ).
5. Cuatro de cinco puntos arriba de 1 desviaciones estándar ( $\sigma$ ).
6. Cuatro de cinco puntos abajo de 1 desviaciones estándar ( $\sigma$ ).
7. Ocho puntos sucesivos arriba del límite central.
8. Ocho puntos sucesivos abajo del límite central.
9. Ocho puntos sucesivos hacia arriba y en aumento.
10. Ocho puntos sucesivos hacia abajo y en disminución.
11. La distancia de dos puntos consecutivos es de 4 desviaciones estándar ( $\sigma$ ) hacia arriba.
12. La distancia de dos puntos consecutivos es de 4 desviaciones estándar ( $\sigma$ ) hacia abajo.

**Figura 8.** División del gráfico de control en desviaciones estándar ( $\sigma$ )



#### 3.2.1.1.1. Gráfico p

**+3 $\sigma$**

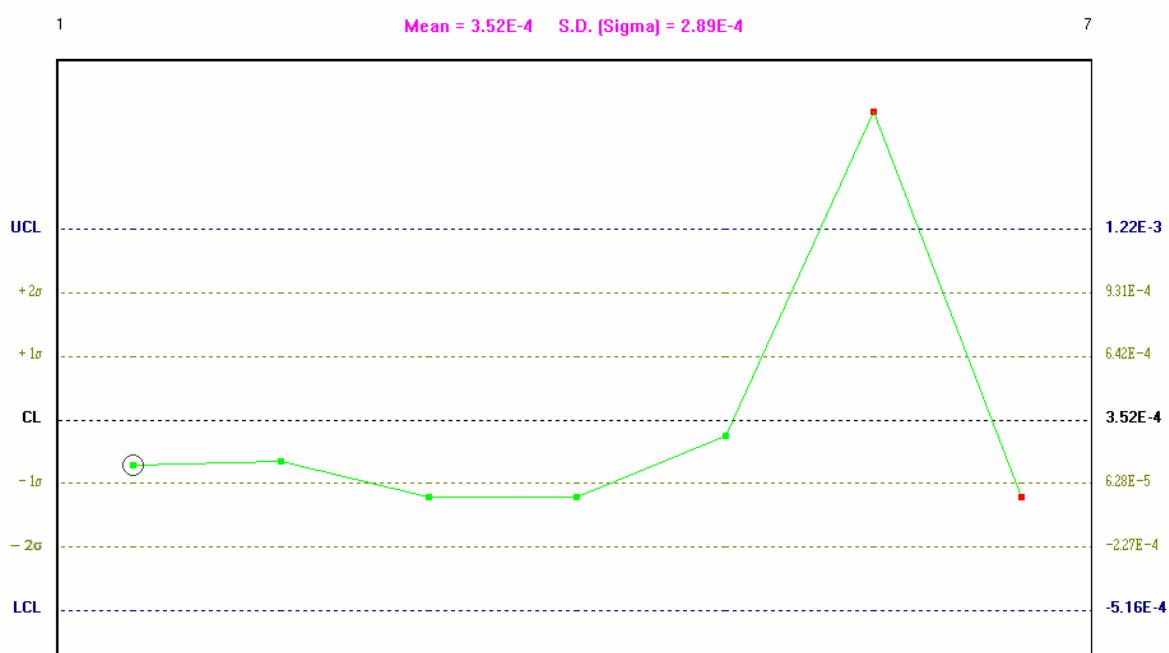
Se realizó un estudio que se hizo a través de un muestreo al 100%, (o sea la totalidad del lote) siendo nuestra selección 48,620 envases recibidos, graficándose los envases quebrados como lo muestra la siguiente figura, esto se hizo por medio de inspecciones visuales. Se utilizó el gráfico p (que mide la fracción de defectuosos) ya que este mide la fracción de las muestras que son rechazadas, asemejándose a las necesidades requeridas en este estudio.

**-3 $\sigma$**

El punto seis del gráfico está fuera de control ya que este punto está arriba del límite de control superior (LCS) y el punto siete está fuera de control ya que la distancia entre el punto seis y el siete es mayor de 4 desviaciones estándar ( $\sigma$ ).

Una de las razones que pudieron afectar los resultados de los puntos seis y siete fue la rotación de operarios en el tiempo establecido para el muestreo, ya que no todas las personas tienen el mismo ritmo de trabajo.

**Figura 9.** Gráfico p (fracción de defectuosos)



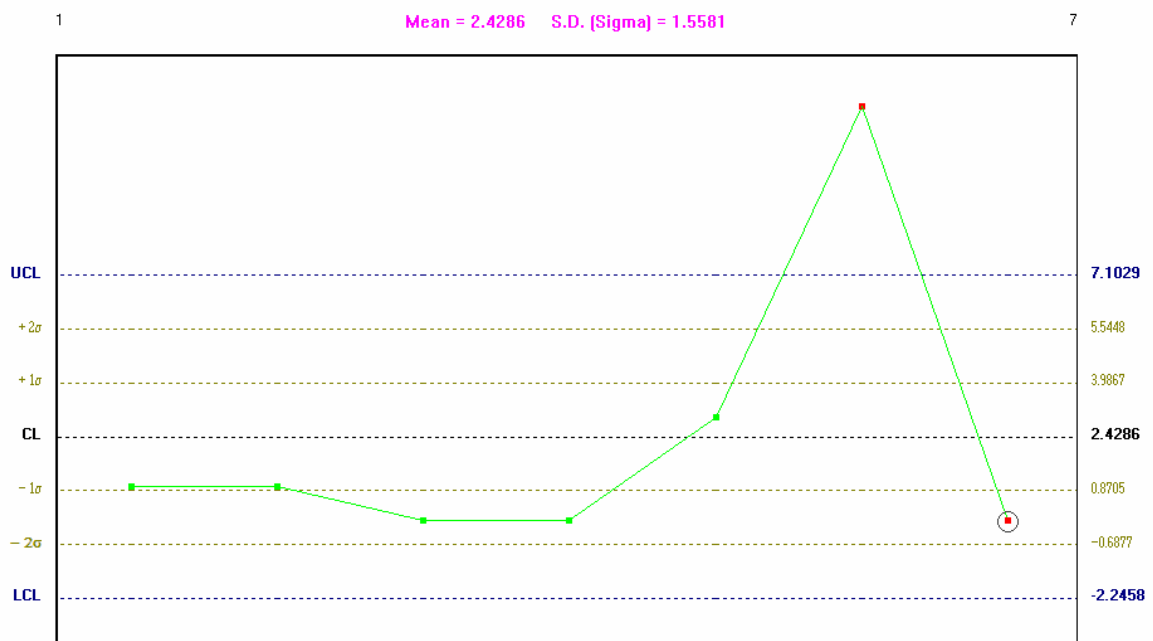
### 3.2.1.1.2. Gráfico np

Se hizo una exploración por medio de un muestreo al 100%, (correspondiente a la totalidad del lote) siendo nuestra población de 48,620 envases recibidos, graficándose los envases quebrados como lo muestra la siguiente figura, esto se hizo por medio de inspecciones visuales. Se utilizó el gráfico np (que mide la cantidad de defectuosos) ya que este mide la cantidad de muestras que son rechazadas, asemejándose a las necesidades requeridas en este estudio.

El punto seis del gráfico esta fuera de control ya que este punto esta arriba del límite de control superior (LCS) y el punto siete esta fuera de control ya que la distancia entre el punto seis y el siete es mayor de 4 desviaciones estándar ( $\sigma$ ).

El hecho de que en los gráficos, los dos últimos puntos anteriormente descritos hayan roto las mismas reglas de sensibilidad, refuerzan la idea de que los mismos están fuera de control, como se menciona arriba en el gráfico p, apoyando así la teoría de que fue la rotación de personal la fuente que hizo que variaran los resultados.

**Figura 10.** Gráfico np (cantidad de defectuosos)



### 3.2.1.2. Nivel de aceptación de los envases

El gráfico p demostró que al aplicarse inspecciones en los frascos, el margen de defectuosos que tiene la compañía disminuyó de un 2% que ellos tenían como un estándar de calidad, a un 0.0352% en promedio, (esto quiere decir que ya se encuentran encaminados en el 4 sigma, ya que esta tendencia tiene como norma aceptar el 0.625% de defectuosos) es decir el límite central del gráfico, teniendo como margen de tolerancia de hasta un 0.122% disminuyendo en un 6.1% lo cual es bueno y el gráfico np demuestra que solo

se pueden aceptar desde 2 (el cual es el límite central) hasta 7 envases defectuosos para que el proceso este en control estadístico.

