



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

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL PARA MEJORAR LA CALIDAD DE  
CIERRE DE LATAS, GARANTIZANDO LA INOCUIDAD DEL PRODUCTO Y  
AUMENTANDO LA PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA DE LLENADO**

**Alejandro Gabriel Girón Muñoz**

Asesorado por el Ing. Eduardo José Álvarez Valencia

Guatemala, febrero de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL PARA MEJORAR LA CALIDAD DE  
CIERRE DE LATAS, GARANTIZANDO LA INOCUIDAD DEL PRODUCTO Y  
AUMENTANDO LA PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA DE LLENADO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**ALEJANDRO GABRIEL GIRÓN MUÑOZ**

ASESORADO POR EL ING. EDUARDO JOSÉ ALVAREZ VALENCIA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, FEBRERO DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Francisco Arturo Hernández Arriaza
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADOR	Ing. Leonel Estuardo Godínez
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL PARA MEJORAR LA CALIDAD DE CIERRE DE LATAS, GARANTIZANDO LA INOCUIDAD DEL PRODUCTO Y AUMENTANDO LA PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA DE LLENADO**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha de 15 de junio del 2,010.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Alejandro Gabriel Girón Muñoz', with a large, stylized flourish above the name.

Alejandro Gabriel Girón Muñoz

Guatemala, 18 de mayo 2011

Ingeniero  
César Ernesto Urquizú Rodas  
Director de Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Respetable Ingeniero Urquizú:

Atentamente me dirijo a usted para presentarle el trabajo de graduación titulado: **"DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL PARA MEJORAR LA CALIDAD DE CIERRE DE LATAS, GARANTIZANDO LA INOCUIDAD DEL PRODUCTO Y AUMENTANDO LA PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA DE LLENADO"**, realizado por el estudiante de Ingeniería Industrial, Alejandro Gabriel Girón Muñoz, el cual revisé y estoy satisfecho de su contenido. A mi juicio el presente trabajo cumple con los objetivos planteados.

Sin otro particular, me suscribo de usted.

Atentamente,

  
Ing. Eduardo José Álvarez Valencia  
Asesor de Trabajo de Graduación  
Colegiado 1655





REF.REV.EMI.173.011

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL PARA MEJORAR LA CALIDAD DE CIERRE DE LATAS, GARANTIZANDO LA INOCUIDAD DEL PRODUCTO Y AUMENTANDO LA PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA DE LLENADO**, presentado por el estudiante universitario **Alejandro Gabriel Girón Muñoz**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'P. S. B.', written over a circular stamp.

*Priscila Yohana Sandoval Barrios*  
INGENIERA INDUSTRIAL  
COLEGIADO No. 10582

Inga. Priscila Yohana Sandoval Barrios  
Catedrática Revisora de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, octubre de 2011.

/mgp



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL PARA MEJORAR LA CALIDAD DE CIERRE DE LATAS, GARANTIZANDO LA INOCUIDAD DEL PRODUCTO Y AUMENTANDO LA PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA DE LLENADO**, presentado por el estudiante universitario **Alejandro Gabriel Girón Muñoz**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

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



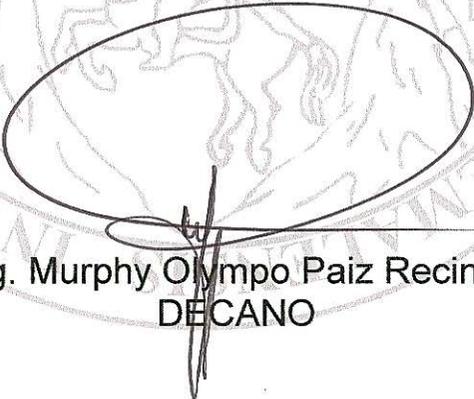
Guatemala, febrero de 2012.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL PARA MEJORAR LA CALIDAD DE CIERRE DE LATAS, GARANTIZANDO LA INOCUIDAD DEL PRODUCTO Y AUMENTANDO LA PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA DE LLENADO**, presentado por el estudiante universitario: **Alejandro Gabriel Girón Muñoz**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
DECANO

Guatemala, febrero de 2012



## **AGRADECIMIENTOS A:**

- Dios** Por brindarme el regalo de la vida, porque Él no es necesario, es indispensable.
- Mis padres** Porque son los pilares de mi familia y mi ejemplo a seguir. Por su apoyo incondicional, lucha diaria, amor sin igual y por la sabiduría que me transmiten en sus consejos.
- Mis hermanos** Por los momentos de felicidad que brindan a mi vida y la unión inquebrantable que hemos formado en los momentos de angustia a través de los años.
- Mis abuelos** Por el cariño y amor dado a mi persona en los momentos de alegrías y tristezas.
- Delly Guevara** Por ser una persona que me ha demostrado amor, respeto, fidelidad y confiabilidad en el tiempo que hemos convivido juntos.
- Mis amigos** Por las incontables alegrías que traen a mi vida, las experiencias y vivencias que a lo largo de mi carrera me han obsequiado.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	I
LISTA DE SÍMBOLOS .....	V
GLOSARIO .....	VII
RESUMEN .....	XI
OBJETIVOS .....	XV
INTRODUCCIÓN .....	XVII
1. GENERALIDADES .....	1
1.1. Control de calidad .....	1
1.1.1. Definición de calidad .....	2
1.1.1.1. Enfoque hacia el producto.....	2
1.1.1.2. Enfoque hacia el usuario .....	2
1.1.2. Contaminación en el producto .....	3
1.1.3. Producción más limpia .....	3
1.1.4. Administración de procesos .....	3
1.1.4.1. Diseño de procesos de calidad.....	4
1.1.5. Control estadístico de procesos .....	5
1.1.5.1. Cuadros de control para datos variable .....	6
1.1.5.2. Cuadros de control para atributos.....	8
1.1.5.3. Diseño de gráficos de control .....	11
1.2. Sellado de latas .....	14
1.2.1. Proceso de sellado de latas .....	15
1.2.2. Control de cierre.....	15
1.2.2.1. Procedimiento de doble cierre .....	16
1.2.2.2. Terminología de dimensiones de cierre .....	19

1.2.3.	Inspección de cierre .....	20
1.2.3.1.	Métodos de medición del cierre.....	21
1.2.3.2.	Problemas comunes del cierre .....	22
1.2.4.	Fugas.....	27
1.3.	¿Qué es la medición? .....	29
1.3.1.	Instrumentos de medición .....	29
1.3.1.1.	Vernier o pie de rey .....	30
1.3.1.2.	Micrómetro .....	31
1.3.2.	Métodos de medición .....	32
1.3.3.	Tolerancias .....	33
1.3.4.	Calibración.....	33
2.	ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	35
2.1.	Sistema de sellado actual .....	35
2.1.1.	Proceso de sellado de lata .....	35
2.2.	Control de calidad.....	36
2.2.1.	Muestreo.....	36
2.2.2.	Toma de muestras .....	37
2.2.3.	Periodos de muestreo.....	38
2.2.3.1.	Mecánicos.....	38
2.2.3.2.	Operarios .....	38
2.2.3.3.	Laboratoristas .....	38
2.2.4.	Proceso de muestreo actual .....	39
2.3.	Inspección actual.....	40
2.3.1.	Diagnóstico de sellado .....	47
2.3.2.	Práctica de medición.....	47
2.3.3.	Equipo de medición sin calibración .....	48
2.4.	Instrumento de medición .....	48
2.4.1.	Micrómetro para muestreo .....	49

2.4.1.1.	Tipos de micrómetro .....	50
2.4.1.2.	Métodos de realización .....	50
2.5.	Control estadístico en el proceso de sellado .....	51
2.5.1.	Cuadros de control para datos variable .....	51
2.5.2.	Cuadros de control para atributos .....	78
2.6.	Análisis de los desperdicios .....	81
2.6.1.	Deshecho de la lata.....	83
2.6.1.1.	Por sello defectuoso .....	83
2.6.1.2.	Por sello medido incorrectamente.....	83
2.6.1.3.	Por sello correcto.....	84
2.6.2.4.	Desperdicio.....	84
3.	DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CIERRE DE LATAS .....	85
3.1.	Metodología de calibración de micrómetros .....	85
3.1.1.	Objetivos de la calibración.....	86
3.1.2.	Alcance de la calibración.....	86
3.1.3.	Procedimiento de calibración .....	87
3.1.4.	Período de calibración.....	88
3.2.	Maquina selladora de tapa .....	89
3.2.1.	Ajustes mecánicos .....	90
3.2.2.	Presiones de sello .....	91
3.3.	Procedimiento de muestreo .....	92
3.3.1.	Elaboración de muestreo.....	94
3.3.2.	Cantidad de toma de muestras.....	95
3.3.3.	Período de muestreo .....	96
3.4.	Formulario de muestreo .....	98
3.4.1.	Partes del formulario de muestreo.....	98
3.4.2.	Indicación de datos de control .....	98
3.5.	Control estadístico .....	99

3.5.1.	Cuadros y gráficos de control para datos .....	100
3.6.	Análisis de los desperdicios.....	101
3.6.1.	Reciclaje de la lata.....	101
3.6.1.1.	Por sello defectuoso.....	102
3.6.1.2.	Por sello correcto .....	102
3.6.2.	Derrame del contenido del producto .....	103
3.6.2.1.	Reducción de mermas .....	103
3.7.	Análisis diferencial entre situación actual y mejorada .....	103
3.8.	Análisis de productividad .....	106
4.	IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE CIERRE DE LATAS .....	111
4.1.	Indicación del proceso de calibración .....	111
4.2.	Indicación del proceso de muestreo .....	112
4.3.	Formulario de datos de control .....	114
4.4.	Capacitación a operadores, mecánicos y laboratoristas .....	114
4.5.	Determinación de costos de realización .....	115
4.5.1.	Análisis económico .....	115
5.	MEJORA CONTINUA.....	117
5.1.	Inducción y capacitación.....	117
5.1.1.	Inducción al personal de nuevo ingreso .....	117
5.1.2.	Programas de capacitación.....	118
5.2.	Control de buenas prácticas de manufactura.....	118
5.2.1.	Verificación de procesos de calibración .....	119
5.2.2.	Verificación de tomas de muestra .....	119
6.	MEDIO AMBIENTE .....	121
6.1.	Definición.....	121

6.2.	Problemática .....	121
6.2.1.	A nivel nacional .....	122
6.3.	Involucrados .....	122
6.3.1.	Empresa.....	123
6.3.2.	Empleado .....	123
6.3.3.	Cliente.....	123
6.3.4.	Sociedad .....	124
6.4.	Análisis situacional de la empresa .....	124
6.4.1.	Análisis de reciclajes .....	124
CONCLUSIONES .....		127
RECOMENDACIONES.....		129
BIBLIOGRAFÍA.....		131
APÉNDICE .....		133



# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Diagrama de proceso de llenado de bebidas carbonatadas .....	4
2.	Fórmula de la desviación estándar .....	7
3.	Sellado de latas.....	15
4.	Primera operación de cierre normal.....	17
5.	Segunda operación de cierre normal.....	19
6.	Terminología de doble cierre .....	20
7.	Dimensiones de doble cierre .....	21
8.	Cierre apretado en primera operación .....	22
9.	Cierre flojo en primera operación .....	23
10.	Rebaba .....	23
11.	Corte en la unión .....	24
12.	Formación de labio.....	24
13.	Falsa costura.....	25
14.	Cierre incompleto .....	25
15.	Tapa con rizo dañado.....	26
16.	Desigualación.....	26
17.	Cuerpo arrugado .....	27
18.	Forma del cierre que permite fugas .....	28
19.	Vernier ó pie de rey .....	31
20.	Micrómetro .....	32
21.	Control de calidad .....	40
22.	Medición completa de la lata .....	41
23.	Abriendo doble cierre para inspección.....	43

24.	Diagrama de flujo de proceso de muestreo.....	44
25.	Diagrama de operaciones de proceso de muestreo .....	45
26.	Práctica de medición con micrómetro .....	47
27.	Indicaciones del micrómetro .....	49
28.	Micrómetro palmer de exteriores.....	49
29.	Ancho de doble cierre .....	52
30.	Medias para ancho de doble cierre .....	56
31.	Rangos para ancho de doble cierre .....	57
32.	Alto de doble cierre .....	57
33.	Medias para alto de doble cierre .....	61
34.	Rangos para alto de doble cierre .....	62
35.	Gancho de tapa .....	62
36.	Medias para gancho tapa de doble cierre .....	66
37.	Rangos para gancho tapa de doble cierre .....	67
38.	Gancho de la lata.....	67
39.	Medias para gancho lata de doble cierre .....	71
40.	Rangos para gancho lata de doble cierre.....	72
41.	Traslape.....	73
42.	Medias para traslape de doble cierre .....	77
43.	Rangos para traslape de doble cierre .....	78
44.	Porcentaje de arrugas.....	79
45.	Medias para arrugas en doble cierre.....	80
46.	Rangos para arrugas de doble cierre.....	81
47.	Cuña y rodillo para junta de sellado .....	89
48.	Máquina selladora de latas .....	90
49.	Muestras para control de calidad .....	93
50.	Toma de muestras .....	97

## TABLAS

I.	Tabla resumen diagrama de flujo de procesos .....	46
II.	Tabla resumen diagrama de operación de proceso.....	46
III.	Primer muestreo de refrescos con respecto al ancho.....	53
IV.	Segundo muestreo de refrescos con respecto al ancho .....	53
V.	Tercer muestreo de refrescos con respecto al ancho .....	54
VI.	Tamaño de muestras con respecto al ancho.....	55
VII.	Primer muestreo de refrescos con respecto al alto .....	58
VIII.	Segundo muestreo de refrescos con respecto al alto.....	58
IX.	Tercer muestreo de refrescos con respecto al alto.....	59
X.	Tamaño de muestras con respecto al alto.....	60
XI.	Primer muestreo de refrescos con respecto al gancho tapa.....	63
XII.	Segundo muestreo de refrescos con respecto al gancho tapa .....	63
XIII.	Tercer muestreo de refrescos con respecto al gancho tapa .....	64
XIV.	Tamaño de muestras con respecto al gancho tapa .....	65
XV.	Primer muestreo de refrescos al gancho lata .....	68
XVI.	Segundo muestreo de refrescos con respecto al gancho lata .....	68
XVII.	Tercer muestreo de refrescos con respecto al gancho lata .....	69
XVIII.	Tamaño de muestras de gancho lata .....	70
XIX.	Primer muestreo completo .....	73
XX.	Segundo muestreo completo .....	74
XXI.	Tercer muestreo completo .....	75
XXII.	Tamaño de muestras .....	76
XXIII.	Tamaño de muestras para arrugas en lata.....	79
XXIV.	Certidumbre y confianza .....	95
XXV.	Muestreo .....	97



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>S</b>	Desviación estándar
<b>CO<sub>2</sub></b>	Dióxido de Carbono
<b><i>p</i></b>	Fracciones no conformes
<b>°C</b>	Grados centígrados
<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>	Kilogramo por centímetro cuadrado
<b><math>\bar{x}</math></b>	Media
<b><math>\mu\text{m}</math></b>	Micrómetros
<b>mm</b>	Milímetros
<b>Min</b>	Minutos
<b><i>i</i></b>	Muestra
<b><i>k</i></b>	Número de muestras
<b><i>u</i></b>	Número promedio de defectos por unidad
<b><i>c</i></b>	Número total de defectos por unidad
<b><i>np</i></b>	Números no conformes
<b>%</b>	Porcentaje
<b>Plg</b>	Pulgada
<b>R</b>	Rango
<b><math>\sigma</math></b>	Sigma
<b><i>n</i></b>	Tamaño de la muestra



## **GLOSARIO**

### **Automatización**

Es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos.

### **Calidad**

Es un conjunto de propiedades inherentes a un objeto que le confieren capacidad para satisfacer necesidades implícitas o explícitas.

### **Censo**

Es un recuento de población que se realiza periódicamente.

### **Contaminación**

Se llama contaminación a la transmisión y difusión de humos o gases tóxicos a medios como la atmósfera y el agua, como también a la presencia de polvos y gérmenes microbianos provenientes de los desechos de la actividad del ser humano.

<b>Cuña</b>	Es una máquina simple que consiste en una pieza de madera o de metal terminada en ángulo diedro muy agudo. Técnicamente es un doble plano inclinado portátil. Sirve para hundir o dividir cuerpos sólidos, para ajustar o apretar uno con otro, para calzarlos o para llenar alguna raja o hueco.
<b>Esterilización</b>	Es un proceso para eliminar la contaminación microbiana de un producto sanitario.
<b>Husillo</b>	Es un tipo de mecanismo que está constituido por un tornillo que al girar produce el desplazamiento longitudinal de la tuerca en la que va enroscado.
<b>Inocuidad</b>	Es la condición de los alimentos que garantiza que no causaran daño al consumidor cuando se preparen y /o consuman de acuerdo con el uso al que se destinan.
<b>Mandril</b>	Es usado en su torno para asegurar su material a trabajar.
<b>Metodología</b>	Hace referencia al conjunto de procedimientos basados en principios lógicos, utilizados para alcanzar una gama de objetivos que rigen en una investigación científica o en una exposición doctrinal.

<b>Metrología</b>	Es la ciencia de la medida. Tiene por objetivo el estudio de los sistemas de medida en cualquier campo de la ciencia. También tiene como objetivo indirecto que se cumpla con la calidad.
<b>Pasteurización</b>	Es el proceso térmico realizado a líquidos (generalmente alimentos) con el objeto de reducir los agentes patógenos que puedan contener: bacterias, protozoos, mohos y levaduras, etc.
<b>Periferia</b>	Viene del griego <i>periphēria</i> que significa circunferencia. De modo más general la periferia designa el límite externo de un objeto.
<b>Probabilidad de Poisson</b>	Es una distribución de probabilidad discreta, es tiempo fijo si estos eventos ocurren con una frecuencia media conocida y son independientes del tiempo discurrido desde el último evento.
<b>Productividad</b>	Es la relación entre la producción obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción.

<b>Rentabilidad</b>	Hace referencia a que el proyecto de inversión de una empresa pueda generar suficientes beneficios para recuperar lo invertido y la tasa deseada por el inversionista.
<b>Rodamiento</b>	Es un elemento mecánico que reduce la fricción entre un eje y las piezas conectadas a éste, que le sirve de apoyo y facilita su desplazamiento.
<b>Sello hermético</b>	Esta naturaleza hermética es crucial a guardar bacterias fuera del poder y a mantener su contenido sellado adentro.
<b>Solapa</b>	La parte superior o inferior de un embalaje que sirve para cerrarlo.
<b>Variabilidad</b>	Nos indican si esas puntuaciones o valores están próximas entre sí o si por el contrario están o muy dispersas.
<b>Varianza</b>	Es una medida de su dispersión definida como la esperanza del cuadrado de la desviación de dicha variable respecto a su media.

## RESUMEN

Un sistema de calidad es utilizado como una estrategia para asegurar el mejoramiento de los procesos y así garantizar el desarrollo eficiente para la calidad de los productos. El objetivo de analizar puntos de mejora en los sistemas, se basa en las condiciones en que los productos pueden estar expuestos a cualquier elemento que pueda degradar la calidad del producto, disminuyendo los estándares de la empresa.

Este sistema de calidad busca como prioridad cumplir con los controles utilizados para los procedimientos de doble cierre realizados en la envasadora, sintetizando en dos operaciones que se basan en dobles de los bordes del cuerpo del envase de la lata con los bordes de la tapa, para poder entrelazarlos y obtener el sello hermético.

Los problemas más comunes que se pueden encontrar en el doble cierre pueden ser; cierres apretados que pueden causar roturas en los traslapes, cierres flojos que pueden causar fugas de producto, rebaba en los bordes de la tapa que pueden causar forzamiento en la parte superior o formación de labio, en donde una parte suave del cierre se extiende por debajo del cierre normal.

El proceso de inspección de cierre, en parte, se basa en una situación particular, desarrollando en su proceso una diversidad de criterios por parte de los encargados de control, mostrando una forma de medición, análisis y conclusión diferente para cada uno de los que se encargan de tomar las medidas. Debido a la forma en la cual se está obteniendo las lecturas de la inspección del doble cierre, la habilidad con la que se debe maniobrar el

instrumento de medición, en este caso un micrómetro y la responsabilidad por parte del encargado en mantener todas sus herramientas calibradas difiere.

Esto permite que se dé una serie de criterios en el momento de evaluar las medidas, influyendo en ellas la experiencia y habilidad de los trabajadores cuando están tomando las medidas. Los trabajadores están encargados de la inspección diaria de lo que es el doble cierre en las latas, esto se lleva a cabo a determinadas horas de la jornada laboral, diurna y nocturna.

Sin embargo, al realizar estos procedimientos, se han obtenido lecturas con diversidad de criterios por parte de los encargados, y esto produce que el departamento delegado en el control de calidad obtenga un muestreo variado, obligándolos a realizar muestreos extras para analizar si la máquina selladora está trabajando de forma correcta ó el inspector está realizando de manera incorrecta su tarea.

Para dar seguimiento con el control, se definirá la cantidad óptima de muestreo la cual será llevada a cabo por parte del encargado del salón. La técnica del muestreo de trabajo consistirá en la cuantificación proporcional de un gran número de observaciones tomadas al azar, en las cuales se anota la condición que presente la operación, empleando para ello observaciones instantáneas, intermitentes y espaciadas al azar. Para determinar el número total de observaciones necesarias en el muestreo, con objeto de tener la exactitud y la tolerancia deseadas, se realizará lo siguiente.

A. Cálculo aproximado del porcentaje que representa un elemento cualquiera con relación al total de actividades: 11,11%;

- B. Determinar los límites aceptables de tolerancia, la tolerancia aceptable es del  $\pm 5\%$ ;
- C. Definir la certidumbre y el nivel de confianza que se desean. Para ello obtendremos una certidumbre de 95,45% y un nivel de confianza de 2,00;
- D. El número de muestras que se deben tomar al día es de 144, 6 muestras por hora.

Los resultados serán llevados a un formulario de muestreo, recabando los datos para su análisis posterior. En el momento que se lleve a cabo la estandarización del sistema de medidas, se estará mejorando su gestión basándose en una metodología que se lleve paso a paso para que el encargado tenga la facilidad y la autoridad para definir si existe un problema con la maquinaria o no, teniendo así una optimización de los recursos.

Al realizar una guía para la calibración del micrómetro, se brindará al encargado una herramienta que le facilite la utilización y el chequeo del instrumento, forzando al trabajador a calibrar el micrómetro, ya que es un dispositivo demasiado delicado y cualquier movimiento brusco puede desajustarlo, dando resultados irreales en el muestreo.

El aluminio se recolectará y será llevado a plantas de reciclaje de aluminio, Las latas utilizadas para el muestreo se reciclarán, ya que el aluminio, por ser un material con muchos usos, es posible reciclarlo para varias industrias y no sólo orientado para la industria refresquera. Para su reciclaje, sólo hace falta comprimir las latas y almacenarlas hasta tener una cantidad razonable para llevarla al centro de reciclado.



# OBJETIVOS

## General

Diseñar un sistema que mantenga un control eficiente en el cierre de la lata, el cual permita brindar al mercado alimentos que llenen los estándares de inocuidad.

## Específicos

1. Evitar la incrustación de partículas en el producto terminado por medio de un adecuado control de cierre.
2. Diseñar un sistema de inspección eficiente para minimizar desperdicios.
3. Garantizar productos terminados que llenen las expectativas del mercado.
4. Implementar un sistema que minimice el desperdicio del producto, mediante la utilización de una cantidad de muestras adecuado.
5. Introducir e instruir al operario en el nuevo método de muestreo.
6. Estandarizar la metodología de muestreo para control de cierre de latas.



## INTRODUCCIÓN

Actualmente, es necesario que toda industria de alimentos se encuentre en un proceso de reestructuración para lograr un funcionamiento eficaz en un mercado que se ha convertido a través de los años en un mundo más competitivo. Cada área de estas empresas enfoca su esfuerzo para desarrollar productos de calidad a través de una tecnificación en sus procesos.

Con ello, se pretende enfocar en la aplicación de una idea que aplique producción más limpia, que abarque niveles de calidad altos, evitando de esta manera la fabricación de productos que no llenen los estándares de inocuidad y minimizando o eliminando por completo el desperdicio de producto que es desechado después de su inspección, para ello se enfocará el análisis sobre una situación actual hacia una situación mejorada, los cuales serán guiados a través de un programa de implementación para su desarrollo.

Uno de los mayores éxitos en el sellado de latas es el doble cierre, este proceso consiste en mantener una unión hermética entre el cuerpo de la lata y su tapa, evitando la introducción de partículas contaminantes y que produzcan un riesgo en la calidad del producto. Las variaciones en el acabado del doble cierre pueden ser detectadas por medio de medidas, inspección visual y exanimación.

De acuerdo a todo lo anterior, la idea principal es, brindarle al mercado un producto que llene las expectativas del consumidor, a través de un análisis de control estadístico de calidad. Así como también mejorar el proceso de medición de sellado para evitar resultados erróneos, desarrollando indicadores que faciliten el procedimiento en muestreos futuros.

# **1. GENERALIDADES**

## **1.1. Control de calidad**

Desde el inicio del período industrial las organizaciones han buscado mejorar su competitividad, implementando programas y técnicas para el mejoramiento de la calidad de sus productos y servicios, y la productividad de su operación.

El departamento de calidad debe estar presente en los cambios apoyando a los procesos en el establecimiento de programas de mejoramiento continuo. Sin embargo, en la época actual y en el futuro, las organizaciones tendrán que lograr la satisfacción del cliente mediante productos y servicios de calidad, brindando al mercado un valor agregado.

El sistema de calidad se posesiona como una estrategia, para asegurar el mejoramiento continuo de los procesos. Consiste en un programa para garantizar que el proceso se lleve a cabo de la formas más eficiente posible mediante el desarrollo permanente de la calidad del producto y sus servicios.

Ya que son todos los mecanismos, acciones, herramientas que se realizan para detectar la presencia de errores. La función del control de calidad existe primordialmente como una organización de servicio, para conocer las especificaciones establecidas por la ingeniería del producto y proporcionar asistencia al departamento de fabricación, para que la producción alcance estas especificaciones. Como tal, la función consiste en la colección y análisis de

grandes cantidades de datos que después se presentan a diferentes departamentos para iniciar una acción correctiva adecuada.

### **1.1.1. Definición de calidad**

La calidad puede definirse como la conformidad relativa con las especificaciones, o sea, el grado en que un producto cumple las especificaciones del diseño, entre otras cosas, mayor calidad. También se puede definir como la satisfacción en un producto cumpliendo todas las expectativas que busca algún cliente, siendo así controlado por reglas ó estándares los cuales deben salir al mercado para ser inspeccionado y tenga los requerimientos estipulados por las organizaciones que hacen certificar algún producto.

#### **1.1.1.1. Enfoque hacia el producto**

Otra definición de la calidad es que se trata de una función para una variable medible de manera específica y que las diferencias en la calidad reflejan las diferencias en la cantidad de algún atributo del producto. Esta evaluación implica que niveles, cantidades y rangos superiores de estos atributos en un producto equivalgan a una mejor calidad.

