



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

**PROPUESTA PARA DESARROLLAR UN SISTEMA DE CONTROL TOTAL DE CALIDAD, FUNDAMENTADO EN LAS NORMAS INTERNACIONALES SPI Y GPI, PARA UNA INDUSTRIA DE ENVASES Y TAPADERAS PLÁSTICAS, PRODUCIDAS POR EL MÉTODO DE INYECCIÓN.**

**Luis Oswaldo Yol Tzib**

**Asesorado por el Ing. Edwin Adalberto Bracamonte Orozco**

**Guatemala, noviembre de 2009**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA PARA DESARROLLAR UN SISTEMA DE CONTROL TOTAL DE CALIDAD, FUNDAMENTADO EN LAS NORMAS INTERNACIONALES SPI Y GPI, PARA UNA INDUSTRIA DE ENVASES Y TAPADERAS PLÁSTICAS, PRODUCIDAS POR EL MÉTODO DE INYECCIÓN.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**LUIS OSWALDO YOL TZIB**

ASESORADO POR EL ING. EDWIN ADALBERTO BRACAMONTE OROZCO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. José Milton De León Bran
VOCAL V	Br. Isaac Sultán Mejía
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

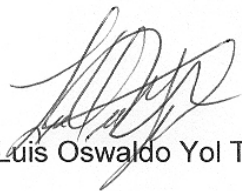
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Inga. Gladys Lorraine Carles Zamarripa
EXAMINADOR	Ing. Leonel Estuardo Godínez Alquijay
EXAMINADOR	Ing. Erwin Danilo González Trejo
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

**PROPUESTA PARA DESARROLLAR UN SISTEMA DE CONTROL TOTAL DE CALIDAD, FUNDAMENTADO EN LAS NORMAS INTERNACIONALES SPI Y GPI, PARA UNA INDUSTRIA DE ENVASES Y TAPADERAS PLÁSTICAS, PRODUCIDAS POR EL MÉTODO DE INYECCIÓN,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 11 de septiembre de 2008.



Luis Oswaldo Yol Tzib

Guatemala, 12 de agosto de 2009

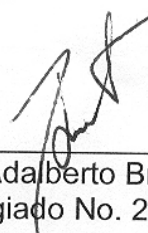
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Director de Escuela  
Escuela Mecánica Industrial  
Ing. José Francisco Gómez Rivera.

Respetable Ing. Gómez:

Me dirijo a usted en esta oportunidad, presentándole un cordial saludo para hacer de su conocimiento que ha sido concluido satisfactoriamente el trabajo de graduación: **PROPUESTA PARA DESARROLLAR UN SISTEMA DE CONTROL TOTAL DE CALIDAD, FUNDAMENTADO EN LAS NORMAS INTERNACIONALES SPI Y GPI, PARA UNA INDUSTRIA DE ENVASES Y TAPADERAS PLÁSTICAS, PRODUCIDAS POR EL MÉTODO DE INYECCIÓN**, elaborado por el estudiante Luis Oswaldo Yol Tzib, tema para el cual acepte ser asesor.

Considero que se han cumplido los objetivos propuestos al inicio del trabajo, por lo que recomiendo se apruebe en el entendido de que el autor y el suscrito son los responsables de lo tratado y de las conclusiones del mismo.

Atentamente,



---

Ing. Edwin Adalberto Bracamonte Orozco  
Colegiado No. 2856

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PROPUESTA PARA DESARROLLAR UN SISTEMA DE CONTROL TOTAL DE CALIDAD, FUNDAMENTADO EN LAS NORMAS INTERNACIONALES SPI Y GPI, PARA UNA INDUSTRIA DE ENVASES Y TAPADERAS PLÁSTICAS, PRODUCIDAS POR EL MÉTODO DE INYECCIÓN**, presentado por el estudiante universitario Luis Oswaldo Yol Tzib, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Inga. Nora Leonor Elizabeth García Tobar  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela Mecánica Industrial

Guatemala, septiembre de 2009.

/agrm

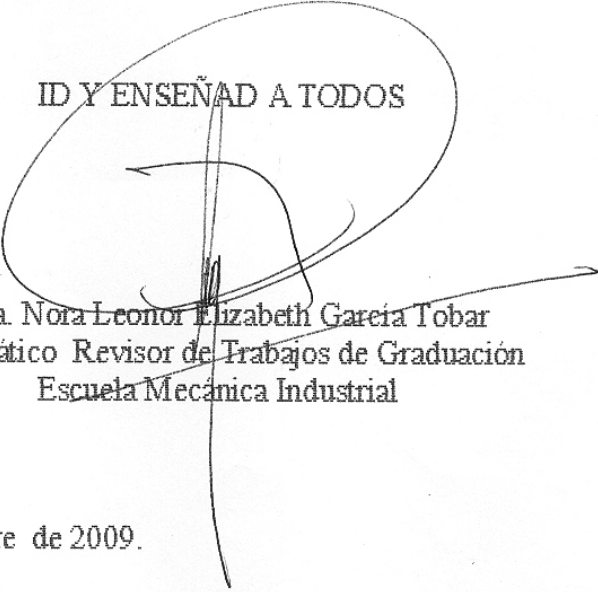
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado PROPUESTA PARA DESARROLLAR UN SISTEMA DE CONTROL TOTAL DE CALIDAD, FUNDAMENTADO EN LAS NORMAS INTERNACIONALES SPI Y GPI, PARA UNA INDUSTRIA DE ENVASES Y TAPADERAS PLÁSTICAS, PRODUCIDAS POR EL MÉTODO DE INYECCIÓN, presentado por el estudiante universitario Luis Oswaldo Yol Tzib, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Inga. Nora Leonor Elizabeth García Tobar  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela Mecánica Industrial

Guatemala, septiembre de 2009.

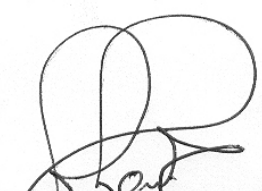
/agrm

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

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 **PROPUESTA PARA DESARROLLAR UN SISTEMA DE CONTROL TOTAL DE CALIDAD, FUNDAMENTADO EN LAS NORMAS INTERNACIONALES SPI Y GPI, PARA UNA INDUSTRIA DE ENVASES Y TAPADERAS PLÁSTICAS, PRODUCIDAS POR EL MÉTODO DE INYECCIÓN**, presentado por el estudiante universitario **Luis Oswaldo Yol Tzib**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

  
Ing. José Francisco Gómez Rivera  
DIRECTOR  
Escuela Mecánica Industrial



Guatemala, octubre de 2009.

/mgp



Universidad de San Carlos  
De Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Decanato

Ref. DTG.464.09

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: **PROPUESTA PARA DESARROLLAR UN SISTEMA DE CONTROL TOTAL DE CALIDAD, FUNDAMENTADO EN LAS NORMAS INTERNACIONALES SPI Y GPI, PARA UNA INDUSTRIA DE ENVASES Y TAPADERAS PLÁSTICAS, PRODUCIDAS POR EL MÉTODO DE INYECCIÓN**, presentado por el estudiante universitario **Luis Oswaldo Yol Tzib**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos  
DECANO



Guatemala, noviembre de 2009.

/cc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

**Dios:** Por estar cada día conmigo, por darme la sabiduría y fortaleza, gracias Señor por permitirme obtener este triunfo, la gloria es siempre para ti.

**Mis padres:** María Enoe Tzib y Elias Yol Set, por haberme apoyado siempre, a ustedes les debo mi logro y mi realización como persona, les agradezco todos sus esfuerzos, gracias por creer y confiar en mí, los amo.

**Mis hermanas:** Ana Marina y Claudia Leticia, por su cariño, consejos, apoyo y compañía, ustedes me inspiraron para obtener este triunfo, este logro también es de ustedes.

**Mi esposa:** Verónica, por su amor, paciencia y apoyo brindados incondicionalmente.

**Mi hija:** Rocío, por ser mi fuente de motivación, te amo.

**Mi sobrina:** Daniela Salomé, con mucho cariño.

**Mi cuñado:** Jorge Solares, por sus ayuda y consejos.

**Mis amigos,  
compañeros de  
estudio:** Por todos los momentos que compartimos.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

La Universidad de San Carlos de Guatemala, especialmente a la Facultad de Ingeniería por proveerme de conocimiento y ciencia.

Todas las personas que han proporcionado ayuda para la elaboración de este trabajo, al personal de la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería especialmente a don Luis Chacón Álvarez con mucho cariño y respeto.

El Ing. Edwin Adalberto Bracamonte Orozco e Inga. Nora García, por brindarme su ayuda y asesoría, muchas gracias.

# ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	<b>IX</b>
<b>LISTA DE SÍMBOLOS</b>	<b>XIII</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>XV</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>XVII</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>XIX</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>XXI</b>

## **1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.**

1.1 Plástico	1
1.1.1 Historia	1
1.1.2 Inicios de las industrias del plástico en Guatemala	3
1.1.2 Estructura molecular	3
1.1.4 Clasificación de los polímeros	4
1.1.5 Tipos de polímeros	5
1.1.6 Procesos para obtener polímeros	5
1.1.7 Procesado de materiales plásticos	6
1.1.7.1 Plásticos termoestables	7
1.1.7.1.1 Propiedades básicas	8
1.1.7.1.1.1 Fenólicos	10
1.1.7.1.1.2 Resinas epóxi	11
1.1.7.1.1.3 Poliésteres insaturados	12
1.1.7.1.1.4 Resinas amino	13

1.1.7.2 Termoplásticos	14
1.1.7.2.1 Polietileno	17
1.1.7.2.2 Policloruro de vinilo y copolímeros	19
1.1.7.2.3 Polipropileno	20
1.1.7.2.4 Poliestireno	21
1.1.7.2.5 Poliacrilonitrilo	23
1.1.7.2.6 Estireno – acrilonitrilo (SAN)	24
1.1.7.2.7 ABS	24
1.1.8 Deformación y endurecimiento en materiales plásticos	26
1.1.8.1 Mecanismos de deformación en termoplásticos	26
1.1.8.2 Endurecimiento en termoplásticos	26
1.1.8.3 Endurecimiento en termoestables	27
1.1.8.4 Efecto de la temperatura en la resistencia de los materiales plásticos	28
1.2 Métodos para la transformación del plástico	28
1.2.1 Inyección	29
1.2.2 Soplado	33
1.2.3 Inyector-soplado	34
1.2.4 Extrusión	35
1.3 Ventajas y desventajas por la fabricación de piezas de Plástico	36
1.4 Control de calidad	37
1.4.1 Definición de calidad	37
1.4.2 Definición de control total de calidad	37
1.5 Importancia del control total de calidad	38
1.6 Factores que controlan la calidad	38
1.6.1 Materia prima	38
1.6.2 Mano de obra	39
1.6.3 Máquinas y métodos	39

1.6.4 Capital	40
1.6.5 Mercados	40
1.6.6 Administración	41
1.6.7 Misceláneas	41
1.7 Tipos de costos de calidad	42
1.7.1 Costos de acciones preventivas	42
1.7.2 Costos de acciones de aseguramiento	42
1.7.3 Costos de acciones correctivas	42
1.8 Definición de diagrama	43
1.8.1 Diagrama de proceso de la operación	43
1.8.2 Diagrama de flujo del proceso	44
1.8.3 Diagrama de recorrido del proceso	45
1.9 Definición de diagrama de Pareto	46
1.9.1 Procedimiento	47

## **2. EVALUACIÓN ACTUAL DE LA INDUSTRIA DE ENVASES Y TAPADERAS PLÁSTICAS.**

2.1 Descripción del proceso	50
2.1.1 Diagrama de flujo de proceso	52
2.2 Descripción y tipo de maquinaria	54
2.3 Descripción del molde de inyección	54
2.4 Instalación del molde de inyección	55
2.5 Materia prima	57
2.5.1 Resinas	57
2.5.1.1 Propiedades, tipos y características de las resinas utilizadas	58
2.6 Masterbatch y colorantes	62

2.7	Proceso de fabricación del envase y tapa plástica	62
2.7.1	Requerimientos iniciales	63
2.7.2	Diseño inicial	64
2.7.3	Escoger los moldes a utilizar	66
2.7.4	Escoger la materia prima	66
2.8	Proceso de inyección	66
2.8.1	Calentamiento de la máquina inyectora	67
2.8.2	Colocación del molde	67
2.8.3	Colocar la materia prima a utilizar	67
2.8.4	Purga de máquina	67
2.8.5	Definir los parámetros de funcionalidad de la máquina	68
2.8.6	Inyección del envase	68
2.8.7	Inyección de la tapadera	68
2.9	Empaque del producto	68
2.10	Envío a bodega de producto terminado	69

### **3. HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS, PROCEDIMIENTOS Y NORMAS INTERNACIONALES.**

3.1	Herramientas estadísticas	71
3.1.1	Hojas de comprobación	72
3.1.2	Diagrama de Pareto	73
3.1.3	Diagramas de flujo	76
3.1.4	Gráficos de control	76
3.1.4.1	Gráficos por variables	76
3.1.4.2	Gráficos por atributos	80
3.2	Muestreo	87