### **3.2.1.3. Nivel de rechazo del envase**

Si se tiene un 0.122% más de frascos defectuosos en el gráfico p se estará fuera de control estadístico, (aunque todavía estaría en 4 sigma, dado que su margen de tolerancia es de 0.625% de defectuosos) esto significa que con 8 frascos defectuosos que se obtengan en el gráfico np sucederá lo mismo que en el gráfico p, es decir, fuera de control estadístico.

### **3.2.2. Estratificación**

Esta técnica es a menudo de mucha ayuda para analizar datos para buscar oportunidades de mejora. La estratificación ayuda a analizar casos en los cuales los datos ocultan hechos. Esto sucede algunas veces cuando la información recolectada viene de varias fuentes pero es tratada como un solo número.

En base a lo señalado por el diagrama de Pareto se procedió a realizar una clasificación de envases quebrados, mostrando los siguientes resultados.

#### **Ventajas.**

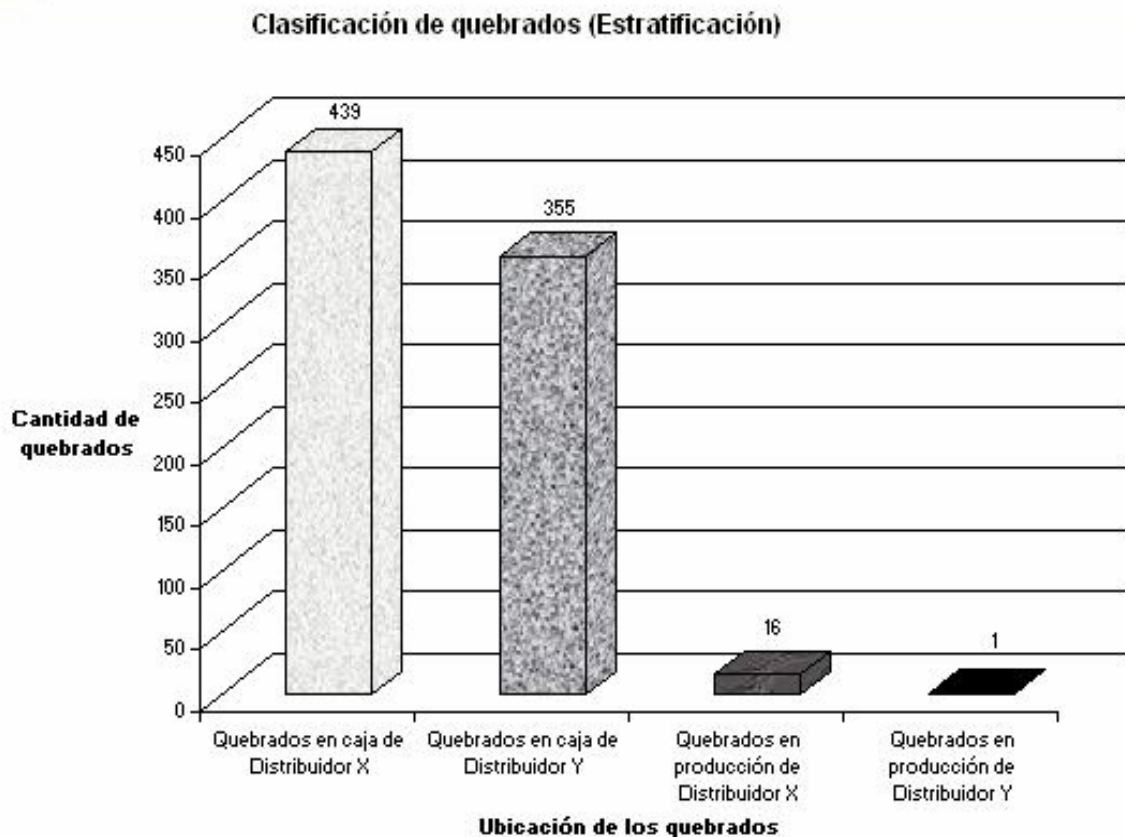
- Es muy completa para la calidad de la empresa.

#### **Utilidades.**

- Permite aislar la causa de un problema, identificando el grado de influencia de ciertos factores en el resultado de un proceso.

- La estratificación puede apoyarse y servir de base en distintas herramientas de calidad, si bien el histograma es el modo más habitual de presentarla.

**Figura 11.** Estratificación de los quebrados



En nuestro caso nos concentraremos en los envases quebrados en producción de los cuales se tiene mayor control.

### 3.2.3. Diagrama de Pareto

En este diagrama se representa la importancia relativa de todos los problemas o condiciones con el objetivo de elegir el punto de partida para

resolver un problema, qué problema resolver, en qué orden, monitorear el éxito obtenido o identificar la causa básica de un problema.

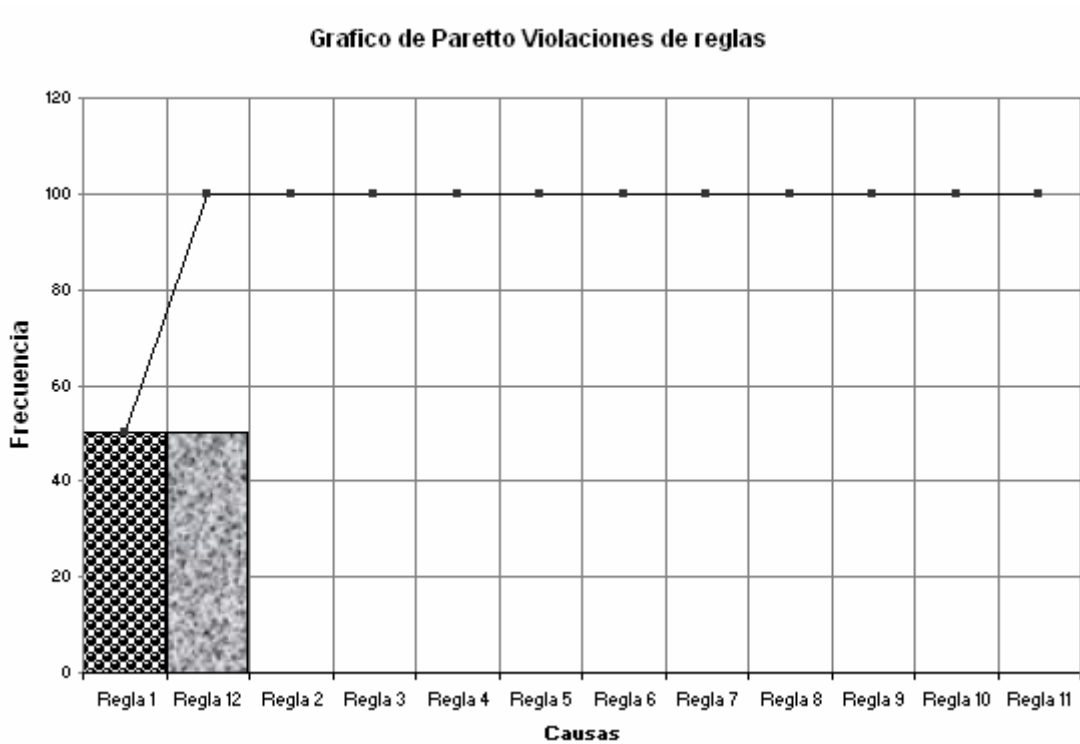
### **Ventajas.**

- Ayuda a concentrarse en las causas que tendrán mayor impacto en caso de ser resueltas.
- Proporciona una visión simple y rápida de la importancia relativa de los problemas.
- Ayuda a evitar que se empeoren algunas causas al tratar de solucionar otras.
- Su formato altamente visible proporciona un incentivo para seguir luchando por más mejoras.

### **Utilidades.**

- Determinar cuál es la causa clave de un problema, separándola de otras presentes pero menos importantes.
- Contrastar la efectividad de las mejoras obtenidas, comparando sucesivos diagramas obtenidos en momentos diferentes.
- Pueden ser asimismo utilizados tanto para investigar efectos como causas.
- Comunicar fácilmente a otros miembros de la organización las conclusiones sobre causas, efectos y costes de los errores.