#### **1.1.1.2. Enfoque hacia el usuario**

Tomando en cuenta una definición más de la calidad en base a otro objetivo, en donde se determina de acuerdo a lo que el cliente quiere. Las personas tienen distintos deseos y necesidades, por tanto, diferentes normas de calidad, lo que nos lleva a una definición basada en el usuario: la calidad se

define como la adaptación al uso para el cual el producto se compra, o la manera en que el producto cubre la función para la que está diseñado.

### **1.1.2. Contaminación en el producto**

El producto se encuentra siempre expuesto a cualquier elemento que pueda degradar su calidad y pueda poner en riesgo al ser humano, para ello se deben analizar de manera detallada cada uno de los contaminantes que pueden afectar de manera leve, normal y grave a los distintos consumidores del producto.

### **1.1.3. Producción más limpia**

Ésta es la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integrada a procesos, productos y servicios que aumentan la eficiencia total y reducen riesgos en los seres humanos y el ambiente. La producción más limpia se puede aplicar a los procesos usados en cualquier industria, a los productos mismos y a los distintos servicios que proporciona la sociedad.

Para los procesos de producción, la producción más limpia resulta a partir de una o la combinación de conservación de materias primas, agua y energía; eliminación de las materias primas tóxicas y peligrosas; reducción de la cantidad y la toxicidad de todas las emisiones y desperdicios en la fuente durante el proceso de producción.

### **1.1.4. Administración de procesos**

Dentro de este aspecto se implican una gran gama de conceptos, pero se resumirán en criterios básicos para comprenderlo; esto se encarga de



### **1.1.5. Control estadístico de procesos**

Es una metodología para el seguimiento de un proceso para identificar las causas de la variación y señalar la necesidad de emprender una acción correctiva en el momento apropiado. Cuando están presentes causas especiales, el proceso está destinado a quedar fuera de control. Si la variación en un proceso se debe sólo a causas comunes, se dice que está en control estadístico. Una definición práctica del control estadístico es que tanto los promedios del proceso como las varianzas son constantes a través del tiempo.

El control estadístico de procesos (CEP), depende de las gráficas de control, una de las herramientas básicas de mejora de la calidad. Es una técnica probada para mejorar la calidad y productividad. Muchos clientes piden a sus proveedores que proporcionen evidencias de un CEP. De modo que el control estadístico de procesos ofrece un medio para que la empresa demuestre su capacidad para la calidad, actividad necesaria para sobrevivir en los mercados actuales altamente competitivos. Como el CEP requiere que los procesos muestren una variación que sea posible medir, no es eficaz para los niveles de calidad que se aproximan a un *six sigma*. Sin embargo, es muy eficaz para las empresas que se encuentran en las primeras etapas de los esfuerzos de calidad.

Las gráficas de control, al igual que las demás herramientas básicas para mejorar la calidad, son relativamente fáciles de usar. Las gráficas de control tienen 3 aplicaciones básicas:

- Establecer un estado de control estadístico.
- Hacer el seguimiento de un proceso e indicar cuando éste se sale de control.

- Determinar la capacidad del proceso.

#### **1.1.5.1. Cuadros de control para datos variable**

Los datos de variable son aquellos que se miden con base en una escala continua. Ejemplos de datos de variable son longitud, peso, tiempo y distancia. Las gráficas que se utilizan con mayor frecuencia para los datos de variable son la gráfica X, de medias y la gráfica R, de rangos.

La gráfica X se usa para el seguimiento del centrado del proceso, y la gráfica R se utiliza para el seguimiento de la variación del proceso. El rango se emplea como una medida de la variación simplemente por conveniencia, sobre todo cuando los trabajadores en el área del trabajo realizan a mano los cálculos de la gráfica de control. Para muestras grandes y cuando los datos se analizan mediante un programa de computadora, la desviación estándar es una mejor medida de la variabilidad.

Gráfico para medias. El primer paso para elaborar gráficas X consiste en recopilar datos. Por lo general, se toman alrededor de 25 a 30 muestras. Casi siempre se utilizan tamaños de muestra entre 3 y 10, siendo 5 el más común. El número de muestras se indica con  $k$ , y  $n$  señala el tamaño de la muestra. Para cada muestra  $i$ , se calculan la media y estos valores se trazan en un gráfico de control. Para luego calcular la media general, valor que es obtenido mediante el promedio de las medias de la muestra. Este valor especifica la línea central del gráfico.

Gráfica para desviaciones estándar. Una alternativa para el uso de una gráfica R con la gráfica X es calcular y llevar a la gráfica la desviación estándar  $S$  de cada muestra. El rango se usa con frecuencia porque comprende menos

esfuerzo de cálculo y es más fácil de entender por los obreros de las plantas, por lo que tiene muchas ventajas. Con la disponibilidad de las calculadoras modernas y las computadoras personales, el trabajo de calcular S, se reduce o elimina y, por tanto, S se ha convertido en una alternativa viable para R.

La desviación estándar de la muestra es un indicador más sensible y mejor de la variabilidad del proceso que el rango, sobre todo para tamaños de muestras grandes. Por tanto, cuando es necesario un control estrecho de la variabilidad, es preciso utilizar S.

Figura 2. **Fórmula de la desviación estándar**

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{X})^2}{N - 1}}$$

Fuente:[http://www.imagenmedica.com.mx/portal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=102:norma-oficial-mexicana-nom-157-ssa1-1996&catid=40:notas-gobierno](http://www.imagenmedica.com.mx/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=102:norma-oficial-mexicana-nom-157-ssa1-1996&catid=40:notas-gobierno). Junio 2010.

Gráficos para rangos. Se realizan los mismos pasos que se utilizaron en el gráfico para medias, tomando en cuenta la misma cantidad de muestras y tamaño de muestras. La única diferencia sería que al final del proceso, en este caso se necesita obtener un promedio de rangos, para especificar de igual forma la línea central.

### **1.1.5.2. Cuadros de control para atributos**

Los datos de atributos suponen sólo 2 valores: bueno o malo, aprobado o reprobado, etc. Por lo general, los atributos no se pueden medir, pero se pueden observar y contar, y son útiles en muchas situaciones prácticas. Por lo regular, los datos de atributos son fáciles de recopilar, a menudo mediante la inspección visual. Muchos registros de conteo, como el porcentaje de desechos, ya están disponibles. Sin embargo, una desventaja del uso de los datos de atributos es que se requieren muestras grandes para obtener resultados estadísticos válidos.

Para los datos de atributos se utilizan distintos tipos de cuadros de control. Uno de los más comunes es la gráfica P. También se utilizan otros tipos de gráficas de atributos. Una distinción que se debe hacer es entre los términos defectos y defectuosos. Un defecto es una sola característica no conforme de calidad de un artículo. El término defectuoso se refiere a los artículos que tienen uno o más defectos. Como ciertas gráficas de atributos se utilizan para los defectuosos, mientras que otras se usan para los defectos, es necesario entender la diferencia. A menudo se usa el término no conforme en lugar de la palabra defectuoso.

Gráfica para fracciones no conformes P. Una gráfica P vigila la proporción de artículos no conformes en un lote. A menudo también se conoce como gráfica para fracciones no conformes o para fracciones defectuosas. Como sucede con los datos de variables, una gráfica p se elabora recopilando primero de 25 a 30 muestras del atributo que se va a medir. El tamaño de cada muestra debe ser suficientemente grande para tener varios artículos no conformes. Si la probabilidad de encontrar un artículo no conforme es baja, casi siempre es necesaria una muestra de 100 o más artículos. Las muestras se seleccionan

durante varios períodos, de modo que es posible investigar cualquier causa especial identificada.

El análisis de una gráfica P es similar al de una gráfica X o R. Los puntos fuera de los límites de control significan una situación fuera de control. Asimismo, es necesario buscar patrones y tendencias para identificar las causas especiales. Sin embargo, un punto en una gráfica P por debajo del límite de control inferior o el desarrollo de una tendencia por debajo de la línea central indica que el proceso podría mejorar, con base en un ideal de cero artículos defectuosos.

Tamaño variable de la muestra. A menudo, se realiza una inspección de 100% en la producción de un proceso durante períodos de muestreo fijos; sin embargo, el número de unidades producidas en cada período de muestreo puede variar: En este caso, la gráfica P tendría un tamaño de muestra variable. Una forma de manejar esta variación es calcular una desviación estándar para cada muestra individual.

Gráficas para números no conformes (np). En la gráfica p, la fracción de no conformidades de la iésima muestra se da mediante,

$$P_i = y_i/n$$

Donde  $y_i$  es el número de no conformidades encontradas y  $n$  es el tamaño de la muestra. Al multiplicar ambos lados de la ecuación  $p_i = y_i/n$  por  $n$ , se obtiene,

$$y_i = np_i$$

Es decir, el número de no conformidades es igual al tamaño de la muestra por la proporción de no conformidades. En lugar de usar una gráfica para la fracción de no conformidades, resulta útil una alternativa equivalente, una gráfica para el número de artículos no conformes. Este tipo de gráfica de control se conoce como gráfica np.

La gráfica np es una alternativa útil para la gráfica p, porque a menudo es más fácil de entender para el personal de producción (el número de artículos no conformes es más significativo que una fracción). Asimismo, sólo requiere de un conteo, por lo que los cálculos son más sencillos. Los límites de control para la gráfica np, al igual que los de la gráfica p, se basan en la distribución de probabilidad binomial.

Gráficas para defectos. Un defecto es una sola característica de no conformidad en un artículo, mientras que el término defectuoso se refiere a un artículo que tiene uno o más defectos. En algunas situaciones, el personal de aseguramiento de la calidad puede estar interesados no sólo en si un artículo está defectuoso, sino también en cuántos defectos tiene. En estas situaciones se pueden manejar 2 gráficas. La gráfica c se utiliza para controlar el número total de defectos por unidad cuando el tamaño del subgrupo es constante. Si los tamaños de los subgrupos son variables, se usa una gráfica u para controlar el número promedio de defectos por unidad.

La gráfica c se basa en la distribución de probabilidad de Poisson. Para elaborar una gráfica c, primero se debe estimar el número promedio de defectos por unidad, tomando por lo menos 25 muestras del mismo tamaño, contar el número de defectos por muestra y encontrar el promedio. Siempre que el tamaño del subgrupo sea constante, una gráfica c es apropiada.

En muchos casos el tamaño del subgrupo no es constante o la naturaleza del proceso de producción no da como resultado unidades discretas que se puedan medir. Por ejemplo, suponga que en una planta de ensamble automotriz se producen varios modelos diferentes que varían en cuanto a su superficie total, el número de defectos no será una comparación válida entre los distintos modelos. En estos casos se usa una unidad de medición estándar, como defectos por metro cuadrado ó defectos por centímetro cuadrado. La gráfica de control para estas situaciones es la gráfica u. La variable u representa el número promedio de defectos por unidad de medición, es decir,  $u=c/n$ , donde n es el tamaño del subgrupo.

El aspecto clave por considerar al seleccionar entre las gráficas c y u es si la unidad de muestreo es constante. Por ejemplo, suponga que un fabricante de aparatos electrónicos produce tarjetas de circuitos. Éstas pueden contener diversos defectos, como componentes defectuosos y conexiones faltantes. Como la unidad de muestreo es constante, una gráfica c es apropiada. Si el proceso produce tarjetas de diversos tamaños con distinto número de componentes y conexiones, una gráfica u sería más apropiada.

A menudo existe confusión en cuanto a la gráfica que es apropiada para una aplicación específica, debido a que las gráficas c y u se aplican en situaciones en las cuales las características de calidad inspeccionadas no necesariamente provienen de unidades discretas.

### **1.1.5.3. Diseño de gráficos de control**

Los diseñadores de gráficos de control deben tomar en cuenta 4 elementos, para lograr tener un análisis con bases justificadas:

- Base para el muestreo
- Tamaño de la muestra
- Frecuencia del muestreo
- Ubicación de los límites de control

Bases para el muestreo. El propósito de una gráfica de control es identificar la variación en un sistema que podría cambiar con el tiempo. Un método de muestreo adecuado deberá tener la propiedad de que, si están presentes causas asignables, la probabilidad de observar diferencias entre las muestras sea alta, mientras que la probabilidad de observar diferencias dentro de una muestra es baja. Las muestras que cumplen con estos criterios se llaman subgrupos racionales.

Un enfoque para crear subgrupos racionales es utilizar mediciones consecutivas durante un tiempo. Las mediciones consecutivas minimizan la posibilidad de variabilidad dentro de una muestra, al tiempo que permiten la detección de la variación entre las muestras. Este enfoque es útil cuando las gráficas de control se utilizan para detectar cambios al nivel de procesos.

Al determinar el método de muestreo, se seleccionarán muestras lo más homogéneas posibles, a fin de que cada muestra refleje el sistema de causas comunes o asignables que podrían estar presentes en este instante.

El tamaño de la muestra es el segundo aspecto crítico del diseño. Un tamaño pequeño de muestra es adecuado para minimizar la oportunidad de variación dentro de la muestra debido a causas especiales. Este aspecto es importante, porque cada muestra debe ser representativa del estado de control en un instante determinado. Además, el costo del muestreo se debe mantener bajo. El tiempo que un empleado invierte en tomar las mediciones de la muestra

y elaborar una gráfica de control representa un tiempo no productivo. Por otra parte, los límites de control se basan en la suposición de una distribución normal de las medidas de las muestras. Si el proceso no es normal, esta suposición sólo es válida para muestras grandes. Estas últimas también permiten una mayor probabilidad de detectar cambios menores en las características del proceso.

En la práctica, se ha descubierto que las muestras de aproximadamente 5 elementos funcionan bien para detectar los cambios en los procesos de 2 desviaciones estándar o más. Para detectar cambios menores en la media de un proceso, es necesario utilizar muestras mayores, de 15 a 25 elementos.

El tercer aspecto del diseño es la frecuencia del muestreo. Tomar muestras grandes con frecuencia es recomendable, pero no económico. No existe alguna regla establecida para la frecuencia del muestreo. Las muestras deben ser suficientemente cercanas para tener oportunidad de detectar los cambios en las características del proceso lo más pronto posible y reducir las posibilidades de producir gran cantidad de resultados no conformes. Sin embargo, no deben ser tan cercanas que el costo del muestreo supere los beneficios logrados. Esta decisión depende de la aplicación individual y el volumen de producción.

Ubicación de los límites de control. Un error tipo I ocurre cuando se llega a la conclusión incorrecta de que una causa especial está presente, cuando en realidad no existe, y esto da como resultado el costo de tratar de encontrar un problema inexistente. Un error tipo II ocurre cuando están presentes causas especiales, pero no señalan en la gráfica de control porque, por casualidad, los puntos caen dentro de los límites de control.

Debido a que los productos no conformes tienen mayores probabilidades de producirse, con el tiempo se incurrirá en un costo como resultado de ello.

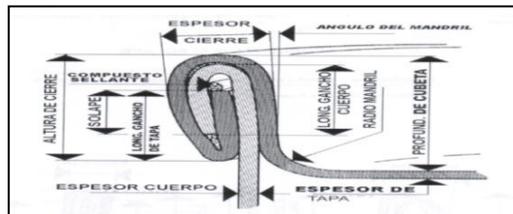
El tamaño de un error tipo I depende sólo de los límites de control utilizados; mientras más amplios sean los límites, menor será la probabilidad de que un punto caiga fuera de ellos y, como consecuencia, menor será la probabilidad de cometer un error tipo I. Sin embargo, un error tipo II depende de la amplitud de los límites de control, del grado en que el proceso está fuera de control y del tamaño de la muestra. Para un tamaño de muestra fijo, los límites de control más amplios aumentan el riesgo de cometer un error tipo II. La ubicación de los límites de control tiene relación estrecha con el riesgo de realizar una evaluación incorrecta sobre el estado de control.

## **1.2. Sellado de latas**

Muchas partes de la lata son importantes en el proceso de llenado, pero se centrará esencialmente en el cierre adecuado, se discutirá sobre éste y sus defectos propios del proceso.

El doble sello, es un componente fundamental de la lata. Cada ángulo, radio y dimensión de la lata, incluyendo el compuesto de sellado, el cuerpo, el traslape y el perfil de la ranura del rollo de sellado deben corregirse para garantizar un sellado hermético. Por doble sellado se denomina el doblez final de la lata que contiene el compuesto de sellado y una pestaña que permite su ajuste, donde se forman 5 pliegues de metal. El compuesto de sellado entre los pliegues proporciona un sellado preciso.

Figura 3. **Sellado de latas**



Fuente: IMETA. Manual de Control de Cierre. p. 7.

### 1.2.1. **Proceso de sellado de latas**

A través de los años las industrias de envases y procesos de comida se han extendido a ser una de las industrias más grandes del mundo. Debido a ello el control de calidad ha tomado una gran importancia en el negocio alimenticio, y es por eso que se debe de tomar en cuenta la apariencia general del acabado del cierre, como una guía para determinar la calidad.

En el proceso de control de cierre, muchas veces una inspección visual alertará al operador que un serio defecto está interfiriendo en la formación de un buen acabado en el cierre, y esto servirá para describir algunas de las imperfecciones que solo pueden ser determinadas con el desgarre del cierre y la exanimación de la parte interna de la misma.

### 1.2.2. **Control de cierre**

Muchas de las áreas en la fabricación de envases son de igual importancia pero se estará primordialmente interesado en los defectos más comunes al realizar el cierre. Uno de los mayores éxitos en el control de cierre ha sido el uso del doble cierre.

### **1.2.2.1. Procedimiento de doble cierre**

La formación del doble cierre es el resultado de 2 operaciones separadas las cuales tienen un tiempo preciso y relacionado. Durante la primera parte de formación del doble cierre, los bordes doblados de los componentes de la tapa consistiendo de 3 espesores son entrelazados con la porción pestañada del cuerpo del envase, consistiendo de 2 espesores. La función de la segunda operación durante este proceso es completar el cierre rodando estos espesores estrechamente. El compuesto o material de sellado previamente aplicado a los bordes doblados de las tapas formarán un sello elástico o empaque para compensar las variaciones menores e imperfecciones que aseguran el cierre hermético del envase. Diversas medidas, inspecciones visuales y tests pueden ser usados para comprobar la existencia de variaciones en el cierre.

Las ilustraciones que se encontrarán a continuación describirán algunos de los defectos y grado de seriedad, las causas más probables del desperfecto o el mal funcionamiento de la cerradora y algunas medidas correctivas para eliminar serias imperfecciones en el acabado del doble cierre.

Primera operación. Es importantísimo tener una buena primera operación de cierre ya que es relativamente imposible elaborar un buen acabado de cierre a menos que la primera operación sea lo más correcta posible. Esta primera operación es la solución al control del gancho de la tapa, el cual parcialmente controla el gancho del cuerpo, la profundidad y el grado de ondulación en el gancho de la tapa.

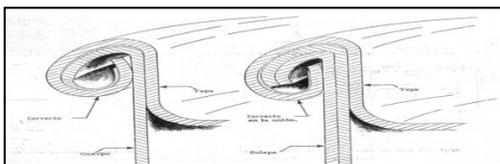
La primera operación también determina hasta cierto grado el ancho del acabado del cierre, en la segunda operación, mientras más estrecho sean los perfiles de rodamiento en la primera operación, más estrecho será el acabado

del cierre cuando todos los ajustes de cierre sean corregidos. El ancho y espesor del cierre de la primera operación será una variable que depende del peso de la lámina, diámetro del envase y perfil del canal.

Casi una regla es observar la presión más baja del cierre de la primera operación, en la unión lateral. En esta parte hay doble espesor del cuerpo, el de la tapa debería acercarse lo mayormente posible al cuerpo del envase manteniendo un radio perfecto y sin crear aplanamiento en la parte inferior del cierre. Cuando la condición ideal es obtenida en esta parte, una medida puede ser tomada para confirmar el buen estado del cierre.

En la instalación inicial de la máquina cerradora, se debe instalar las carretillas nuevas o reajustarlas para corregir la mal formación del cierre. Hay que saber qué sino se hace una primera operación adecuada es muy difícil tener un acabado de cierre aceptable.

Figura 4. **Primera operación de cierre normal**



Fuente: IMETA. Manual de Control de Cierre. p. 10.

Segunda operación. La carretilla de segunda operación de cierre aplanan el cierre, aprisionando los pliegues de metal estrechamente, lo suficiente para comprimir el compuesto o material sellante que llena los espacios del cierre que no están ocupados por el metal. La segunda operación ideal de cierre, deberá

ser bien redonda sin filos en la parte superior de la profundidad y con un mínimo de defectos en la unión o traslape.

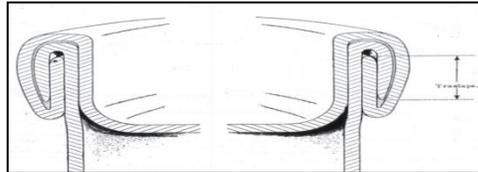
Las especificaciones de cierre son generalmente elegidas por el personal de control de calidad de la empresa; sin embargo, el espesor total casi siempre es 3 veces el espesor de la hojalata en la tapa, más 2 veces el espesor de la hojalata en el cuerpo del envase y más un espacio de 3 a 5 milésimas de pulgada (0,07 a 0,15 mm.). Para tapas de bebidas carbonatadas existen previsiones de 10 milésimas de pulgada para el compuesto de sellado.

La banda de impresión es imprimida alrededor de la parte inferior del cuerpo del envase opuesto al mandril de cierre y originada por la presión de la carretilla de segunda operación; debe ser atentamente examinada para poder analizar adecuadamente el cierre.

Una buena inspección basada en un buen juicio es la única manera de determinar la adecuada presión de banda. Lo importante es asegurarse de que haya una adecuada presión de banda para que exista una buena segunda operación de cierre aunque las medidas tomadas en el cierre estén dentro de los límites de tolerancia permitidos.

Una inspección visual del cierre es importante y la apariencia del acabado del cierre es un indicador de calidad; sin embargo la inspección visual por sí sola no es adecuada para poder determinar el acabado de la segunda operación de cierre, todas las veces. Un corte de la unión de un cierre doble hecho con la primera y segunda operación normal deberán mostrar un buen enganche con muy pocos vacíos al final de los ganchos que están rellenos de compuesto adhesivo.

Figura 5. **Segunda operación de cierre normal**



Fuente: IMETA. Manual de Control de Cierre. p. 24.

### 1.2.2.2. Terminología de dimensiones de cierre

Medidas mínimas para definir la terminología de dimensiones de cierre es la presentada a continuación.

- Ancho (no es esencial si el traslape es medido conforme especificación de calidad).
- Espesor (opcional).
- Profundidad (deseable pero no es esencial).
- Gancho del cuerpo.
- Gancho de la tapa (indispensable si se usa micrómetro).
- Traslape (esencial si se analiza visualmente).
- Ondulación o ajuste.

Cálculo del largo del traslape en base a la terminología utilizada en doble cierre,

$$\text{Largo del traslape: } CH + BH + T - W$$

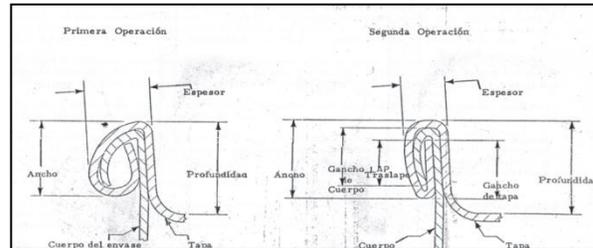
CH = Gancho de la tapa

BH = Gancho del cuerpo

T = Espesor de la tapa

W = Ancho del cierre

Figura 6. Terminología de doble cierre



Fuente: IMETA. Manual de Control de Cierre. p. 8.

### 1.2.3. Inspección de cierre

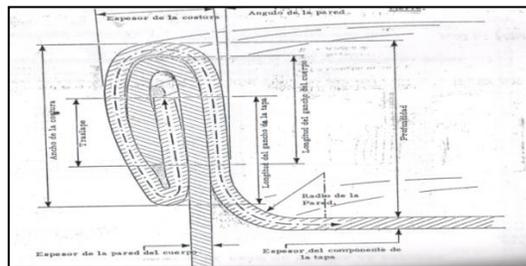
Hay muchas formas de inspeccionar los cierres generalmente establecidos por el fabricante de envases, tal como el uso de lupas o proyector de cierres. Cualquiera de estos métodos son informativos pero no determinantes ya que sólo muestran una pequeña área de corte para la inspección, realizando esto de manera subjetiva.

La frecuencia de inspección variará dependiendo en los estándares de la empresa; sin embargo, una inspección completa deberá ser hecha en un envase de cada estación de cierre cada 4 horas o en plazos mayores, preferiblemente tan pronto como la máquina se caliente al ponerla a funcionar después de una parada. Un chequeo completo de cada estación de cierre deberá ser hecho inmediatamente después de una tranca.

Si un envase muestra un cierre defectuoso, el segundo envase deberá ser examinado en esta estación de cierre antes de hacer algún ajuste. En una línea de alta velocidad, cientos o quizás miles de cierres malos pueden ser hechos antes de que sean formadas medidas correctivas si se espera a completar una

inspección a fondo. Por lo tanto medidas rápidas deberán ser tomadas al encontrar un defecto en uno de los envases inspeccionados.

Figura 7. **Dimensiones de doble cierre**



Fuente: IMETA. Manual de Control de Cierre. p. 6.

### 1.2.3.1. **Métodos de medición del cierre**

Para obtener un buen cierre o un doble cierre, se llevarán a cabo 2 formas de inspección y serán:

Inspecciones internas. Para realizar una inspección interna del cierre de latas se debe de realizar una operación basada en el desmontado de la tapa, para obtener un mejor control de cierre.

Esta inspección se basa en determinar las medidas necesarias para encontrar el traslape entre la tapa y el cuerpo, las mediciones internas son; gancho de lata mínimo, gancho de lata máximo, gancho de tapa mínimo, gancho de tapa máximo. Al tomar estas medidas se procede a realizar el cálculo del traslape mediante una fórmula.

Inspecciones externas. Para determinar los problemas que se encuentran en las latas, se debe recurrir a utilizar una evaluación visual, en la cual

podemos obtener posibles inconvenientes de fugas en los sellos de las latas. Con este sistema se determinará las siguientes medidas, ancho del cierre mínimo, ancho del cierre máximo, alto del cierre mínimo y alto del cierre máximo.

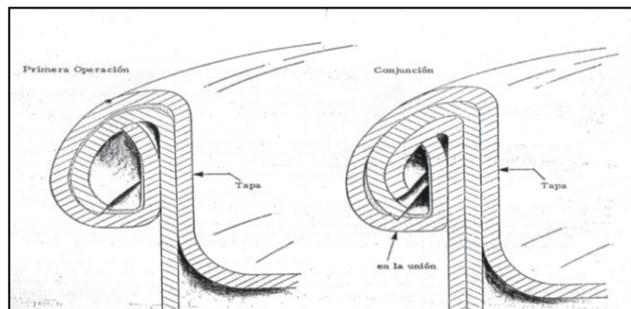
Con las inspecciones externas se puede determinar las arrugas que se pueden crear en las latas, debido a malos sellados en la máquina. Al realizar esta evaluación visual, el operador debe tener la experiencia y habilidad para poder diferenciar entre los aspectos correctos e incorrectos, para no dejar pasar producto que se encuentre en mal estado.

### 1.2.3.2. Problemas comunes del cierre

Los problemas más comunes que se pueden dar en la primera operación del doble cierre en latas son:

- a. Cierre apretado en primera operación: si el cierre está muy ajustado, la parte inferior del cierre estará un poco plana a lo largo del cuerpo; o los ganchos de la tapa estarán volteados dentro de los ganchos del cuerpo.