3.2.1 Plan de muestreo de aceptación	87
3.2.1.1 Cero inspección	88
3.2.1.2 Inspección 100 %	88
3.2.1.3 Muestreo de aceptación	88
3.2.2 Tipos de planes de muestreo	90
3.2.3 Diseño para un plan de muestreo por atributos	91
3.2.4 Índices de calidad total para planes de muestreo de aceptación	92
3.3 Elección del tipo de gráfica	93
3.3.1 Gráficos de datos variables X y R	93
3.3.2 Gráficos de datos por atributos n	93
3.4 Normas SPI (Instituto Internacional de Botellas de Plástico)	94
3.5 Normas GPI para fuerza en tapaderas (Instituto Internacional de Envases de Vidrio)	99

#### **4. PROPUESTA PARA EL SISTEMA DE CONTROL TOTAL DE CALIDAD.**

4.1 Croquis de un envase y tapa plástica	104
4.2 Lineamiento para el ingreso de materia prima y su análisis	105
4.3 Ingreso de resina, masterbach, colorantes y su análisis	106
4.4 Estudio de resina	107
4.4.1 Índice de fluidez	107
4.4.2 Índice de humedad	111
4.5 Parámetros para el control de las especificaciones del envase y la tapadera plástica	114
4.6 Estudio dimensional del envase y tapadera	119



4.6.1 Especificaciones de medidas dadas por el Instituto	
Internacional de Botellas de Plástico	119
4.6.2 Análisis de peso	121
4.6.3 Análisis de volumen	122
4.6.4 Tolerancias de capacidad para volumen	123
4.6.5 Análisis del cuerpo del envase	123
4.6.6 Análisis de rosca de tapa	124
4.7 Estudio físico	127
4.7.1 Análisis de color, textura y distribución del material	127
4.7.2 Análisis del espesor de paredes del envase	128
4.7.3 Análisis para evaluar la ruptura por esfuerzos	129
4.7.4 Análisis de resistencia al impacto	131
4.8 Estudio funcional	134
4.8.1 Análisis de acople de tapadera	132
4.8.2 Análisis de torque y destorque de tapadera	135
4.8.3 Análisis de fuga	136
4.9 Lineamientos para el muestreo	138
4.9.1 Lineamientos para el muestreo durante el proceso de producción	138
4.9.2 Lineamientos para el muestreo de aceptación de un lote	141
4.10 Lineamientos a seguir para los clientes certificados con ISO 9000	143
4.10.1 Conceptos y terminología	143
4.10.2 Auditoría	145
4.10.3 Normas, requisitos y requerimientos	146

## **5. SEGUIMIENTO Y MEJORA AL SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD PROPUESTO**

5.1 Descripción del proceso mejorado	149
5.1.1 Diagrama del proceso mejorado	150
5.2 Establecer perfiles del personal involucrado en el proceso	152
5.3 Capacitación de los formatos de inspección y secuencia de control a los inspectores de calidad	157
5.3.1 Normas y procedimientos	158
5.3.2 Mediciones	159
5.4 Capacitar al personal acerca de las normas ISO 9000	159
5.5 Estudio de resultados	160
5.6 Habilidad del proceso	168
5.6.1 Índice de habilidad (capacidad de producir)	168
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>171</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>175</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>177</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>179</b>



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1	Estructura de los polímeros	4
2	Unidad estructural química del polietileno	17
3	Unidad estructural química del PVC	19
4	Unidad estructural química del polipropileno	20
5	Unidad estructural química del poliestireno	22
6	Estructura química del átomo de poliestireno	22
7	Unidad estructural química poliacrilonitrilo	23
8	Poliacrilonitrilo (ABS)	25
9	Polibutadieno (ABS)	25
10	Poliestireno (ABS)	25
11	Mecanismo de moldeo por inyección	29
12	Gránulos de plástico a superficie de tornillo rotatorio	30
13	Rotación de tornillo con gránulos de plástico en paredes calientes	31
14	Inyección de plástico a través de cavidades de molde	31
15	Presión de tornillo sobre plástico durante moldeo	32
16	Macarrón	33
17	Soplado	33
18	Expulsión	33
19	Inyección y soplado	34
20	Moldeo por extrusión	35
21	Símbolos de diagrama de operaciones de proceso	46
22	Diagrama de flujo de proceso actual	52
23	Molde de inyección	55
24	Placa de máquina inyectora donde se coloca molde	56
25	Muestrario de masterbach	62

26 Plano mecánico del envase deseado	64
27 Plano mecánico de la tapadera deseada	65
28 Diagrama de pareto de ejemplo propuesto	74
29 Hoja de apuntes estadísticos	75
30 Gráfico X de proceso actual	85
31 Gráfico R de proceso actual	85
32 Gráfico np de proceso actual	86
33 Medidas de cuello envase	95
34 Envase con cuello 400	95
35 Envase con cuello 410	96
36 Envase con cuello 415	96
37 Medidas de tapadera	100
38 Croquis envase	104
39 Croquis tapadera	104
40 Plano mecánico de envase propuesto	117
41 Plano mecánico de tapadera propuesta	118
42 Calibrador digital	120
43 Balanza digital	121
44 Diagrama del proceso mejorado	150
45 Diagrama de Pareto en piezas defectuosas	162
46 Gráfico X de proceso mejorado	166
47 Gráfico R de proceso mejorado	166
48 Gráfico np de proceso mejorado	167

## TABLAS

I	Aspectos, estructuras y propiedades de los plásticos termoestables	9
II	Propiedades de termoplásticos de uso general	16
III	Algunas propiedades de polietilenos de baja y alta densidad	18
IV	Propiedades PADMEX 60120	59
V	Propiedades PADMEX 65050	60
VI	Propiedades PADMEX 65080	61
VII	Requerimientos iniciales de producto	63
VIII	Datos ordenados de ejemplo de diagrama de Pareto	74
IX	Tabla a utilizar en gráficos X y R	77
X	Interpretación del índice de capacidad del proceso	80
XI	Forma de tomas de datos actuales	83
XII	Especificaciones de medidas estándar para cuellos	97
XIII	Especificaciones de torque y destorque	98
XIV	Especificaciones de capacidad (volumen)	99
XV	Tapadera con cuello 400	101
XVI	Tapadera con cuello 410	102
XVII	Tapadera con cuello 415	102
XVIII	Hoja para recepción de materia prima, masterbach y colorantes	106
XIX	Rango de flujo para resina	110
XX	Hoja de resultados de análisis de índice fluidez y humedad	113
XXI	Hoja de especificaciones	116
XXII	Hoja de estudio dimensional	126
XXIII	Porcentaje de ruptura por esfuerzos	131
XXIV	Hoja de estudio físico de envase y tapadera	133
XXV	Hoja de estudio funcional de envase y tapadera	137
XXVI	Hoja de apuntes estadísticos durante la producción	140
XXVII	Hoja de apuntes estadísticos para aceptación de muestreo	142

XXVIII	Hoja de apuntes estadísticos de defectos en pieza plástica	161
XXIX	Tabla de resultados obtenidos en hoja de defectos en piezas plásticas	162
XXX	Hoja de apuntes para análisis de peso	164
XXXI	Factores para gráficas de control	179
XXXII	Áreas bajo la curva	180

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>°C</b>	Grados centígrados
<b>° F</b>	Grados Fahrenheit
<b>%</b>	Porcentaje
<b>No.</b>	Número
<b>g</b>	Gramo
<b>mm</b>	Milímetro
<b>ml</b>	Mililitro
<b>lb</b>	Libras
<b>min.</b>	Minutos
<b>oz.</b>	Onzas
<b>MPa</b>	Mega pascales
<b>Psi</b>	Libras fuerza por pulgadas cuadradas
<b>V/mm</b>	Voltios por milímetro
<b>g/cm<sup>3</sup></b>	Gramos por centímetro cúbico
<b>g/min</b>	Gramos por minuto
<b>Σ</b>	Sumatoria





## GLOSARIO

<b>Acople</b>	Unión de la tapadera con el envase, ajuste perfecto.
<b>Baquelita</b>	Resina sintética utilizado en la industria, para la preparación de barnices y lacas en la fabricación de objetos moldeados.
<b>Calidad</b>	Es la totalidad de detalles y características de un producto o servicio, que influye en su habilidad para satisfacer necesidades dadas.
<b>Catalizador</b>	Sustancia que altera la velocidad de una reacción química sin sufrir en sí ningún cambio químico.
<b>Control</b>	Son los mecanismos usados para garantizar que conductas y desempeño, cumplan con las reglas y los procedimientos de una industria.
<b>Corrugado</b>	Cajas de cartón que se utilizan para empacar las piezas plásticas.
<b>Croquis</b>	Dibujo sin dimensiones exactas, utilizado para dar una idea acerca de las partes de un envase y tapadera plástica.
<b>Fluidez</b>	Calidad de los cuerpos, cuyas moléculas tienen poca coherencia entre sí, tomando la forma del recipiente que los contiene, como los gases o líquidos.

<b>Muestra</b>	Es el segmento de la población seleccionada para realizar una investigación y que representa a la población en general.
<b>Precisión</b>	Dicho de un aparato, de una máquina o de un instrumento, construido para obtener resultados exactos y puntuales.
<b>Tarima</b>	Zona de entablado, que sirve para colocar cajas con producto terminado, previo a despachar al cliente.

## RESUMEN

La demanda de productos elaborados con diferentes polímeros crece rápidamente en el país, además las piezas plásticas tienen un menor costo de producción comparadas con otros materiales. Las piezas plásticas demandadas son utilizadas por empresas farmacéuticas, alimenticias, entre otras, debido a la facilidad de maniobrabilidad, formas geométricas, tamaños, etc., haciendo que estas se puedan adaptar rápidamente a los procesos y a las necesidades de quienes las utilizan.

Para adaptarse a las exigencias del mundo globalizado, las industrias de plástico necesitan y requieren herramientas que controlen la calidad, para lograr ser más productivos y competitivos en todos los ámbitos. Por eso necesitan elaborar piezas con cero defectos, elaborando procedimientos en donde se analice desde la materia prima hasta la inspección final del producto terminado, por esto se deben de conocer las normas emitidas por los entes internacionales destinadas a la producción de envase y tapaderas plásticas, estas normas emitidas por el Instituto Internacional de Botellas de Plástico y Vidrio (The Plastic Institute and Glass Packaging Institute), por lo que apearse a estas normas ayudaran a la industria a tener una ventaja competitiva.

Luego de conocer la situación actual de la industria, se pretende implementar los procedimientos que analicen la materia prima, maquinaria, análisis físicos, funcional y dimensional al envase y tapadera, implementando las normas establecidas para aminorar los puntos críticos en producción y con la utilización de herramientas estadísticas, las cuales tendrán como fin reducir los puntos críticos en el proceso de producción, con la finalidad de cambiarlos o mejorarlos.

Ya implementados los procedimientos, se evalúan si los procedimientos sugeridos disminuyen los puntos críticos en producción, se evalúa el grado de rendimiento de dichas normas y el efecto que han causado en sus procesos

haciendo un análisis detallado y conciso de los resultados, utilizando las herramientas estadísticas propuestas.

Asimismo la constante certificación de las empresas a nivel nacional e internacional con las Normas Internacionales de Administración de Calidad y Sistemas de Calidad ISO 9000, se realiza una inducción a todo el personal acerca del significado de estas normas, para prestar un mejor servicio acorde a lo establecido por la norma ISO.

Por último se elaboran los perfiles que deben poseer las personas que integran el Departamento de Control de Calidad, para que los procedimientos y estudios sean elaborados de la mejor manera posible.

## **OBJETIVOS**

### **GENERAL**

Implementar los procedimientos que debe seguir el departamento de control de calidad para facilitar el crecimiento de la empresa a nivel nacional e internacional y satisfacer al cliente.

### **ESPECÍFICOS:**

1. Identificar las características, composición y comportamiento de la resina durante el proceso, para fundamentar qué tipo de materia prima utilizar.
2. Definir todos los factores que controlan la calidad para fortalecer la propuesta de reingeniería.
3. Realizar un diagnóstico de la situación actual del departamento de control de calidad, para proponer que acciones tomar para la reingeniería.
4. Desarrollar la propuesta del sistema de control total de calidad, para garantizar el funcionamiento y mejorar la situación actual.
5. Cumplir con las normas establecidas por el Instituto Internacional de Botellas de Plástico y Vidrio para ser competitivos.
6. Identificar los requerimientos establecidos en las normas ISO 9000, para garantizarle al cliente un producto final de alta calidad.

7. Definir los procedimientos que deben seguir los inspectores y las herramientas estadísticas a utilizar para obtener un producto de calidad.
8. Establecer un sistema de control y mejora continua para que el proceso mantenga la calidad.

## INTRODUCCIÓN

En el pasado se utilizaba para almacenar, transportar, etc., diferentes piezas elaboradas de madera y metal, cuyos procesos eran lentos y costosos en su fabricación. La tecnología hizo posible, que se pudieran fabricar piezas de plástico a granel, con formas, medidas, tamaños y colores estándares y cuyos costos de producción son bajos.