**Figura 12.** Gráfico de Pareto



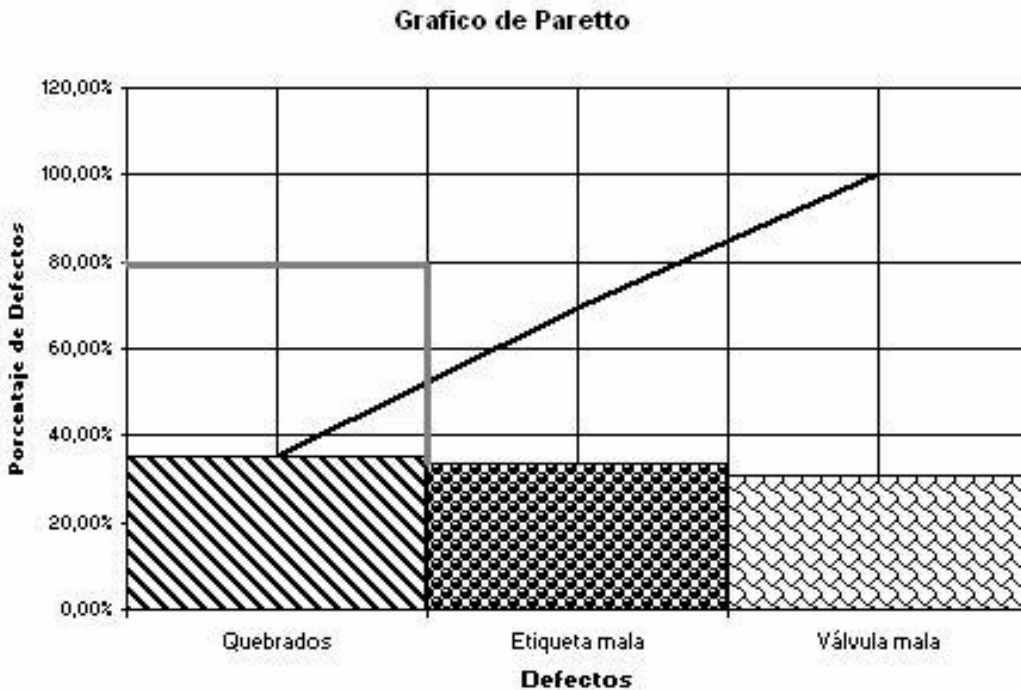
En este gráfico nos da el punto de partida de que causas corregir, en este caso, serian las reglas número 1 y 12 a las que se les tendría que poner más atención.

Al gráfico de Pareto también se le conoce como la regla 80-20, por ejemplo, 80% del valor del inventario total se encuentra en solo 20% de los artículos en el inventario.

En nuestro caso se utilizó el diagrama de Pareto para corroborar que el problema que iba a ser objeto de estudio eran los envases quebrados y se representan en la siguiente grafica.



**Figura 13.** Gráfico de Pareto aplicando la regla 80-20



Como se puede apreciar en la grafica, bajo la regla 80-20 el 80% de los defectos se encuentra en el 20% de envases quebrados y viceversa (tal como lo marca la línea gris).

### 3.2.4. Diagrama de Ishikawa

También conocido como diagrama causa efecto. El diagrama de Ishikawa es una técnica de análisis de causa y efecto para la solución de problemas; también recibe el nombre de espina de pescado.

Simplifica grandemente el análisis y mejora la solución de cada problema; además ayuda a visualizarlos mejor. Se utiliza para conocer los factores que intervienen en el proceso, registra las causas probables de un problema, muestra los factores a considera en un plan y investiga las posibles soluciones de un problema.

## **Ventajas.**

- Permite que el grupo se concentre en el contenido del problema, no en la historia del problema ni en los distintos intereses personales de los integrantes del equipo.
- Ayuda a determinar las causas principales de un problema, o las causas de las características de calidad, utilizando para ello un enfoque estructurado.
- Estimula la participación de los miembros del grupo de trabajo, permitiendo así aprovechar mejor el conocimiento que cada uno de ellos tiene sobre el proceso.
- Incrementa el grado de conocimiento sobre un proceso.

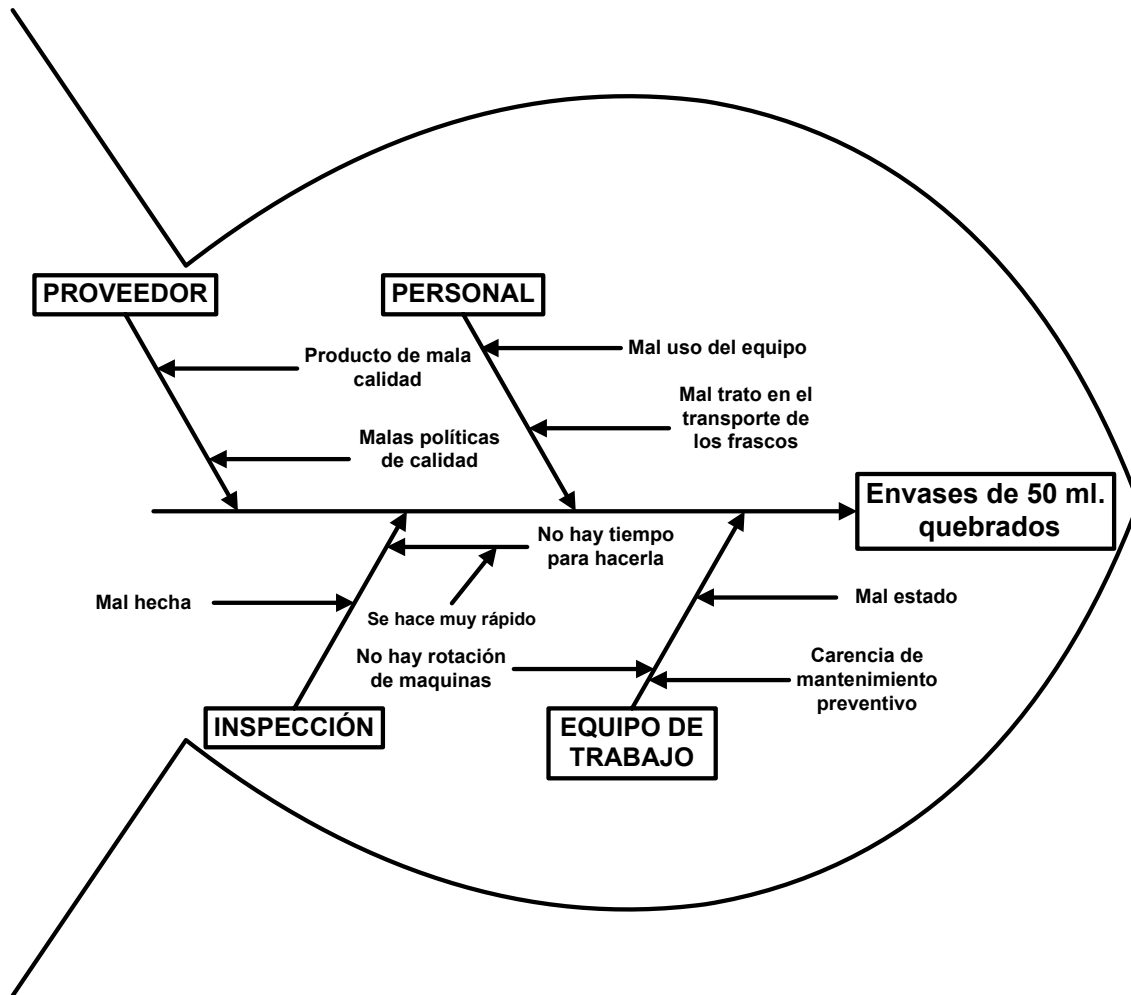
## **Utilidades.**

- Identificar las causas - raíz, o causas principales, de un problema o efecto.
- Clasificar y relacionar las interacciones entre factores que están afectando al resultado de un proceso

## Como hacer el diagrama de Ishikawa

1. Definir el problema o situación a analizar (preferiblemente derivado del análisis de Pareto).
2. Hacer una flecha horizontal y en su extremo el nombre del problema, encerrado en un rectángulo.
3. Discutir con tu grupo de trabajo ampliamente las causas principales que contribuyen al problema.
4. Analizar con tu grupo cada una de estas causas mayores para determinar las causas menores, las subcausas y las sub subcausas.

Figura 14. Diagrama de Ishikawa



## **4. IMPLEMENTACIÓN**

### **4.1. Procedimiento de muestreo según Norma MIL-STD-105D**

El propósito de este capítulo es el de establecer un muestreo con fines de aceptación en la entrada del proceso productivo, para que la empresa no lo tenga que hacer al 100% y hacer más eficiente su sistema de inspección.

#### **4.1.1. Decisión del nivel aceptable de calidad (NCA)**

El punto básico del MIL-STD-105D es el nivel aceptable de calidad (NCA). Al aplicar el estándar se espera que en una conferencia entre un proveedor y un consumidor, quedara especificado claramente para que el proveedor lo que, para fines del muestreo de aceptación, el consumidor considera como nivel aceptable de calidad por una determinada característica del producto. Se elegirá un NCA de 1.5% para estar dentro de las normas de calidad de la compañía.