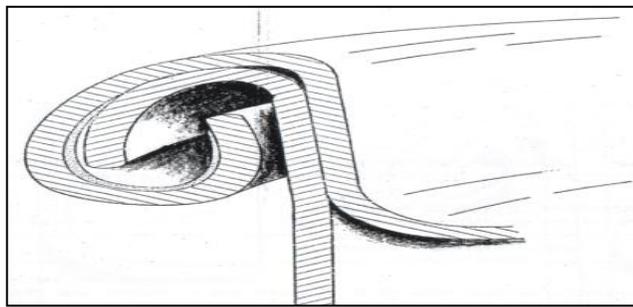
Figura 8. Cierre apretado en primera operación



Fuente: IMETA. Manual de control de cierre. p. 11.

- b. Cierre flojo en primera operación: si la primera operación es ajustada débilmente, el gancho de la tapa no estará en contacto con el cuerpo del envase y no habrá suficiente enganche de rizo de tapa para formar un buen gancho de tapa y traslape.

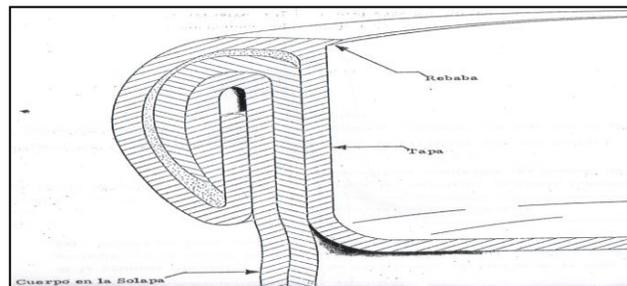
Figura 9. **Cierre flojo en primera operación**



Fuente: IMETA. Manual de control de cierre. p. 12.

- c. Rebaba: es la condición donde el cierre tiene un borde afilado alrededor del envase en la parte superior e interna del borde de la tapa indicando que ha sido forzado por la parte superior de la pestaña del mandril.

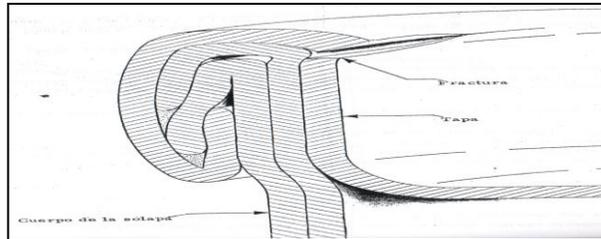
Figura 10. **Rebaba**



Fuente: IMETA. Manual de control de cierre. p. 15.

- d. Corte en la unión: es la condición donde el metal tiene fractura al tope del cierre, generalmente apareciendo en la unión.

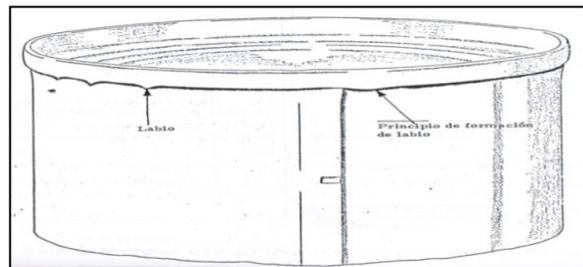
Figura 11. **Corte en la unión**



Fuente: IMETA. Manual de control de cierre. p. 13.

- e. Formación de labio: es la condición donde una parte suave del cierre se extiende por debajo del cierre normal. Esto puede ocurrir en cualquier lugar pero generalmente ocurre en la unión. Una pequeña cantidad de labio es esperado en la unión debido al espesor adicional de metal y soldadura en esta parte. La cantidad máxima permitida de labio es de 0,015 de pulgada mayor que el ancho del cierre.

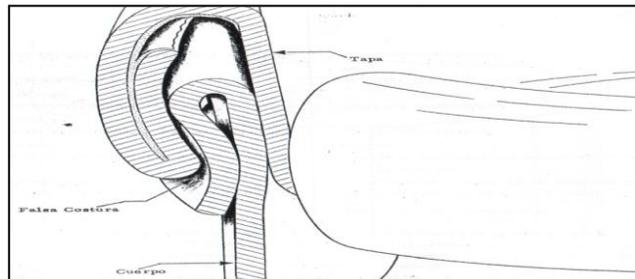
Figura 12. **Formación de labio**



Fuente: IMETA. Manual de control de cierre. p. 14.

- f. Falsa costura: es la condición donde una parte del cierre está totalmente desenganchada. El gancho de la tapa estará doblada contra el gancho comprimido del cuerpo en vez de estar enganchado.

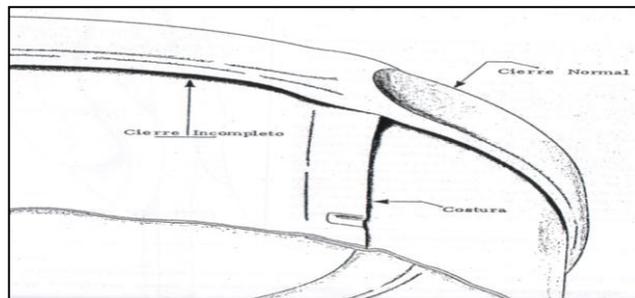
Figura 13. Falsa costura



Fuente: IMETA. Manual de control de cierre. p. 16.

- g. Cierre incompleto: la segunda operación de cierre no es completa. El espesor del cierre en los 2 lados del traslape es mayor que en el resto del cierre.

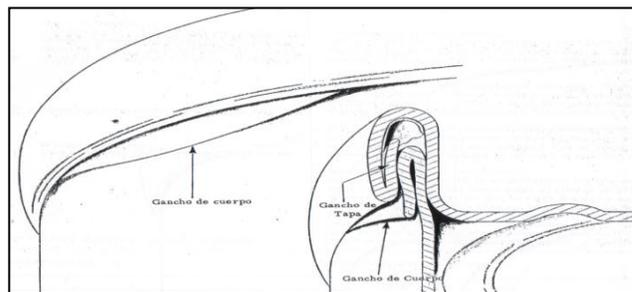
Figura 14. Cierre incompleto



Fuente: IMETA. Manual de control de cierre. p. 17.

- h. Tapa con rizo dañado: es la condición donde el rizo se aplana en uno o más lugares causando que se doble sobre sí mismo en vez de engancharse al gancho del cuerpo.

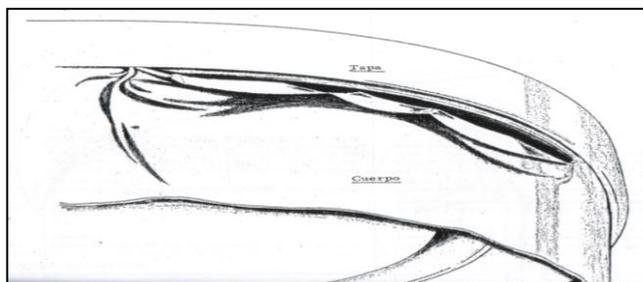
Figura 15. **Tapa con rizo dañado**



Fuente: IMETA. Manual de control de cierre. p. 19.

- i. Desigualación: una desigualación o desmontaje ocurre cuando la tapa y el cuerpo no han sido adecuadamente alineados en la cerradura doble y por lo tanto el cierre está completamente suelto en alguna parte alrededor del envase.

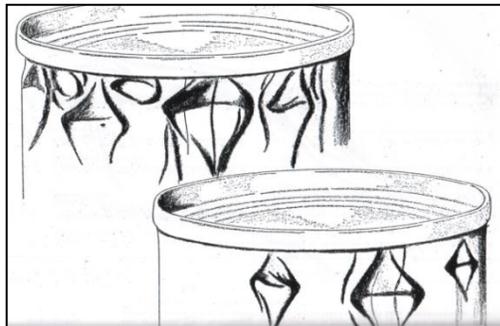
Figura 16. **Desigualación**



Fuente: IMETA. Manual de control de cierre. p. 21.

- j. **Cuerpo arrugado:** es la condición donde directamente debajo del acabado de cierre aparece un doblez o torcedura. Casi siempre aparece cerca del traslape y en algunos casos completamente alrededor del cuerpo del envase.

Figura 17. **Cuerpo arrugado**



Fuente: IMETA. Manual de control de cierre. p. 22.

#### **1.2.4. Fugas**

Uno de los controles a realizar, de suma importancia, es la inspección del cierre efectuado durante el proceso de fabricación. En la elaboración de latas de bebidas carbonatadas, se consideran principios esenciales como la esterilidad comercial del producto, y para que esa inocuidad se mantenga el proceso previo de esterilización debe ser efectivo, es fundamental contar con un buen cierre.

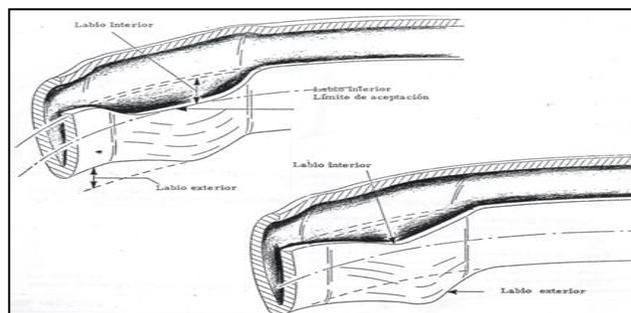
Para satisfacer estos objetivos, la lata juega un papel decisivo; los cierres han de poseer características tales que les permitan soportar, en condiciones normales, los procesos de esterilización, manipulación, transporte y

almacenamiento de forma que se evite la contaminación bacteriológica, corrosión y alteración del producto contenido.

Por tanto, el recipiente destinado a contener el producto debe cumplir una serie de requisitos técnicos, llenarse adecuadamente y cerrarse herméticamente, con objeto de que el envase sea impermeable al aire y al agua. De esta manera, el producto queda protegido contra cualquier posible contaminación. Su interior debe ser resistente a las reacciones químicas indeseables, y su exterior resistente a la corrosión en las condiciones habituales de almacenamiento.

Las bebidas carbonatadas tienen una alta concentración de dióxido de carbono disuelto. En el caso de las bebidas carbonatadas las emisiones de CO<sub>2</sub> casi instantáneamente y de forma de burbujas, suben a la superficie. Este efecto resulta en un rápido aumento de la presión dentro de la lata o botella cerrada. El aumento de presión da lugar a una fuga inmediata de líquido, si el contenedor no es a prueba de fugas.

Figura 18. **Forma del cierre que permite fugas**



Fuente: IMETA. Manual de control de cierre. p. 32.

### **1.3. ¿Qué es la medición?**

La medición es la determinación de la proporción entre la dimensión o suceso de un objeto y una determinada unidad de medida. La dimensión del objeto y la unidad deben ser de la misma longitud. Una parte importante de la medición es la estimación de error o análisis de errores.

Cuando se realizan mediciones se debe hacer con mucho cuidado, para evitar alterar el sistema. Por otro lado, no se debe descartar que la vista de las medidas se realizan con cierto margen de error, debido a imperfecciones del instrumental o a limitaciones del medidor, errores experimentales, por eso, se ha de realizar la medida de forma que la alteración producida sea mucho menor que el error experimental que se pueda cometer.

#### **1.3.1. Instrumentos de medición**

El personal de ingeniería y mantenimiento de una planta, continuamente enfrenta una variedad de exigencias como las de maquinarias cada vez más complejas, presupuestos de mantenimiento cada vez más recortados, mayor disponibilidad de maquinaria y mejor productividad y rentabilidad.

Se han desarrollado técnicas efectivas de monitoreo y mantenimiento de la maquinaria de forma rápida y confiable, que ponen todo en manos de la instrumentación para evitar grandes costos y poder hacer un mantenimiento predictivo según los datos obtenidos.

Para soporte técnico, se debe apoyar en cada una de las lecturas en el instrumento de medición, este es un aparato que se usa para comparar magnitudes físicas mediante un proceso de medición. Como unidades de medida se utilizan objetos y sucesos previamente establecidos como

estándares o patrones y de la medición resulta un número que es la relación entre el objeto de estudio y la unidad de referencia. Los instrumentos de medición son el medio por el que se hace esta conversión.

#### **1.3.1.1. Vernier o pie de rey**

Es uno de los instrumentos mecánicos para medición lineal de exteriores, medición de interiores y de profundidades más ampliamente utilizados. El vernier que poseen los calibradores actuales permiten realizar fáciles lecturas de hasta 0,05 ó 0,02 milímetros y de 0,001 ó 1/128 pulgadas; dependiendo del sistema de graduación a utilizar.

El sistema consiste en una regla sobre la que se han grabado una serie de divisiones según el sistema de unidades empleado, y una corredera o carro móvil, con un fiel o punto de medida, que se mueve a lo largo de la regla.

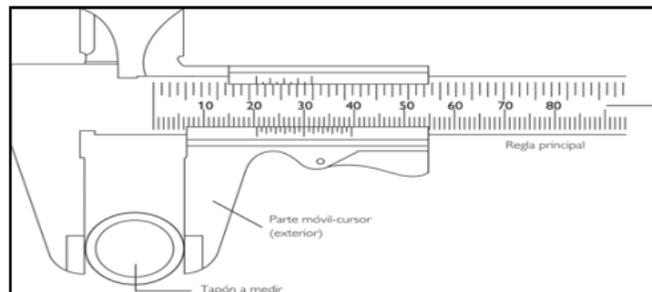
En una escala de medida, se puede apreciar hasta su unidad de división más pequeña, siendo esta la apreciación con la que se puede dar la medición; es fácil percatarse que entre una división y la siguiente hay más medidas, que unas veces está más próxima a la primera de ellas y otras a la siguiente.

Para poder apreciar distintos valores entre dos divisiones consecutivas, se ideó una segunda escala que se denomina nonio o vernier, grabada sobre la corredera y cuyo punto cero es el fiel de referencia.

El nonio o vernier es esta segunda escala, no el instrumento de medida o el tipo de medida a realizar, tanto si es una medición lineal, angular, o de otra naturaleza, y sea cual fuere la unidad de medida. Esto es, si se emplea una regla para hacer una medida, sólo se puede apreciar hasta la división más

pequeña de esta regla; si además se dispone de una segunda escala, llamada nonio o vernier, se puede distinguir valores más pequeños.

Figura 19. **Vernier ó Pie de rey**



Fuente: [www.kalipedia.com/kalipediamedia/ingenieria/media/200708/22/tecnologia/20070822klpi\\_ngtcn\\_189.Ges.SCO.png](http://www.kalipedia.com/kalipediamedia/ingenieria/media/200708/22/tecnologia/20070822klpi_ngtcn_189.Ges.SCO.png). Julio 2010.

### 1.3.1.2. **Micrómetro**

Es un instrumento de medición cuyo funcionamiento está basado en el tornillo micrométrico que sirve para medir las dimensiones de un objeto con alta precisión, del orden de centésimas de milímetros y de milésimas de milímetro.

Para ello se cuenta con 2 puntas que se aproximan entre sí mediante un tornillo de rosca fina, el cual tiene grabado en su contorno una escala. La escala puede incluir un nonio. La máxima longitud de medida del micrómetro de exteriores es normalmente de 25 milímetros, aunque existen también los de 0 a 30, por lo que es necesario de disponer de un micrómetro para cada campo de medidas que se quieran tomar.

Frecuentemente el micrómetro también incluye una manera de limitar la torsión máxima del tornillo, dado que la rosca muy fina hace difícil notar fuerzas capaces de causar deterioro de la precisión del instrumento.

Figura 20. **Micrómetro**



Fuente: [upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/e/ea/5783metric-micrometer.jpg/260px-5783metric-micrometer.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/e/ea/5783metric-micrometer.jpg/260px-5783metric-micrometer.jpg) Julio 2010.

### 1.3.2. **Métodos de medición**

Hay 2 tipos de medición, mediciones directas e indirectas. Y para su entendimiento se brindará la siguiente información:

- Mediciones directas: son aquellas en las cuales el resultado es obtenido directamente del instrumento que se está utilizando. Por ejemplo, se podría decir que la aplicación para este método de medición es cuando se quiere determinar el grosor de la tapa de la lata.
- Mediciones indirectas: son aquellas en que el resultado deseado no se obtiene directamente de las lecturas realizadas con los instrumentos utilizados, sino que es necesario emplear los datos obtenidos para hallar la

cantidad deseada mediante algunos cálculos. Por ejemplo, se puede determinar el traslape de cuerpo-tapa en la lata mediante una fórmula.

### **1.3.3. Tolerancias**

Las tolerancias dimensionales fijan un rango de valores permitidos para las cotas funcionales de la pieza. Esta es la variación máxima que puede tener la medida de la pieza. Viene dada por la diferencia entre las medidas límites, y coincide con la diferencia entre las desviaciones superior e inferior. Dada una magnitud significativa y cuantificable propia de un producto industrial, en este caso bebidas carbonatadas, el margen de tolerancia es el intervalo de valores en el que debe encontrarse dicha magnitud para que se acepte como válida, lo que determina la aceptación o el rechazo de los productos, según sus valores queden dentro o fuera de ese intervalo.

El propósito de los intervalos de tolerancia es el de admitir un margen para las imperfecciones en la manufactura del producto, ya que se considera imposible la precisión absoluta desde el punto de vista técnico, o bien no se recomienda por motivos de eficiencia: es una buena práctica de ingeniería el especificar el mayor valor posible de tolerancia mientras el componente en cuestión mantenga su funcionalidad, dado que cuanto menor sea el margen de tolerancia, la pieza será más difícil de producir y por lo tanto más costosa.

### **1.3.4. Calibración**

Es el conjunto de operaciones que establecen, en condiciones especificadas, la relación entre los valores de una magnitud indicados por un instrumento de medida o un sistema de medida, o los valores representados por una medida materializada o por un material de referencia, y los valores

correspondientes de esa magnitud realizados por patrones. En otras palabras, calibración es el procedimiento de comparación entre lo que indica un instrumento y lo que debería indicar de acuerdo a un patrón de referencia con valor conocido. Simplemente se adopta un patrón universal, para cierto parámetro, y luego se toma como referencia, para que todas las mediciones realizadas se refieran al mismo.

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

### **2.1. Sistema de sellado actual**

La parte más importante del envasado de latas, es el proceso de doble cierre, para ello se analizará el caso de las bebidas carbonatadas. La realización de esto es el resultado de 2 operaciones separadas, sincronizadas con precisión. El sistema de sellado es un proceso en el cual se previene cualquier tipo de fuga que pueda dañar física y químicamente un líquido, gas o un sólido. Para desarrollar de mejor manera lo que se desea dar a entender se explicará la forma en que se lleva a cabo actualmente un doble cierre.

#### **2.1.1. Proceso de sellado de lata**

El propósito del sellado de latas, proviene del deseo de mantener la inocuidad en lo que son las bebidas carbonatadas, para ello es utilizada maquinaria especializada para su desarrollo, logrando un alto porcentaje de eficiencia en las líneas de producción.

Este proceso se basa en un sistema de 2 operaciones, y estas han sido definidas en el capítulo anterior. La primera operación consiste en controlar el gancho de la tapa, el gancho del cuerpo, la profundidad de avellanado, las arrugas en la tapa y el final del gancho. Si en esta operación, el cierre está demasiado apretado, su fondo queda casi plano, o el gancho de la tapa se mete hacia la parte interna dentro del gancho del cuerpo.

Si en dado caso el cierre es demasiado flojo, el borde de la tapa no hace un buen contacto con el cuerpo de la lata originando un pliegue insuficiente del curvado final, necesario para una buena pestaña y una buena solapa. La segunda operación consiste en presionar los pliegues del metal, cerrando bien hasta permitir que el componente de sellado llene el espacio interno.

## **2.2. Control de calidad**

Como en toda planta de producción, las líneas de envasados buscan trabajar a su porcentaje de eficiencia óptimo, pero se debe de tomar en cuenta y analizar los momentos en los cuales esto no sucede, y la eficiencia de la línea disminuye. Ya sean por problemas comunes o no esperados, a todo esto, es necesario diseñar un sistema basado en una metodología de control de calidad, que permita obtener las muestras necesarias para desarrollar un excelente control del producto terminado.

### **2.2.1. Muestreo**

Un muestreo constituye la base para las aplicaciones de estadística, y para llevarlo a cabo se debe considerar varios factores antes de realizar el estudio, como lo son;

- ¿Cuál es el objetivo del estudio?
- ¿Qué tipo de muestra se debe utilizar?
- ¿Qué posible error podría resultar del muestreo?

El muestreo ofrece una ventaja clara sobre un censo total en el sentido de que se requieren menos tiempo y dinero para recopilar datos. En muchos casos, como en una inspección, el muestreo puede ser más preciso que una

inspección de 100% debido a la reducción de errores de inspección. Sin embargo, a menudo el muestreo está sujeto a un grado de error más alto. Los muestreos más comunes son:

- Muestreo aleatorio simple: cada lata de la población tiene la misma probabilidad de ser seleccionado.
- Muestreo estratificado: la población se divide en *batch*, o lotes de producción, y se selecciona una muestra de cada lote.
- Muestreo por lotes: se selección un lote de producción y se toma la muestra aleatoria del mismo.

En un muestreo se relaciona el error. El error de muestreo ocurre en forma natural y resulta del hecho de que una muestra quizás no siempre sea representativa de la población, sin importar con cuánto cuidado se seleccione. La única forma de reducir el error de muestreo es tomar una mayor muestra del lote; pero tomando en cuenta el costo que se incurrirá por tomar esa decisión.

### **2.2.2. Toma de muestras**

Algunos aspectos que se consideran al elegir una muestra son el marco de tiempo para realizar el estudio, el tamaño y las limitaciones por el costo de la muestra, la accesibilidad de la población de latas y la precisión deseada.

Un plan adecuado de muestreo debe seleccionar una muestra al costo más bajo, en este caso que ofrezca la mejor representación posible de la población, consistente con los objetivos de precisión y confiabilidad que se determinaron para el estudio.

### **2.2.3. Períodos de muestreo**

Cada trabajador del salón de embotellado que se encuentra en las líneas de envasado, están a cargo del control de calidad del producto en su puesto de trabajo, dando seguimiento al equipo del que es responsable. Y para ello se ha determinado que cada uno de los siguientes empleados obtenga una muestra, determinando si el producto llena los estándares de calidad determinados por la empresa y el proveedor de latas.

#### **2.2.3.1. Mecánicos**

Este grupo se encarga de obtener las medidas del proceso de sellado de latas en la línea de llenado, su inspección es externa e interna. El período de muestreo será de cada 12 horas, la primera inspección se realizará a las 6 horas por el grupo de la jornada diurna y la segunda inspección se realiza a las 18 horas por el grupo de la jornada nocturna.

#### **2.2.3.2. Operarios**

Este grupo se encarga de obtener las medidas del proceso de sellado de latas en la línea de llenado, su inspección será externa e interna. El período de muestreo será de cada 6 horas, y se realizará por los empleados que laboren en la jornada diurna y nocturna, dando con la primera a las 03:00 horas y finalizando a las 21:00 horas.

#### **2.2.3.3. Laboratoristas**

Este grupo se encargara de obtener las medidas del proceso de sellado de latas en la línea de llenado de bebidas carbonatadas, su inspección será interna

y externa. El período de muestreo será de cada 12 horas, la primera inspección se realizará a las 12 horas de la mañana por el grupo de la jornada nocturna y la segunda inspección se realizará a las 12 horas de la tarde por el grupo de la jornada diurna.

#### **2.2.4. Proceso de muestreo actual**

El proceso de muestreo en la línea de llenado de latas se realiza de la siguiente manera;

- a. Se obtienen las muestras de la población o lote de producción, tomando así 12 bebidas carbonatadas. Estas cantidades son establecidas por el tipo de máquina que se está evaluando, validado por la empresa y sus proveedores de latas y tapas;
- b. Se vacían las latas y su contenido;
- c. Las latas vacías sin producto son colocadas en una caja de muestras, con la boquilla hacia abajo para derramar todo el producto que no se logró remover. Estas cajas de muestras tienen en su fondo una rejilla que permite que se vacíen completamente. Para la línea de bebidas carbonatadas, esta caja tiene espacio para 12 latas;
- d. La caja de muestras son llevadas al área de inspección de doble sello, que se encuentra en área específica;
- e. Aquí es analizada profundamente mediante el equipo de evaluación electrónica, realizando inspecciones internas y externas.

Figura 21. **Control de calidad**



Fuente: empresa de producción de bebidas carbonatadas.

### **2.3. Inspección actual**

Evaluar latas con doble cierre no es una tarea fácil. Debe ser una actividad rutinaria realizada por un trabajador capacitado para comprobar la calidad de la operación y no permitir posibles fallas.

El doble cierre debe ser evaluado en una secuencia de pasos, los cuales incluyen una inspección externa de forma visual, y en esta se obtienen medidas de la parte externa del sellado y los posibles problemas que puedan ocurrir.

Durante una producción regular, se debe realizar constantemente una inspección visual, y esta debe ser registrada. Para ello se inspecciona de forma en la cual se debe sentir los posibles defectos que podría tener el doble cierre, así como arrugas, gancho desalineado en la lata, gancho desalineado del cuerpo, etc.

El operador, mecánico o laboratorista, inicia ya con las muestras en su área de evaluación el nivel de inspección que es requerido. Las partes que se miden del doble cierre son:

- Espesor del cierre
- Altura del cierre
- Profundidad de la tapa

Estas partes son medidas con un micrómetro, el problema de esta operación es la no calibración rutinaria por las personas que manejan este instrumento, esto da como resultado un muestreo con resultados dudosos por parte del departamento. Debido a que un micrómetro debe de estar calibrado antes de ser utilizado porque sus resultados se basan en exactitud y la variación de estos puede tener consecuencias adversas conforme la calidad que se busca. Ya que las medidas tomadas son regularmente en milésimas de pulgadas.

Figura 22. **Medición completa de la lata**



Fuente: empresa de producción de bebidas carbonatadas.

Continuando con la inspección, el trabajador empieza a desarmar el doble cierre, para separar lo que es la tapa con el cuerpo. Es de suma importancia anotar todas las medidas tomadas para ayudar en los siguientes cambios y después guardarlos en un registro permanente, para hacer un chequeo completo, el cierre es abierto o desgarrado de la siguiente manera:

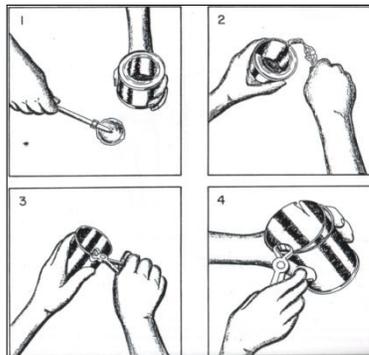
- a. Quitar el panel de la tapa con un buen abridor de envases, preferiblemente del tipo bacteriológico. Antes de desechar este panel, se debe inspeccionar detalladamente para observar el código adecuado. Códigos pesados o desalineados pueden fracturar el metal;
- b. Con un par de tenazas desgarrar la presión restante del panel de la tapa usando un movimiento hacia afuera dirigido al centro del envase para que el metal se desgarre bien y no quede nada sobre el cuerpo del envase. Es conveniente desafilarse livianamente la mitad del borde cortante de las tenazas para que tenga suficiente agarre en vez de cortar el metal;
- c. Usar la parte afilada de las tenazas para cortar el gancho de la tapa y el cuerpo del envase:
- d. Usando la parte plana de las tenazas suavemente golpee el gancho de la tapa para que se afloje del gancho del cuerpo alrededor de toda la periferia del envase. La operación deberá ser hecha con mucho cuidado para que el gancho del cuerpo no sea distorsionado por fuertes golpes. El gancho de la tapa debe ser mantenido en su forma natural cuando sea aflojado del cuerpo del envase para poder hacer una evaluación representativa de la parte arrugada. Si el gancho de la tapa es enderezado tendrá la tendencia de enderezar la arruga indicando una mejor costura de la que es realmente obtenida.