En la actualidad es importante implementar altos sistemas de control de calidad que ayuden a la optimización de los recursos disponibles, teniendo en cuenta las materias primas, procesos y mano de obra para la obtención de productos de calidad, con el objetivo de satisfacer al cliente externo e interno.

La utilización del plástico especialmente envases y tapaderas, ha hecho que se establezcan estándares a nivel internacional que debe cumplir el fabricante, esto para obtener productos competitivos y de alta calidad. De lo anterior nace la idea de realizar una propuesta a la industria de plástico en estudio con el fin de mejorar su situación actual, mejorando sus procesos para que logre ser competitiva en el mercado a nivel mundial.

La propuesta se da, por un estudio realizado acerca de la forma de trabajo de la actualidad, en donde se conocen las deficiencias que se tienen en calidad, organización y material humano, estas deficiencias se representan a través de gráficos de control realizados al sistema actual y en la elaboración del diagrama de Pareto.

Conociendo cuáles son las deficiencias se procede a realizar formatos para muestreos basándose en herramientas estadísticas así como también se realiza perfiles de puestos para lograr los objetivos trazados al inicio del trabajo, todo lo anterior se comprueba nuevamente con gráficos de control, diagrama de flujo de proceso y diagrama de Pareto.





# 1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

## 1.1 Plástico

Materiales polímeros orgánicos (compuestos formados por moléculas orgánicas gigantes) que son plásticos, es decir, que pueden deformarse hasta conseguir una forma deseada por medio de extrusión, moldeo o hilado. Las moléculas pueden ser de origen natural, por ejemplo la celulosa, la cera y el caucho (hule) natural, o sintéticas, como el polietileno y el nailon.

Los plásticos se caracterizan por una alta relación resistencia/densidad, unas propiedades excelentes para el aislamiento térmico y eléctrico y una buena resistencia a los ácidos, álcalis y disolventes. Las enormes moléculas de las que están compuestos pueden ser lineales, ramificadas o entrecruzadas, dependiendo del tipo de plástico. Las moléculas lineales y ramificadas son termoplásticas (se ablandan con el calor), mientras que las entrecruzadas son termoestables (no se ablandan con el calor).

### 1.1.1 Historia

En el inicio del siglo pasado, el hombre solo conocía las macromoléculas orgánicas de origen natural, como la madera, la lana, etc. Estos materiales eran utilizados en la fabricación de varios objetos, en la construcción civil y vestuario, entre otras aplicaciones. El primer material polimérico que se conoce fue producido por Charles Goodyear en 1839, quien consiguió modificar las propiedades mecánicas de la goma natural mezclándola con azufre y calentándola, con esta modificación el caucho permanecía seco y flexible a cualquier temperatura. Este proceso fue patentado por Goodyear como vulcanización. El desarrollo del plástico ocurrió en 1861, cuando Alexander

Parker obtuvo un material celulósico a partir del tratamiento de residuos de algodón con ácido nítrico y sulfúrico en presencia de aceite de ricino.

El material obtenido fue llamado *parkesina*, el cual no tuvo suceso comercial, debido a su elevado costo de producción. En 1968 John W. Hyatt mejoró el producto desarrollado por Parker y consiguió un producto económicamente viable sustituyendo el aceite de ricino por el alcanfor, resultando de ello el celuloide. A partir de este material, se obtuvo la bola de billar, siendo éste el primer producto fabricado con material sintético. El celuloide fue utilizado por mucho tiempo en la fabricación de una diversidad de productos como peines, dentaduras, soportes de lentes y películas fotográficas.

El caucho vulcanizado, la *parkesina* y el celuloide presidieron las bases para que en 1906 Leo Hedrik Baekeland químico estadounidense desarrollara el primer plástico totalmente sintético llamado baquelita.

La baquelita fue empleada en la fabricación principalmente de teléfonos hasta la mitad de los años cincuenta, cuando fue sustituida por otro polímero por razones estéticas, ya que por ser un material oscuro no permite variaciones de color. En la décadas de 1920 y 1930 aparece un buen número de nuevos productos, como el etanato de celulosa (acetato de celulosa) utilizado en el moldeo de resinas y fibras; el cloruro de polivinilo (PVC), empleado en tuberías y recubrimientos de vinilo, y la resina acrílica desarrollada como un pegamento para vidrio laminado. Uno de los plásticos más populares desarrollados durante este periodo es el metacrilato de metilo polimerizado, que se comercializó en Gran Bretaña con el nombre de perspex y como lucite en Estados Unidos, se conoce en español como plexiglás. Este material tiene unas propiedades ópticas excelentes; puede utilizarse para gafas y lentes, o en el alumbrado público.

Las resinas de poliestireno, comercializadas alrededor de 1937, se caracterizan por su alta resistencia a la alteración química y mecánica a bajas temperaturas y por su limitada absorción de agua.

En 1953 el químico alemán Karl Ziegler desarrolló el polietileno, y en 1954 el italiano Giulio Natta desarrolló el polipropileno, que son los dos plásticos más utilizados en la actualidad. En 1963, estos dos científicos compartieron el Premio Nobel de Química, por sus estudios acerca de los polímeros. Durante los años sesenta, los plásticos pasaron a sustituir la madera, el cartón y el vidrio en los embalajes. Y en los años ochenta, tomaron el lugar de algunas aleaciones ligeras.

### **1.1.2 Inicios de las industrias del plástico en Guatemala**

La industria plástica inició a desarrollarse en el año 1,975, cuando se utiliza el plástico en el mercado nacional de un modo comercial entrando al consumo con la fabricación de productos de uso doméstico (baldes, palanganas, etc.), hasta llegar a la fabricación de envases plásticos convirtiéndose así en una de las industrias más jóvenes del país.

Aunque la fabricación de envases plásticos es nueva, si se toma en cuenta que debe competir con otras industrias como la del vidrio, ha alcanzado niveles altos en la economía del país.

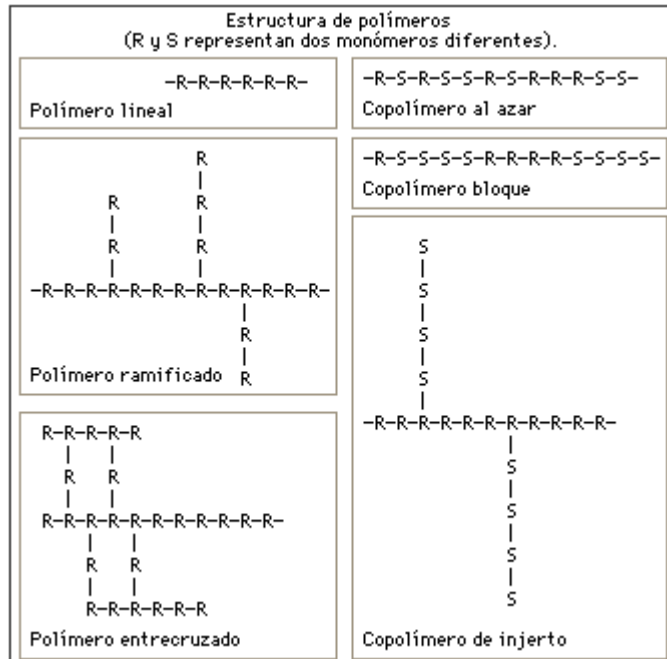
Según el Instituto Nacional de Estadística (INE) la industria del plástico ha alcanzado el 15% del total del Producto Interno Bruto, PIB del país, así como también es una de las mayores generadoras de empleos en la ciudad capital de Guatemala.

### **1.1.3 Estructura molecular**

Consisten en grandes moléculas compuestas de otras más pequeñas y repetidas, llamadas monómeros; los polímeros que constan de un único tipo de monómero se denominan homopolímeros. Los que están formados por más de

un tipo de monómeros reciben el nombre de copolímeros. En el diagrama aparecen diversas estructuras de polímeros (Ver Figura 1)

**Figura 1. Estructura de los polímeros**



Fuente: Enciclopedia Encarta, Microsoft Corporation. 2008

#### 1.1.4 Clasificación de los polímeros

- ✓ **Termoplástico:** Este tipo de plástico se ablanda al calentarse y se puede moldear para darle la forma deseada; al enfriarse vuelve a endurecerse.
- ✓ **Termorrígido:** Se denomina termorrígido porque se transforma en rígido como consecuencia de una reacción química. Una vez que se lleva a cabo la reacción química mediante la aplicación de calor, presión o simple contacto de los monómeros se produce la solidificación o curado y el material no puede ser usado nuevamente mediante la misma operación de transformación.

### 1.1.5 Tipos de polímeros

Los tipos de polímeros existentes son según la manera en que las moléculas son sintetizadas; segundo, en función de su estructura y tercero, por su familia química. Sin embargo, el método más usado para describir los polímeros es en función de su comportamiento mecánico y térmico. Los tipos de polímeros son los siguientes:

- ✓ Según el comportamiento frente a la temperatura
- ✓ Según el comportamiento mecánico
- ✓ Según la escala de fabricación
- ✓ Según el tipo de aplicación

### 1.1.6 Procesos para obtener polímeros

A continuación la clasificación:

- ✓ **Polimerización en masa:** La polimerización en masa es una técnica simple, homogénea, donde solo el monómero y el iniciador (peróxido) están presentes en el sistema. Esta técnica es económica, además de producir polímeros con un alto grado de pureza como el poli (metacrilato de metilo), es altamente exotérmica, ocurriendo dificultades en el control de la temperatura y de la agitación del medio reaccional, que rápidamente se vuelve viscoso desde el inicio de la polimerización. La polimerización en masa es muy usada en la fabricación de lentes plásticas amorfas, debido a las excelentes cualidades ópticas conseguidas en las piezas moldeadas, sin presión. Ejemplo: Polimetilmetacrilato (acrílicoplexiglás).

- ✓ **Polimerización en disolución:** En la polimerización en disolución, además del monómero y del iniciador, se emplea un disolvente, formando un sistema homogéneo. El disolvente es utilizado en grandes cantidades de disolvente, para limitar la viscosidad de medio por lo que debe ser separado del polímero y recuperado para evitar un alto costo de fabricación. La polimerización en solución tiene como ventaja la temperatura homogénea debido a la fácil agitación del sistema, que evita el problema del sobre calentamiento. Ejemplo: polímeros Termofijos como el uretano, y fenólico.
- ✓ **Polimerización en emulsión:** En la polimerización en emulsión el monómero es insoluble en agua, pero en lugar de agregarle un agente de suspensión como el alcohol polivinílico, se añade un emulsificante, que puede ser un detergente o jabón. En esas condiciones el monómero se emulsifica, es decir, forma gotitas de un tamaño tan pequeño que ni con un microscopio puede ser vistas. Estas micro gotitas quedan estabilizadas por el jabón durante todo el proceso de la polimerización y acaban formando un látex de aspecto lechoso.
- ✓ **Polimerización en suspensión:** La polimerización en suspensión, también conocida como polimerización en perlas, por la forma como los polímeros son obtenidos, es una polimerización heterogénea donde el monómero y el iniciador (peróxido) son insolubles en agua. La agitación del sistema es un factor muy importante en esta técnica, pues según la velocidad de agitación empleada, varía el tamaño de las partículas. Ejemplo: polipropileno.

### 1.1.7 Procesado de materiales plásticos

Muchos procesos diferentes están siendo utilizados para transformar gránulos y pastillas de plástico en productos conformados como láminas,

barras, secciones extruidas, tuberías o partes moldeadas acabadas. El proceso utilizado depende en cierta extensión de si el plástico es un termoplástico o un termoestable. **Los termoplásticos** se calientan normalmente a temperaturas de reblandecimiento y luego se conforman antes de enfriarlos. Por otra parte, los materiales **termoestables** al no estar completamente polimerizados antes de procesar la forma final, precisan de una reacción química que entrecruce las cadenas poliméricas para dar lugar a un material polimérico reticulado.

#### 1.1.7.1 Plásticos termoestables

Poseen una estructura molecular tipo reticular a base de uniones covalentes primarias. Algunos de estos polímeros se entrecruzan transversalmente por el calor o una combinación de calor y presión. Otros pueden entrelazarse mediante una reacción química que tiene lugar a temperatura ambiente (termoestables endurecidos en frío). Aunque piezas curadas fabricadas en plásticos termoestables pueden ser ablandadas por el calor, las uniones entrecruzadas por enlace covalente les preservan del paso al estado fluido que existía antes de que la resina plástica fuese curada. Los plásticos termoestables, por consiguiente, no pueden ser recalentados y refundidos como los termoplásticos. Esto es una desventaja de estos materiales toda vez que fragmentados producidos durante el proceso no pueden ser reciclados y reutilizados.

En general, las ventajas de los plásticos termoestables para aplicaciones en ingeniería son alguna de las siguientes:

- ✓ Estabilidad térmica elevada.
- ✓ Alta rigidez.
- ✓ Alta estabilidad dimensional.
- ✓ Resistencia a la termofluencia y deformación bajo carga.



- ✓ Peso ligero
- ✓ Aislamiento eléctrico y térmico elevado.