#### 4.1.2. Decisión del nivel de inspección

Al principiar la inspección se usará la inspección normal a menos que la autoridad responsable disponga otra cosa. La inspección normal, más severa, o reducida, continuará sin cambio para cada clase de defectos o elementos defectuosos en lotes o conjuntos sucesivos, excepto cuando los procedimientos para cambios que se dan adelante, requieran dicho cambio. Los procedimientos para cambios se aplicarán a cada clase de defectos o elementos en forma independiente.

- **Niveles de inspección.**

**Normal a severo.** Cuando se está haciendo una inspección normal, la inspección severa se aplicará cuando dos de cinco lotes o conjuntos consecutivos hayan sido rechazados en la inspección original (es decir, ignorando los lotes o conjuntos que se hayan vuelto a examinar con este procedimiento).

**De severa a normal.** Cuando se lleva a cabo una inspección severa, podrá implantarse la inspección normal, cuando cinco lotes o conjuntos consecutivos han sido considerados aceptables en la inspección original.

**De normal a reducida.** Cuando se efectúa una inspección normal, puede cambiarse a inspección reducida, siempre y cuando se satisfagan todas las condiciones siguientes.

- a) Los 10 lotes o conjuntos precedentes han pasado la inspección normal original y ninguno ha sido rechazado;
- b) Producción a un ritmo constante; y

c) La inspección reducida es considerada apropiada por la autoridad competente.

**Reducida a Normal.** Cuando se utiliza la inspección reducida, podrá cambiarse a inspección normal, si durante la inspección original se presenta cualquiera de los hechos siguientes:

- a) Se rechaza un lote o conjunto;
- b) La producción se hace irregular o retrasada; u
- c) Otras condiciones aconsejan que se reanude la inspección normal.

**Interrupción de la inspección.** En el caso de que 10 lotes o conjuntos consecutivos continúen bajo inspección más severa (o cualquier otro número que señale la autoridad responsable), la inspección de acuerdo con los requisitos de este documento, deberá ser suspendido en espera de que se mejore la calidad del material sometido a inspección.

El nivel de inspección determina la relación entre el tamaño del lote o conjunto y el tamaño de la muestra. El nivel de inspección que deba utilizarse en un caso en particular, será establecido por la autoridad responsable. En la tabla I aparecen tres niveles de inspección: I, II y III, para uso general. A menos que se especifique otra cosa, se utilizara el nivel II. Sin embargo, el nivel I puede especificarse cuando se necesite menos distinción, o bien el nivel III para un discernimiento más elevado. Hay cuatro niveles especiales adicionales: S-1, S-2, S-3 y S-4, los cuales aparecen en la misma tabla, y pueden utilizarse donde los tamaños de las muestras necesarias sean relativamente pequeños y los grandes riesgos de muestreo pueden o deben ser tolerados.

En nuestro caso será una inspección normal y se elegirá un nivel general de inspección igual a II ya que será el que siempre se usará, al menos que se especifique otra cosa.

#### **4.1.3. Determinación del tamaño del lote**

Para determinar el tamaño del lote, tal y como se explico en el capitulo anterior, se hará al 100%, esto se hizo durante un tiempo uniforme de requerimiento de los frascos, siendo nuestra población de 48,620 envases recibidos, el rango aplicable a nuestro caso seria el de 35,001 a 150,000, tal y como aparece en la tabla I.

#### **4.1.4. Consultar tabla para encontrar letra código correspondiente al tamaño de la muestra**

Los tamaños de la muestra están designados por letras código. La tabla I será la que se utilice para encontrar las letras código aplicables para el lote o conjunto en particular, en cuanto a su tamaño y nivel de inspección prescrito. Como se declaro en el inciso anterior, nuestro rango es de 35,001 a 150,000 y con el nivel general de inspección en II, la letra código correspondiente sería la "N".

#### **4.1.5. Defina el tipo de plan de muestreo**

Hay tres tipos de procesos de muestreo: sencillo, doble y múltiple. Cuando hay varios tipos de muestreo disponibles para un NCA y letra código determinados, podrá utilizarse cualquiera de ellos. La decisión en cuanto al tipo de proceso, ya sea sencillo, doble o múltiple, cuando están disponibles para un NCA y letra códigos determinados, se basará habitualmente en la comparación entre la dificultad administrativa y los tamaños de las muestras, el caso, es menor que en el caso de los dobles (excepto cuando corresponden al número de aceptación de muestra sencilla de uno) y ambos son siempre menores que el tamaño de la muestra sencilla.

Generalmente, la dificultad administrativa para el muestreo sencillo y el costo por unidad de la muestra son menores que para muestreos dobles o múltiples, por lo tanto como ya se había establecido en incisos anteriores, el plan de muestreo será: sencillo.



**Tabla I.** Letras código para el tamaño de las muestras



Tamaño del lote o conjunto	Niveles especiales de inspección				Niveles Generales de inspección		
	S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III
2	A	A	A	A	A	A	B
9	A	A	A	A	A	B	C
16	A	A	B	B	B	C	D
26	A	B	B	C	C	D	E
51	B	B	C	C	C	E	F
91	B	B	C	D	D	F	G
151	B	C	D	E	E	G	H
281	B	C	D	E	F	H	J
501	C	C	E	F	F	J	K
1 201	C	D	E	G	H	K	L
3 201	C	D	F	G	J	L	M
10 001	C	D	F	H	K	M	N
35 001	D	E	G	J	L	N	P
150 000	D	E	G	J	M	P	Q
500 000	D	E	H	K	N	Q	R
500 001 y más	D	E	H	K	N	Q	R

#### **4.1.6. Consulte la tabla que corresponda para definir el plan de muestreo**

Según la información que tenemos, la cual es: un NCA de 1.5%, una población de 48,620 envases recibidos, un rango de 35,001 a 150,000, con un nivel general de inspección en II, una letra código correspondiente a "N", una inspección normal y un plan de muestreo sencillo, según la tabla II, la muestra sería de 500 frascos y se aceptaría, de tener 14 o menos envases defectuosos, por lo cual se rechazaría si se tuvieran 15 o más envases defectuosos.

**Tabla II. Tabla maestra para inspección normal (muestreo sencillo)**

Letra código del tamaño de la muestra		Niveles aceptables de calidad (inspección normal)																											
		0.010	0.015	0.025	0.040	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1000		
A	2	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
B	3	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
C	5	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
D	8	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
E	13	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
F	20	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
G	32	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
H	50	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
J	80	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
K	125	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
L	200	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
M	315	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
N	500	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
P	800	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
Q	1250	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
R	2000	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re

 = Use el primer procedimiento de inspección abajo de la flecha. Si el tamaño de la muestra es igual o mayor que el del lote o conjunto, hágase inspección al 100 por ciento.  
 = Use el primer procedimiento de muestreo arriba de la flecha.  
 Ac = Número de aceptación  
 Re = Número de rechazo.

#### **4.1.7. Descripción de la Norma MIL-STD-105D**

MIL-STD-105D, es conocida como la norma Militar Estándar 105D, los cuales son los procedimientos militares estándares de muestreo para inspección por atributos que se crearon durante la II Guerra Mundial. Los procedimientos y tablas para pertrechos militares se prepararon en 1942, y pasaron después a convertirse (con modificaciones) en tablas para las Fuerzas de Servicio del Ejército. Las tablas de la Armada fueron publicadas en 1945 y adoptadas en 1949 como norma conjunta Ejército-Armada. Este JAN-STD fue sustituido por el MIL-STD-105A en 1950. Desde entonces, ha habido modificaciones menores en la norma 105, publicada como 105B y 105C.

La Military Standard 105D que utilizamos aquí es el resultado de un estudio llevado a cabo por el grupo de trabajo americano-británico-canadiense que trató de lograr establecer un patrón común para los tres países. MIL-STD-105D fue publicada por el gobierno de Estados Unidos en 1963. En 1971 fue adoptada por el American National Standards Institute como ANSI Standard Z1.4 y en 1973, salvo por pequeños cambios editoriales, fue adoptada por la Internacional Organization como ISO 2859. En 1981 se realizó una revisión editorial de la ANSI Z1.4 y se agregó material nuevo. La norma revisada se emitió como la ANSI / ASQC Standard Z1.4. En 1986 se consideró la revisión de la ISO STD. 2859. Sin embargo, no se formularon planes para cambiar las tablas básicas, de modo que permanecen iguales para las tres normas.

#### **4.1.8. Nivel aceptable de calidad**

El Nivel aceptable de calidad (NCA) es el máximo por ciento defectuoso (o el número máximo de defectos por cada cien unidades), que para fines de una inspección de muestreo, puede considerarse satisfactorio como promedio de un proceso.