Al terminar estos 4 pasos, se procede a obtener las siguientes medidas para concluir en el porcentaje de traslape que tiene el doble cierre.

- Gancho de la tapa
- Gancho del cuerpo

- Espesor de la tapa
- Ancho del cierre

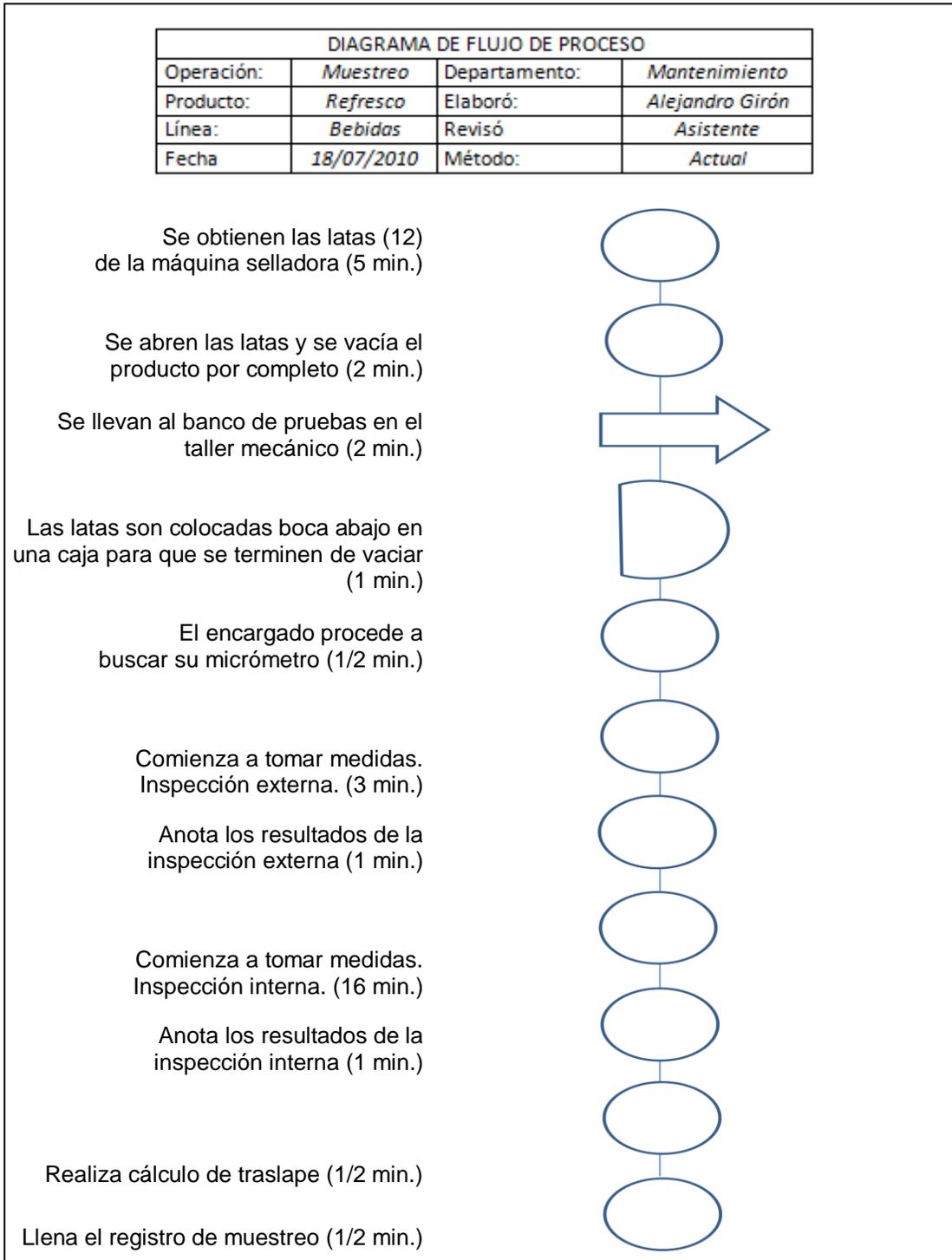
Figura 23. **Abriendo doble cierre para inspección**



Fuente: IMETA, Manual de Control de Cierre, Pág. 6

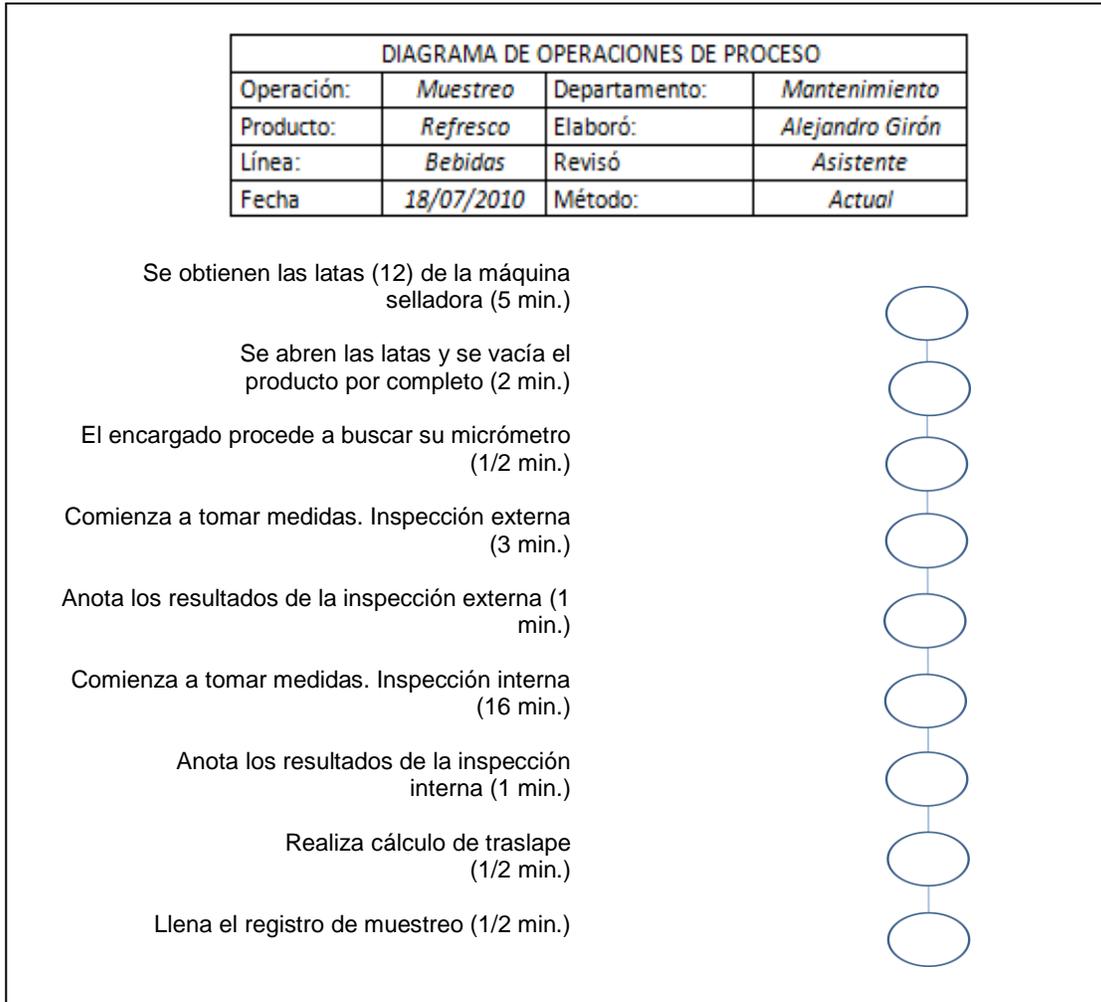
Para tener una visión más clara de la metodología actual de muestreo, se realizará en las siguientes páginas los diagramas de procesos, como lo es el de flujo y operación. El fin de la utilización de esta herramienta es observar el comportamiento del encargado de control, y poder realizar modificaciones o adiciones que brinden una mejor acción en lo que concierne el control de calidad.

Figura 24. Diagrama de flujo de proceso de muestreo



Fuente: elaboración propia.

Figura 25. **Diagrama de operaciones de proceso de muestreo**



Fuente: elaboración propia.

Tabla I. **Tabla resumen diagrama de flujo de procesos**

<b>TABLA RESUMEN</b>			
<i>Símbolo</i>	<i>Descripción</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Tiempo</i>
	Operación	9	29,5 min.
TOTAL			32,5 min.

Fuente: elaboración propia.

Tabla II. **Tabla resumen diagrama de operación de proceso**

<b>TABLA RESUMEN</b>			
<i>Símbolo</i>	<i>Descripción</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Tiempo</i>
	Operación	9	29,5 min.
	Demora	1	1 min.
	Transporte	1	2 min.
TOTAL			32,5 min.

Fuente: elaboración propia.

### **2.3.1. Diagnóstico de sellado**

Al concluir el proceso de inspección se registran todos los datos en un formulario, el cual tiene a su vez de informar los posibles problemas que puedan existir en el sellado de la lata. Estos formularios contienen la línea de llenado, el producto, el código por el que se rige la norma de doble cierre, la fecha de muestreo, la fecha de reporte, hora de muestreo, la marca, el sabor, la marca de la lata y de la tapa, el nombre del trabajador que realizó la operación y el despliegue de los resultados de todas las mediciones que se realizaron, como lo es el espesor, alto, gancho de lata y traslape mínimo y máximo del doble cierre. Así como también el porcentaje de arrugas que se tomo a criterio del trabajador que inspecciono el muestreo.

### **2.3.2. Práctica de medición**

En el proceso de medición se analiza la posibilidad de diversos criterios por parte de los trabajadores, esto repercute en la información que obtenga. Ya que algunos pueden determinar un porcentaje más bajo o más alto de arrugas, basándose en la capacidad visual de cada uno de ellos. Así como también en la habilidad de tomar las medidas en el momento del desgarre de la lata y en la forma en que el trabajador puede sostener el micrómetro.

Figura 26. **Práctica de medición con micrómetro**



Fuente: empresa de producción de bebidas carbonatadas.

También se debe de tomar en cuenta que el muestreo es realizado por varios grupos de trabajadores (mecánicos, operarios y laboratoristas), esto tiene gran consecuencia en la información. Debido a que cada uno de ellos tienen distintos criterios para desarrollar la operación, haciendo que varíe la información que pueda definir, por ejemplo, un mecánico o un operador. Al tener 3 áreas diferentes tomando información, se debe tener en cuenta que cada una de ellas tiene una opinión diferente y al final del proceso puede ocurrir un conflicto de resultados debido a que no existe una estandarización del proceso.

### **2.3.3. Equipo de medición sin calibración**

Cuando se lleva a cabo el muestreo, los trabajadores utilizan un instrumento de medición llamado micrómetro, esta es una herramienta de precisión, ya que cualquier movimiento brusco puede tener una variación en su resultado. Para ello se debe tener la pericia esperada de uso para poder obtener resultados satisfactorios y objetivos.

Problemas paralelos al anterior se dan cuando un trabajador desconoce el proceso de calibración y comienza a utilizar la herramienta aunque el micrómetro se encuentre desfasado produciendo resultados con medidas que se encuentran fuera del rango permitido o también dentro de él, sin tener la certeza de lo que se está llevando a cabo.

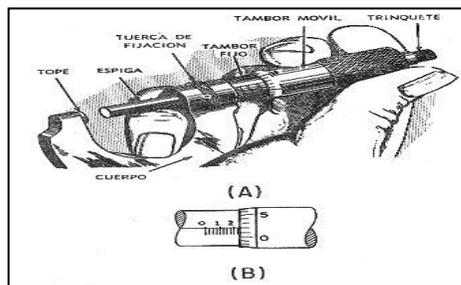
## **2.4. Instrumento de medición**

El instrumento de medición utilizado por la empresa para obtener los resultados del doble cierre es el micrómetro, para ello se dará una breve información que complemente la dada en el capítulo número uno.

### 2.4.1. Micrómetro para muestreo

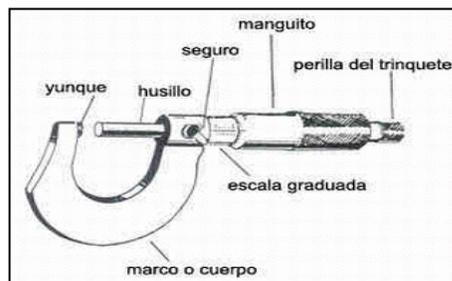
El micrómetro es utilizado para determinar el espesor de sellos, alturas y traslapes del enlace entre la tapa y el cuerpo de una lata, mide con gran precisión todos estos aspectos. Es un instrumento que opera sin producir daños en el material, siempre basándose en un uso delicado y correcto por parte del trabajador.

Figura 27. Indicaciones del micrómetro



Fuente: [http://1.bp.blogspot.com/\\_GtcCeKB1sHs/Sn9O9naJiHI/AAAAAAAAALs/gWI3F5uILpk/s320/cal2.gif](http://1.bp.blogspot.com/_GtcCeKB1sHs/Sn9O9naJiHI/AAAAAAAAALs/gWI3F5uILpk/s320/cal2.gif) Julio 2010.

Figura 28. Micrómetro palmer de exteriores



Fuente: [html.rincondelvago.com/000732693.jpg](http://html.rincondelvago.com/000732693.jpg) Julio 2010.

### **2.4.1.1. Tipos de micrómetro**

Los micrómetros utilizados en la medición actual tienen varias ventajas respecto a otros instrumentos de medida como el vernier y el calibrador, son fáciles de usar y sus lecturas son consistentes. Existen 3 clases de micrómetro basados en su aplicación.

- Micrómetro interno: es usado típicamente para medir alambres, esferas, ejes y bloques.
- Micrómetro externo: se usa para medir huecos abiertos.
- Micrómetro de profundidad: se usa para medir canales pequeños en de algún objeto.

### **2.4.1.2. Métodos de realización**

La forma en que el operador, mecánico o laboratorista utiliza la herramienta se basa en el principio natural de funcionamiento o de operación del micrómetro, y se trata de un tornillo montado en una tuerca fija que se hace girar, el desplazamiento de éste en el sentido longitudinal, es proporcional al giro dado.

Todos los tornillos micrométricos empleados en el sistema métrico decimal tienen una longitud de 25 milímetros, con un paso de rosca de 0,5 milímetros, de modo que girando el tambor una vuelta completa el palpador avanza o retrocede 0,5 milímetros.

El micrómetro tiene una escala longitudinal, línea longitudinal que sirve de fiel, que en su parte superior presenta las divisiones de milímetros enteros y en la inferior las de los medios milímetros, cuando el tambor gira deja ver estas divisiones.

En la superficie del tambor tiene grabado en toda su circunferencia cincuenta divisiones iguales, indicando la fracción de vuelta que ha realizado, una división equivale a 0,01 milímetros.

Para realizar una lectura, se observa en la escala longitudinal, sabiendo así la medida con una apreciación de 0,5 milímetros, el exceso sobre esta medida se ve en la escala del tambor con una precisión de 0,01 milímetros.

## **2.5. Control estadístico en el proceso de sellado**

Para indicar el control de calidad que se lleva a cabo en el proceso de sellado de latas, es necesario la utilización de gráficos de control, los cuales muestren las tendencias, desviaciones, centrados y rangos que existan en las tomas de mediciones de las diferentes partes del sello de una lata.

Especificando de mejor manera el procedimiento, se define cada una de las variables o atributos que existan en el control del producto, diferenciando entre los defectos que existan en la lata como un atributo y las variaciones de medidas que se den en la lata como una variable.

### **2.5.1. Cuadros de control para datos variable**

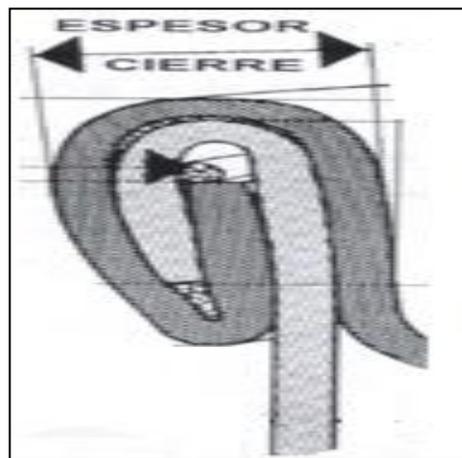
El procedimiento de control de datos, se lleva a cabo paso a paso, para lograr desarrollar de mejor manera el seguimiento del mismo. Se define que

cada una de las medidas obtenidas, se toma y desarrollan como un gráfico de control para datos variable.

- Ancho

El ancho es la dimensión formada por los dos espesores del material con que está hecho el cuerpo del envase, más los tres espesores del material de la tapa o fondo. Se recopilan las medidas necesarias que indican la eficiencia del sello de la lata, valores mínimos y máximos del ancho de la lata que detallan posibles incorrecciones.

Figura 29. **Ancho de doble cierre**



Fuente: IMETA. Manual de Control de Cierre, P. 7.

Tabla III. **Primer muestreo de refrescos con respecto al ancho**

<b>Nombre del producto:</b>	Refresco	<b>Unidad de medida:</b>	Pulgadas
<b>Operación</b>	Control de calidad	<b>Tamaño de muestra:</b>	1
<b>Hora:</b>	18:15 p.m.	<b>Fecha:</b>	08/06/2 010
Muestra	Ancho mínimo (0,042 plg.)	Ancho máximo (0,045 plg.)	Ancho promedio
1	0,042	0,043	0,0425
2	0,042	0,043	0,0425
3	0,042	0,044	0,043
4	0,042	0,043	0,0425
5	0,042	0,044	0,043
6	0,042	0,043	0,0425
7	0,042	0,043	0,0425
8	0,042	0,043	0,0425
9	0,042	0,043	0,0425
10	0,042	0,043	0,0425
11	0,042	0,043	0,0425
12	0,042	0,043	0,0425

Fuente: elaboración propia, basada en observación en campo.

Tabla IV. **Segundo muestreo de refrescos con respecto al ancho**

<b>Nombre del producto:</b>	Refresco	<b>Unidad de medida:</b>	Pulgadas
<b>Operación</b>	Control de calidad	<b>Tamaño de muestra:</b>	2
<b>Hora:</b>	06:15 a.m.	<b>Fecha:</b>	09/06/2 010
Muestra	Ancho mínimo (0,042 plg.)	Ancho máximo (0,045 plg.)	Ancho promedio
1	0,042	0,044	0,043
2	0,043	0,044	0,0435
3	0,043	0,044	0,0435
4	0,042	0,044	0,043
5	0,043	0,044	0,0435
6	0,041	0,043	0,042
7	0,042	0,043	0,0425
8	0,042	0,043	0,0425
9	0,042	0,044	0,043
10	0,042	0,043	0,0425
11	0,042	0,045	0,0435
12	0,042	0,043	0,0425

Fuente: elaboración propia, basada en observación en campo.

Tabla V. Tercer muestreo de refrescos con respecto al ancho

<b>Nombre del producto:</b>	Refresco	<b>Unidad de medida:</b>	Pulgadas
<b>Operación</b>	Control de calidad	<b>Tamaño de muestra:</b>	3
<b>Hora:</b>	18:15 p.m.	<b>Fecha:</b>	09/06/2 010
Muestra	Ancho mínimo (0,042 plg.)	Ancho máximo (0,045 plg.)	Ancho promedio
1	0,042	0,043	0,0425
2	0,043	0,044	0,0435
3	0,043	0,044	0,0435
4	0,042	0,044	0,043
5	0,042	0,044	0,043
6	0,042	0,043	0,0425
7	0,042	0,043	0,0425
8	0,042	0,043	0,0425
9	0,042	0,043	0,0425
10	0,042	0,044	0,043
11	0,043	0,044	0,0435
12	0,042	0,043	0,0425

Fuente: elaboración propia, basada en observación en campo.

Al obtener los datos del ancho del doble cierre, se busca obtener un promedio del mínimo y máximo, para facilitar la realización de los gráficos.

En la tabla VI, las columnas de los tamaños de muestras (n), son obtenidos mediante los promedios anteriores de los datos recopilados, para luego obtener un promedio de estos datos, en la columna de, promedio del tamaño de muestras ( $\bar{X}$ ), y así obtener la media general.

Utilizando de la misma manera las columnas de los tamaños de muestras, se obtienen los rangos del tamaño de muestras (R), y se calculo el rango promedio, al tomar en conjunto los 12 rangos obtenidos.

Tabla VI. **Tamaño de muestras con respecto al ancho**

<b>Número de muestra (k)</b>	<b>Tamaño de muestra (n)</b>			<b>Promedio del tamaño de muestras (<math>\bar{X}</math>)</b>	<b>Rango del tamaño de muestras (R)</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>		
1	0,04250	0,04300	0,04250	0,04267	0,00050
2	0,04250	0,04350	0,04350	0,04317	0,00100
3	0,04300	0,04350	0,04350	0,04333	0,00050
4	0,04250	0,04300	0,04300	0,04283	0,00050
5	0,04300	0,04350	0,04300	0,04317	0,00050
6	0,04250	0,04200	0,04250	0,04233	0,00050
7	0,04250	0,04250	0,04250	0,04250	0,00000
8	0,04250	0,04250	0,04250	0,04250	0,00000
9	0,04250	0,04300	0,04250	0,04267	0,00050
10	0,04250	0,04250	0,04300	0,04267	0,00050
11	0,04250	0,04350	0,04350	0,04317	0,00100
12	0,04250	0,04250	0,04250	0,04250	0,00000

<b>Calculando valores de MEDIA GENERAL (<math>\bar{X}</math>)</b>	0,04279
<b>Calculando valores de RANGO PROMEDIO (<math>\bar{R}</math>)</b>	0,00046

Fuente: elaboración propia, basada en observación en campo.

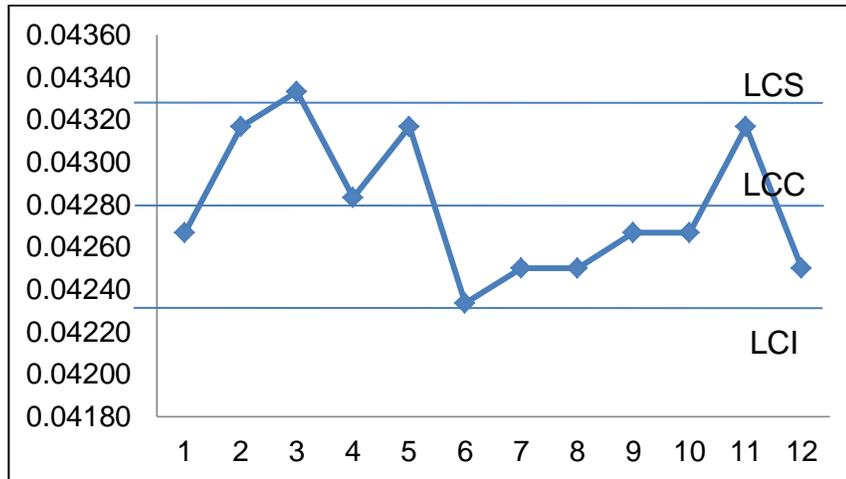
Para obtener los límites de control en el gráfico de promedios, se utilizarán las siguientes ecuaciones:

$$LCS = \bar{X} + A_2 * \bar{R} = 0,04279 + 1,023 * 0,00046 = 0,04326$$

$$LCC = \bar{X} = 0,04279$$

$$LCI = \bar{X} - A_2 * \bar{R} = 0,04279 - 1,023 * 0,00046 = 0,04232$$

Figura 30. **Medias para ancho de doble cierre**



Fuente: elaboración propia, basada en observación en campo.

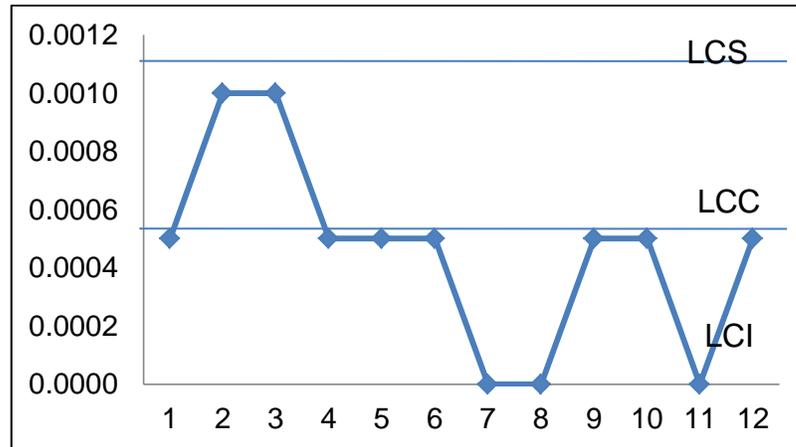
Las constantes A y D, dependen del tamaño de la muestra y se encuentran en el apéndice. Para obtener los límites de control en el gráfico de rangos, se utilizarán las siguientes ecuaciones:

$$LCS = D_4 * \check{R} = 2,574 * 0,00046 = 0,001184$$

$$LCC = \check{R} = 0,00046$$

$$LCI = D_3 * \check{R} = 0 * 0,00046 = 0$$

Figura 31. Rangos para ancho de doble cierre

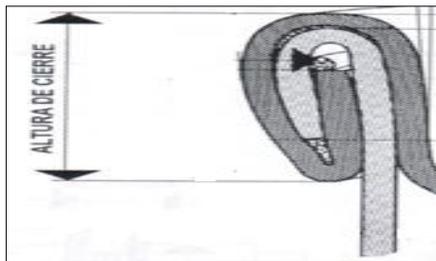


Fuente: elaboración propia, basada en observación en campo.

- Alto

El alto es la dimensión máxima paralelamente al cuerpo del envase. Se recopilieron las medidas necesarias que indican la eficiencia del sello de la lata, valores mínimos y máximos del alto de la lata que detallan posibles incorrecciones.

Figura 32. Alto de doble cierre



Fuente: IMETA. Manual de Control de Cierre. p. 7

Tabla VII. **Primer muestreo de refrescos con respecto al alto**

<b>Nombre del producto:</b>	Refresco	<b>Unidad de medida:</b>	Pulgadas
<b>Operación</b>	Control de calidad	<b>Tamaño de muestra:</b>	1
<b>Hora:</b>	18:15 p.m.	<b>Fecha:</b>	08/06/2 010
<b>Muestra</b>	<i>Alto mínimo (0,097 plg.)</i>	<i>Alto máximo (0,101 plg.)</i>	<i>Alto promedio</i>
1	0,098	0,099	0,0985
2	0,098	0,099	0,0985
3	0,098	0,099	0,0985
4	0,097	0,099	0,098
5	0,098	0,098	0,098
6	0,097	0,099	0,098
7	0,098	0,099	0,0985
8	0,097	0,098	0,0975
9	0,097	0,099	0,098
10	0,097	0,098	0,0975
11	0,097	0,098	0,0975
12	0,097	0,098	0,0975

Fuente: elaboración propia, basada en observación en campo.