#### **1.1.7.1.1 Propiedades básicas**

En la tabla que a continuación se presenta se muestra propiedades como densidad, resistencia a la atracción resistencia al impacto, rigidez dieléctrica y temperaturas máximas de uso para algunos plásticos termoestables. Las densidades tienen a ser ligeramente más altas que la mayoría de los materiales plásticos con valores de 1.34 a 2.3 g/cm. La resistencia a la tracción suele ser baja y para la mayoría está comprendida entre 28 a 103 MPa (4,000 a 15,000 psi). Sin embargo, con una alta cantidad de relleno de fibra de vidrio tienen mayor resistencia al impacto. Los termoestables también tienen buenas rigideces dieléctricas, con valores dentro del rango de 140 a 650 V/mil. Como todos los materiales plásticos, sin embargo, su temperatura máxima de uso esa limitada en el rango de 77 a 288 °C (170 a 550 °F).

En la tabla que a continuación se presenta examina algunos aspectos de la estructura, propiedades y aplicaciones de los siguientes termoestables: fenólicos, resinas epoxi, poliésteres instaurados y resinas amino.

**Tabla I. Aspectos, estructuras y propiedades de los plásticos termoestables**

Material	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Resistencia a la tracción X 1.000 psi*	Resistencia al impacto Izod, pie . Lb/pulg**	Resistencia dieléctrica V/mil***	Máxima temperatura de uso (sin carga)	
					°F	°C
<b>Fenólico:</b>						
Relleno de Serrín	1.34 - 1.45	5.0 - 9.0	0.2 - 0.6	260 - 400	300 - 350	150 - 177
Relleno de Mica	1.65 - 1.92	5.5 - 7.0	0.3 - 0.4	350 - 400	250 - 300	120 - 150
Relleno de vidrio	1.69 - 1.95	5.0 - 18.0	0.3 18.0	140 - 400	350 - 550	177 - 288
<b>Poliéster:</b>						
Relleno de vidrio	1.70 - 2.10	8.0 - 20.0	8.0 - 22.0	320 - 400	300 - 350	150 - 177
Relleno de vidrio BMC	1.70 - 2.30	4.0 - 10.0	15.0 - 16.0	300 - 420	300 - 350	150 - 177
<b>Melamina:</b>						
Relleno de celulosa	1.45 - 1.52	5.0 - 9.0	0.2 - 0.4	350 - 400	250	120
Relleno de lana	1.50 - 1.55	7.0 - 9.0	0.4 - 0.5	300 - 330	250	120
Relleno de vidrio	1.80 - 2.00	5.0 - 10.0	0.6 - 18.0	170 - 300	300 - 400	150 - 200
<b>Urea, relleno de celulosa</b>	1.47 - 1.52	5.5 - 13.0	0.2 - 0.4	300 - 400	170	77
<b>Alquídica:</b>						
Relleno de vidrio	2.12 - 2.15	4.0 - 9.5	0.6 - 10.0	350 - 450	450	230
Relleno de mineral	1.60 - 2.30	3.0 - 9.0	0.3 - 0.5	350 - 450	300 - 450	150 - 230
<b>Epoxi (bis A):</b>						
Sin relleno	1.06 - 1.40	4.0 - 13.0	0.2 - 10.0	400 - 650	250 - 500	120 - 260
Relleno mineral	1.60 - 2.00	5.0 - 15.0	0.3 - 0.4	300 - 400	300 - 500	120 - 260
Relleno de vidrio	1.70 - 2.00	10.0 - 30.0	-----	300 - 400	300 - 500	150 - 260

\* 1,000 psi = 6.90 MPa

\*\* Ensayo de impacto Izod: 1 pie . lb/pulg. = 53.38 J/m

\*\*\* 1 V/mil = 39.4 V/mm

Fuente: Smith, William. **Ciencia e ingeniería de materiales**. Pág. 207, 1998

### 1.1.7.1.1.1 Fenólicos

Los materiales plásticos termoestables fenólicos fueron los primeros y principales materiales plásticos usados en la industria. La patente original de la reacción de fenol con formaldehído para hacer el plástico fenólico baquelita fue debida a L. H. Baekeland en 1,909.

Los plásticos fenólicos se utilizan todavía en la actualidad porque son de bajo coste, tienen buenas propiedades aislantes eléctricas y térmicas, así como buenas propiedades mecánicas. Son fácilmente moldeables pero sufren de limitaciones en cuanto al color (generalmente, negro y marrón).

**Estructura y propiedades.** Los grandes entrecruzamientos de las estructuras aromáticas producen elevada dureza, rigidez y resistencia en combinación con unas buenas propiedades aislantes tanto eléctricas como térmicas y una buena resistencia química.

Algunos de los tipos de compuestos moldeados fenólicos son:

- ✓ **Compuestos de uso general:** Estos materiales llevan serrín como carga para incrementar la resistencia al impacto y abaratar el coste.
- ✓ **Compuestos de alta resistencia al impacto:** A estos materiales se les incorpora como carga celulosa (copos de algodón) y recorte de tejidos, junto a fibra de vidrio para alcanzar resistencias al impacto de hasta 961 J/m.
- ✓ **Compuestos aislantes de la electricidad:** Estos materiales son cargados con minerales (por ejemplo, mica) para incrementar la resistencia eléctrica.
- ✓ **Compuestos resistentes al calor:** Estos son cargados con determinados minerales arcillosos (por ejemplo, asbesto) y son capaces de resistir durante largo tiempo temperaturas de 150 a 180 °C (300 a 350 °F).

**Aplicaciones.** Los compuestos fenólicos son susceptibles de utilización en dispositivos de instalación e interruptores eléctricos, conectores y sistemas de redes telefónicas. Los ingenieros se automatización usan componentes fenólicos de moldeo en frenos de dirección asistida y para piezas de transmisión. Los fenólicos son muy usados para tiradores, botones y paneles terminales de pequeños dispositivos. Debido a que son buenos adhesivos que resisten altas temperaturas y humedades, las resinas fenólicas se utilizan en el laminado de algunos tipos de madera contrachapada y tableros de partículas de madera. Grandes cantidades de resinas fenólicas se utilizan en el laminado de algunos tipos de madera contrachapada y tableros de partículas de madera. Grandes cantidades de resinas fenólicas se usan también como un material de aglutinación de la arena en las fundiciones y para moldeados en moldes de arena aglutinada con resinas fenólicas termoendurecibles.

#### **1.1.7.1.1.2 Resinas epóxi**

Son una familia de materiales poliméricos termoestables que no dan productos de reacción cuando se produce el curado (entrecruzamiento) y tienen baja contracción por curado. Tienen también buena adherencia a otros materiales, buena resistencia química y ambiental y buenas propiedades mecánicas, así como un buen comportamiento como aislantes eléctricos.

**Estructura y propiedades.** El bajo peso molecular de las resinas epóxi en estado líquido les proporciona una elevada movilidad molecular durante el procesado. Esta propiedad permite a las resinas epóxi líquidas lubricar rápida y completamente superficies húmedas. Esta acción lubricante es importante para los epóxi utilizados en materiales reforzados y adhesivos. Además, la posibilidad de ser vertidos en su forma final es importante para envasado y encapsulado eléctrico. La alta reactividad de los grupos epóxi con agentes de curado como las aminas produce la formación de gran número de enlaces

cruzados y una elevada dureza y resistencia química. Puesto que no se originan subproductos durante la reacción de curado, la contracción durante el endurecimiento es baja.

**Aplicaciones.** Las resinas epóxi se usan en una amplia variedad de recubrimientos protectores y decorativos por su buena adhesión y resistencia mecánica y química.

Así se utilizan usualmente en: forros para latas y baterías, circuitos para motores y recubrimientos de hilos. En la industria electrónica y eléctrica, las resinas epóxi son usadas por su rigidez dieléctrica, las resinas epóxi son usadas por su rigidez dieléctrica, su baja contracción en el curado, su buena adhesión y su facilidad para retener propiedades en muchos medios tales como condiciones de lluvia y mucha humedad. Las aplicaciones típicas incluyen aislantes de alto voltaje, enchufes y encapsulamiento de transistores. Las resinas epóxi se usan también en láminas y para materiales de matrices reforzadas por fibra. Las resinas epóxi constituyen el material matriz predominante para la mayoría de los componentes de alto rendimiento tales como aquellos hechos de fibras de alto módulo (por ejemplo, grafito).

#### **1.1.7.1.1.3 Poliésteres insaturados**

Los poliésteres insaturados tienen un doble enlace covalente carbono-carbono reactivo, que puede ser sometido a cruzamiento para formar materiales termoestables. En combinación con fibras de vidrio, los poliésteres insaturados son susceptibles de experimentar entrecruzamientos para formar materiales compuestos reforzados de gran resistencia.

**Estructura y propiedades.** Las resinas de poliésteres insaturadas son materiales de baja viscosidad, susceptibles de ser mezclados con grandes cantidades de materiales de relleno reforzantes. Por ejemplo, los poliésteres insaturados pueden contener hasta un 80 por 100 en peso de fibra de vidrio.

Los poliésteres insaturados reforzados con fibra de vidrio, cuando son curados, exhiben una notable resistencia que oscila entre 172 y 344 MPa (25 a 50 psi) aparte de una buena resistencia al impacto y una aceptable resistencia química.

**Aplicaciones.** Los poliésteres insaturados reforzados con vidrio se utilizan para fabricar paneles de automóviles y prótesis. También se usan para cascos de botes pequeños y en la industria de la construcción para paneles y componentes de baño. Cuando se requiere una gran resistencia a la corrosión se utilizan los poliésteres insaturados para hacer tuberías, tanques y conductos.

#### **1.1.7.1.1.4 Resinas amino**

Son materiales poliméricos termoestables, formados por la reacción controlada de formaldehído con varios compuestos que contienen el grupo amino  $-NH_2$ . Los dos tipos más importantes de resinas amino son la urea-formaldehído y la melanina-formaldehído.

Urea o melanina reaccionan con formaldehído mediante reacciones de condensación y polimerización en las que se forma agua como subproducto, los grupos amino del extremo de la molécula reaccionan con más moléculas de formaldehído para producir una estructura polimérica reticular muy rígida. Como en el caso de las resinas fenólicas, la urea y el formaldehído son sólo parcialmente polimerizadas en un principio para producir un polímero de bajo peso molecular, el cual se pulveriza y mezcla con productos de relleno, pigmentos y un catalizador. El compuesto puede ser sometido a moldeo por compresión en su forma definitiva mediante la aplicación de calor [127 a 171 °C (260 a 340 °F)] y presión [14 a 55 MPa (2 a 8 psi)].

La melanina también reacciona con el formaldehído, mediante una reacción de condensación resultando moléculas polimerizadas de melanina-formaldehído y agua como subproducto.

**Estructura y propiedades.** La alta reactividad de los prepolímeros de bajo peso molecular de urea-formaldehído y melanina-formaldehído permite que se produzcan productos termoestables con elevado entrecruzamiento. Cuando estas resinas se combinan con celulosa (serrín y productos de relleno) se obtienen productos de bajo coste, gran rigidez, resistencia y resistencia al impacto. Los costes son menores para la urea-formaldehído que para la melanina-formaldehído, pero no tienen una resistencia al calor y una dureza superficial tan elevada como la melanina.

**Aplicaciones.** Los compuestos moldeados con cargas de celulosa de urea-formaldehído se utilizan para placas de pared y receptáculos eléctricos y para asideros y tiradores. Las aplicaciones de los compuestos de melanina con relleno de celulosa incluyen moldeados, botones, botones de control y tiradores. Las resinas hidrosolubles de urea y melanina tienen aplicaciones como adhesivos y resinas de unión por tablas de madera, contrachapados, cascos de barcos, suelos y uniones de muebles. Las resinas amino se emplean también como adhesivos para núcleos de fundición y forros de moldes.

### 1.1.7.2 Termoplásticos

Existen diferentes tipos de termoplásticos, es importante conocer los aspectos más importantes de la estructura, procesado químico, propiedades y aplicaciones.

**Propiedades básicas de termoplásticos de uso general.** Es importante conocer las densidades, resistencia a la tracción, resistencia al impacto, rigidez dieléctrica y las temperaturas máximas de uso. Una de las más importantes ventajas de muchos materiales plásticos para un gran número de

aplicaciones técnicas son sus densidades relativamente bajas. Muchos plásticos de uso general tienen densidades próximas a 1, muy bajas comparadas con las del hierro, 7.8.

Los valores de resistencia a la tracción de los materiales plásticos son relativamente bajos y por consiguiente esta propiedad representa una desventaja para algunos diseños de ingeniería. Muchos materiales plásticos tienen una resistencia a la tracción inferior a 69 MPa (10,000 psi). El ensayo de tracción para materiales plásticos se lleva a cabo con el mismo equipo que se utiliza para metales.