#### **4.1.9. Inspecciones**

La inspección es el proceso de medir, examinar, o comparar de cualquier otra forma, la unidad del producto con los requerimientos.

La inspección que se hace siguiendo la MIL-STD-105D, es la inspección por atributos, esta es aquella mediante la cual la unidad del producto es clasificada sencillamente como defectuosa o no defectuosa, o el número de defectos en la unidad del producto es contado con respecto al requisito o conjunto de requisitos dados.

#### **4.1.10. Procesos**

Un proceso de muestreo indica el número de elementos del producto de cada lote o conjunto que habrán de ser inspeccionados (tamaño de la muestra o series de tamaños de las muestras) y los criterios para determinar la aceptabilidad del lote o conjunto (números de aceptación y rechazo).

A continuación se explicaran los tipos de procesos de muestreo que usa la MIL-STD-105D.

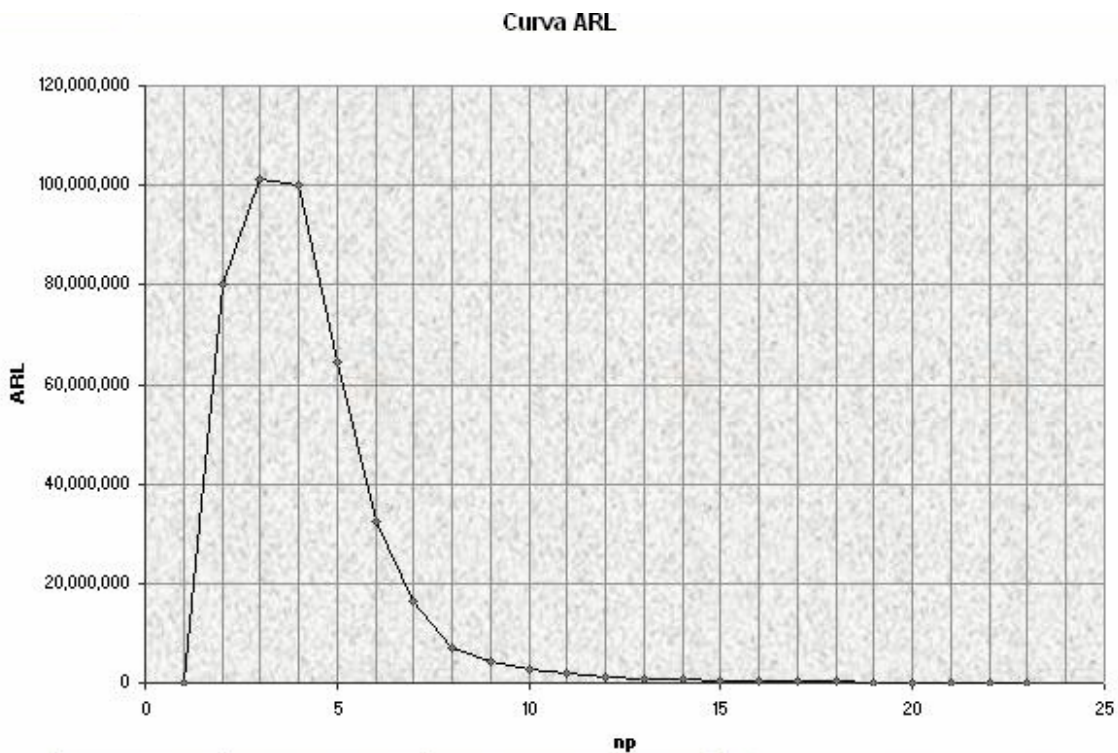
- **Proceso de muestreo sencillo.** El número de elementos de muestra inspeccionados, deberá ser igual al tamaño de la muestra dada por el proceso. Si el número de elementos defectuosos encontrado en la muestra es igual o menor que el número de aceptación, el lote o conjunto será considerado aceptable. Si el número de elementos defectuosos es igual o mayor que el número de rechazo, el lote o conjunto será rechazado.
- **Proceso de muestreo doble.** El número de elementos de muestra inspeccionadas, será igual al tamaño de la primera muestra indicada por el proceso. Si el número de elementos defectuosos encontrado en la primera muestra, es igual o menor que el primer número de aceptación, el lote o conjunto se considerará aceptable. Si el número de elementos defectuosos encontrado en la primera muestra, es igual o mayor que el primer número de rechazo, el lote o conjunto será rechazado. Si el número de elementos defectuosos encontrado en la primera muestra, se encuentra entre los primeros números de aceptación o rechazo, se llevará a cabo la inspección de una segunda muestra del tamaño indicado por el proceso. La cantidad de elementos defectuosos encontrado en la primera y segunda muestras se acumulará. Si la cantidad acumulada de elementos defectuosos es igual o menor que el segundo número de aceptación, el lote o conjunto se considerará aceptable. Si la cantidad acumulada de elementos defectuosos es igual o mayor que el segundo número de rechazo, el lote o conjunto será rechazado.

- **Proceso de muestreo múltiple.** De acuerdo con el muestreo múltiple, el procedimiento será igual al especificado en el proceso de muestreo doble, excepto que el número de muestras necesarias para llegar a una decisión será mayor de dos.

#### 4.2. Curva ARL

El número de piezas que debo muestrear hasta detectar un cambio en el proceso, es lo que mide la curva ARL. El indicador ARL proviene del inglés, average run length, el cual significa: número medio de observaciones, y cuanto mayor fuese el indicador ARL mejor será. La inversa de estos valores ARL es la curva OC el cual se estudiará en el siguiente inciso.

**Figura 15.** Curva ARL

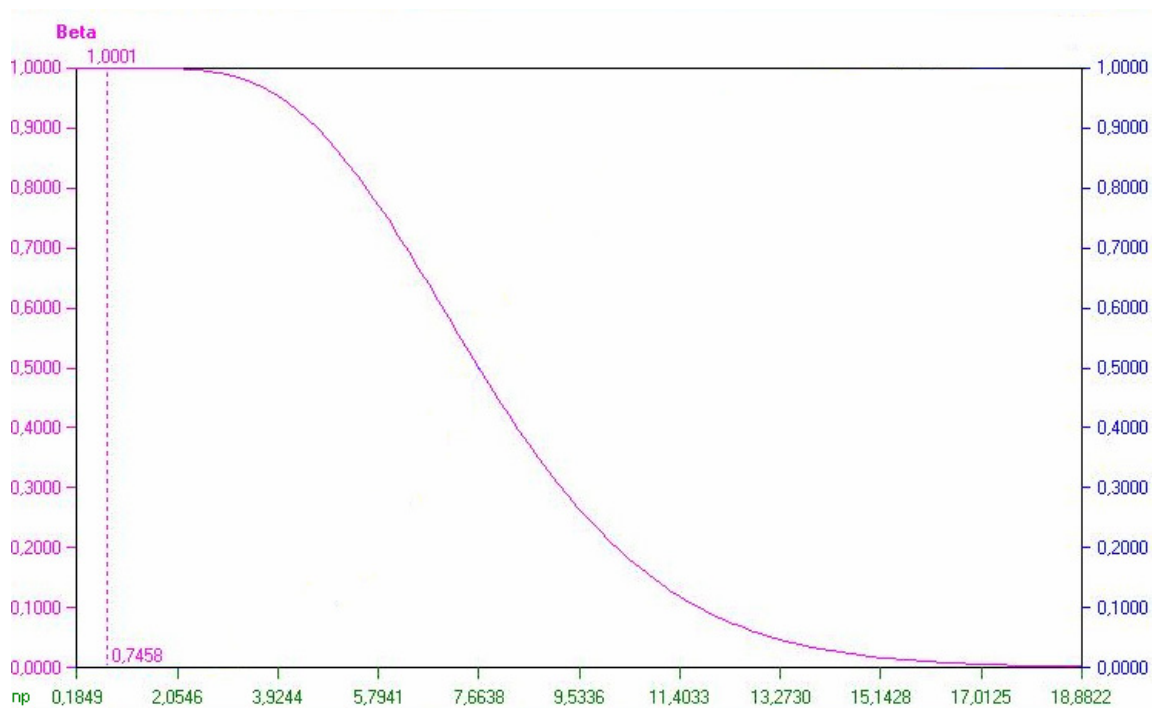


El ARL que se muestra en la figura 15 es de 101,128,500 piezas a muestrear para detectar un cambio en el proceso, el cual se maneja en la compañía desde la implementación de la inspección.