Tabla VIII. **Segundo muestreo de refrescos con respecto al alto**

<b>Nombre del producto:</b>	Refresco	<b>Unidad de medida:</b>	Pulgadas
<b>Operación</b>	Control de calidad	<b>Tamaño de muestra:</b>	2
<b>Hora:</b>	06:15 a.m.	<b>Fecha:</b>	09/06/2 010
<b>Muestra</b>	<i>Alto mínimo (0,097 plg.)</i>	<i>Alto máximo (0,101 plg.)</i>	<i>Alto promedio</i>
1	0,098	0,100	0,0990
2	0,098	0,100	0,0990
3	0,099	0,100	0,0995
4	0,098	0,099	0,0985
5	0,098	0,099	0,0985
6	0,098	0,099	0,0985
7	0,098	0,099	0,0985
8	0,097	0,098	0,0975
9	0,097	0,098	0,0975
10	0,097	0,098	0,0975
11	0,097	0,098	0,0975
12	0,097	0,099	0,0980

Fuente: elaboración propia, basada en observación en campo.

Al obtener los datos de la altura del doble cierre, se buscará obtener un promedio del mínimo y máximo, para facilitar la realización de los gráficos.

Tabla IX. Tercer muestreo de refrescos con respecto al alto

<b>Nombre del producto:</b>	Refresco	<b>Unidad de medida:</b>	Pulgadas
<b>Operación</b>	Control de calidad	<b>Tamaño de muestra:</b>	3
<b>Hora:</b>	18:15 p.m.	<b>Fecha:</b>	09/06/2 010
<i>Muestra</i>	<i>Alto mínimo (,097 plg.)</i>	<i>Alto máximo (0,101 plg.)</i>	<i>Alto promedio</i>
1	0,098	0,100	0,0990
2	0,099	0,100	0,0995
3	0,099	0,100	0,0995
4	0,098	0,099	0,0985
5	0,098	0,099	0,0985
6	0,098	0,099	0,0985
7	0,098	0,099	0,0985
8	0,097	0,098	0,0975
9	0,097	0,098	0,0975
10	0,097	0,099	0,0980
11	0,097	0,098	0,0975
12	0,097	0,099	0,0980

Fuente: elaboración propia, basada en observación en campo.

Tabla X. **Tamaño de muestras con respecto al alto**

<b>Número de muestra (k)</b>	<b>Tamaño de muestra (n)</b>			<b>Promedio del tamaño de muestras (<math>\bar{X}</math>)</b>	<b>Rango del tamaño de muestras (R)</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>		
1	0,0985	0,0990	0,0990	0,09883	0,0005
2	0,0985	0,0990	0,0995	0,09900	0,0010
3	0,0985	0,0995	0,0995	0,09917	0,0010
4	0,0980	0,0985	0,0985	0,09833	0,0005
5	0,0980	0,0985	0,0985	0,09833	0,0005
6	0,0980	0,0985	0,0985	0,09833	0,0005
7	0,0985	0,0985	0,0985	0,09850	0,0000
8	0,0975	0,0975	0,0975	0,09750	0,0000
9	0,0980	0,0975	0,0975	0,09767	0,0005
10	0,0975	0,0975	0,0980	0,09767	0,0005
11	0,0975	0,0975	0,0975	0,09750	0,0000
12	0,0975	0,0980	0,0980	0,09783	0,0005
<b>Calculando valores de MEDIA GENERAL (<math>\bar{X}</math>)</b>			0,09822		
<b>Calculando valores de RANGO PROMEDIO (<math>\bar{R}</math>)</b>			0,00046		

Fuente: elaboración propia, basada en observación en campo.

En la tabla X, las columnas de los tamaños de muestras (n), fueron obtenidos mediante los promedios anteriores de los datos recopilados, para luego obtener un promedio de estos datos, en la columna de, promedio del tamaño de muestras ( $\bar{X}$ ), y así obtener la media general.

Utilizando de la misma manera las columnas de los tamaños de muestras, se obtuvieron los rangos del tamaño de muestras (R), y se calculo el rango promedio, al tomar en conjunto los 12 rangos obtenidos.

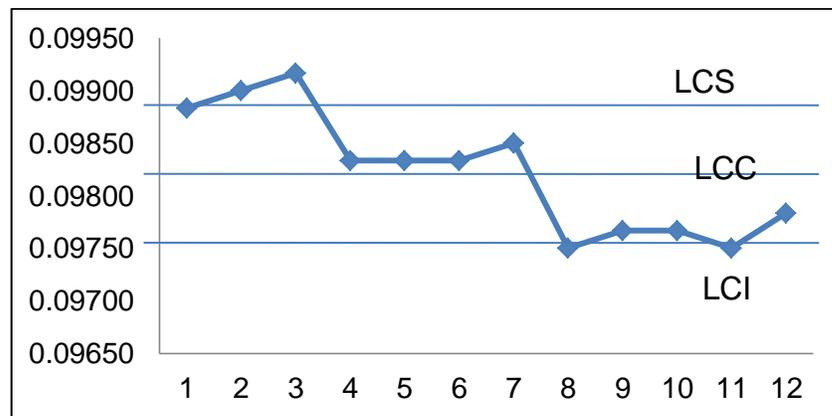
Para obtener los límites de control en el gráfico de promedios, se utilizarán las siguientes ecuaciones;

$$LCS = \bar{X} + A_2 \cdot \bar{R} = 0,09822 + 1,023 \cdot 0,00046 = 0,09869$$

$$LCC = \bar{X} = 0,09822$$

$$LCI = \bar{X} - A_2 \cdot \bar{R} = 0,09822 - 1,023 \cdot 0,00046 = 0,09775$$

Figura 33. Medias para alto de doble cierre



Fuente: elaboración propia, basada en observación en campo.

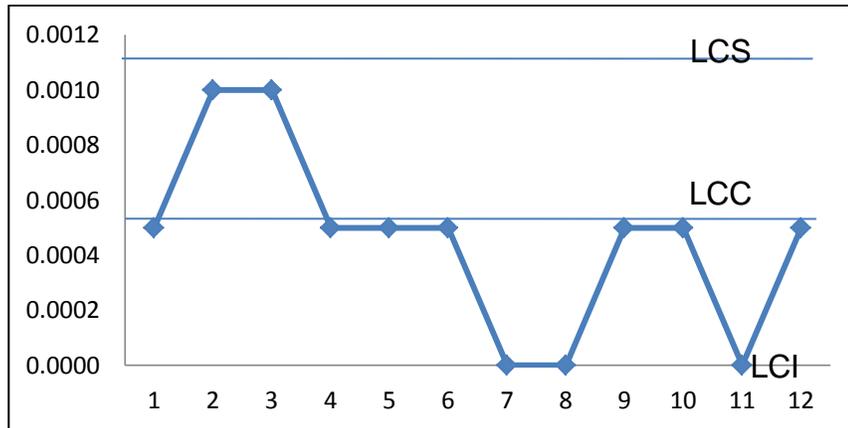
Las constantes A y D, dependen del tamaño de la muestra y se encuentran en el apéndice. Para obtener los límites de control en el gráfico de rangos, se utilizarán las siguientes ecuaciones:

$$LCS = D_4 \cdot \bar{R} = 2,574 \cdot 0,00046 = 0,001184$$

$$LCC = \bar{R} = 0,00046$$

$$LCI = D_3 \cdot \bar{R} = 0 \cdot 0,00046 = 0$$

Figura 34. Rangos para alto de doble cierre

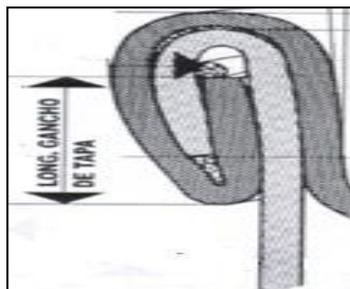


Fuente: elaboración propia, basada en observación en campo.

- Gancho tapa

El gancho de tapa del doble cierre es la parte del rizo doblada entre el cuerpo y el gancho del cuerpo. Se recopilan las medidas necesarias que indican la eficiencia del sello de la lata, valores mínimos y máximos del gancho de tapa de la lata que puedan detallar posibles incorrecciones.

Figura 35. Gancho de la tapa



Fuente: IMETA. Manual de Control de Cierre. p. 7

Tabla XI. **Primer muestreo de refrescos con respecto al gancho tapa**

<b>Nombre del producto:</b>	Refresco	<b>Unidad de medida:</b>	Pulgadas
<b>Operación</b>	Control de calidad	<b>Tamaño de muestra:</b>	1
<b>Hora:</b>	18:15 p.m.	<b>Fecha:</b>	08/06/2 010
<b>Muestra</b>	<i>Gancho tapa mínimo (0,055 plg.)</i>	<i>Gancho tapa máximo (0,075 plg.)</i>	<i>Gancho tapa promedio</i>
1	0,063	0,067	0,0650
2	0,063	0,068	0,0655
3	0,063	0,068	0,0655
4	0,063	0,068	0,0655
5	0,063	0,068	0,0655
6	0,064	0,068	0,0660
7	0,065	0,068	0,0665
8	0,063	0,069	0,0660
9	0,064	0,069	0,0665
10	0,064	0,069	0,0665
11	0,064	0,068	0,0660
12	0,065	0,067	0,0660

Fuente: elaboración propia, basada en observación en campo.

Tabla XII. **Segundo muestreo de refrescos con respecto al gancho tapa**

<b>Nombre del producto:</b>	Refresco	<b>Unidad de medida:</b>	Pulgadas
<b>Operación</b>	Control de calidad	<b>Tamaño de muestra:</b>	2
<b>Hora:</b>	06:15 a.m.	<b>Fecha:</b>	09/06/2 010
<b>Muestra</b>	<i>Gancho tapa mínimo (0,055 plg.)</i>	<i>Gancho tapa máximo (0,075 plg.)</i>	<i>Gancho tapa promedio</i>
1	0,063	0,067	0,0650
2	0,063	0,068	0,0655
3	0,063	0,067	0,0650
4	0,064	0,067	0,0655
5	0,064	0,067	0,0655
6	0,064	0,067	0,0655
7	0,063	0,067	0,0650
8	0,063	0,068	0,0655
9	0,065	0,068	0,0665
10	0,063	0,068	0,0655
11	0,065	0,069	0,0670
12	0,065	0,069	0,0670

Fuente: elaboración propia, basada en observación en campo.

**Tabla XIII. Tercer muestreo de refrescos con respecto al gancho tapa**

<b>Nombre del producto:</b>	Refresco	<b>Unidad de medida:</b>	Pulgadas
<b>Operación</b>	Control de calidad	<b>Tamaño de muestra:</b>	3
<b>Hora:</b>	18:15 p.m.	<b>Fecha:</b>	09/06/2 010
<b>Muestra</b>	<i>Gancho tapa mínimo (0,055 plg.)</i>	<i>Gancho tapa máximo (0,075 plg.)</i>	<i>Gancho tapa promedio</i>
1	0,063	0,067	0,0650
2	0,064	0,068	0,0660
3	0,062	0,068	0,0650
4	0,061	0,067	0,0640
5	0,065	0,067	0,0660
6	0,063	0,068	0,0655
7	0,062	0,068	0,0650
8	0,062	0,065	0,0635
9	0,062	0,065	0,0635
10	0,064	0,068	0,0660
11	0,064	0,068	0,0660
12	0,062	0,065	0,0635

Fuente: elaboración propia, basada en observación en campo.

Al obtener los datos del gancho de la tapa del doble cierre, se buscará obtener un promedio del mínimo y máximo, para facilitar la realización de los gráficos.

Tabla XIV. **Tamaño de muestras con respecto al gancho tapa**

<b>Número de muestra (k)</b>	<b>Tamaño de muestra (n)</b>			<b>Promedio del tamaño de muestras (<math>\bar{X}</math>)</b>	<b>Rango del tamaño de muestras (R)</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>		
1	0,0650	0,0650	0,0650	0,06500	0,0000
2	0,0655	0,0655	0,0660	0,06567	0,0005
3	0,0655	0,0650	0,0650	0,06517	0,0005
4	0,0655	0,0655	0,0640	0,06500	0,0015
5	0,0655	0,0655	0,0660	0,06567	0,0005
6	0,0660	0,0655	0,0655	0,06567	0,0005
7	0,0665	0,0650	0,0650	0,06550	0,0015
8	0,0660	0,0655	0,0635	0,06500	0,0025
9	0,0665	0,0665	0,0635	0,06550	0,0030
10	0,0665	0,0655	0,0660	0,06600	0,0010
11	0,0660	0,0670	0,0660	0,06633	0,0010
12	0,0660	0,0670	0,0635	0,06550	0,0035

<b>Calculando valores de MEDIA GENERAL (<math>\bar{X}</math>)</b>	0,06550
<b>Calculando valores de RANGO PROMEDIO (<math>\bar{R}</math>)</b>	0,00133

Fuente: elaboración propia, basada en observación en campo.

En la tabla XIV, las columnas de los tamaños de muestras (n), fueron obtenidos mediante los promedios anteriores de los datos recopilados, para luego obtener un promedio de estos datos, en la columna de, promedio del tamaño de muestras ( $\bar{X}$ ), y así obtener la media general.

Utilizando de la misma manera las columnas de los tamaños de muestras, se obtuvieron los rangos del tamaño de muestras (R), y se calculo el rango promedio, al tomar en conjunto los 12 rangos obtenidos.

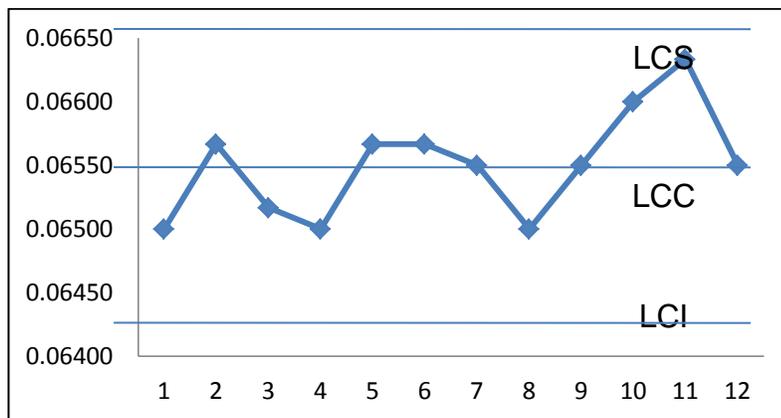
Para obtener los límites de control en el gráfico de promedios, se utilizarán las siguientes ecuaciones:

$$LCS = \bar{X} + A_2 * \check{R} = 0,0655 + 1,023 * 0,00133 = 0,06686$$

$$LCC = \bar{X} = 0,0655$$

$$LCI = \bar{X} - A_2 * \check{R} = 0,0655 - 1,023 * 0,00133 = 0,06414$$

Figura 36. **Medias para gancho tapa de doble cierre**



Fuente: elaboración propia, basada en observación en campo.

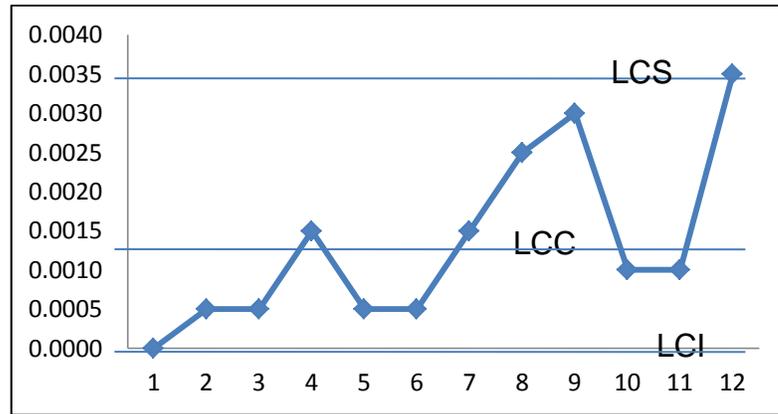
Las constantes A y D, dependen del tamaño de la muestra y se encuentran en el apéndice. Para obtener los límites de control en el gráfico de rangos, se utilizarán las siguientes ecuaciones:

$$LCS = D_4 * \check{R} = 2,574 * 0,00133 = 0,00342$$

$$LCC = \check{R} = 0,00133$$

$$LCI = D_3 * \check{R} = 0 * 0,00133 = 0$$

Figura 37. Rangos para gancho tapa de doble cierre

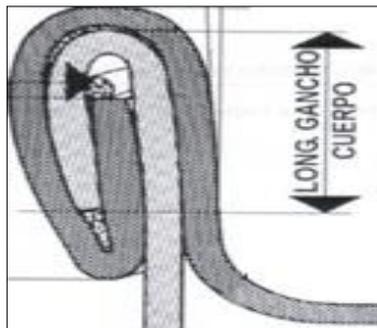


Fuente: elaboración propia, basada en observación en campo.

- Gancho de lata

El gancho de la lata es la pestaña doblada que se engancha al terminal del traslape. Se recopilan las medidas necesarias que indican la eficiencia del sello de la lata, valores mínimos y máximos del gancho de lata para detallar posibles errores.

Figura 38. Gancho de lata



Fuente: IMETA. Manual de Control de Cierre. p. 7.

Tabla XV. **Primer muestreo de refrescos con respecto al gancho lata**

<b>Nombre del producto:</b>	Refresco	<b>Unidad de medida:</b>	Pulgadas
<b>Operación</b>	Control de calidad	<b>Tamaño de muestra:</b>	1
<b>Hora:</b>	18:15 p.m.	<b>Fecha:</b>	08/06/2 010
<b>Muestra</b>	<i>Gancho lata mínimo (0,055 plg.)</i>	<i>Gancho lata máximo (0,075 plg.)</i>	<i>Gancho promedio</i>
1	0,063	0,067	0,0650
2	0,062	0,068	0,0650
3	0,062	0,070	0,0660
4	0,062	0,067	0,0645
5	0,062	0,067	0,0645
6	0,062	0,067	0,0645
7	0,062	0,067	0,0645
8	0,061	0,068	0,0645
9	0,063	0,068	0,0655
10	0,061	0,069	0,0650
11	0,062	0,070	0,0660
12	0,063	0,068	0,0655

Fuente: elaboración propia, basada en observación en campo.

Tabla XVI. **Segundo muestreo de refrescos con respecto al gancho lata**

<b>Nombre del producto:</b>	Refresco	<b>Unidad de medida:</b>	Pulgadas
<b>Operación</b>	Control de calidad	<b>Tamaño de muestra:</b>	2
<b>Hora:</b>	06:15 a.m.	<b>Fecha:</b>	09/06/2 010
<b>Muestra</b>	<i>Gancho lata mínimo (0,055 plg.)</i>	<i>Gancho lata máximo (0,075 plg.)</i>	<i>Gancho promedio</i>
1	0,062	0,073	0,0675
2	0,063	0,068	0,0655
3	0,063	0,068	0,0655
4	0,063	0,068	0,0655
5	0,063	0,068	0,0655
6	0,061	0,068	0,0645
7	0,062	0,068	0,0650
8	0,063	0,067	0,0650
9	0,063	0,067	0,0650
10	0,063	0,067	0,0650
11	0,060	0,067	0,0635
12	0,061	0,069	0,0650

Fuente: elaboración propia, basada en observación en campo.

**Tabla XVII. Tercer muestreo de refrescos con respecto a gancho lata**

<b>Nombre del producto:</b>	Refresco	<b>Unidad de medida:</b>	Pulgadas
<b>Operación</b>	Control de calidad	<b>Tamaño de muestra:</b>	3
<b>Hora:</b>	18:15 p.m.	<b>Fecha:</b>	09/06/2 010
<b>Muestra</b>	<i>Gancho lata mínimo (0,055 plg.)</i>	<i>Gancho lata máximo (0,075 plg.)</i>	<i>Gancho promedio</i>
1	0,062	0,067	0,0645
2	0,063	0,067	0,0650
3	0,065	0,072	0,0685
4	0,061	0,066	0,0635
5	0,063	0,067	0,0650
6	0,063	0,068	0,0655
7	0,060	0,067	0,0635
8	0,063	0,068	0,0655
9	0,061	0,067	0,0640
10	0,064	0,071	0,0675
11	0,063	0,066	0,0645
12	0,061	0,067	0,0640

Fuente: elaboración propia, basada en observación en campo.

Tabla XVIII. **Tamaño de muestras de gancho lata**

<b>Número de muestra (k)</b>	<b>Tamaño de muestra (n)</b>			<b>Promedio del tamaño de muestras (X̄)</b>	<b>Rango del tamaño de muestras (R)</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>		
1	0,0650	0,0703	0,0676	0,06763	0,0053
2	0,0650	0,0668	0,0659	0,06588	0,0018
3	0,0660	0,0668	0,0664	0,06638	0,0004
4	0,0645	0,0668	0,0656	0,06563	0,0023
5	0,0645	0,0668	0,0656	0,06563	0,0023
6	0,0645	0,0663	0,0654	0,06538	0,0018
7	0,0645	0,0665	0,0655	0,06550	0,0020
8	0,0645	0,0660	0,0653	0,06525	0,0015
9	0,0655	0,0660	0,0658	0,06575	0,0005
10	0,0650	0,0660	0,0655	0,06550	0,0010
11	0,0660	0,0653	0,0656	0,06563	0,0007
12	0,0655	0,0670	0,0663	0,06625	0,0015
<b>Calculando valores de MEDIA GENERAL (X̄)</b>					0,06586
<b>Calculando valores de RANGO PROMEDIO (R̄)</b>					0,00176

Fuente: elaboración propia, basada en observación en campo.

Al obtener los datos del gancho de la lata en el doble cierre, mostrados en la tabla XVII, se buscará obtener un promedio del mínimo y máximo, para facilitar la realización de los gráficos. En la tabla XVIII, las columnas de los tamaños de muestras (n), fueron obtenidos mediante los promedios anteriores de los datos recopilados, para luego obtener un promedio de estos datos, en la columna de, promedio del tamaño de muestras ( $\bar{X}$ ), y así obtener la media general.

Utilizando de la misma manera las columnas de los tamaños de muestras, se obtuvieron los rangos del tamaño de muestras (R), y se calculo el rango promedio, al tomar en conjunto los 12 rangos obtenidos. Para obtener los

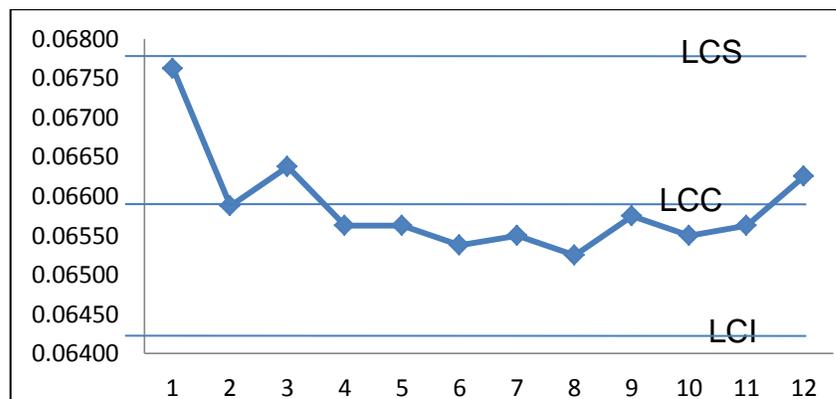
límites de control en el gráfico de promedios, se utilizarán las siguientes ecuaciones:

$$LCS = \bar{X} + A_2 * \check{R} = 0,06586 + 1,023 * 0,00176 = 0,06766$$

$$LCC = \bar{X} = 0,06586$$

$$LCI = \bar{X} - A_2 * \check{R} = 0,06586 - 1,023 * 0,00176 = 0,0641$$

Figura 39. Medias para gancho lata de doble cierre



Fuente: elaboración propia, basada en observación en campo.

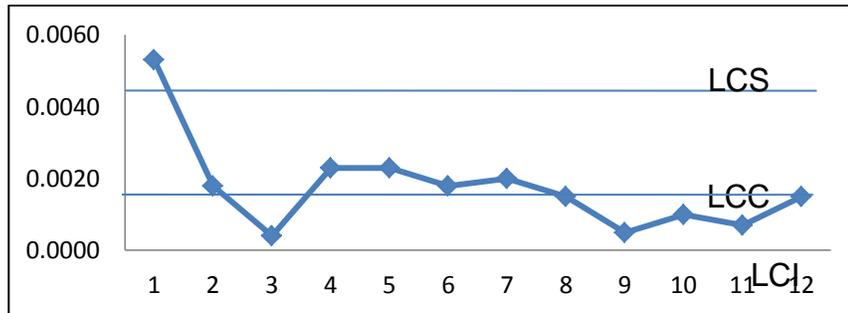
Las constantes A y D, dependen del tamaño de la muestra y se encuentran en el apéndice. Para obtener los límites de control en el gráfico de rangos, se utilizarán las siguientes ecuaciones:

$$LCS = D_4 * \check{R} = 2,574 * 0,00176 = 0,00453$$

$$LCC = \check{R} = 0,00176$$

$$LCI = D_3 * \check{R} = 0 * 0,00176 = 0$$

Figura 40. Rangos para gancho lata de doble cierre



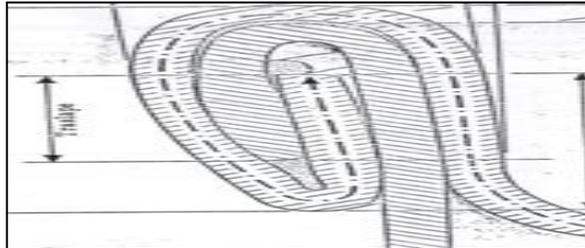
Fuente: elaboración propia, basada en observación en campo.

- Traslape

La formación de un cierre hermético es esencial para preservar el producto. Es inútil todo el trabajo de preparar el producto, envasarlo y procesarlo a menos que se haga un doble cierre que lo garantice. Una de las mediciones más importantes que se realizan es el traslape, ya que ésta es la distancia entre los extremos de los ganchos trasladados entre sí. Debido a eso es necesario tener un control del mismo que brinde la información necesaria para indicar los problemas que se den en el proceso de doble cierre.

Se recopilaron las medidas necesarias que indican la eficiencia del sello de la lata, valores mínimos y máximos del traslape, los cuales detallarán posibles incorrecciones.

Figura 41. **Traslape**



Fuente: IMETA. Manual de Control de Cierre. p. 6.