El ensayo de impacto que más se utiliza para materiales plásticos es el ensayo Izod con una probeta entallada. En este ensayo se usa una probeta de  $\frac{1}{8} \times \frac{1}{2} \times 2 \frac{1}{2}$  pulg. que se sujeta a la base de una máquina de ensayo de péndulo. Se mide la cantidad de energía absorbida por unidad de longitud cuando el péndulo golpea la muestra y esta energía se denomina resistencia al impacto del material. Esta medida se da generalmente en pies libra por pulgada (pie x lb/pulg.). La resistencia al impacto de los materiales plásticos de uso general, utilizando probeta entallada varía desde 0.4 a 14 pie x lb/pulg.

Los materiales plásticos son generalmente buenos materiales como aislantes eléctricos. La capacidad aislante eléctrica de los materiales plásticos se mide generalmente por su *rigidez dieléctrica*, que puede ser definida como el gradiente de voltaje capaz de producir una descarga eléctrica a través del material y se mide usualmente en V/mil o en V/mm. La rigidez dieléctrica de los materiales plásticos varía desde 385 a 1,775 V/mil.



**Tabla II. Propiedades de termoplásticos de uso general**

Material	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Resistencia a la tracción X 1.000 psi*	Resistencia al impacto Izod, pie . Lb/pulg**	Resistencia dieléctrica V/mil***	Máxima temperatura de uso (sin carga)	
					°F	°C
<b>Polietileno:</b>						
Baja densidad	0.92 - 0.93	0.9 - 2.5	---	480	180 - 212	082 - 100
Alta densidad	0.95 - 0.96	2.9 - 5.4	0.4 - 14.0	480	175 - 250	080 - 120
PVC rígido, clorado	1.49 - 1.58	7.5 - 9.0	1.0 - 5.6	---	230	110
Polipropileno de uso general	0.90 - 0.91	4.8 - 5.5	0.4 - 2.2	650	225 - 300	107 - 150
Estireno - acrilonitrilo (SAN)	1.08	10.0 - 12.0	0.4 - 0.5	1775	140 - 220	060 - 104
ABS, uso general	1.05 - 1.07	5.9	6.0	385	160 - 200	71 - 93
Acrílico, uso general	1.11 - 1.19	11.0	2.3	450 - 500	130 - 230	54 - 110
Celulósico, acetato	1.20 - 1.30	3.0 - 8.0	1.1 - 6.8	250 - 600	140 - 220	60 - 104
Politetrafluoroetileno	2.10 - 2.30	1.0 - 4.0	2.5 - 4.0	400 - 500	550	288

\* 1,000 psi = 6.90 MPa

\*\* Ensayo de impacto Izod: 1 pie . lb/pulg. = 53.38 J/m

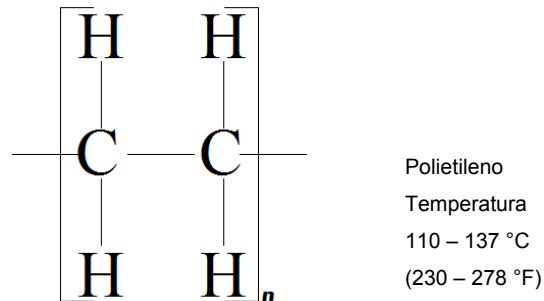
\*\*\* 1 V/mil = 39.4 V/mm

Fuente: Smith, William. **Ciencia e ingeniería de materiales**. Pág. 192, 1998

### 1.1.7.2.1 Polietileno

El polietileno (PE) es un material termoplástico translúcido entre transparente y blanquecino y que a menudo se fabrica en películas delgadas. Las secciones gruesas son translúcidas y tienen apariencia cerosa. Utilizando colorantes se obtienen una gran variedad de productos derivados.

**Figura 2. Unidad estructural química del polietileno**



Fuente: Smith, William. *Ciencia e ingeniería de materiales*. Pág. 193, 1998

**Tipos de polietileno.** En general hay dos tipos de polietileno:

- 1) de baja densidad (LDPE)
- 2) de alta densidad (HDPE)

El polietileno de baja densidad fue comercializado en primer lugar en el Reino Unido en 1,939 usando reactores autoclave (o tubulares) que requerían presiones mayores de 100 MPa (14,500 psi) y temperaturas cercanas a los 300 °C. El polietileno de alta densidad se comercializó por primera vez, siguiendo los procesos de Phillips y Ziegler usando catalizadores especiales en 1,956 – 1957. En estos procesos la presión y la temperatura para la reacción de conversión de etileno a polietileno se había rebajado considerablemente. Por ejemplo el proceso de Phillips opera a una temperatura y a una presión entre 2 a 4 MPa. (290 a 580 psi).

Más recientemente (alrededor de 1,976) se desarrolló un nuevo proceso simplificando para producir polietileno a baja presión, operando en condiciones de 0.7 a 2 MPa (100 a 300 psi) y a una temperatura de alrededor de 100 °C. El

polietileno obtenido se describe como un polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) y tiene una estructura de cadena lineal con ramificaciones laterales cortas y oblicuas.

**Estructura y propiedades.** El polietileno de baja densidad tiene una estructura de cadena ramificada que hace disminuir su grado de cristalinidad y su densidad. La estructura en cadena ramificada también hace disminuir la resistencia del polietileno de baja densidad porque reduce las fuerzas de enlace intermoleculares. El polietileno de alta densidad, al contrario, presenta ramificaciones muy pequeñas sobre las cadenas principales y por ello las cadenas son capaces de agruparse más próximas, con lo que se incrementa la cristalinidad y la resistencia.

El polietileno es, con diferencia, el material plástico más utilizado. Las razones principales por la que ocupa esta primera posición son su bajo coste y sus importantes propiedades de uso técnico, entre las que se incluye la tenacidad a temperatura ambiente y a bajas temperaturas, con suficiente resistencia para aplicaciones de muchos productos, una buena flexibilidad dentro de un amplio rango de temperaturas, incluso por debajo de  $-73^{\circ}\text{C}$ , excelente resistencia a la corrosión y muy buenas propiedades aislantes y además es inoloro, sin sabor y baja transmisión agua-vapor.

**Tabla III. Algunas propiedades de polietilenos de baja y alta densidad**

Propiedad	Polietileno de baja densidad (LDPE)	Polietileno lineal de baja densidad (LLDPE)	Polietileno de alta densidad (HDPE)
Densidad ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	0.92 - 0.93	0.922 - 0.926	0.95 - 0.96
Resistencia a la tracción X 1.000 psi	0.9 - 2.5	1.8 - 2.9	2.9 - 5.4
Alargamiento %	550 - 600	600 - 800	20 - 120
Cristalinidad %	65	----	95

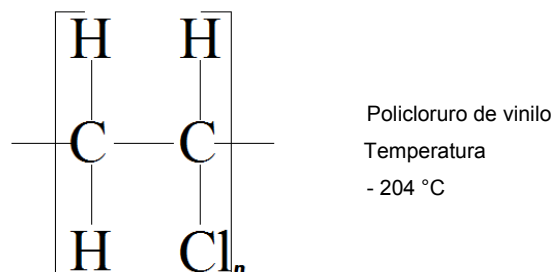
Fuente: Smith, William. *Ciencia e ingeniería de materiales*. Pág. 194, 1998

**Aplicaciones.** Entre las aplicaciones del polietileno incluimos su empleo en contenedores, como aislante eléctrico en la fabricación de material químico (tubos y varillas), en la fabricación de artículos para el hogar y de botellas moldeadas por insuflación de aire. También se usan películas de polietileno para el empaquetamientos en general y recubrimiento de pozos, vertederos y embalses.

### 1.1.7.2 Policloruro de vinilo y copómeros

El policloruro de vinilo (PVC) es el plástico que ocupa el segundo lugar de ventas en Estados Unidos. El amplio uso del PVC se atribuye principalmente a su alta resistencia química y su facilidad para ser mezclado con variedad de aditivos para dar lugar a un gran número de compuestos con una amplia gama de propiedades físicas y químicas.

**Figura 3. Unidad estructural química del PVC**



Fuente: Smith, William. **Ciencia e ingeniería de materiales**. Pág. 194, 1998

**Estructura y propiedades.** La presencia del átomo de cloro voluminoso sobre cada átomo de carbono en la cadena principal del policloruro de vinilo (PVC) da lugar a un material polimérico que es esencialmente amorfo y no recristaliza.

**Policloruro de vinilo rígido.** El policloruro de vinilo sin aditivos puede encontrar algunas aplicaciones pero es difícil de procesar y además tiene una

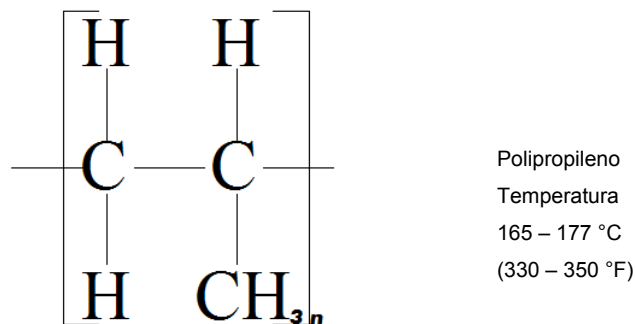
baja resistencia al impacto. La adición de resinas de caucho puede mejorar el proceso de fusión durante la transformación por formación de una dispersión de pequeñas y blandas partículas de goma en la matriz del PVC rígido. El material cauchutado sirve para absorber y dispersar la energía al impacto de tal manera que su resistencia al impacto se incrementa.

Con estas propiedades optimizadas, el PVC rígido puede utilizarse en la construcción para sistemas de tuberías y canalones, estructuras de ventanas, moldeado de interiores y decoración. El PVC se utiliza también para cableado eléctrico.

### 1.1.7.2.3 Polipropileno

Es el plástico que ocupa el tercer lugar en ventas y también es uno de los más baratos, ya que se puede sintetizar a partir de materiales petroquímicos de bajo coste utilizando un catalizador tipo ziegler.

**Figura 4. Unidad estructural química del polipropileno**



Fuente: Smith, William. *Ciencia e ingeniería de materiales*. Pág. 196, 1998

**Estructura y propiedades.** La sustitución de un grupo metilo en cada átomo de carbono secundario de la cadena principal, que conlleva el paso de polietileno a polipropileno, restringe el movimiento de rotación de las cadenas, produciendo un material más fuerte pero menos flexible. Los grupos metilo de

las cadenas también aumentan la temperatura de transición vítrea de polímero y así el polipropileno exhibe un punto de fusión más alto y temperaturas de termodeflexión más altas que el polietileno. La utilización de catalizadores estéreo específicos permite que el polipropileno isotáctico pueda ser sintetizado fácilmente. Su punto de fusión se encuentra entre 165 a 177 °C (330 a 350 °F), siendo posible someter a este material a temperaturas de 120 °C sin que se produzcan deformaciones.

El polipropileno presenta una amplia gama de propiedades que le hacen muy atractivo para ser utilizado en la fabricación de productos manufacturados. Entre estas propiedades podemos citar: buena resistencia química a la humedad y al calor, baja densidad (0.900 a 0.910 g/cm<sup>3</sup>), buena dureza superficial y estabilidad dimensional. El polipropileno posee una flexibilidad notable, lo que aconseja su uso en productos que requieran ser articulados. Debido al bajo precio del número se trata de un material termoplástico comercialmente muy competitivo.

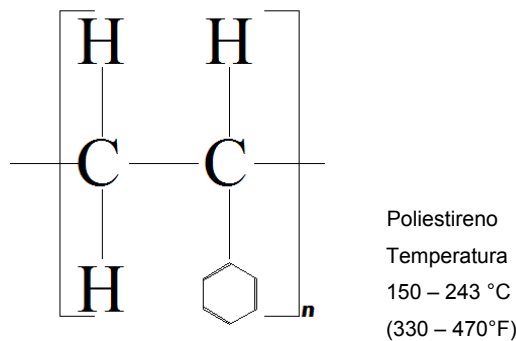
**Aplicaciones.** El polipropileno encuentra sus principales aplicaciones en productos para el hogar, electrodomésticos, embalajes, utensilios de laboratorio y varios tipos de botellas. Los copolímeros de polipropileno de alto impacto han reemplazado a los cauchos en el transporte y en los acumuladores de calor de los edificios. Se utilizan en la fabricación de sacos y se emplean directamente como bolsas y sobre envolturas para mercancías blandas, debido a su lustre, satinado y buena tenacidad. El embalaje, el polipropileno se utiliza para precintar cajas y contenedores.

#### **1.1.7.2.4 Poliestireno**

Es el cuarto termoplástico más vendido. El poliestireno homopolímero sin modificar es un material plástico transparente, inodoro, insípido y relativamente frágil. Junto al poliestireno existen otras variedades de

poliestirenos modificados con caucho y resistentes a los impactos y poliestirenos expandibles. El estireno también se utiliza en la producción de muchos copolímeros de interés.