### 4.3. Curva OC

La curva OC viene del inglés Operating Characteristic, la cual es, Curva característica de operación, esta es una medida de la posibilidad del gráfico de control de detectar cambios de la característica de calidad del proceso. Específicamente dibuja la probabilidad de cometer un error tipo II ( $\beta$ ), esto quiere decir en términos de gráficos de control que, el proceso esta estadísticamente en control cuando realmente no lo esta, que es lo mismo que no detectar la mala calidad.

**Figura 16.** Curva OC





La figura indica que al implementar la curva OC la probabilidad que los resultados de la muestra caigan dentro de los límites de control, es del 100%, mientras el np promedio este entre 0.7458 y 2.4286 (que es donde la pendiente empieza a caer)

#### **4.4. Formato de retroalimentación**

La retroalimentación tiene lugar después de la acción, detecta el daño ya hecho, por eso con el diseño de los formatos se observará que daños continúan. La retroalimentación ayuda a través de los resultados al monitoreo de la calidad, y para que la calidad continúe se harán los siguientes hojas.

##### **4.4.1.1. Hoja de Inspección**

La hoja de inspección sirve para recoger información apoyada en la observación del personal que esta directamente involucrado con la producción del producto.

##### **4.4.1.2. Hoja de Validación**

La hoja de validación sirve para confirmar la información que fue recolectada por la hoja de inspección.

#### **4.4.2. Diseño de formato**

El diseño del formato se hará de forma que su aplicación sea sencilla y que la situación registrada pueda entenderse con nitidez.

Es necesario incluir datos como:

- Título
- ¿Qué se verifica?
- ¿Quién hace la verificación?
- ¿Dónde se lleva a cabo?
- ¿Método utilizado?
- Periodicidad

En la hoja de inspección que se emplea, tiene el título del formato verificándose los envases quebrados, ya sea que se den en producción o vengan así por parte del productor, tiene un espacio para que la encargada de línea sea la responsable de que los datos proporcionados sean verídicos, esta inspección se lleva a cabo en la línea de producción y se examina por medio de inspecciones visuales haciéndose esto a diario y colocándose la información de la fecha en el espacio correspondiente.

**Figura 17. Hoja de Inspección**

Formato de envases quebrados en la producción de colonias      Fecha: \_\_\_\_\_

No. de viajero: \_\_\_\_\_      Cantidad de envases que entraron: \_\_\_\_\_  
 Faltante: \_\_\_\_\_      Cantidad de envases que salieron: \_\_\_\_\_

Colonia	Frosteado	Cantidad(ml)	Quebrado productor	Quebrado producción	Persona encargada del sellado

Observaciones: \_\_\_\_\_

No. de viajero: \_\_\_\_\_      Cantidad de envases que entraron: \_\_\_\_\_  
 Faltante: \_\_\_\_\_      Cantidad de envases que salieron: \_\_\_\_\_

Colonia	Frosteado	Cantidad(ml)	Quebrado productor	Quebrado producción	Persona encargada del sellado

Observaciones: \_\_\_\_\_

No. de viajero: \_\_\_\_\_      Cantidad de envases que entraron: \_\_\_\_\_  
 Faltante: \_\_\_\_\_      Cantidad de envases que salieron: \_\_\_\_\_

Colonia	Frosteado	Cantidad(ml)	Quebrado productor	Quebrado producción	Persona encargada del sellado

Observaciones: \_\_\_\_\_

No. de viajero: \_\_\_\_\_      Cantidad de envases que entraron: \_\_\_\_\_  
 Faltante: \_\_\_\_\_      Cantidad de envases que salieron: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_  
 Encargada de Línea

La hoja de validación utilizada aquí, es utilizada para fundamentar y dar seguimiento a la calidad y sus mejoras.

**Figura 18.** Hoja de Validación

Fecha: \_\_\_\_\_

**HOJA DE VALIDACION DE LOS ENVASES QUEBRADOS EN LA PRODUCCION DE COLONIAS**

TOTAL DE PRODUCCION EN EL MES

**NUMERO DE DEFECTOS POR LINEA SEMANA**

	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	TOTAL
LINEA 1					
LINEA 2					
TOTAL					

PROMEDIO DE DEFECTUOSOS POR SEMANA

PROMEDIO DE DEFECTUOSOS POR LINEA 1

PROMEDIO DE DEFECTUOSOS POR LINEA 2

TOTAL DE DEFECTUOSOS EN EL MES

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

(f) \_\_\_\_\_  
Ingeniero de Producción

#### **4.4.3. Clasificación de los defectos**

Los defectos se clasificaran de acuerdo a la estratificación, por envases quebrados, válvula mala, etiqueta mala, y su orden de importancia seria el que se presentó anteriormente, dándole mayor énfasis a los en los envases quebrados ya que son los que representan la mayoría de los defectos a la hora de producir colonias y también porque es lo más costoso de los insumos usados en la producción.

#### **4.5. Registro de deficiencias**

Ninguna obra humana está exenta de tener deficiencias y de encerrar errores. Para enmendar esta situación en lo que satisfacción del cliente y calidad se refiere, se establecen períodos y elementos de garantía de los que se responsabiliza el productor o proveedor de servicios. Dado que por lo general no se le da al cliente producto con el envase quebrado, o con etiqueta mala o con válvula mala, los productos llevan un código, el cual establece que personas estaban trabajando en la línea de producción cuando se produjo el producto defectuoso, haciendo de esta manera que se pueda ver cual fue la causa del error, para poder enmendarlo. La valoración de los procesos y productos y la detección de deficiencias en estos permiten identificar oportunidades de mejora para la organización.

## 5. SEGUIMIENTO Y MONITOREO

### 5.1. Lluvia de ideas

La "Lluvia de ideas" es una técnica para generar muchas ideas en un grupo. Requiere la participación espontánea de todos. Con la utilización de la "Lluvia de ideas" se alcanzan nuevas ideas y soluciones creativas e innovadoras, rompiendo paradigmas establecidos. El clima de participación y motivación generado por la "Lluvia de ideas" asegura mayor calidad en las decisiones tomadas por el grupo, más compromiso con la actividad y un sentimiento de responsabilidad compartido por todos.

Reglas para la "lluvia de ideas"

- Enfatizar la cantidad y no la calidad de las ideas.
- Evitar críticas, evaluaciones o juzgamientos de las ideas presentadas.
- Presentar las ideas que surgen en la mente, sin elaboraciones o censuras.
- Estimular todas las ideas, por muy "malas" que ellas puedan parecer.

La "Lluvia de ideas" se usa para generar un gran número de ideas en un corto periodo de tiempo. Se puede aplicar en cualquier etapa de un proceso de solución de problemas. Es fundamental para la identificación y selección de las preguntas que serán tratadas en la generación de posibles soluciones. Es muy útil cuando se desea la participación de todo el grupo.



asociadas a la ocurrencia de determinados sucesos. Esta técnica de recogida de datos se prepara de manera que su uso sea fácil e interfiera lo menos posible con la actividad de quien realiza el registro.

### **Ventajas.**

- Supone un método que proporciona datos fáciles de comprender y que son obtenidos mediante un proceso simple y eficiente que puede ser aplicado a cualquier área de la organización.
- Las Hojas de Verificación reflejan rápidamente las tendencias y patrones subyacentes en los datos.

### **Utilidades.**

- En la mejora de la Calidad, se utiliza tanto en el estudio de los síntomas de un problema, como en la investigación de las causas o en la recogida y análisis de datos para probar alguna hipótesis.
- También se usa como punto de partida para la elaboración de otras herramientas, como por ejemplo los Gráficos de Control.