Tabla XIX. **Primer muestreo completo**

<b>Nombre del producto:</b>	Refresco	<b>Unidad de medida:</b>	Pulgadas
<b>Operación</b>	Control de calidad	<b>Tamaño de muestra:</b>	1
<b>Hora:</b>	18:15 p.m.	<b>Fecha:</b>	08/06/2010

Muestra	Gancho tapa mínimo (0,055 plg.)	Gancho tapa máximo (0,075 plg.)	Gancho lata mínimo (0,055 plg.)	Gancho lata máximo (0,075 plg.)	Espesor tapa (constante de proveedor)	Alto mínimo (0,097 plg.)	Alto máximo (0,101 plg.)	Traslape mínimo (0,030 plg.)	Traslape máximo (0,050 plg.)	Traslape promedio
1	0,063	0,067	0,063	0,067	0,008	0,098	0,099	0,036	0,043	0,040
2	0,063	0,068	0,062	0,068	0,008	0,098	0,099	0,035	0,045	0,040
3	0,063	0,068	0,062	0,070	0,008	0,098	0,099	0,035	0,047	0,041
4	0,063	0,068	0,062	0,067	0,008	0,097	0,099	0,036	0,044	0,040
5	0,063	0,068	0,062	0,067	0,008	0,098	0,098	0,035	0,045	0,040
6	0,064	0,068	0,062	0,067	0,008	0,097	0,099	0,037	0,044	0,041
7	0,065	0,068	0,062	0,067	0,008	0,098	0,099	0,037	0,044	0,041
8	0,063	0,069	0,061	0,068	0,008	0,097	0,098	0,035	0,047	0,041
9	0,064	0,069	0,063	0,068	0,008	0,097	0,099	0,038	0,046	0,042
10	0,064	0,069	0,061	0,069	0,008	0,097	0,098	0,036	0,048	0,042
11	0,064	0,068	0,062	0,070	0,008	0,097	0,098	0,037	0,048	0,043
12	0,065	0,067	0,063	0,068	0,008	0,097	0,098	0,039	0,045	0,042

Fuente: elaboración propia, basada en observación en campo.

Tabla XX. Segundo muestreo completo

<b>Nombre del producto:</b>	Refresco	<b>Unidad de medida:</b>	Pulgadas
<b>Operación</b>	Control de calidad	<b>Tamaño de muestra:</b>	1
<b>Hora:</b>	18:15 p.m.	<b>Fecha:</b>	08/06/2010

Muestra	Gancho tapa mínimo (0,055 plg.)	Gancho tapa máximo (0,075 plg.)	Gancho lata mínimo (0,055 plg.)	Gancho lata máximo (0,075 plg.)	Espesor tapa (constante de proveedor)	Alto mínimo (0,097 plg.)	Alto máximo (0,101 plg.)	Traslape mínimo (0,030 plg.)	Traslape máximo (0,050 plg.)	Traslape promedio
1	0,063	0,067	0,062	0,073	0,008	0,098	0,100	0,035	0,048	0,042
2	0,063	0,068	0,063	0,068	0,008	0,098	0,100	0,036	0,044	0,040
3	0,063	0,067	0,063	0,068	0,008	0,099	0,100	0,035	0,043	0,039
4	0,064	0,067	0,063	0,068	0,008	0,098	0,099	0,037	0,044	0,041
5	0,064	0,067	0,063	0,068	0,008	0,098	0,099	0,037	0,044	0,041
6	0,064	0,067	0,061	0,068	0,008	0,098	0,099	0,035	0,044	0,040
7	0,063	0,067	0,062	0,068	0,008	0,098	0,099	0,035	0,044	0,040
8	0,063	0,068	0,063	0,067	0,008	0,097	0,098	0,037	0,045	0,041
9	0,065	0,068	0,063	0,067	0,008	0,097	0,098	0,039	0,045	0,042
10	0,063	0,068	0,063	0,067	0,008	0,097	0,098	0,037	0,045	0,041
11	0,065	0,069	0,060	0,067	0,008	0,097	0,098	0,036	0,046	0,041
12	0,065	0,069	0,061	0,069	0,008	0,097	0,099	0,037	0,047	0,042

Fuente: elaboración propia, basada en observación en campo.

Tabla XXI. Tercer muestreo completo

<b>Nombre del producto:</b>	Refresco	<b>Unidad de medida:</b>	Pulgadas
<b>Operación</b>	Control de calidad	<b>Tamaño de muestra:</b>	1
<b>Hora:</b>	18:15 p.m.	<b>Fecha:</b>	08/06/2 010

Muestra	Gancho tapa mínimo (0,055 plg.)	Gancho tapa máximo (0,075 plg.)	Gancho lata mínimo (0,055 plg.)	Gancho lata máximo (0,075 plg.)	Espesor tapa (constante de proveedor)	Alto mínimo (0,097 plg.)	Alto máximo (0,101 plg.)	Traslape mínimo (0,030 plg.)	Traslape máximo (0,050 plg.)	Traslape promedio
1	0,063	0,067	0,062	0,067	0,008	0,098	0,100	0,035	0,042	0,039
2	0,064	0,068	0,063	0,067	0,008	0,099	0,100	0,036	0,043	0,040
3	0,062	0,068	0,065	0,072	0,008	0,099	0,100	0,036	0,048	0,042
4	0,061	0,067	0,061	0,066	0,008	0,098	0,099	0,032	0,042	0,037
5	0,065	0,067	0,063	0,067	0,008	0,098	0,099	0,038	0,043	0,041
6	0,063	0,068	0,063	0,068	0,008	0,098	0,099	0,036	0,045	0,041
7	0,062	0,068	0,060	0,067	0,008	0,098	0,099	0,032	0,044	0,038
8	0,062	0,065	0,063	0,068	0,008	0,097	0,098	0,036	0,043	0,040
9	0,062	0,065	0,061	0,067	0,008	0,097	0,098	0,034	0,042	0,038
10	0,064	0,068	0,064	0,071	0,008	0,097	0,099	0,039	0,048	0,044
11	0,064	0,068	0,063	0,066	0,008	0,097	0,098	0,038	0,044	0,041
12	0,062	0,065	0,061	0,067	0,008	0,097	0,099	0,034	0,041	0,038

Fuente: elaboración propia, basada en observación en campo.

Tabla XXII. **Tamaño de muestras**

<b>Número de muestra (k)</b>	<b>Tamaño de muestra (n)</b>			<b>Promedio del tamaño de muestras (<math>\bar{X}</math>)</b>	<b>Rango del tamaño de muestras (R)</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>		
1	0,040	0,045	0,040	0,04150	0,005
2	0,040	0,042	0,041	0,04108	0,002
3	0,041	0,041	0,045	0,04233	0,004
4	0,040	0,042	0,040	0,04058	0,002
5	0,040	0,042	0,042	0,04133	0,002
6	0,041	0,042	0,043	0,04167	0,002
7	0,041	0,042	0,041	0,04108	0,001
8	0,041	0,043	0,041	0,04175	0,002
9	0,042	0,044	0,040	0,04183	0,004
10	0,042	0,043	0,046	0,04358	0,004
11	0,043	0,044	0,043	0,04283	0,001
12	0,042	0,045	0,039	0,04192	0,006

<b>Calculando valores de MEDIA GENERAL (<math>\bar{X}</math>)</b>	0,04179
<b>Calculando valores de RANGO PROMEDIO (<math>\bar{R}</math>)</b>	0,00292

Fuente: elaboración propia, basada en observación en campo.

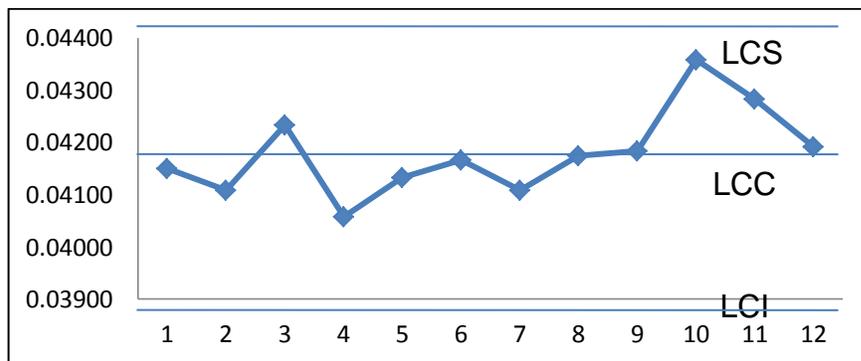
En la tabla XXI, las columnas de los tamaños de muestras (n), fueron obtenidos mediante los promedios anteriores de los datos recopilados, para luego obtener un promedio de estos datos, en la columna de, promedio del tamaño de muestras ( $\bar{X}$ ), y así obtener la media general. Utilizando de la misma manera las columnas de los tamaños de muestras, se obtuvieron los rangos del tamaño de muestras (R), y se calculo el rango promedio, al tomar en conjunto los 12 rangos obtenidos. Para obtener los límites de control en el gráfico de promedios, se utilizarán las siguientes ecuaciones:

$$LCS = \bar{X} + A_2 \cdot \check{R} = 0,04179 + 1,023 \cdot 0,00292 = 0,04478$$

$$LCC = \bar{X} = 0,04179$$

$$LCI = \bar{X} - A_2 \cdot \check{R} = 0,04179 - 1,023 \cdot 0,00292 = 0,0388$$

Figura 42. **Medias para traslape de doble cierre**



Fuente: elaboración propia, basada en observación en campo.

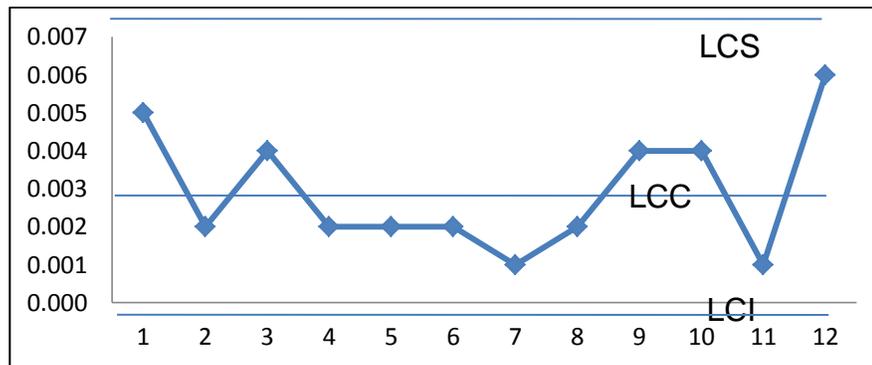
Las constantes A y D, dependen del tamaño de la muestra y se encuentran en el apéndice. Para obtener los límites de control en el gráfico de rangos, se utilizarán las siguientes ecuaciones:

$$LCS = D_4 \cdot \check{R} = 2,574 \cdot 0,00292 = 0,00752$$

$$LCC = \check{R} = 0,00292$$

$$LCI = D_3 \cdot \check{R} = 0 \cdot 0,00292 = 0$$

Figura 43. Rangos para traslape de doble cierre



Fuente: elaboración propia, basada en observación en campo.

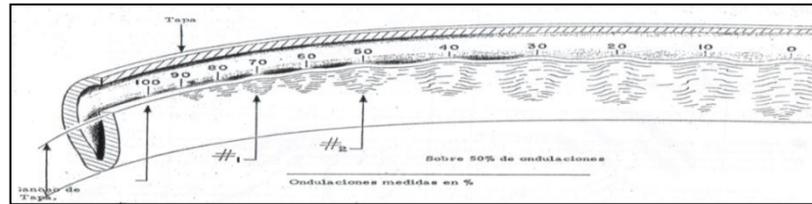
### 2.5.2. Cuadros de control para atributos

El procedimiento de control de datos, se llevará a cabo paso a paso, para lograr desarrollar de mejor manera el seguimiento del mismo. Se definió que la medida que se obtuvo, se tomará y desarrollará como un gráfico de control para atributos.

- Arrugas

Se recopilaron las medidas necesarias que indican la eficiencia del sello de la lata, valores de arrugas del sello para detallar posibles errores. Se debe tomar en cuenta que al examinar el sellado, y este contenga una superficie completamente lisa, automáticamente se determinará que el porcentaje de arrugas será de un 100%. En caso fuera todo lo contrario, y la superficie del sellado de la lata se encontrará completamente arrugado, el porcentaje correspondiente será de un 0%. Estos datos son obtenidos a criterio de la empresa y en el proceso, son determinados por los operarios, mecánicos o laboratoristas.

Figura 44. Porcentaje de arrugas



Fuente: IMETA. Manual de Control de Cierre. p. 6.

A continuación se presentará la tabla XXIII, en la cual fueron recopilados los datos del muestreo para obtener una mejor explicación de forma detallada en lo que respecta al tamaño de muestras para arrugas en la operación de doble cierre en latas de bebidas carbonatadas:

Tabla XXIII. Tamaño de muestras para arrugas en lata

Número de muestra (k)	Tamaño de muestra (n)			Promedio del tamaño de muestras ( $\bar{X}$ )	Rango del tamaño de muestras (R)
	1	2	3		
1	100	100	100	100	0
2	95	100	100	98	5
3	95	100	100	98	5
4	95	100	95	97	5
5	95	100	100	98	5
6	95	100	100	98	5
7	100	95	100	98	5
8	100	90	100	97	5
9	100	95	100	98	10
10	100	95	100	98	5
11	100	100	100	100	0
12	100	100	100	100	0
<b>Calculando valores de MEDIA GENERAL (<math>\bar{X}</math>)</b>				98,47222	
<b>Calculando valores de RANGO PROMEDIO (<math>\bar{R}</math>)</b>				4,16667	

Fuente: elaboración propia, basada en observación en campo.

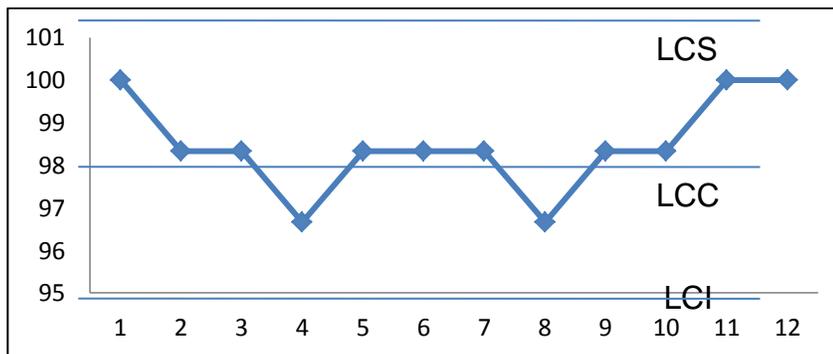
En la tabla XXII, las columnas de los tamaños de muestras (n), fueron obtenidos mediante los promedios anteriores de los datos recopilados, para luego obtener un promedio de estos datos, en la columna de, promedio del tamaño de muestras ( $\bar{X}$ ), y así obtener la media general. Utilizando de la misma manera las columnas de los tamaños de muestras, se obtuvieron los rangos del tamaño de muestras (R), y se calculo el rango promedio, al tomar en conjunto los 12 rangos obtenidos. Para obtener los límites de control en el gráfico de promedios, se utilizarán las siguientes ecuaciones:

$$LCS = \bar{X} + A_2 * \bar{R} = 98,4722 + 1,023 * 4,16667 = 102,7347$$

$$LCC = \bar{X} = 98,4722$$

$$LCI = \bar{X} - A_2 * \bar{R} = 98,4722 - 1,023 * 4,16667 = 94,2097$$

Figura 45. **Medias para arrugas en doble cierre**



Fuente: elaboración propia, basada en observación en campo.

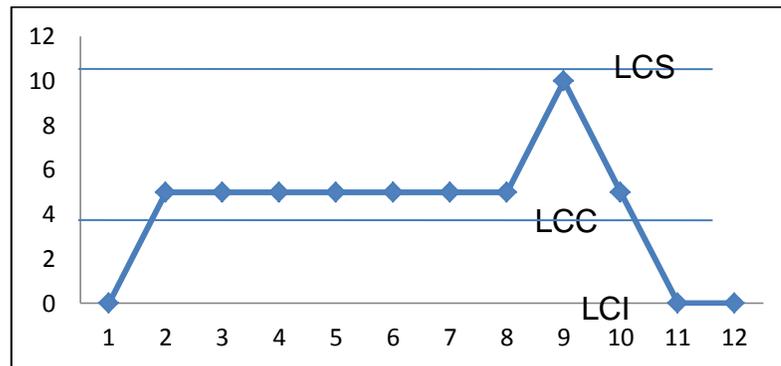
Las constantes A, D, etc., dependen del tamaño de la muestra y se encuentran en el apéndice. Para obtener los límites de control en el gráfico de rangos, se utilizarán las siguientes ecuaciones:

$$LCS = D_4 * \check{R} = 2,574 * 4,16667 = 10,725$$

$$LCC = \check{R} = 4,16667$$

$$LCI = D_3 * \check{R} = 0 * 4,16667 = 0$$

Figura 46. Rangos para arrugas de doble cierre



Fuente: elaboración propia, basada en observación en campo.

Estas fueron las medidas que se obtuvieron en el muestreo, se realizaron mediante la supervisión de 2 mecánicos, los cuales desarrollaron la metodología impartida por la empresa para realizar las muestras necesarias.

## 2.6. Análisis de los desperdicios

En manufactura se entiende como desperdicio, todo elemento de producción, actividad, tarea u operación que no agrega valor al producto, añadiendo sólo tiempo y costo; por lo cual, eliminar los desperdicios es eliminar las actividades de no valor agregado. Los llamados Desperdicios en Manufactura descritos por un sistema de producción eficiente son:

- a. Defectos: fallas en la calidad que originan reprocesos, rechazos y pérdida de materia prima;

- b. Espera: causada principalmente por baja confiabilidad y disponibilidad de equipo, falta de partes o materiales y una programación deficiente;
- c. Sobreproceso: el sobreproceso sucede en todas partes, piense en esos pasos de proceso que no le agregan valor al producto, también en procesos inexactos o incorrectos;
- d. Sobreproducción: la sobreproducción puede ser tan mala como la subproducción, también afecta la producción demasiado anticipada o tardía. Se debe asegurar que la producción sea oportuna y en la cantidad correcta;
- e. Movimientos: hay incontables casos en que los trabajadores tienen que hacer excesivos movimientos o que tienen que hacer movimientos incómodos y éstos llegan a ser ineficientes;
- f. Inventarios: tener demasiada materia prima, producto en proceso ó productos terminados debido a lotes grandes, frecuentemente pasa inadvertido, pero es una pérdida financiera;
- g. Transportación: un diseño de distribución de la planta deficiente, un sistema ineficiente de manejo de materiales, una ubicación inadecuada, puede estar causando excesiva transportación, lo cual agrega costo y riesgo a la operación;
- h. Recursos humanos no utilizados: no sólo se refiere al desperdicio de tiempo, sino la gran cantidad de ideas que no escuchamos de los trabajadores, que podrían hacer mejoras al proceso, áreas de trabajo e incluso un mejor producto.

Se concluye que no solo el producto derramado, cajas tiradas a la basura, etc., son desperdicios, sino que acompañan a esto muchas actividades que resultan ser ineficientes. Se debe de dar una gran importancia a lo que es el desperdicio basado en lo que es una mala práctica de manufactura por parte del empleado, ya que cuando este realice una operación incorrecta, debido a una mala calibración o desconocimiento de ella en el proceso de muestreo y toma de medidas de doble cierre, está apoyando a un desperdicio debido a un recurso humano mal utilizado.

### **2.6.1. Deshecho de la lata**

Al realizar el muestreo, la lata que fue utilizada para el sistema de control de calidad es dejada en un bote especial para reciclaje, en el cual se junta y se le entrega a una empresa para que realice el proceso necesario para fundir el aluminio y volverlo a utilizar.

#### **2.6.1.1. Por sello defectuoso**

Cuando el sello del doble cierre fue defectuoso, las repercusiones no son de gran importancia debido a que el cometido del proceso de muestreo nos brindo la información correcta y se puede observar que el problema fue una actividad común en la máquina selladora que puede tener un arreglo, que daría consecuencias de desecho pero con un respaldo de una práctica de medición correcta con costos estimados para el sistema.

#### **2.6.1.2. Por sello medido incorrectamente**

Cuando el sello es medido incorrectamente, caemos en el problema de la incapacidad de los trabajadores o la carencia de habilidad para utilizar un

instrumento de uso delicado y así obtener resultados correctos. Esto repercute en las mismas consecuencias que en el punto anterior, con la diferencia de que se pudo evitar el trabajo del departamento de mantenimiento en el cual se recibe una orden de chequeo de maquinaria, con un consecuente paro de producción y una pérdida monetaria para la empresa. Todo esto por una mala medición por parte del trabajador.

#### **2.6.1.3. Por sello correcto**

Cuando existe un muestreo con todas sus latas con dobles cierres naturales, se evita el problema de paros de producción, pero se mantiene el costo de desperdicio del producto, por supuesto esos costos ya se encuentran estimados como pérdidas, por la empresa.

#### **2.6.1.4. Desperdicio**

Si se producen en una línea de envasado 400 latas por minuto, por un total de 24 horas, se tendría un consumo total de lata del,

$$400 * 60 \text{ minutos} * 24 \text{ horas},$$

dando como resultado 576 000 latas al día. De esto el desperdicio por evaluación sería del,

$$24 \text{ latas muestra} / 576 \text{ 000 latas al día},$$

dando como resultado 0,0000417% de desperdicio. Determinando la insignificancia de desperdicio que obtenemos en el muestreo actual.

### **3. DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CIERRE DE LATAS**

#### **3.1. Metodología de calibración de micrómetros**

El envejecimiento de los componentes, los cambios de temperatura y el estrés mecánico que soportan los equipos deterioran poco a poco sus funciones. Cuando esto sucede, los ensayos y las medidas comienzan a perder confianza y se refleja tanto en el diseño como en la calidad del producto. Este tipo de situaciones puede ser evitado, por medio del proceso de calibración.

La correcta calibración de los equipos proporciona la seguridad de que los productos o servicios que se ofrecen reúnen las especificaciones necesarias y requeridas. Cada vez son más numerosas las razones que llevan a los mecánicos, operarios y eléctricos a calibrar sus equipos de medida, con el fin de:

- Mantener y verificar el buen funcionamiento de los equipos o herramientas.
- Responder a los requisitos establecidos en las normas de calidad.
- Garantizar la fiabilidad y trazabilidad de las medidas.

La calibración de un instrumento es el conjunto de operaciones con las que se establece, en ciertas condiciones específicas, la correspondencia entre valores indicados en un instrumento, equipo o sistema de medida, o por los valores representados por una medida materializada, o material de referencia, y los valores conocidos correspondientes a una magnitud de medida, asegurando

la trazabilidad de las medidas a las correspondientes unidades básicas y procediendo a su ajuste o expresando esta correspondencia por medio de tablas o curvas de corrección.

Para calibrar un instrumento es necesario disponer de uno de mayor precisión que proporcione el valor convencionalmente verdadero que es el que se empleará para compararlo con la indicación del instrumento sometido a calibración.

### **3.1.1. Objetivos de la calibración**

El objetivo principal de la calibración es básicamente para el proceso de la fabricación. Este proceso es utilizado para bajar el costo de la fabricación o de producción posible determinando o asegurando la calidad. La calibración es también ideal en la reducción al mínimo de errores posibles porque utiliza un método científico para determinar cálculos erróneos inminentes mientras que hace algo para corregir los errores que haría cualquiera.

La calibración llega a ser más y más popular a las compañías porque el método apunta a economizar tiempo, trabajo y otros recursos en cualquier producción por medio de la verificación exacta y concisa de los resultados obtenidos.

### **3.1.2. Alcance de la calibración**

El procedimiento de calibración tiene como alcance en los equipos de inspección, medida y ensayos el poder efectuar su confirmación metrológica y confirmarlo para los estudios de productos terminados que se determinarán a través de los resultados obtenidos en las calibraciones.

Ya que la precisión requerida en las medidas y el análisis de las especificaciones determinarán el criterio de aceptación. Este criterio es el valor que se comparará con el resultado de la calibración o verificación para determinar si la herramienta aún está en condiciones de funcionar adecuadamente y garantizar la precisión requerida.

### **3.1.3. Procedimiento de calibración**

La finalidad de este procedimiento es la calibración de los micrómetros utilizados en la medida de mm para comprobar si su incertidumbre se mantiene dentro de sus especificaciones.

- a. Se debe comprobar el recorrido del husillo que debe ser suave y sin resistencia;
- b. Limpiar con papel suave las caras del área que es utilizada para medir. Caso necesario, utilizar alcohol para ello;
- c. Cerrar husillo y comprobar cero con error máximo de 2  $\mu\text{m}$ ;
- d. Realizar medidas en orden ascendente y descendente, 3 series completas.

Para cuando se necesita ajustar el micrómetro, se debe realizar las siguientes operaciones:

- En caso de que el micrómetro se dictamine fuera de la tolerancia especificada por la norma en alguno de sus puntos, se puede proceder al

ajuste de la indicación del cilindro o sobre el tornillo micrométrico si el error es mayor.

- El ajuste se producirá con la herramienta que incorporan los micrómetros para tal tipo de ajuste.
- En caso de ajustar el tambor, se debe desenroscar el tornillo superior, operación delicada para evitar un desajuste más grande, ajustar sobre la cara y volver a fijar el tornillo.
- En cualquier caso, se deberá proceder a una nueva confirmación del micrómetro bajo prueba en todas sus escalas.

#### **3.1.4. Período de calibración**

El período de calibración tiene una gran importancia en el proceso, ya que mediante la realización de esto, el micrómetro se conservará de mejor manera, y no se permitirán grandes períodos de uso, en los cuales se mantengan en constante utilización la herramienta y se pueda proporcionar medidas incorrectas por falta de calibración, o bien, dañar el objeto permanentemente.

El período que se utilizará para calibrar el micrómetro será de cada semana, calibrándolo los días lunes, y este será realizado por cada uno de los empleados que lo utilice, para mejorar el sistema de control de calidad en las líneas de envasado de bebidas carbonatadas. Teniendo la supervisión de una persona capacitada y formada para tener la potestad de avalar que la operación de calibrado se realizó de forma correcta, tomando en cuenta en este caso específico al asistente de producción.

### 3.2. Máquina selladora de tapa

Existen dos tipos básicos de selladoras: la giradora de lata y el cabezal girador estático de latas. Por girador estático de latas entendemos aquellas máquinas que mantienen el cierre de la lata y el cuerpo de ésta estáticos en la cuña de sellado a través del elevador inferior, mientras los rodillos de sellado giran alrededor de la lata. La mayoría de este tipo de selladoras cuenta con dos rodillos de sellado primario y dos secundarios espaciados igualmente y ubicados diametralmente opuestos para reducir al mínimo la desviación de la cuña y del rodillo. Las máquinas que incorporan hasta seis cabezales de sellado pueden alcanzar velocidades de entre 25 y 300 latas por minuto, siendo muy utilizadas en la industria alimenticia.

Figura 47. **Cuña y rodillo para junta de sellado**



Fuente: empresa de producción de bebidas carbonatadas.

La maquinaria utilizada para el sellado de latas es la Giradora de Latas Rotatoria. En una selladora giradora de latas, ésta y sus componentes finales son mantenidos entre una cuña selladora rotativa y una elevadora inferior, la cual está controlada por una leva de sellado. Los rodillos de sellados primeros y segundos toman contacto con la lata y los cierres para formar un sellado doble.

Las latas de paredes finas cuentan con tecnología que evita cualquier accidente o quiebre de la lata. Entre los componentes clave, las grandes enlatadoras de hoy día requieren máquinas robustas con gran rendimiento, bajo mantenimiento y una larga vida productiva. La máquina debe estar construida en un marco robusto libre de vibraciones para garantizar una operación sin problemas a altas velocidades.

Figura 48. **Máquina selladora de latas**



Fuente: <http://www.sommecan.com/SAGA150/saga150.html>. Agosto 2010.