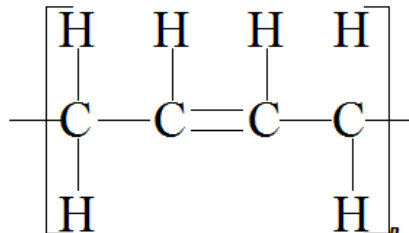
**Figura 5. Unidad estructural química del poliestireno**



Fuente: Smith, William. *Ciencia e ingeniería de materiales*. Pág. 196, 1998

**Estructura y propiedades.** La presencia del anillo fenileno en cada átomo de carbono de la cadena principal produce una configuración voluminosa rígida, con un impedimento estérico que determina la alta inflexibilidad del material a temperatura ambiente. El homopolímero se caracteriza, además de por su rigidez, por su brillo, claridad y facilidad de procesado, pero tiende a ser frágil. Las propiedades de impacto del poliestireno pueden ser mejoradas por copolimerización con polibutadieno (elastómero) el cual tiene la estructura química:

**Figura 6. Estructura química del átomo de poliestireno**



Fuente: Smith, William. *Ciencia e ingeniería de materiales*. Pág. 197, 1998

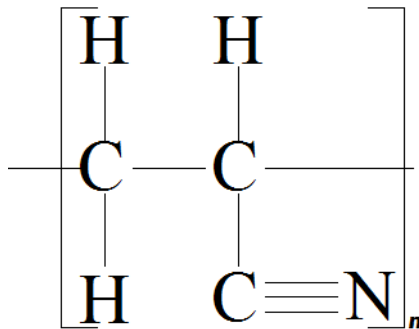
Los poliestirenos poseen buenas propiedades como aislantes electrónicos y adecuadas propiedades mecánicas en el margen de las temperaturas de trabajo.

**Aplicaciones.** El poliestireno encuentra aplicación en el recubrimiento de interiores de automóviles, electrodomésticos, discos, manillares y utensilios de cocina en general.

#### 1.1.7.2.5 Poliacrilonitrilo

Este material polimérico tipo acrílico se utiliza a menudo en forma de fibras y debido a su resistencia y estabilidad química se utiliza también como comonomero en algunos termoplásticos industriales.

**Figura 7. Unidad estructural química poliacrilonitrilo**



Fuente: Smith, William. *Ciencia e ingeniería de materiales*. Pág. 197, 1998

**Estructura y propiedades.** La alta electronegatividad del grupo nitrilo como sustituyente en una de cada dos carbonos de la cadena principal provoca una repulsión electrónica mutua que determina que las cadenas moleculares se dispongan en estructuras extensibles, rígidas y con forma de varilla. Este tipo de estructura permite que su uso se oriente a la producción de fibras fuertes que, a nivel molecular, se mantienen por establecimiento de múltiples enlaces



de hidrógeno entre las cadenas poliméricas. Como resultado, las fibras de poliacrilonitrilo tienen alta resistencia y una buena resistencia a la humedad y a los disolventes.

**Aplicaciones.** El acrilonitrilo se utiliza en forma de fibra como lana en jerseys y mantas. También es usado como monómero para producir copolímeros estireno-acrilonitrilo (resinas SAN) y terpolímeros acrilonitrilo-butadieno-estireno (resinas ABS).

#### **1.1.7.2.6 Estireno – acrilonitrilo (SAN)**

Los termoplásticos estireno-acrilonitrilo (SAN) son miembros de la familia del estireno de grandes prestaciones industriales.

**Estructura y propiedades.** Las resinas SAN son copolímeros amorfos y al azar de estireno y acrilonitrilo. Esta copolimerización crea polaridad y fuerzas atractivas por enlaces de hidrógeno entre las cadenas de los polímeros. Como resultado, las resinas SAN tienen mejor resistencia química, más altas temperaturas de deflexión térmica, superior tenacidad y mayor capacidad de soportar cargas estructurales que los poliestirenos solos. Los termoplásticos SAN son rígidos y duros se procesan fácilmente y exhiben la transparencia y claridad del poliestireno.

**Aplicaciones.** Las resinas SAN son de aplicación en espejos, componentes de automóviles, paneles de soporte de fibra de vidrio, manillares, máquinas mezcladoras, jeringuillas para la extracción de sangre, cristales de seguridad para construcción y menaje de cocina (principalmente tazas y vasos).

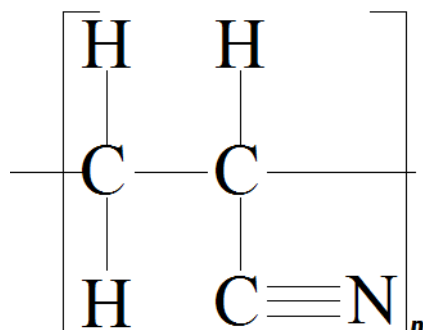
#### **1.1.7.2.7 ABS**

ABS es el nombre que se da a una familia de termoplásticos. El acrónimo se deriva de los tres monómeros utilizados para producir ABS:

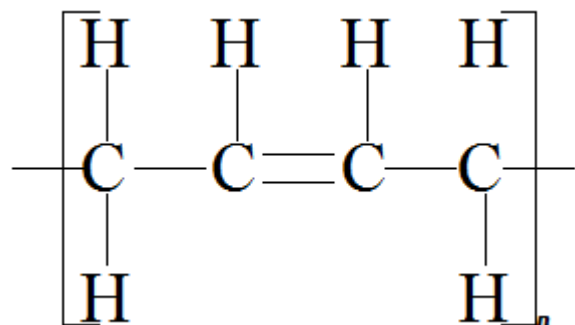
acrilonitrilo, butadieno y estireno. Los materiales ABS son conocidos por sus propiedades optimizadas para la ingeniería, como buena resistencia al impacto y la resistencia mecánica, combinadas con un fácil procesado.

**Unidades químicas estructurales.** Los ABS contienen las tres unidades químicas estructurales:

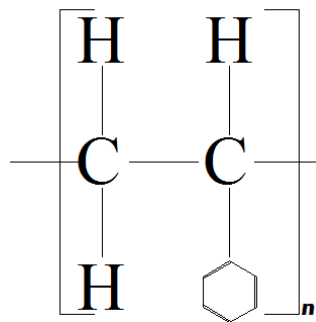
**Figura 8. Poliacrilonitrilo**



**Figura 9. Polibutadieno**



**Figura 10. Poliestireno**



Fuente: Smith, William. *Ciencia e ingeniería de materiales*. Pág. 197, 1998

**Estructura y propiedades de los ABS.** El amplio rango de propiedades técnicas que exhiben los ABS se debe a la contribución de las propiedades de cada uno de sus componentes. El acrilonitrilo contribuye con su buena resistencia química y al calor y buena tenacidad; el butadieno proporciona resistencia al impacto y baja propiedad de retención y el estireno con su brillo superficial, su rigidez y su fácil procesado.

**Aplicaciones.** La mayor utilidad de los ABS se encuentra en tuberías y herramientas, particularmente en las tuberías de drenaje-desagüe-ventilación de los edificios. Otros usos de los ABS son los recubrimientos de las puertas e interiores de los frigoríficos, las máquinas de oficina, las carcasas y cubiertas de ordenadores y teléfonos, en conductores eléctricos y en aplicaciones de escudo frente a interferencias electromagnéticas de radiofrecuencia.

### **1.1.8 Deformación y endurecimiento en materiales plásticos**

#### **1.1.8.1 Mecanismos de deformación en termoplásticos**

La deformación de materiales termoplásticos puede ser elástica, plástica (permanente) o una combinación de ambos tipos. Por debajo de su temperatura de transición vítrea, los termoplásticos se deforman fundamentalmente por deformación elástica, este produce unas curvas que son resistentes a la tracción- deformación desde -40 a 68 °C para el polimetacrilato de metilo (PMMA). Por encima de su temperatura de transición vítrea, los termoplásticos se deforman principalmente por deformación plástica, esta se da desde 122 a 140 °C.

#### **1.1.8.2 Endurecimiento en termoplásticos**

Existen los siguientes:

**Endurecimiento debido al peso molecular promedio de las cadenas de los polímeros.** La resistencia de los materiales termoplásticos depende directamente de su masa molecular promedio, puesto que la polimerización hasta un cierto intervalo de masa molecular resulta necesaria para producir un sólido estable. Sin embargo, este método no se utiliza normalmente para

controlar las propiedades de resistencia ya que en la mayoría de los casos una vez que se alcanza la masa molecular crítica, el incremento de la masa molecular promedio del material termoplástico no provoca un aumento apreciable de la resistencia.

**Endurecimiento mediante el aumento del grado de cristalinidad de los materiales termoplásticos.** El grado de cristalinidad de los termoplásticos puede afectar mucho su resistencia a la tracción. En general, a medida que el grado de cristalinidad de los termoplásticos se incrementa, la resistencia a la tracción, el módulo de elasticidad y la densidad del material aumentan.

**Endurecimiento en termoplásticos mediante la introducción de grupos atómicos laterales en la cadena principal de átomos de carbono.** El deslizamiento de cadenas durante la deformación permanente de los termoplásticos puede hacerse más difícil por la introducción de grupos laterales en la cadena principal carbonada. Este método de endurecimiento de los termoplásticos se usa, por ejemplo, para polipropileno y poliestireno.

**Endurecimiento en termoplásticos por la adición de fibras de vidrio.** Algunos termoplásticos son reforzados con fibra de vidrio. El vidrio contenido en un material termoplástico reforzado se encuentra en un rango de peso comprendido entre el 20 y el 40%. El contenido óptimo de vidrio es aquel para el que se logra el equilibrio entre la resistencia deseada, el coste promedio y la facilidad del procesado.

### **1.1.8.3 Endurecimiento en termoestables**

Los plásticos termoestables sin refuerzo se endurecen por formación de una red de enlaces covalentes a través de la estructura del material. La red covalente se establece por una reacción química dentro de los materiales termoestables después de un proceso de moldeo mediante compresión con calor y presión. Las resinas fenólicas, epoxi y poliésteres (insaturados) son

ejemplos de materiales endurecidos por este método. Debido a sus redes de enlaces covalentes, estos materiales presentan una relativamente alta resistencia, módulo elástico y rigidez.

#### **1.1.8.4 Efecto de la temperatura en la resistencia de los materiales plásticos.**

Una característica de los termoplásticos es que se ablandan gradualmente a medida que la temperatura aumenta, a medida que la temperatura va aumentando las fuerzas de enlace secundarias entre las cadenas moleculares se vuelven más débiles y la resistencia de los termoplásticos decrece. Cuando un material termoplástico se calienta por encima de la temperatura de transición vítrea  $T_g$ , su resistencia decrece enormemente debido a un pronunciado decrecimiento en las fuerzas secundarias de enlace.

En general los termoestables son más estables a altas temperaturas que los termoplásticos, pero existen termoplásticos, pero existen termoplásticos que tienen una estabilidad destacable de alta temperatura.

### **1.2 Métodos para la transformación del plástico**

Muchos métodos diferentes están siendo utilizados para transformar gránulos y pastillas de plástico en productos conformados como láminas, barras, secciones extruidas, tuberías o partes moldeadas acabadas. El proceso utilizado depende en cierta extensión de si el plástico es un termoplástico o un termoestable. Los termoplásticos se calientan normalmente a temperaturas de reblandecimiento y luego se conforman antes de enfriarlos.

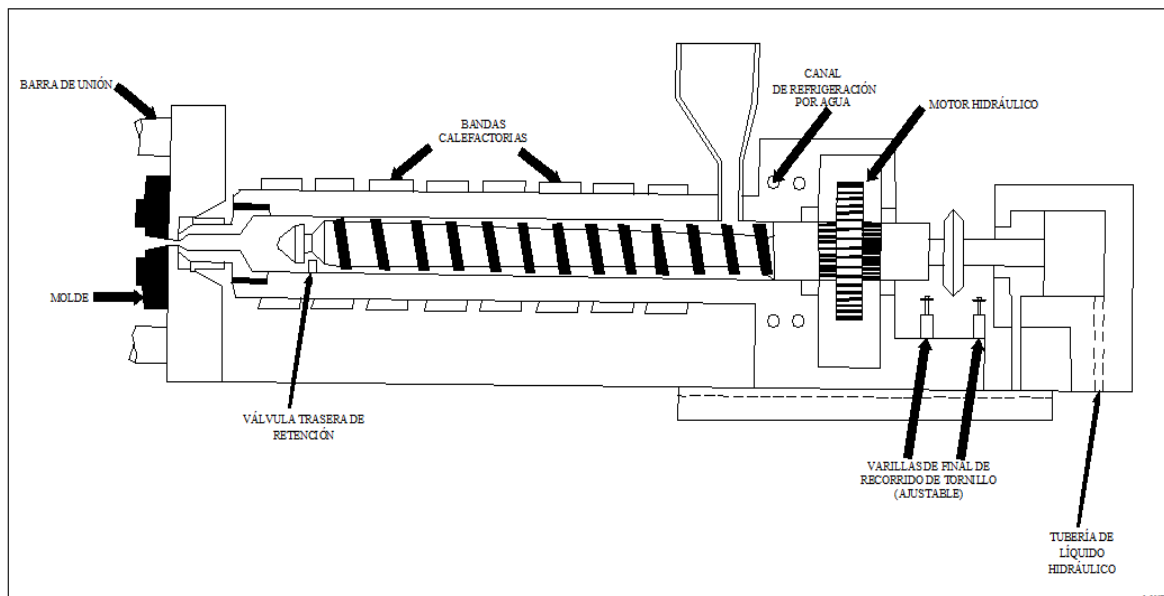
Los métodos que se utilizan para conformar polímeros dependen en gran medida de la naturaleza del mismo. Básicamente la transformación de la

resina a plástico se da por cuatro métodos: inyección, soplado, inyecta-soplado y extrusión.