Figura 20. Hoja de verificación

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_


No. de orden: \_\_\_\_\_

Nombre del observador \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Tipo de defecto \_\_\_\_\_

**Hoja de Verificación**

Nombre del observador

Tipo de defecto

**5.3.1. Determinación de patrones**

**Envases quebrados**

**Válvula mala**

**Etiqueta mala**

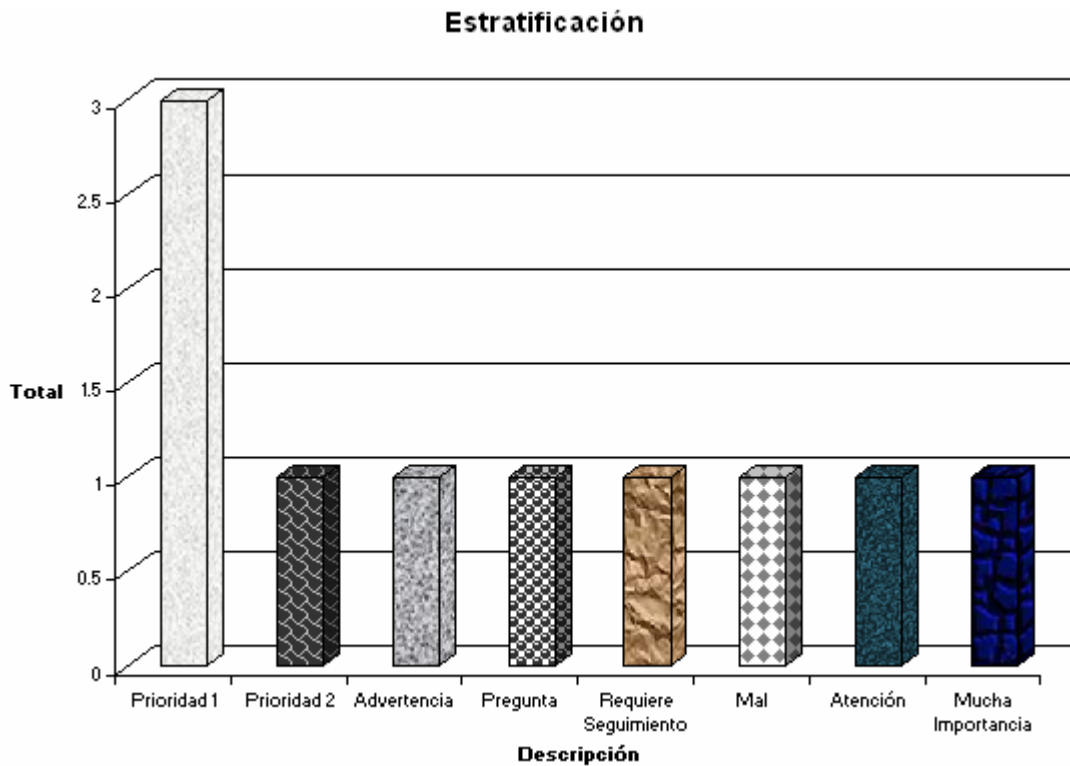
Para poder determinar los patrones en la hoja de verificación se hizo el espacio respectivo para enumerar los tipos de defectos y hay espacios en blanco para que el observador según su experiencia pueda agregar lo que

según el es un defecto que tiene marcado un patrón, que de no tomar cartas en el asunto podría afectar la producción en un futuro no muy lejano.

#### 5.4. Estratificación

Como se había mencionado anteriormente, la estratificación es un método consistente en clasificar los datos disponibles por grupos con similares características. A cada grupo se le denomina estrato.

**Figura 21.** Estratificación de datos

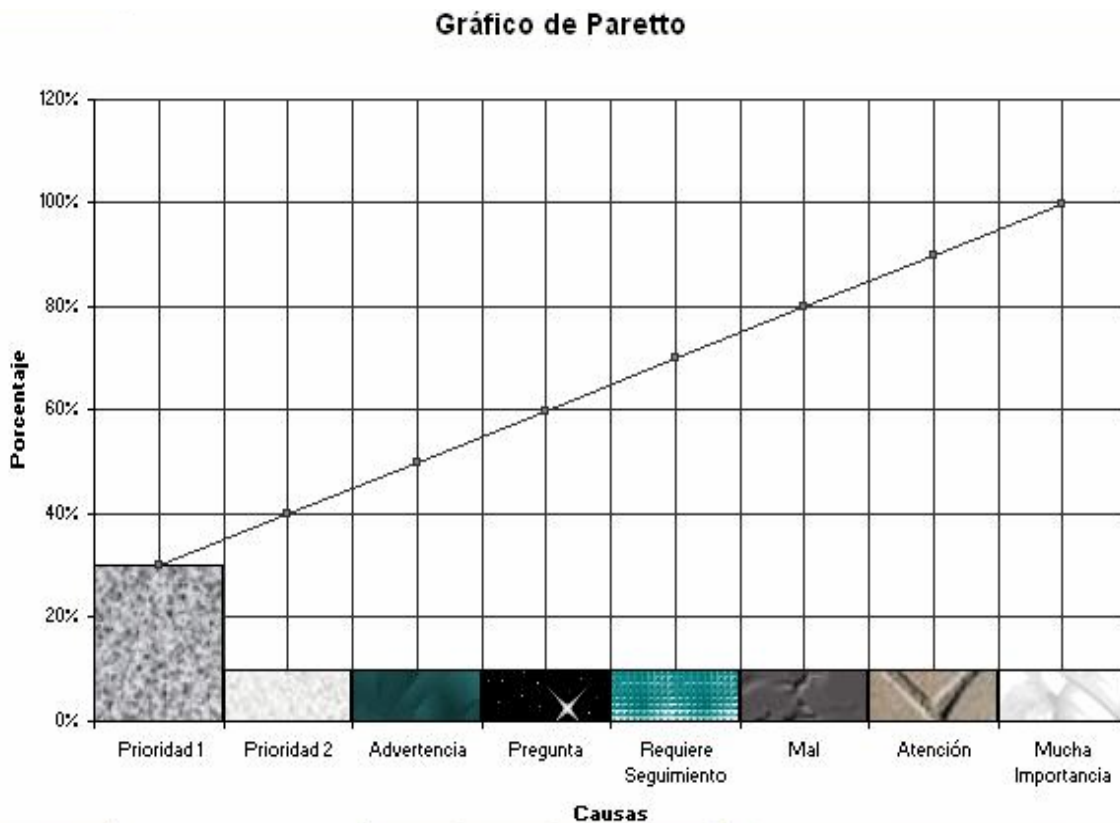


Como se puede apreciar el estrato correspondiente a prioridad 1 es el que se lleva la mayoría de las causas a seguir monitoreando.

## 5.5. Diagrama de Pareto

El Diagrama de Pareto constituye un sencillo y gráfico método de análisis que permite discriminar entre las causas más importantes de un problema (los pocos y vitales) y las que lo son menos (los muchos y triviales).

**Figura 22.** Gráfico de Pareto del seguimiento y monitoreo

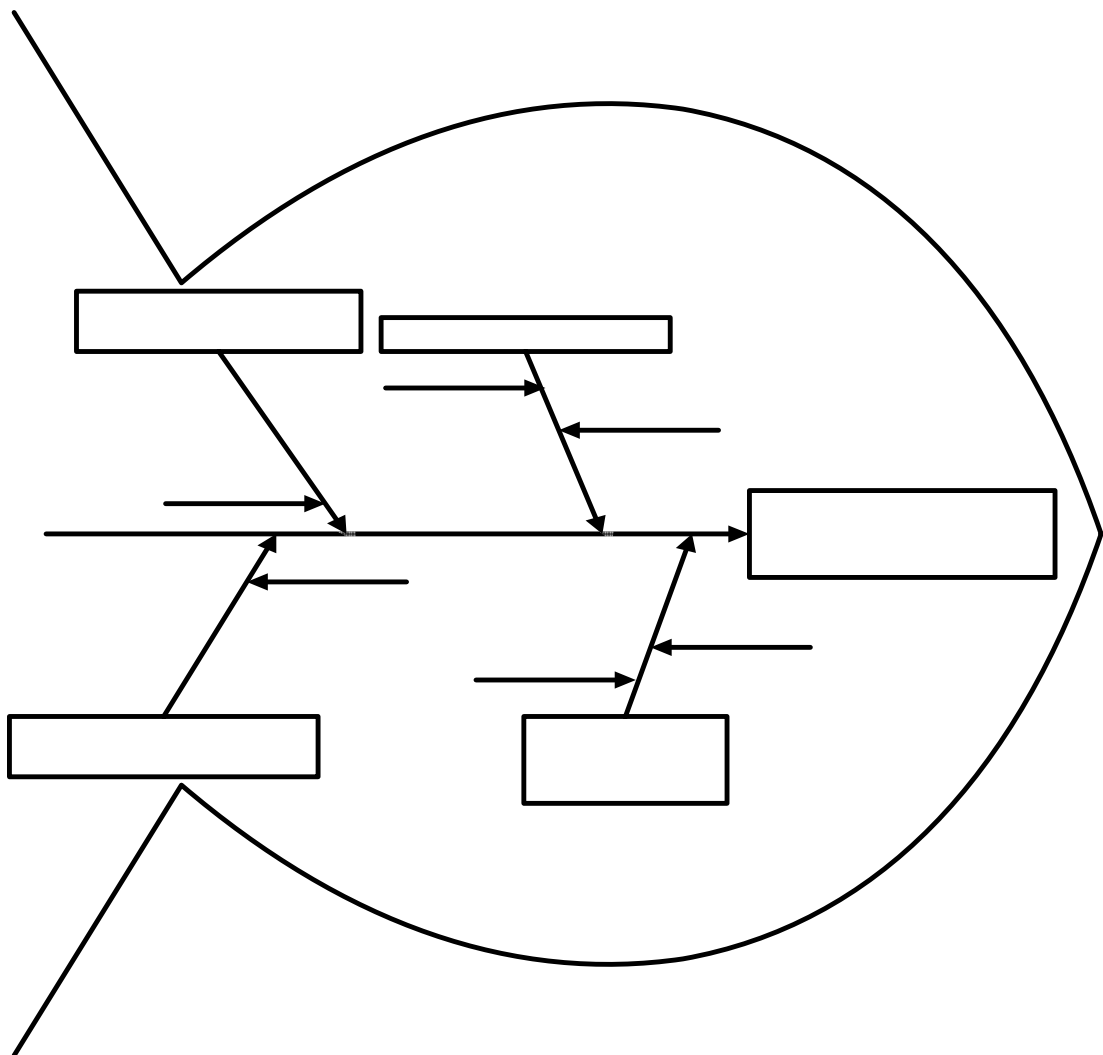


Las causas que están comprendidas en el estrato de prioridad 1 serán nuestro punto de partida en el seguimiento y monitoreo de la producción de colonias.