### **3.2.1. Ajustes mecánicos**

Al ser el objetivo inicial de las selladoras, el sellado de las partes superior e inferior de un envase, para construir latas y mantener la integridad del producto durante un largo período de tiempo, el eje vertical de sellado es considerada el corazón del equipo. En ella se produce el sellado de las tapas a la lata, por lo que requiere una construcción dura y robusta. Este equipo consiste en un eje vertical superior y un eje vertical inferior, montadas sobre una columna central apoyada en las partes inferior y superior por rodamientos de

alta precisión y resistencia. El alineamiento preciso de ambos componentes resulta fundamental para conseguir un excelente sellado doble.

Los ejes verticales albergan las brocas de sellado, los niveladores de sellado, los rodillos de sellado, los cojines de expulsión y los elevadores inferiores. Todos estos subensamblajes son unidades de alta precisión que requieren un mantenimiento programado para asegurar su correcto ajuste, lubricación y operación dentro de las recomendaciones de cada fabricante.

### **3.2.2. Presiones de sello**

Un cuerpo de lata que tiene una pared de fondo cerrada integral con una pared lateral recta y una pared superior de cierre en el extremo abierto de la pared lateral; la pared del fondo consiste de una porción periférica externa que incluye una proyección anular que define una base de soporte para el cuerpo de lata, y una porción de pared de cierre central conectada por la porción periférica que es suficientemente flexible para distenderse bajo la influencia de presiones generadas en la lata para incrementar su volumen interno la porción periférica externa de la pared de cierre de fondo tiene una fuerte resistencia al combado cuando menos suficiente para soportar una primera presión interna más una presión extra de seguridad,

Pero no la suficiente para soportar una segunda presión interna más una presión extra de seguridad; la primera presión es una presión generada dentro de la lata que contiene el líquido cuando el líquido subsecuentemente al sellado de la lata, se calienta hasta la temperatura de pasteurización con la cual se encuentra el contenido líquido; y la segunda presión, es la presión que se generaría dentro de la lata en las circunstancias bajo las cuales se generaría la

primera presión así la lata fuera rígida; la presión extra de seguridad es una presión menor que  $0,5 \text{ kg/cm}^2$ .

### **3.3. Procedimiento de muestreo**

El muestreo de trabajo como técnica de la ingeniería de métodos puede aplicarse con éxito para resolver una gran variedad de problemas de todas clases sobre actividades relacionadas con grupos de personas o equipos. Este método puede utilizarse para estudiar la circulación de materiales, naturaleza, causa y magnitud de las interferencias respecto de las realizaciones eficaces; la distribución de deberes de un grupo de personas, de tal manera que la carga de trabajo esté equilibrada y todas puedan trabajar sin interrupciones. En estos casos, la utilización eficiente de tiempo o equipo evita un gran número de problemas similares.

Esta es un arma eficaz y gracias a su desarrollo, la dirección puede controlar mejor las actividades y obtener beneficios debido al mejor aprovechamiento del tiempo. La técnica del muestreo de trabajo consistirá en la cuantificación proporcional de un gran número de observaciones tomadas al azar, en las cuales se anota la condición que presente la operación, clasificada en categorías definidas según el objetivo del estudio.

En base a este concepto, el procedimiento de muestreo mejorado se llevara a cabo mediante los pasos siguientes.

- a. Elección en base al *expertiz* sobre el encargado directo de control de calidad, quien llevara a cabo el muestreo de las bebidas carbonatadas.

- b. La cantidad de toma de muestras óptima se obtendrá en base al porcentaje de certidumbre y el nivel de confianza requerido por la empresa de bebidas carbonatadas.
- c. Teniendo el dato de la cantidad de toma de muestras, se definirá el periodo de muestreo.
- d. Al obtener los resultados para la cantidad de muestras y el periodo en que se realizara esto, se deberá colocar en un formulario de muestreo (Apéndice C, Formulario de Datos de Control 1/3).
- e. Con la información obtenida en el paso d), se reunirá por detalle de inspección interna/externa, el tamaño de muestra diario y el numero de muestras para definir el promedio del tamaño de muestras y el rango del tamaño de muestras. (Apéndice C, Formulario de Datos de Control 2/3).
- f. En base a la información obtenida, se realizara la grafica de control para determinar puntos de mejora, definir tendencias y correcciones para lotes de producción posteriores. (Apéndice C, Formulario de Datos de Control 3/3).

Figura 49. **Muestras para control de calidad**



Fuente: empresa de producción de bebidas carbonatadas.

### 3.3.1. Elaboración de muestreo

El muestreo del trabajo estimará la proporción del tiempo dedicado a un tipo de actividad dada durante un cierto tiempo, empleando para ello observaciones instantáneas, intermitentes y espaciadas al azar. Para determinar el número total de observaciones necesarias, con objeto de tener la exactitud y la tolerancia deseadas, se realizarán los siguientes pasos. Para detallar una parte específica de la inspección del sellado, se basará únicamente en lo que es el traslape de doble cierre, ya que este abarca lo que es el gancho de lata y tapa, altura de cierre y espesor del sello.

- a. Se realizará un cálculo aproximado del porcentaje que representa un elemento cualquiera con relación al total de actividades. Estos valores se definieron, al determinar la cantidad de defectos promedios que se encuentran en un muestreo, tomando en cuenta los 3 tamaños de muestras (operador, mecánico y laboratorista) y los 12 datos por cada uno de los tamaños de muestreo, dando una cantidad total de 36 latas para muestras que se obtuvieron en las mediciones anteriores con lo que respecta al traslape del doble cierre. Para ello, se definirá un porcentaje de probabilidad de éxito, para utilizarlo en el nuevo muestreo que se quiere determinar;

$P = \text{número de latas defectuosas} / \text{número total de latas para muestras}$

$$P = 4/36 = 0,1111 = 0,1111 * 100\% = 11,11\%$$

- b. Se determinará los límites aceptables de tolerancia, es decir, decidir qué aproximación se desea tener en los resultados. La tolerancia aceptable es del  $\pm 5\%$ . Se debe de tomar en cuenta que al disminuir este valor, automáticamente se estará incrementando el número de muestras a tomar;

- c. Se definirá la certidumbre y el nivel de confianza que se desean. Por certidumbre se entiende como el número de veces que se tendrá la seguridad de que el resultado obtenido esté dentro de los límites de tolerancia fijados. Y a cada certidumbre corresponde un nivel de confianza, los más usuales están consignados en la Tabla XXIV.

Tabla XXIV. **Certidumbre y confianza**

CERTIDUMBRE (%)	NIVEL DE CONFIANZA
0	0,00
38,29	0,50
50	0,67
68,27	1,00
75	1,15
86,64	1,50
95,45	2,00
98,76	2,50
99,73	3,00
99,95	3,50
99,994	4,00
99,9993	4,50
99,99994	5,00
100	∞

Fuente: GARCIA C., Roberto. Estudio del trabajo. p. 107.

Para ello obtendremos una certidumbre de 95,45% y un nivel de confianza de 2,00. Se utilizarán estos datos, con el objetivo de minimizar costos de muestreo, al no tomar una certidumbre del 100% y de la misma forma, no se tomará una certidumbre baja, para lograr tener una seguridad en los datos del muestreo.

### 3.3.2. Cantidad de toma de muestras

Ahora bien, una vez determinados los datos del inciso anterior, se aplicarán las siguientes fórmulas, las cuales nos determinarán la desviación

estándar y la cantidad de observaciones que se necesitan hacer, para obtener un muestreo confiable y económico.

$$\sigma_p = T/Nc = 0,05 / 2,00 = 0,025$$

$$N = (P*(1 - P)) / \sigma_p^2 = (0.1111 * (1 - 0.1111)) / (0,025)^2 = 144$$

Con ayuda de las fórmulas se determinó la cantidad de observaciones que es necesario realizar para obtener una certidumbre del 99,95% en el muestreo. El número de muestras que se deben tomar al día es de 144. Esta cantidad es óptima para ser utilizada en la empresa.

### **3.3.3. Período de muestreo**

Ya sabiendo la cantidad de muestras que es necesario realizar al día, se debe determinar el período en el cual se tomarán las muestras.

Período de muestreo = cantidad de muestras al día/ número de horas de trabajo

Período de muestreo = 144 muestras/24 horas = 6 muestras por hora (Siendo la línea 1B serán 12 muestras, ya que el número de selladores en la máquina es 12).

Se tomarán 12 muestras cada 2 horas y estas serán al azar, siendo el encargado de la realización del mismo un miembro del departamento de control de calidad. Esto debe de realizarse de esta forma para definir a un encargado específico para esta operación, indicando un solo criterio de aceptación, con el objetivo de que se mantenga un solo criterio en el muestreo y se vaya formando

una habilidad en la operación por parte del trabajador, la cual sea aprovechada por parte de la empresa.

Figura 50. **Toma de muestras**



Fuente: empresa de producción de bebidas carbonatadas.

En esta frecuencia, se intercalará inspecciones internas y completas. Para indicar como se llevará a cabo el muestreo se mostrará de manera explícita en la Tabla XXV. El número de muestras se definirá dependiendo la línea que se utilice para muestreo.

Tabla XXV. **Muestreo**

HORAS	NUMERO DE MUESTRAS	INSPECCIÓN
00:00	12	Externa
02:00	12	Externa
04:00	12	Completa
06:00	12	Externa
08:00	12	Externa
10:00	12	Completa
12:00	12	Externa
14:00	12	Externa
16:00	12	Completa
18:00	12	Externa
20:00	12	Externa
22:00	12	Completa

Fuente: elaboración propia.

### **3.4. Formulario de muestreo**

Al definir una nueva metodología de muestreo, se hace necesario determinar una hoja de registros, la cual permita obtener la información de forma clara y ordenada. Para ello, la importancia de realizar un formulario de muestreo se basa en obtener todas las lecturas acerca del doble cierre, plasmarlas en el formulario y determinar si existen o no, problemas que puedan producir un desperfecto en los gráficos de control y que interfiera con lo que son las normas de calidad *ISO* de la empresa.

#### **3.4.1. Partes del formulario de muestreo**

El formulario contendrá toda la información necesaria que nos permita saber toda la información acerca del muestreo sobre el doble cierre que se esté llevando a cabo, así como todos los datos necesarios para su registro, para ello estos serán:

- Análisis (descripción del análisis que se realizará)
- Salón de embotellado y línea de embotellado
- Producto, su marca, sabor y volumen
- Marca del cuerpo de la lata
- Marca de la tapa de la lata
- Número, fecha, hora y encargado de muestreo

#### **3.4.2. Indicación de datos de control**

En el momento de evaluar el lote de producción que se estará realizando, es necesario definir cada uno de los detalles que se estudiarán. Ya que esto permitirá al evaluador observar cualquier tipo de error, en lo que concierne el doble cierre. En el registro ya existente, se ha realizado un espacio para cada

una de las medidas obtenidas por parte del encargado, así que en este caso es suficiente la información que esta implementada en el registro actual. Estas son:

- Número de muestra
- Espesor mínimo y máximo
- Alto mínimo y máximo
- Gancho de tapa mínimo y máximo
- Gancho de lata mínimo y máximo
- Traslape mínimo y máximo
- Espesor de sello (dada por el proveedor)
- Porcentaje de arrugas

### **3.5. Control estadístico**

Las características de calidad de los productos han recibido mucha atención por parte de los departamentos de control de calidad del diseño del empaque y sello. A todo esto se ha vuelto cada vez más evidente que elevar los niveles de calidad puede dar lugar a costos reducidos, un mayor grado de satisfacción del cliente y, por lo tanto, mayor confiabilidad.

Todo esto debe traer como resultado un énfasis renovado en las técnicas estadísticas por parte de la empresa embotelladora, para diseñar productos de calidad e identificar sus problemas en varias etapas de la producción y la distribución.

Los gráficos de control proporcionarán un mecanismo para reconocer situaciones donde las causas asignables podrían afectar de manera adversa la calidad del producto. Una vez una gráfica indica una situación fuera de control,

se tendrá que lanzar una investigación para identificar las causas y emprender la acción correctiva.

### **3.5.1. Cuadros y gráficos de control para datos**

Los cuadros de control que se realizarán serán los datos variables y atributos, estos brindarán a control de calidad una certidumbre en las medidas que se tomarán, así como la tendencia, disminuciones o aumentos en la curva de control.

Los gráficos de control son una herramienta importantísima e indispensable para observar productos que no cumplan con las características necesarias para su aceptación, y por consiguiente, distribución. Sin embargo, se debe comprender que para cada uno de los defectos, existe un gráfico. Cuando se utilice un gráfico de control para datos de variables, será para las medidas siguientes:

- Espesor de doble cierre
- Alto de doble cierre
- Gancho de tapa
- Gancho de lata
- Traslape

Cuando se utilice un gráfico de control para atributos, será para la siguiente medida:

- Porcentaje de arrugas

### **3.6. Análisis de los desperdicios**

El objetivo de un esquema que genera una capacidad de disminución de residuos se basa en desarrollar e implementar una temática universal que poco a poco ha venido en auge con lo que respecta a la minimización de desperdicios moldeando un programa que optimice los recursos utilizados de la mejor manera posible, tratando de realizar procesos que definan la calidad de un producto sin extraer un porcentaje del lote de producción mayor al deseado para determinar el muestreo.

#### **3.6.1. Reciclaje de la lata**

El aluminio es el más ligero de los metales, su temperatura de fusión es relativamente baja, tiene miles de usos industriales. Por su ligereza y maleabilidad, se ha escogido para utilizarlo en envases de bebidas. Como es muy flexible y ligero, además de que su resistencia permite hacer envases muy delgados, el reciclaje de envases de aluminio es muy fácil para el consumidor, tanto en su separación, su almacenaje y su transporte. Por ser un material con muchos usos, es posible reciclarlo para varias industrias y no sólo orientado para la industria refresquera. Para su reciclaje, sólo hace falta comprimir las latas y almacenarlas hasta tener una cantidad razonable para llevarla al centro de reciclado.

La manera en que se puede evitar el desecho de desperdicios es aprovechando el material que fue utilizado y confinándolo en un bote de basura, en el cual éste es reprocesado para utilizar el aluminio de otra forma y evitar contaminar más nuestro planeta, marginando de esta forma un desarrollo sostenible para nuestro país. En el momento que se lleve a cabo la estandarización del sistema de medidas, se está mejorando su gestión basándose en una metodología que se lleve paso a paso para que el encargado

tenga la facilidad y la autoridad para definir si existe un problema con la maquinaria o no, teniendo así una optimización de los recursos y reduciendo la cantidad de producto que sea desechado.

#### **3.6.1.1. Por sello defectuoso**

El producto que debe ser abierto para llevar a cabo el análisis, será trasladado a un contenedor de chatarra de aluminio para poder ser reutilizado. Con esto se optimizará la cantidad de latas utilizadas para el muestreo, contribuyendo con la estandarización del proceso y así desarrollar un sistema eficaz de control, brindando de esta forma productos que llenen estándares de calidad.

#### **3.6.1.2. Por sello correcto**

Al llevar a cabo el procedimiento de muestreo se asegura la calidad del producto, pero para ello se debe tomar en cuenta el costo que repercute todo esto; ya que se pueden obtener productos en mal estado, también habrá en buen estado.

Es por ello la importancia de que exista un sistema de control de sello eficaz y eficiente, tomando en cuenta que la lata que brinde información de doble cierre y se encuentre dentro de los rangos ya estará tomada en cuenta en costos operacionales; desechando la lata de la misma forma que se realiza con resultados de sellos defectuosos. Estas serán colocadas en un contenedor de chatarra de aluminio para poder ser reutilizadas.

### **3.6.2. Derrame del contenido del producto**

A continuación se definirá la mejora del proceso en lo que respecta la producción más limpia y las conclusiones que se obtienen mediante la mejora del proceso.

#### **3.6.2.1. Reducción de mermas**

Con el objetivo de minimizar los residuos líquidos y metálicos, el sistema de control de doble cierre permite visualizar de forma gráfica el estado del lote de producción, sus promedios, rangos y desviaciones estándar con lo que respecta a la media.

Es por ello que la implementación de dicho sistema tendrá como objetivo primordial la optimización del uso de producto en el programa de muestreo, la estandarización del proceso mediante formularios de identificación del producto y las conclusiones hechas en base a resultados.

### **3.7. Análisis diferencial entre situación actual y mejorada**

Antes de implementar una mejora es necesario tener la seguridad de que la solución es práctica bajo las condiciones de trabajo en que va a operar, y que esta no se salga de los márgenes políticos y económicos de la empresa. Al definir estos factores, se puede adentrar en las partes que infundieron en la mejora del proceso.

Para ello definiremos de manera general como se fue dando la situación actual, sus ventajas y desventajas, comparándolo con la situación mejorada, manteniendo los resultados de forma teórica más no práctica.

En el proceso actual de muestreo basado en un control de calidad en el doble cierre de lata, se tiene como base la obtención de muestras por parte de varias áreas de la estructura organizacional de la empresa, como lo es la parte de los mecánicos, operarios y aseguramiento de calidad.

El proceso de inspección de cierre, en parte, se basa en una situación particular, desarrollando en su proceso una diversidad de criterios por parte de los encargados de control, mostrando una forma de medición, análisis y conclusión diferente para cada uno de los que se encargan de tomar las medidas.

Debido a la forma en la cual se está obteniendo las lecturas de la inspección del doble cierre, la habilidad con la que se debe maniobrar el instrumento de medición, en este caso un micrómetro y la responsabilidad por parte del encargado en mantener todas sus herramientas calibradas difiere.

Esto permite que se dé una serie de criterios en el momento de evaluar las medidas, influyendo en ellas la experiencia y habilidad de los trabajadores cuando están tomando las medidas.

Cada uno de los trabajadores que se mencionaron anteriormente están encargados de la inspección diaria de lo que es el doble cierre en las latas, esto se lleva a cabo a determinadas horas de la jornada laboral, diurna y nocturna.

Sin embargo, al realizar estos procedimientos, se han obtenido lecturas variadas por parte de los encargados, y esto produce que el departamento delegado en el control de calidad del producto obtenga un muestreo deficiente, obligándolos a realizar muestreos extras para analizar si la máquina selladora está trabajando de forma correcta o el inspector está realizando de manera incorrecta su tarea.

Así como también, se debe tomar en cuenta la no calibración por parte de los trabajadores hacia sus herramientas. Esto hace que exista una incorrecta medición, brindando a los registros de inspección datos erróneos y como consecuencia, un chequeo a las carretillas de la selladora sin razón, deteniendo la producción y concluyendo en un costo para la empresa.

Todo esto por la falta de coordinación del inspector. Ahora bien, al realizar un análisis de la situación mejorada, se puede definir que al mejorar el muestreo se está reduciendo la posibilidad de encontrar latas con un doble cierre fallido, ya que se están mejorando los controles de medición.

Al reducir el número de latas a desechar se está colaborando con el medio ambiente para evitar la contaminación de sus recursos renovables y no renovables.

En el momento que se mejora el muestreo, se está haciendo una continuidad en las inspecciones y se estandarizará el sistema haciendo que sólo un departamento se encargue de la medición del sellado, para que no exista una diversidad de criterios en el proceso.

Dando resultados más concisos, disminuyendo los paros de producción y haciendo que el encargado sume experiencia y habilidad en la metodología de control de calidad.

Al realizar una guía para la calibración del micrómetro y desarrollándolo en un esquema, se brindará al encargado una herramienta que le facilite la utilización y el chequeo del instrumento, forzándolo a calibrar el micrómetro, ya que es un dispositivo demasiado delicado y cualquier movimiento brusco puede desajustarlo, dando resultados no esperados en el muestreo.

En base a esto, el asistente de mantenimiento deberá ejercer como una persona con la capacitación y formación adecuada para poder determinar con base en estándares de precisión la calibración correcta.

### **3.8. Análisis de productividad**

El principal motivo para estudiar la productividad en la empresa es encontrar las causas que la deterioran y, una vez conocidas, establecer las bases para incrementarla. Productividad es el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados.

En este caso, el objetivo es la toma de muestras a un menor costo para la empresa, a través del empleo eficiente de un proceso de muestreo en la parte de control de calidad en una línea de llenado de bebidas carbonatadas, enfocando esfuerzos para aumentar los índices de productividad actual y, en esa forma reducir los costos de producción enfatizando en la parte de inspección de doble cierre en latas.

La productividad no es una medida de la producción ni de la cantidad que se ha fabricado, sino de la eficiencia con que se han combinado y utilizado los recursos para lograr los resultados específicos deseables.

Existen varias formas para aumentar los índices de productividad, se pueden determinar a través de la relación producto-insumo, teóricamente existen 3 formas de incrementarlos:

- a. Aumentando la producción y manteniendo el mismo insumo.
- b. Reduciendo el insumo y manteniendo la misma producción.
- c. Aumentando la producción y reduciendo el insumo simultánea y proporcionalmente.

Como situación actual, se definirá el índice de productividad parcial para la línea de llenado, enfocándose en el proceso de muestreo. Los datos del muestreo actual son los siguientes:

Cantidad de latas de muestreo al mes: 2880 latas

Número de personas: 3 personas (mecánico, operador y laboratorista)

Número de inspecciones: 8 inspecciones

Días de trabajo: 30 días.

Productividad parcial:  $2880 \text{ latas} / (3 \text{ personas} * 8 \text{ inspecciones} * 30 \text{ días})$

Productividad parcial: 4 latas / inspección – hombre

Ahora bien, para la metodología mejorada, estandarizando el proceso de muestreo, tomando en cuenta a 1 persona que dara seguimiento a esto, se podrá observar que la productividad parcial en este proceso aumento para la línea de llenado.

Cantidad de latas de muestreo al mes: 2880 latas

Número de personas: 1 persona (control de calidad)

Número de inspecciones: 4 inspecciones

Días de trabajo: 30 días

Productividad parcial:  $2880 \text{ latas} / (1 \text{ personas} * 4 \text{ inspecciones} * 30 \text{ días})$

Productividad parcial: 24 latas / inspección – hombre

Al finalizar los análisis de productividad parcial tanto de la situación actual como de la mejorada, se puede observar que la productividad parcial para la línea de llenado enfocándose en el proceso de muestreo aumento, ya que al basarse en un análisis de proceso de muestreo con niveles de confianza seguros, puede existir aseguramiento de la calidad, minimizando la cantidad de muestras a tomar, estandarizando el proceso, logrando que se defina un solo criterio por medio de la instalación de un único departamento para el análisis, reduciendo la cantidad de latas a perder y sobre todo, minimizando la cantidad de líquidos de bebidas carbonatadas a derramar.

Los datos utilizados para la realización del análisis de productividad, se obtuvieron por medio de la empresa, dando a conocer datos aproximados mas no reales, debido a temas de confidencialidad de la empresa, el objetivo era el determinar que al mejorar el proceso de muestreo, estandarizándolo y

realizando una mejora en los niveles de confianza, se podía demostrar y aplicar en la línea de llenado la optimización de la cantidad de latas a muestrear.



## **4. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE CIERRE DE LATAS**

### **4.1. Indicación del proceso de calibración**

La medición, es un sistema que brinda un resultado en el cual se deposita la confianza, es el hecho de asegurar un proceso que se ha llevado a cabo para beneficio de un mercado. Debido a esto, un sistema de control debe y tiene que estimar sus posibles errores en base a una tolerancia que al final de los resultados, sea insignificante relacionado con la satisfacción del consumidor.

Cuando se toman las medidas de un producto para aprobar su calidad, se debe realizar con gran cuidado, para evitar alterar un sistema y tener malas consecuencias con los clientes, y que esto de lugar al incumplimiento de sus expectativas.

El departamento de mantenimiento y producción, tiene una gran tarea, y es el de proveer al cliente, un producto con estándares de calidad, y al tratar de cumplir esta meta, existen barreras humanas, tecnológicas y financieras que puedan obstruir el cumplimiento de los objetivos. Uno de los inconvenientes que toma lugar en este tema, es la tecnología de la maquinaria. Sus procedimientos y usos, son basados en la automatización, la cual puede tener beneficios y desventajas. Al hablar de los beneficios podemos especificar varios, como lo es la capacidad de producción, disminución de mano de obra, capacidad instalada, etc. Lo que verdaderamente importa son las desventajas ya que al haber un desperfecto, se puede tener una cadena de consecuencias.

Al trabajar con maquinaria de último nivel no garantizará la perfección en la manufactura de los productos, por eso es necesario contemplar un sistema de control de calidad. Debido a ello las políticas de la empresa deben ser estrictas.

El micrómetro, es la herramienta que se utilizará para determinar las medidas del producto, en este caso bebidas carbonatadas, para determinar defectos en el proceso de doble cierre. Sin embargo, se debe tener muy en cuenta que las herramientas a través de su uso, poco a poco se van descalibrando, y son pocos los trabajadores que se percatan de ello.

Debido a esto se realizará una guía del procedimiento de calibración, el cual tendrá que ser colocado en el lugar del muestreo para ser periódicamente revisado, por el trabajador que se encuentre realizándolo. (Ver apéndice B. Guía de calibración del micrómetro).

#### **4.2. Indicación del proceso de muestreo**

Este es uno de los aspectos más importantes, ya que esto se encargará de documentar el muestreo realizado rutinariamente, dando lugar a la evaluación del lote de producción. Un buen diseño puede ser significativo para la rentabilidad de la empresa.

El muestreo que se llevará a cabo, estará apoyado por un gráfico de control, para poder observar las tendencias que se dan en el doble cierre de las latas. Este cuadro de control dependerá de la medida o defectos (arrugas) de las latas escogidas para el muestreo y así se determinará si el gráfico será para variables o atributos. Las muestras escogidas tendrán que ser lo más

homogéneas posibles y al azar, a fin de que se refleje las desviaciones de manera notoria.

El tamaño de muestra que se tendrá es de 144 latas al día, el cual nos proporcionará una confiabilidad en los gráficos, para determinar posibles fallas o procesos correctos de doble cierre. En el momento que se determinó esta cantidad, los cálculos se tuvieron que basar en el porcentaje de certidumbre óptimo, 99,95%, tratando de no incrementar costos, debido a que mientras más exactitud se necesitará de los procesos más muestras se deberán obtener.

La frecuencia de muestreo, fue analizada y conjuntada con la frecuencia actual para mantener el sistema; pero realizando una toma de muestras fluida concluyendo con resultados confiables. El período de muestreo se llevará a cabo cada 2 horas. Ver tabla XXV.

El muestreo mejorado, se llevará a cabo por un trabajador. El cuál tenga la experiencia suficiente y el criterio adecuado para llenar los estándares requeridos por el departamento de control de calidad. El objetivo de personalizar el sistema es para determinar sólo 1 criterio en la toma de muestras, y evitar que los resultados vayan variando.

Esto tendrá como conclusiones, la habilidad en el trabajador, la seguridad en los datos, el evitar manipular la máquina de sellado sin razón, como consecuencia evitar paros de producción, definir una vía de comunicación entre un encargado y el departamento de aseguramiento de calidad, estandarizar el proceso y delegar encargado.

La ventaja de realizar un buen muestreo radica en la probabilidad de que se minimice la cantidad de latas desperdiciadas debido a que los controles de

toma de muestras no se encuentran completamente estandarizados. Este plan mejorará el proceso y eliminará la probabilidad de que se produzca por cierto tiempo productos de mala calidad, ya que se tratará de hacer más constante la frecuencia de muestreo, en este caso cada 2 horas como se muestra en la tabla XXV. Con mejores controles se reducirá el desperdicio de latas.