### 1.2.1 Inyección

El moldeo por inyección es uno de los procedimientos más importantes de fabricación de termoplásticos. Las máquinas modernas de moldeado por inyección utilizan un mecanismo de tornillo alternativo para fundir el plástico e inyectarlo dentro del molde (Ver Figura 11). Las máquinas antiguas utilizaban un pistón para inyectar la fundición. Una de las principales ventajas del método de tornillo alternativo frente al tipo de pistón es que el tornillo impulsor entrega un fundido más homogéneo para la inyección.

**Figura 11. Mecanismo de moldeo por inyección**

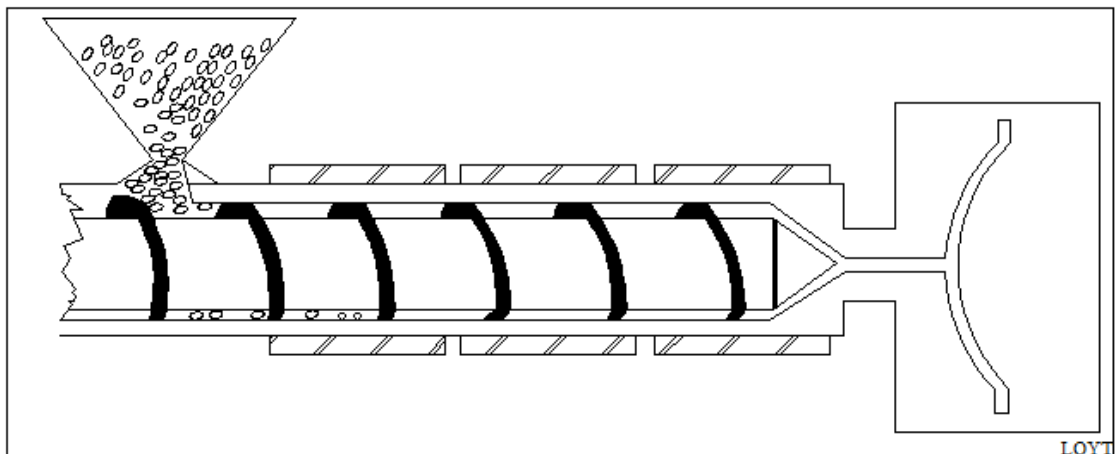


Fuente: Propia, 2008

En el proceso de moldeo por inyección, los gránulos de plástico (granza) contenidos en una tolva caen, a través de una apertura en el cilindro de

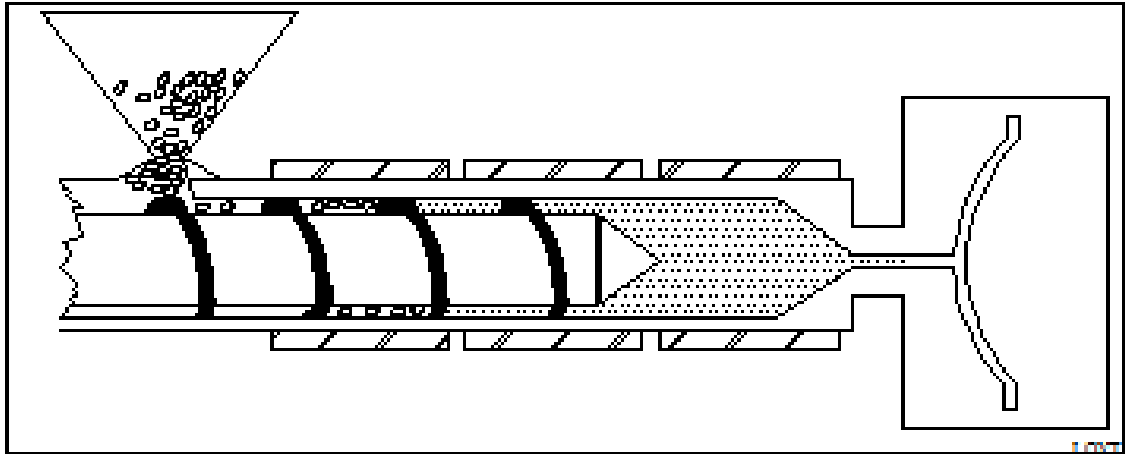
inyección, sobre la superficie de un tornillo rotatorio impulsor, el cual transporta aquéllos hacia la parte anterior del molde (Ver Figura 12). La rotación del tornillo fuerza los gránulos contra las paredes calientes del cilindro, obligándoles a que se fundan debido al calor de compresión, al de fricción y al calor de las paredes del cilindro (Ver Figura 13). Cuando en el molde, al final del tornillo, se encuentra suficiente cantidad de material fundido, el tornillo se detiene y por un movimiento de pistón inyecta un chorro de plástico fundido a través del sistema de bebedero de colada en las cavidades de un molde cerrado (Ver Figura 14). El eje del tornillo mantiene la presión sobre el material plástico que se encuentra dentro del molde durante un corto período de tiempo para permitirle convertirse en sólido y luego se retira. El molde está refrigerado por agua para enfriar rápidamente la parte plástica. Finalmente, el molde es abierto y la pieza es retirada del molde con aire o por expulsores de resorte (Ver Figura 15). Luego se cierra el molde y se prepara para otro ciclo.

**Figura 12. Gránulos de plástico a superficie de tornillo rotatorio.**



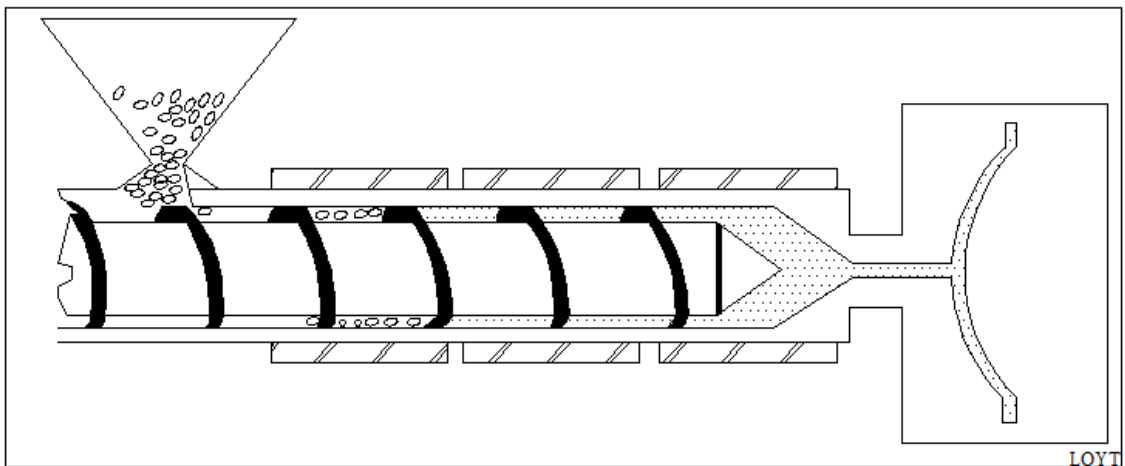
Fuente: Propia, 2008

**Figura 13. Rotación de tornillo con gránulos de plástico en paredes calientes**



Fuente: Propia, 2008

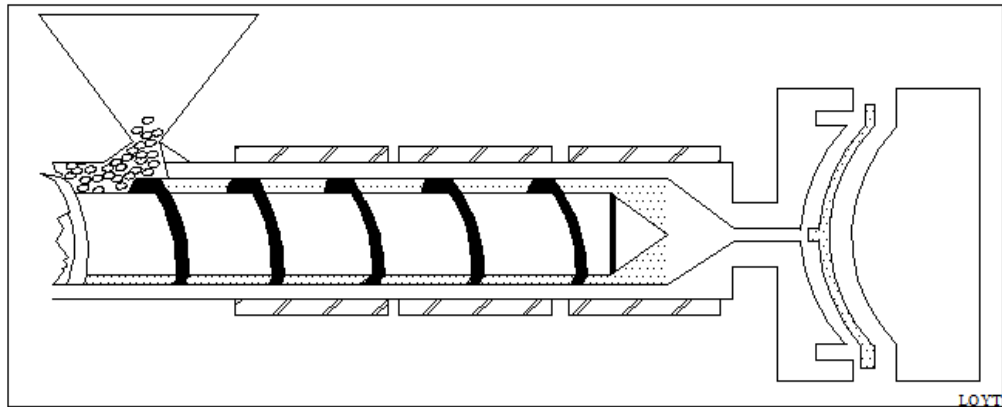
**Figura 14. Inyección de plástico a través de cavidades de molde**



Fuente: Propia, 2008



**Figura 15. Presión de tornillo sobre plástico durante moldeo**



Fuente: Propia, 2008

**A continuación se mencionan las principales ventajas del moldeo por inyección:**

- ✓ Posibilita la producción de piezas de alta calidad a altas velocidades de producción.
- ✓ El proceso tiene relativamente un bajo coste de trabajo.
- ✓ Se pueden conseguir buenos acabados superficiales sobre la parte moldeada.
- ✓ El proceso puede hacerse altamente automatizado.
- ✓ Facilita la fabricación de formas complicadas.

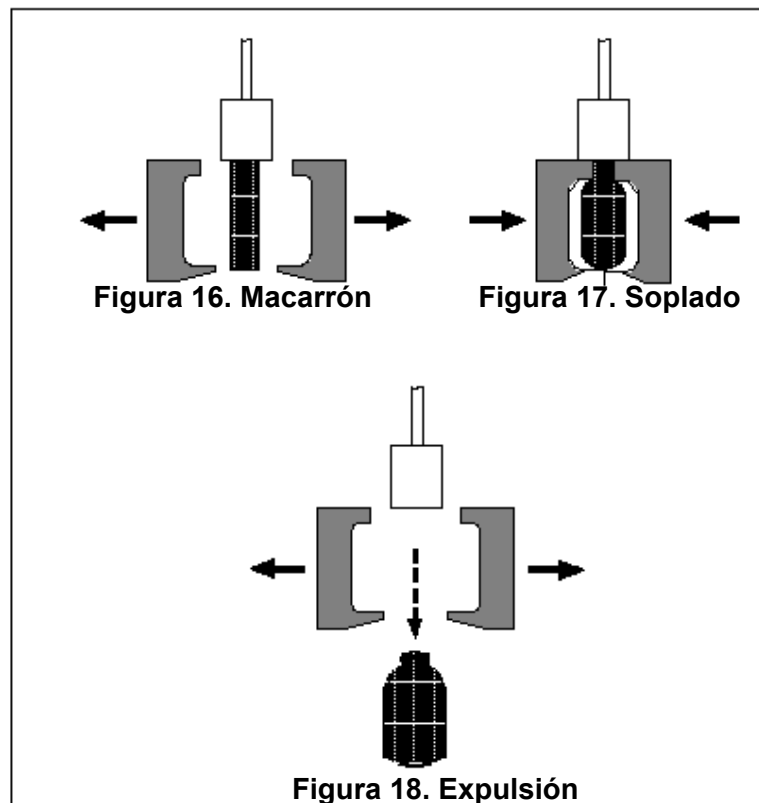
**Las principales desventajas del moldeo por inyección son:**

- ✓ El alto coste de la maquinaria, que implica la necesidad de producir un gran volumen de piezas para amortizarla.
- ✓ El proceso precisa ser controlado paso a paso con el fin de conseguir un producto de calidad.

### 1.2.2 Soplado

Otros métodos importantes de procesamiento de los termoplásticos son el moldeo por soplado y el termoformado de láminas. En el moldeo por soplado se coloca un cilindro o tubo de plástico calentado llamado preforma entre las mordazas de un molde (Ver Figura 16). El molde se cierra para sellar los extremos del cilindro (Ver Figura 17) y se insufla dentro de aire comprimido forzando el plástico contra las paredes del molde (Ver Figura 18).

En el termoformado, una hoja de plástico calentado es forzada dentro de los contornos de un molde a presión. La presión mecánica puede usarse con matrices de contacto, o bien puede aplicarse vacío para arrastrar la hoja dentro de una matriz abierta. También se puede utilizar el aire a presión para forzar una hoja calentada dentro de una matriz abierta.