## 5.6. Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa, o Diagrama Causa - Efecto, es una herramienta que ayuda a identificar, clasificar y poner de manifiesto posibles causas, (en nuestro asunto las actividades que tienen prioridad 1) tanto de problemas específicos como de características de calidad. Ilustra gráficamente las relaciones existentes entre un resultado dado (efectos) y los factores (causas) que influyen en ese resultado.

**Figura 23.** Diagrama de Ishikawa del seguimiento y monitoreo



## **5.7. Indicadores**

Los indicadores que se utilizarán es el número de defectos que salgan por día según lo establecido en la hoja de verificación no permitiéndose que salgan más de siete envases defectuosos por tipo diariamente, el cual será el estándar permitido.

### **5.7.1. Fracción de defectuosos (p)**

La fracción de defectuosos que se permitirá estará entre 0.0352% hasta 0.122% de envases defectuosos por día, ya que con estos límites la empresa estaría asegurándose estar en la norma de calidad conocida como 4 sigma.

## CONCLUSIONES

1. Con el fin de implementar un sistema de control de calidad en una industria cosmética, se apoyó en la herramienta estadística ideada por Shewhart, llamada, los gráficos de control, identificando así los límites de control permisibles.
2. Con la implementación de los gráficos de control se logró establecer los límites de control, que fueron, para el diagrama p de hasta un 0.122% disminuyendo en un 6.1% lo establecido por la empresa.
3. Se sugirió hacer un gráfico np por su facilidad para determinar los límites de envases defectuosos y este demostró que sólo se pueden aceptar desde 2, el cual es el límite central, hasta 7 envases defectuosos para que el proceso esté en control estadístico.
4. Según la norma MIL-STD-105D se formó el criterio de aceptación con un NCA de 1.5% y un rango en la población de 35,001 a 150,000 se hará un muestreo aleatorio de 500 frascos y se aceptará el lote si contiene 14 o menos defectuosos.
5. Se utilizó el diagrama de Pareto para corroborar que el problema que iba a ser objeto de estudio eran los envases quebrados y esto se pudo corroborar por medio de la regla 80-20, ya que, indicó que el 80% de los defectos en producción se encuentra en el 20% de envases quebrados y viceversa.

6. Al efectuar la curva OC, la probabilidad que los resultados de la muestra caigan dentro de los límites de control, es del 100%, mientras el np promedio este entre 0.7458 y 2.4286.
7. El promedio de calidad es de 0.122%, lo cual hace que estén dentro de los parámetros del índice de capacidad llamado 4 sigma.
8. Para lograr ser más competitivos en el mercado se mejoró el sistema de inspección, a través de los gráficos de control, aumentando así en un 6.1% la calidad del producto.

## RECOMENDACIONES

1. Para que la empresa pueda seguir aumentando su nivel de calidad, deberá utilizar, diariamente, las hojas de verificación, anotando las observaciones necesarias para eliminar las fuentes de variación.
2. Sería beneficioso que los operarios más experimentados encargados de la producción de colonias capaciten periódicamente a los operarios de reciente ingreso, para que, así, la rotación de personal no afecte la calidad de la producción.
3. Tener repuestos de cada una de las partes que componen la máquina encargada de cerrar el envase, pues, si ésta no está bien calibrada se operará con fallas la misma.
4. Utilizar el sistema de la norma MIL-STD-105D a cabalidad para que a la hora de hacer el muestreo, el criterio de aceptación sea el adecuado.
5. Tener un plan de mantenimiento preventivo para evitar que sigan saliendo frascos quebrados, pues, de no hacerse, se arma de forma apresurada, y se calibra mal la línea de producción.
6. Sancionar al proveedor de envases de vidrio de 50ml. cada vez que no cumpla con lo establecido en la inspección, suspendiendo la recepción de mercadería, en espera de que se mejore la calidad del material sometido a inspección.



7. Conseguir más proveedores de frascos de 50 ml. si la tendencia de mala calidad continúa, para así tener mas parámetros con que comparar la calidad de los frascos y comprar los mejores.
  
8. Mantener el sistema de inspección en constante retroalimentación para que así la calidad del producto siga aumentando, para poder llegar al índice de capacidad llamado 6 sigma

## BIBLIOGRAFÍA

1. Amanco. **Lo que todos los colaboradores de amanco debemos saber sobre el mejoramiento continuo.** 1<sup>ra</sup>. ed. Guatemala: 50 pp.
2. Besterfield, Dale H. **Control de Calidad.** 4<sup>ta</sup>. ed. esp. México: Pearson Educación, 1998.
3. **Controles Industriales.** Herramientas para la mejora de la calidad.  
[www.aiteco.com](http://www.aiteco.com)  
julio-agosto 2005.
4. **Controles Industriales.** LAS 7 NUEVAS HERRAMIENTAS PARA LA MEJORA DE LA CALIDAD.  
[www.geocities.com/Eureka/Office/4595/herramientas](http://www.geocities.com/Eureka/Office/4595/herramientas)  
junio-julio 2005
5. Duncan, Acheson J. **Control de calidad y estadística industrial.** 1ra. ed. esp. México: Alfaomega, 1996, 1084 pp.
6. Rojas Cetina, Raul Adolfo. **Redistribución de planta en el proceso de pintado de envase plástico –plano y cilíndrico-.** (Tesis de Ingeniería Mecánica Industrial) Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, 2001. 108 pp.



## **ANEXOS**

Anexo 1

Tabla III. Tabla maestra para inspección severa (muestreo sencillo)

		Niveles aceptables de calidad (inspección severa o estricta)																					
		0.010	0.015	0.025	0.040	0.065	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1000	
Letra código del tamaño de la muestra	Tamaño de la muestra	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
		A	2																				
B	3																						
C	5																						
D	8																						
E	13																						
F	20																						
G	32																						
H	50																						
J	80																						
K	125																						
L	200																						
M	315																						
N	500																						
P	800																						
Q	1250																						
R	2000																						
S	3150																						

⇨ = Use el primer procedimiento de muestreo abajo de la flecha. Si el tamaño de la muestra es igual o mayor que el del lote o conjunto, hágase inspección al 100 por ciento.  
 ⇩ = Use el primer procedimiento de muestreo arriba de la flecha.  
 Ac = Número de aceptación  
 Re = Número de rechazo.

Fuente: Control de calidad y estadística industrial, Duncan, Achenson J. (Pág. 225)

## Anexo 2

Tabla IV. Tabla maestra para inspección abreviada (muestreo sencillo)

Letra código del tamaño de la muestra	Tamaño de la muestra	Niveles aceptables de calidad (inspección abreviada) <sup>+</sup>																												
		0.010	0.015	0.025	0.040	0.05	0.10	0.15	0.25	0.40	0.5	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1000			
		Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	
A	2																													
B	2																													
C	2																													
D	3																													
E	5																													
F	8																													
G	13																													
H	20																													
J	32																													
K	50																													
L	80																													
M	125																													
N	200																													
P	315																													
Q	500																													
R	800																													

Ac = Número de aceptación  
 Re = Número de rechazo.  
 + = Si se ha excedido el número de aceptación, pero el número de rechazo no ha sido alcanzado, acéptese el lote, pero vuelva a aplicarse la inspección normal (ver 10.1.4).  
 ↗ = Use el primer procedimiento de inspección abajo de la flecha. Si el tamaño de la muestra es igual o mayor que el del lote o conjunto, hágase inspección al 100 por ciento.  
 ↖ = Use el primer procedimiento de muestreo arriba de la flecha.

Fuente: Control de calidad y estadística industrial, Duncan, Achenson J. (Pág. 226)