#### **4.3. Formulario de datos de control**

La hoja de registros que se realizará, contendrá todos los datos que puedan distinguir cada uno de los muestreos realizados en las jornadas laborales de la empresa. Tratando de contemplar todos los datos necesarios para poder obtener una adecuada evaluación del lote que se analizará.

El formato del formulario que se diseñó, será específicamente diseñado para el muestreo de doble cierre, ya que de esta manera se podrá ir desarrollando una metodología para el nuevo sistema de este proceso. (Ver Apéndice C. Formulario de datos de control).

#### **4.4. Capacitación a operadores, mecánicos y laboratoristas**

La situación mejorada se basa en un sistema estandarizado el cual como se definió anteriormente, se delegue toda la responsabilidad del muestreo, a sólo 1 encargado, para evitar diversidad de criterios.

Para lograr implementar el nuevo método, se debe de tomar en cuenta la capacitación del personal, en este caso el encargado del control de calidad, para formar en él, un objetivo deseado por la empresa.

El encargado de muestreo, será capacitado por todo el proceso de control de calidad, enfocando en la cantidad de muestras a tomar, la frecuencia en la que se realizará, las medidas a tomar, el gráfico a realizar y las conclusiones que se definirán al final del proceso.

#### **4.5. Determinación de costos de realización**

El trabajador que se encargará del muestreo pertenece a la empresa, y en ese caso el costo de la mano de obra será el determinado por el departamento de recursos humanos en base a los términos que ellos tomen en cuenta para su remuneración.

##### **4.5.1. Análisis económico**

El análisis económico se basará en el costo de la mano de obra utilizada para el control de calidad, ya que únicamente será de realizar una reingeniería en el sistema basándose en cambios de metodologías y no tecnológicos u operacionales; por lo tanto la propuesta generará beneficio sin inversión adicional; mas que la de capacitar al personal responsable de las nuevas tareas. Para esta capacitación la empresa proveedora de los micrómetros deberá encargarse de brindar la información necesaria al asistente de mantenimiento sobre el correcto calibrado de los dispositivos de medición, en este caso micrómetros, y brindar estándares como base para referencia en el momento de finalizada la calibración. Y al asistente de mantenimiento a su vez, deberá capacitar a su personal que efectuara dichas tareas.



## **5. MEJORA CONTINUA**

### **5.1. Inducción y capacitación**

En el comienzo de la etapa laboral de los empleados, las empresas tienden a realizar una actividad llamada inducción, el fin de esto es introducir al trabajador a la empresa para hacer más grata su estancia y mejorar la eficiencia del mismo en menor tiempo, adaptándolo al movimiento diario de la planta de producción.

Debido a esto, el personal que sea introducido al departamento de calidad, y se encargue del muestreo, debe ser previamente inducido al puesto y capacitado, para que se vaya a acoplado poco a poco al sistema de la empresa.

#### **5.1.1. Inducción al personal de nuevo ingreso**

Todo personal de nuevo ingreso deberá recibir la metodología creada por parte del control de calidad en lo que respecta al tema de muestreo, para que éste se sienta acogido por el sistema y lo ponga en práctica al iniciar sus labores. El fin de la inducción es introducir de manera específica al puesto de trabajo el candidato que haya sido elegido, por parte del departamento de recursos humanos.

Brindando información que sea referida a controles de calidad, formato de toma de mediciones, el cual ayude a plasmar todos los datos determinados en cada una de las inspecciones. Con lo que respecta a la utilización de

micrómetros, se es necesario instruirlo al uso correcto de este objeto, tanto así que sea capaz de calibrarlo en el momento respectivo definido por el programa.

### **5.1.2. Programas de capacitación**

Las capacitaciones de los trabajadores actuales de la empresa, deberán ser programadas por parte de los asistentes de mantenimiento, para poder transmitir la idea del nuevo método, sus beneficios, aplicaciones, procedimientos, analogías y registros. Estos programas deberán contener la información sobre la forma en que se realizará el nuevo muestreo, en que se deben tomar los datos, la cantidad adecuada de datos, los registros que se llevarán a cabo, la forma en que se deberá realizar el gráfico de control, las conclusiones finales que se podrán hacer por parte del encargado del sistema de muestreo en las líneas de envasado y una forma clara de la forma correcta del uso del micrómetro. (Ver apéndice A. Uso correcto del micrómetro).

## **5.2. Control de buenas prácticas de manufactura**

Las buenas prácticas de manufactura son normas emanadas por el Ministerio de Salud para regular todas las empresas de alimentos que operan en Guatemala, son normas dirigidas a conseguir la inocuidad de los alimentos que elaboran las empresas de alimentos, así como también para garantizar la sanitización de las instalaciones de operación de las fábricas de alimentos. Es por ello, que la empresa se ha enfocado en realizar un sistema que realice productos de calidad, y en el momento que se tenga que verificar, no existan tantos desligamientos entre las medidas reales del producto y las esperadas. Todo esto para mantener la satisfacción del cliente y brindarle el producto que éste se merece.

### **5.2.1. Verificación de procesos de calibración**

El asistente de mantenimiento deberá realizar monitoreos constantes en base a la forma en que se está calibrando el micrómetro, si se está llevando paso a paso la metodología analizada y si se está realizando la calibración en la frecuencia definida. El objetivo de las verificaciones se basa en el deseo de adaptar al trabajador a la nueva metodología y que se cumpla con las metas para aumentar la eficiencia de la línea de embotellado.

### **5.2.2. Verificación de toma de muestra**

El asistente de mantenimiento es la persona encargada de las líneas de llenado, la cual tiene a su cargo operadores y mecánicos que la empresa utiliza para realizar las mediciones del doble cierre en una lata de producto carbonatado, para ello deberá observar de forma aleatoria las muestras que el encargado de control de calidad está obteniendo, para verificar si se está cumpliendo con el sistema, los pasos respectivos y si en caso existiera, dar la instrucción necesaria para reubicar al trabajador.



## **6. MEDIO AMBIENTE**

### **6.1. Definición**

Se entiende por medio ambiente al entorno que afecta y condiciona especialmente las circunstancias de vida de las personas o la sociedad en su vida. Comprende el conjunto de valores naturales, sociales y culturales existentes en un lugar y en un momento determinado, que influyen en la vida del ser humano y en las generaciones venideras. Es decir, no se trata sólo del espacio en el que se desarrolla la vida sino que también abarca seres vivos, objetos, agua, suelo, aire y las relaciones entre ellos, así como elementos tan intangibles como la cultura.

### **6.2. Problemática**

Los problemas relacionados con la contaminación ambiental en Guatemala son múltiples. El rápido crecimiento poblacional produce una presión muy fuerte sobre varios de los recursos naturales del país, que sufren sus efectos.

Expertos ambientales dieron la voz de alarma afirmando que en cinco años el agua podría dejar de ser potable en Guatemala debido a la contaminación. El alto grado de contaminación y la basura con que bajan las aguas del interior de las cuencas hídricas del país dificultan el proceso de potabilización y el trabajo de las plantas de tratamiento.

Esta situación obliga a considerar en el futuro inmediato la promoción de valores para la conservación de los recursos y a pensar en el establecimiento de políticas que permitan que el Estado y la industria tomen las medidas para evitar la contaminación y respetar el derecho a los recursos hídricos de la mayoría de la población.

### **6.2.1. A nivel nacional**

En el caso de contaminación ambiental a nivel nacional en Guatemala, este es un país rico en recursos hídricos, entre los que se encuentran ríos y lagos con volumen suficiente para satisfacer las necesidades de agua potable por parte de la población y la demanda de la industria.

Sin embargo, el 90% de las fuentes superficiales se encuentran contaminadas, lo cual ha incidido en que más de un 40% de la población no tenga acceso a agua potable y se tengan tasas de mortalidad infantil superiores a un 40 por mil nacidos vivos, siendo un 24% de las muertes, debido a enfermedades diarreicas. Las áreas marginales son las más afectadas, donde los infantes sufren las consecuencias padeciendo retrasos en su desarrollo, y un bajo nivel de vida.

Entre las enfermedades relacionadas con la mala calidad del agua que tienen incidencia en Guatemala, se encuentran la diarrea, tifoidea, hepatitis, malaria y dengue.

### **6.3. Involucrados**

Hoy en día, en este mundo empresarial globalizado se es necesario implementar procesos y gestiones que mantengan un desarrollo sostenible por

varias razones; pero una de las más importantes, deber moral, hay que ser conscientes de los peligros hacia los demás.

### **6.3.1. Empresa**

El medio ambiente está directamente relacionado con la continuidad del negocio que en el mejor de los casos, el daño de una maquinaria que produzca más humo que en una operación normal, un desecho de producto que fue mal manufacturado o cualquier otro evento no deseado contamina más el ambiente, y produce gastos no planificados dentro del presupuesto. Es decir, que una buena producción más limpia reducirá en gran parte gastos no planificados y otorgará confiabilidad en sus procesos.

### **6.3.2. Empleado**

El costo social de la contaminación es dramático, constituyendo un verdadero flagelo que detrás de cada acción contaminante normalmente una familia del mismo trabajador ó comunidad de la nación se va destruyendo poco a poco. Es por ello el compromiso que tiene la empresa con esto, el cual hace que sus sistemas de mitigación vayan mejorando a través de los años, y así mantener empelados satisfechos dentro y fuera de la empresa.

### **6.3.3. Cliente**

Con un sistema de producción más limpia se demuestra la importancia que el medio ambiente tiene para la empresa. Esto da una imagen sólida frente a sus clientes, que hace demostrar el sistema de calidad que se maneja, otorgando no solamente un producto de buena calidad sino que también el compromiso que se tiene dentro de la misma.

#### **6.3.4. Sociedad**

Es una responsabilidad social porque la empresa forma parte de un sistema social y es la sociedad la que le ha cedido un espacio y le ha otorgado los medios para que pueda crearse y desarrollarse, disponiendo de un poder social. Por esta razón se enfatiza en la labor ambiental que la empresa tiene que tomar al tratar de no contaminar el ambiente especialmente por los residuos que elimina ya sea de forma directa o indirecta.

#### **6.4. Análisis situacional de la empresa**

Toda empresa desea tener un alto rendimiento, controlando que los materiales, procesos y productos cumplan con estándares de alta calidad, llevando de la mano sistemas que puedan ir desarrollando y desarrollando los potenciales de cada uno de los trabajadores.

Debido a esto, se añade la importancia de prevalecer el medio ambiente, con sistemas que minimicen o eliminen metodologías y procedimientos que afecten el desarrollo sostenible de Guatemala, causando problemas ambientales a corto y largo plazo.

Siendo esta una gran empresa, mantiene en sus políticas empresariales la concientización con el medio ambiente, tratando de establecer objetivos y metas que vayan paralelas con el mismo.

##### **6.4.1. Análisis de reciclajes**

Actualmente existen numerosos procedimientos, maquinarias y tecnologías para reconvertir gran parte de los desechos en materia prima. Los

metales, como el aluminio pueden ser usados muchas veces, mediante distintos procesos e incorporados al mercado. Pero reciclar no es solamente una serie de medidas técnicas y acciones mecánicas, esto es una actitud, una manera distinta de concebir nuestra relación con el medio ambiente y las demás personas que viven a nuestro alrededor.

Existen numerosas formas y alternativas de volver a emplear los desechos que se producen en la empresa en el momento de realizar el muestreo y encontrarles nuevos usos. Los desechos como las latas de aluminio son algo valioso, y puede dar muchos beneficios. Es una fuente de riquezas y ofrece posibilidades para evitar la contaminación. Reciclar significa ahorrar, reciclar significa ser creativo y tener consciencia de nuestra influencia sobre el medio.

El aluminio que es recolectado es llevado a plantas de reciclaje de aluminio, se funde y revuelve periódicamente, se lleva a un horno, de vez en cuando se mezcla a una aleación especificada y se limpia. El aluminio se forma cerca de 900°C pero una vez que se ha formado tiene un punto de fusión de solo 660°C. En algunas fundidoras este ahorro de calor es utilizado para fundir metal reciclado que luego es mezclado con el metal nuevo. El metal reciclado requiere solo 5% de la energía necesaria para producir el metal nuevo. Mezclar metal reciclado con un nuevo metal permite ahorrar energía considerablemente así como el uso eficiente del calor procesado. No hay diferencia entre el metal primario y el metal reciclado en términos de calidad y propiedades.



## CONCLUSIONES

1. El traslape es la distancia entre los extremos de los ganchos trasladados entre sí, es por ello que el sistema de control de calidad implementado brindará una mayor seguridad en la toma de muestras debido a la estandarización del proceso.
2. Las mediciones consecutivas en el sistema de control de calidad minimizarán la posibilidad de variabilidad dentro de una muestra con otra, al tiempo que permiten la detección de la variación entre las muestras.
3. La calibración adecuada en las herramientas de medición proporcionará la certeza de que los productos o servicios que se ofrezcan reúnan las especificaciones necesarias y requeridas.
4. Con una certidumbre de 99,95% y un nivel de confianza de 2,00, se optimizarán costos de muestreo tratando de no maximizar costos, debido a que mientras más exactitud se necesite de los procesos, más muestras se deberán obtener.
5. El sistema de control de calidad llevado a cabo por un solo encargado de control de calidad destinado por línea de envasado permitirá que se dé un solo criterio en el momento de evaluar las medidas, influyendo en el futuro en la experiencia y habilidad del trabajador para su realización.

6. La cantidad utilizada de latas para el muestreo será la óptima para así ayudar a la minimización del desecho. Tanto así, que cada una de ellas será llevada a una empresa encargada del reproceso del aluminio para ser utilizado nuevamente.
  
7. La productividad parcial del sistema de control de calidad para la inspección del doble cierre en latas de bebidas carbonatadas aumento de ser actualmente de 4 latas/(inspección – hombre) a un índice de productividad parcial de 24 latas/(inspección – hombre).

## RECOMENDACIONES

1. El procedimiento de calibración deberá ser evaluado por el asistente de mantenimiento de cada una de las líneas de envasado para evidenciar el seguimiento del sistema.
2. Realizar charla diaria o semanal para concientizar a los trabajadores en la importancia que tiene el sistema de control de calidad y la obligación de mantener la concentración y mente en la tarea, llevando a cabo el procedimiento de forma exitosa.
3. El encargado del sistema de control de calidad deberá solicitar evidencia de mantenimientos en la máquina de doble cierre, para verificar que los ajustes mecánicos sean llevados a cabo de forma preventiva.
4. Se deberá utilizar lentes de seguridad para la realización del muestreo, ya que existe potencial riesgo de que partículas pequeñas de aluminio puedan salir a presión debido al corte realizado con alicate al traslape del doble cierre.



## BIBLIOGRAFÍA

1. DEVORE, Jay. *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*. 6ª ed. México: Thomson. 2005. 700 p. ISBN: 9789706864574.
2. EVANS, James; LINDSAY, William. *Administración y control de la calidad*. 6ª ed. México: Thomson, 2005. 760 p. ISBN: 9706864385.
3. GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo, ingeniería de métodos y medición del trabajo*. 2ª ed. México: McGraw-Hill, 2005. 459 p. ISBN: 9701046579.
4. GUTIÉRREZ, Mario. *Administrar para la calidad: conceptos administrativos del control de calidad*. 2ª ed. México: Limusa, 1992. 630 p. ISBN: 9681832477.
5. IMETA. *Control de cierre*. Parma, Italia: Imeta s.r.l. 1998. 38 p. ISBN: 9634512876.
6. LESTER, Ronald; MOTTLEY, Harry. *Control de calidad y beneficio empresarial*. 2ª ed. México: Díaz de Santos. 1989. 600 p. ISBN: 9788487189234.
7. *Manual de la empresa. Guía indicadora de problemas en cerradoras de doble Cierre*. Guatemala. 2001. 56 p.

8. NAVARRO, Julián. *Estadística aplicada*. 3ª ed. España: Díaz de Santos. 2003. 540 p. ISBN: 9788479785543.
9. RAY, Asfahl. *Seguridad industrial y salud*. 4ª ed. México: Pearson Educación, 2000. 488 p. ISBN: 9701703316.

## APÉNDICE

### Apéndice A

#### Uso correcto del micrómetro.

- Verificar la limpieza del micrómetro. El mantenimiento adecuado del micrómetro es esencial, antes de guardarlo, no deje de limpiar las superficies del husillo, yunque, y otras partes, removiendo el sudor, polvo y manchas de aceite, después aplique aceite anticorrosivo. No olvide limpiar perfectamente las caras de medición del husillo y el yunque, o no obtendrá mediciones exactas. Para efectuar las mediciones correctamente, es esencial que el objeto a medir se limpie perfectamente del aceite y polvo acumulados;
- Utilice el micrómetro adecuadamente. Para el manejo adecuado del micrómetro, sostenga la mitad del cuerpo en la mano izquierda, y el manguito o trinquete (también conocido como embrague) en la mano derecha, mantenga la mano fuera del borde del yunque;
- Método correcto para sujetar el micrómetro con las manos. Algunos cuerpos de los micrómetros están provistos con aisladores de calor, si se usa un cuerpo de éstos, sosténgalo por la parte aislada, y el calor de la mano no afectará al instrumento. El trinquete es para asegurar que se aplica una presión de medición apropiada al objeto que se está midiendo mientras se toma. Inmediatamente antes de que el husillo entre en contacto con el objeto, gire el trinquete suavemente, con los dedos.

Cuando el husillo haya tocado el objeto de tres a cuatro vueltas ligeras al trinquete a una velocidad uniforme (el husillo puede dar 1,5 ó 2 vueltas libres). Hecho esto, se ha aplicado una presión adecuada al objeto que se está midiendo. Si acerca la superficie del objeto directamente girando el manguito, el husillo podría aplicar una presión excesiva de medición al objeto y será errónea la medición;

- Métodos de medición. Cuando se mide un objeto cilíndrico, es una buena práctica tomar la medición dos veces; cuando se mide por segunda vez, gire el objeto 90°. No levante el micrómetro con el objeto sostenido entre el husillo y el yunque. No gire el manguito hasta el límite de su rotación, no gire el cuerpo mientras sostiene el manguito;
- Verifique que el cero esté alineado. Cuando el micrómetro se usa constantemente o de una manera inadecuada, el punto cero del micrómetro puede desalinearse. Si el instrumento sufre una caída o algún golpe fuerte, el paralelismo y la lisura del husillo y el yunque, algunas veces se desajustan y el movimiento del husillo es anormal;
- Paralelismo de las superficies de medición:
  - a. El husillo debe moverse libremente;
  - b. El paralelismo y la lisura de las superficies de medición en el yunque deben ser correctas;
  - c. El punto cero debe estar en posición (si está desalineado siga las instrucciones para corregir el punto cero).

- Lectura del micrómetro. Todos los tornillos micrométricos empleados en el sistema métrico decimal tienen una longitud de 25 mm, con un paso de rosca de 0,5 mm, de modo que girando el tambor una vuelta completa el palpador avanza o retrocede 0,5 mm. El micrómetro tiene una escala longitudinal, línea longitudinal que sirve de fiel, que en su parte superior presenta las divisiones de milímetros enteros y en la inferior las de los medios milímetros, cuando el tambor gira deja ver estas divisiones.

En la superficie del tambor tiene grabado en toda su circunferencia 50 divisiones iguales, indicando la fracción de vuelta que ha realizado. Una división equivale a 0,01 mm. Para realizar una lectura, nos fijamos en la escala longitudinal, sabiendo así la medida con una apreciación de 0,5 mm, el exceso sobre esta medida se ve en la escala del tambor con una precisión de 0,01 mm. En la fotografía se ve un micrómetro donde en la parte superior de la escala longitudinal se ve la división de 5 mm, en la parte inferior de esta escala se aprecia la división del medio milímetro.

En la escala del tambor la división 28 coincide con la línea central de la escala longitudinal, luego la medida realizada por el micrómetro es:  $5 + 0,5 + 0,28 = 5,78$ . Una variante de micrómetro un poco más sofisticado, además de las dos escalas anteriores tiene un nonio, en la fotografía, puede verse en detalle las escalas de este modelo, la escala longitudinal presenta las divisiones de los milímetros y de los medios milímetro en el lado inferior de la línea del fiel, la escala del tambor tiene 50 divisiones, y sobre la línea del fiel presenta una escala nonio de 10 divisiones numerada cada dos, la división de referencia del nonio es la línea longitudinal del fiel.

La tercera división del nonio coincide con una división de la escala del tambor, lo que indica que la medida excede en  $\frac{3}{10}$  de las unidades del tambor. Esto es, en este micrómetro se aprecia: en la escala longitudinal la división de 5 mm, la subdivisión de medio milímetro, en el tambor la línea longitudinal del fiel coincide por defecto con la división 28, y en el nonio su tercera división está alineada con una división del tambor, luego la medida es:  $5 + 0,5 + 0,28 + 0,003 = 5,783$ . El principio de funcionamiento del micrómetro es el tornillo, que realizando un giro más o menos amplio da lugar a un pequeño avance, y las distintas escalas, una regla, un tambor y un nonio, permiten además un alto grado de apreciación.

## Apéndice B

### Guía de calibración del micrómetro.

 NOMBRE DE LA EMPRESA	CALIBRACIÓN DE INSTRUMENTO DE MEDICIÓN, MICRÓMETRO	CÓDIGO REGISTRO	CORRELATIVO
		VERSIÓN	FECHA DE REALIZACIÓN
ELABORADO POR:	REVISADO POR:	AUTORIZADO POR:	

#### 1. OBJETIVO

Establecer las especificaciones necesarias para llevar a cabo una correcta y adecuada calibración del instrumento de medición, Micrómetro, para determinar medidas confiables y verídicas en las distintas inspecciones que se realicen.

#### 2. ALCANCE

Para el Asistente de Mantenimiento de Envasado.

#### 3. DEFINICIONES

Descalibrado: Instrumento que no se encuentra con los estándares normales de ejecución.

Longitudinal: Movimiento axial de un objeto.

## 4. DESARROLLO

### 4.1. INSTRUMENTOS A CALIBRAR

Esta guía aplica para el instrumento de medición utilizado en la inspección del doble cierre en el embotellado de refrescos y cerveza. Este instrumento es: Micrómetro.

### 4.2. ENCARGADO DE CALIBRACIÓN

La calibración del Micrómetro será realizada por el trabajador que se encuentra a cargo del sistema de control de calidad en el doble cierre de latas, quien deberá dejar registro constante en el momento que lo aplique.

### 4.3. PERIODICIDAD

El micrómetro tendrá que ser revisado antes de iniciar con la práctica de medición, si en caso se encuentra descalibrado, se tendrá que proceder a su calibración respectiva. La calibración teórica del Micrómetro tendrá que ser realizada 1 vez por semana.

### 4.4. PROCEDIMIENTO DE UTILIZACIÓN

La forma en que el trabajador utiliza la herramienta se basa en el principio natural de funcionamiento o de operación del micrómetro, y se trata de un tornillo montado en una tuerca fija que se hace girar, el desplazamiento de éste en el sentido longitudinal, es proporcional al giro dado.

Todos los tornillos micrométricos empleados en el sistema métrico decimal tienen una longitud de 25 mm, con un paso de rosca de 0,5 mm, de modo que girando el tambor una vuelta completa el palpador avanza o retrocede 0,5 mm.

El micrómetro tiene una escala longitudinal, línea longitudinal que sirve de fiel, que en su parte superior presenta las divisiones de milímetros enteros y en la inferior las de los medios milímetros, cuando el tambor gira deja ver estas divisiones.

En la superficie del tambor tiene grabado en toda su circunferencia 50 divisiones iguales, indicando la fracción de vuelta que ha realizado, una división equivale a 0,01 mm. Para realizar una lectura, nos fijamos en la escala longitudinal, sabiendo así la medida con una apreciación de 0,5 mm., el exceso sobre esta medida se ve en la escala del tambor con una precisión de 0,01 mm.

#### 4.5. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

El objeto de este procedimiento es la calibración de los micrómetros utilizados en la medida de mm., para comprobar si su incertidumbre de medida se mantiene dentro de sus especificaciones.

- a) Se debe comprobar el recorrido del husillo que debe ser suave y sin resistencia;
- b) Limpiar con papel suave las caras del área que es utilizada para medir. Caso necesario, utilizar alcohol para ello;
- c) Cerrar husillo y comprobar "0" con error máximo de 2  $\mu\text{m}$ ;

- d) Realizar medidas en orden ascendente y descendente, 3 series completas.

Para cuando se necesita ajustar el micrómetro, se debe realizar las siguientes operaciones;

- En caso de que el micrómetro se dictamine fuera de la tolerancia especificada por la norma en alguno de sus puntos, se puede proceder al ajuste de la indicación del cilindro ó sobre el tornillo micrométrico si el error es mayor.
- El ajuste se producirá con la herramienta que incorporan los micrómetros para tal tipo de ajuste.
- En caso de ajustar el tambor, se debe desenroscar el tornillo superior, operación delicada para evitar un desajuste más grande, ajustar sobre la cara y volver a fijar el tornillo.
- En cualquier caso, se deberá proceder a una nueva confirmación del micrómetro bajo prueba en todas sus escalas.

## 5. RESPONSABILIDADES

El asistente de mantenimiento de envasado es el responsable de velar por la ejecución de calibraciones del micrómetro y de almacenar el registro.

## Apéndice C

### Formulario de datos de control.

Proceso:	
Lugar:	
Línea de envasado:	
Análisis:	

Producto:	
Marca del producto:	
Sabor del producto:	
Volumen del producto:	
Marca de la lata:	
Marca de la tapa:	

Número de muestreo:	
Fecha de muestreo:	
Hora de muestreo:	
Encargado del muestreo:	
Departamento:	
Cantidad de muestras:	

Muestra	Espesor mínimo	Espesor máximo	Alto mínimo	Alto máximo	Gancho de tapa mínimo	Gancho de tapa máximo	Gancho de lata mínimo	Gancho de lata máximo	Traslape máximo	Traslape mínimo	Espesor del sello	% de arrugas
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												

1/3

Número de muestra	Tamaño de muestra diaria												Promedio del tamaño de muestras	Rango del tamaño de muestras	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															

2/3

Gráfico de Control
<div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; height: 100px; margin: 0 auto;"></div> <p style="margin: 0;">GRAFICO</p>
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <i>CONCLUSIÓN PARA MEJORA O CORRECCIÓN, DEPENDIENDO DE LA FORMA DEL GRÁFICO Y SU TENDENCIA.</i> </div>
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 0 auto;">3/3</div>

La página 1/3 contendrá todos los datos obtenidos, medidas, datos del encargado y datos del muestreo, esto nos servirá para ingresarlo en el registro, dando fe de la realización del mismo.

La página 2/3, de estas existirá una por cada medida tomada, por ejemplo, una hoja por espesor, alto, traslape, arruga, etc. En las columnas del “tamaño de muestra diaria”, de la 1 a la 12, significa la cantidad de muestras que se tendrán al día y debido a que en el formulario anterior se obtendrán valores máximos y mínimos, estas casillas contendrán el promedio de estos máximos y mínimos. El muestreo consistirá de cada 2 horas, esto quiere decir que será un total de 12 muestreos diarios, con una cantidad de 12 muestras por muestreo (tomando en cuenta en este caso la línea de refrescos).

La página 3/3, contendrá el título del gráfico, ya sea de variables (espesor, alto, gancho de tapa, gancho de lata y traslape) o atributos (% de arrugas), y su gráfico correspondiente. Al final de la hoja, se colocará una breve opinión o conclusión del muestreo, como índice de mejora o corrección.