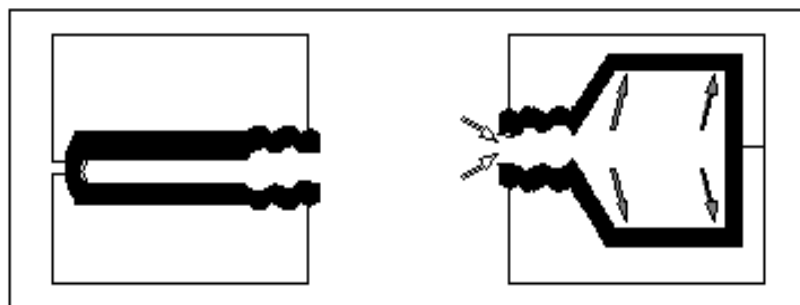
### 1.2.3 Inyector-soplado

Este método inicia con el moldeo por inyección de una preforma, el cual luego es recalentado y soplado hasta obtener su forma final en un molde, en general en el moldeo por soplado la resina se coloca en una tolva donde después de un proceso de calentamiento se forma una cavidad hueca conocida como preforma y que tiene la apariencia de un macarrón éste llega al molde donde mediante la presión de un gas el material se expande hacia las paredes comienza con el moldeo por inyección de una preforma, el cual luego es recalentado y soplado hasta obtener su forma final en un molde.

En general en el moldeo por soplado la resina se coloca en una tolva donde después de un proceso de calentamiento se forma una cavidad hueca conocida como preforma y que tiene la apariencia de un macarrón éste llega al molde donde mediante la presión de un gas el material se expande hacia las paredes (Ver Figura 19). El molde debe ser adecuadamente ventilado para eliminar deficiencias en el acabado superficial. Cuando el producto ya está lo suficientemente frío para que no ocurra ninguna deformación éste se abre y sale la pieza ya formada.

El molde debe ser adecuadamente ventilado para eliminar deficiencias en el acabado superficial. Cuando el producto ya está lo suficientemente frío para que no ocurra ninguna deformación éste se abre y sale la pieza ya formada.

**Figura 19. Inyección y soplado**



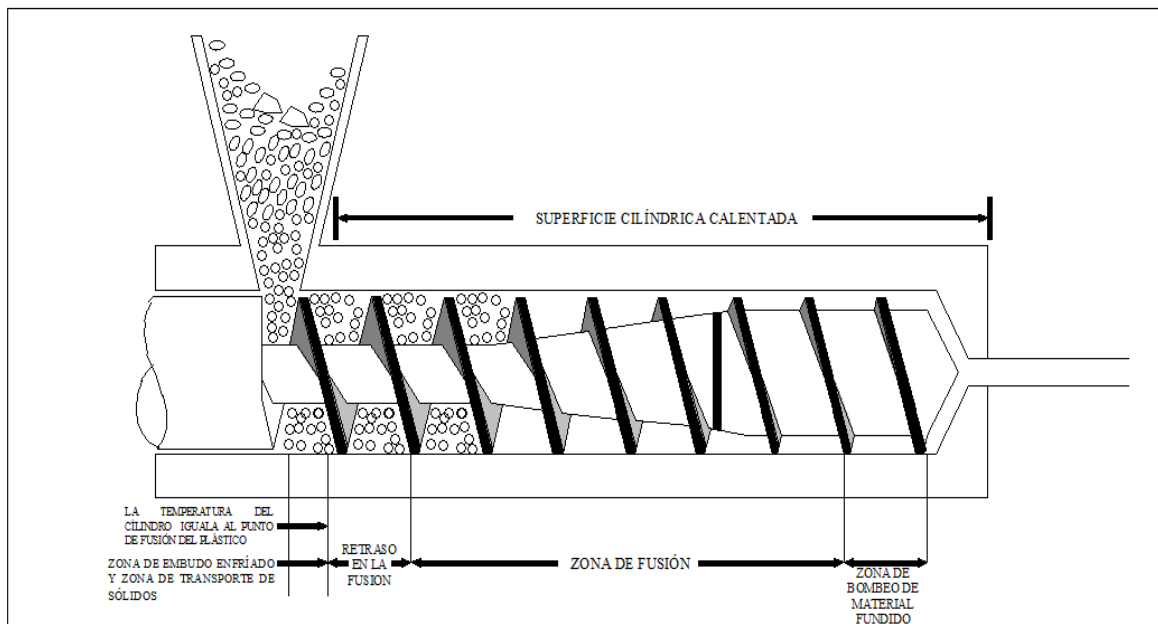
Fuente: Propia, 2008

### 1.2.4 Extrusión

Método utilizado en la fabricación de termoplásticos. Algunos de los productos manufacturados por el proceso de extrusión son: tubos, barras, películas, hojas, etc.. Este proceso es utilizado también para fabricar materiales plásticos de mezclado para la producción de formas en bruto tales como pastillas y para el aprovechamiento de materiales termoplásticos residuales.

En el proceso de extrusión se inyecta la resina termoplástica dentro de un cilindro calentado, y al plástico fundido se le fuerza a pasar, mediante un tornillo giratorio, a través de una abertura (o aberturas) que conduce a una matriz preparada adecuadamente para obtener configuraciones continuas (Ver Figura 20). Después de su salida la matriz, la pieza extruida debe enfriarse por debajo de su temperatura de transición vítrea para asegurar una estabilidad dimensional. El enfriamiento se realiza normalmente mediante un sistema de agua o de chorro de aire.

Figura 20. Moldeo por extrusión



Fuente: Propia, 2008

### 1.3 Ventajas y Desventajas por la fabricación de piezas de plástico

#### Ventajas

- ✓ **Reciclaje:** Los productos fabricados con plástico como los envases retornables de bebidas gaseosas se benefician, debido a que solamente necesita del lavado minucioso (condiciones de higiene, ciclo de vida del envase, etc.) para volver a ser utilizados. Por ello junto con el aluminio, es uno de los materiales de recuperación mejor valorados.
- ✓ **Recuperación química:** Consiste en despolimerizar los plásticos y reducirlos hasta sustancias químicas sencillas, con el objetivo de recuperar componentes químicos individuales para producir nuevos plásticos con las mismas características y propiedades de los materiales vírgenes.
- ✓ **Ayuda Ecológica:** Cuando se transportan artículos empacados en envases de plástico se ahorra combustible, esto supone también niveles más bajos de contaminación por parte de la flota de transporte.
- ✓ **Seguridad:** El plástico utilizado en el hogar reduce el índice de accidentes causados por el uso de vidrio o metal. Uno de los factores influyentes, es que el plástico se moldea para que tenga un mejor agarre por ser un material poroso y poco rígido.
- ✓ **Fácil manejo:** Las compañías productoras de farmacéuticos y alimentos de consumo masivo, prefieren utilizar envases plásticos por razones de higiene y seguridad, su bajo costo, mejor maniobrabilidad, menor volumen, densidad y peso.
- ✓ **Diversidad comercial:** La facilidad para poder elaborar cualquier tamaño de envase, ha generado que sea utilizado en varios campos de la industria. Existen diversas presentaciones, como por ejemplo; galones, litros, botellas, tarros, envases, tapaderas, etc.

## **Desventajas**

Actualmente no se ha conocido factores que alteren:

- ✓ Seguridad
- ✓ Gases tóxicos

### **1.4 Control de calidad**

#### **1.4.1 Definición de calidad**

Es un conjunto de propiedades y características de un producto, proceso o servicio que le confieren su actitud para satisfacer las necesidades establecidas o implícitas.

Para los fabricantes de envases y tapaderas plásticas, podemos decir que calidad es la medida del cumplimiento de las especificaciones del cliente

El cliente define sus especificaciones de acuerdo al uso que le dará al envase y la tapadera. Si se cumple con ellas, se estará produciendo con calidad de conformidad con las especificaciones. Los factores de producción que contribuyen a lograr una buena calidad y que la determinan son:

- ✓ Maquinaria en buen estado
- ✓ Materiales adecuados
- ✓ Mano de obra capacitada
- ✓ Métodos adecuados (buenas prácticas)

#### **1.4.2 Definición de control total de calidad**

Es un conjunto de esfuerzos efectivos de los diferentes grupos de una organización, para la integración, desarrollo, mantenimiento y superación

de la calidad de un producto, con el fin de hacer posible que la fabricación y/o el servicio se efectúen a satisfacción del consumidor y con el nivel más económico.

### **1.5 Importancia del control total de calidad**

Un punto de partida básico es saber que los elementos significativos para la satisfacción del cliente y por ello para la competitividad de la empresa, están determinados por la calidad del producto, el precio y la calidad del servicio (donde se incluye el tiempo de la entrega de los productos y los servicios. Por ende se es más competitivo cuando se ofrece mejor calidad a bajo precio y con buen servicio. La calidad está dada por las características, atributos y tecnología del producto mismo, en tanto, el precio es lo que el consumidor final paga por el bien, y la calidad del servicio la determina la forma en que el cliente es atendido por la empresa.

En resumen cuando la empresa le da la importancia debida a la calidad esta se traduce en competitividad, esta capacidad se manifiesta por:

- ✓ Calidad y diferenciación del producto o servicio.
- ✓ Precio y términos de pago.
- ✓ Calidad en el servicio, que incluye tiempos, oportunidad y flexibilidad de entrega, además de apoyo en refacciones y reparaciones, soporte en capacitación para el uso del producto y para conocer sus potenciales.

### **1.6 Factores que controlan la calidad**

#### **1.6.1 Materia prima**

Debido a los costos de la producción y a las exigencias en cuanto a calidad, los materiales se deben usar dentro de los límites más estrechos, es

decir, especificaciones más estrictas en los materiales y una mayor diversidad de éstos. Ya no sirve la inspección.

Los materiales que se utilizan para la elaboración de un envase plástico deben de ser los adecuados, porque estos influyen en la calidad del mismo. El utilizar materia prima de baja calidad, es un riesgo, pues ocasiona problemas de fabricación incurriendo en gastos innecesarios de mano de obra y de tiempo.

### **1.6.2 Mano de obra**

El crecimiento rápido de conocimientos técnicos y la creación de campos totalmente nuevos, han creado una gran demanda de personas con conocimientos especializados. La especialización se ha hecho necesaria porque los campos de conocimiento se han incrementado no sólo en número sino en amplitud, aún cuando la especialización tiene sus ventajas y desventajas al quebrantar la responsabilidad en la calidad.

La fuerza de trabajo en la fabricación de envases plásticos debe de ser calificada, ya que se debe tener habilidad para manejar el envase en el corte de rebaba, empaque y ajuste de maquinaria asegurando así la calidad.

### **1.6.3 Máquinas y métodos**

La exigencia dentro de las empresas de lograr reducciones de costo y mayor volumen de producción para satisfacer al consumidor en mercados altamente competitivos ha conducido al uso de equipos de una alta tecnología. La rápida evolución de la tecnología computacional ha hecho posible la recolección, almacenamiento, recuperación y manipulación de la información en escala, proporcionando los medios para un nivel de control sin precedentes,



obteniendo la información mucho más exacta, oportuna y predictiva sobre la cual basar las decisiones que guían el futuro de un negocio.

Debido al crecimiento industrial y por ende de la competencia en el mercado plástico, sumándose a ello la situación económica; la empresa se ve obligada a reducir costos y aumentar volúmenes de producción, por lo que se opta por la automatización del proceso donde se utiliza un mayor número de máquinas que deben funcionar perfectamente. Los métodos de trabajo deben tener como fin simplificar las operaciones que realice el operador para economizar esfuerzo humano, aumentar seguridad y productividad.

#### **1.6.4 Capital**

El aumento en la competencia, aunado a las fluctuaciones económicas mundiales, ha reducido los márgenes de ganancia. La automatización y la mecanización han obligado a desembolsos de consideración para equipos y procesos nuevos. El resultado del aumento en las inversiones, que se deben amortizar aumentando la productividad, ha provocado que cualquier pérdida importante de producción debida a desperdicios y a reproceso, se convierta en un asunto sumamente costoso.

Los costos de calidad conjuntamente con los de mantenimiento y de mejoramiento se han remontado a alturas sin precedentes, esto ha llevado a las empresas a considerar el costo de calidad como un punto débil, en que se deben mejorar las utilidades disminuyendo sus costos y pérdidas operativas.

#### **1.6.5 Mercados**

La gran variedad de productos nuevos lanzados al mercado, crece de una manera explosiva, muchos de estos productos son el resultado de

tecnologías nuevas que abarcan no solamente al producto en si sino que también a los materiales y métodos empleados.

Para competir el creciente mercado, es necesario producir envases de alta calidad que satisfagan las exigencias de los consumidores para cubrir sus necesidades. Produciendo productos de todos los tamaños y en todas las presentaciones expandiendo de ésta manera el mercado.

### **1.6.6 Administración**

La responsabilidad de la calidad se ha distribuido en varios grupos especializados. Por ejemplo la mercadotecnia, debido a su función de planeación del producto, debe establecer los requisitos de éste en donde los ingenieros tienen la misión de diseñar un producto que satisfaga los requisitos. Producción debe establecer y perfeccionar los procesos que tengan la capacidad adecuada para elaborar el producto dentro de las especificaciones fijadas por los ingenieros. Control de calidad reglamentará las mediciones de la calidad durante el flujo del proceso que aseguren que el producto final cumpla con los requisitos de calidad.

### **1.6.7 Misceláneas**

Para diseños más exigentes, se debe tener un mayor control en aspectos que no toman interés y que de alguna manera constituyen la calidad del envase plástico. Se debe considerar un lugar conveniente al trabajo con las condiciones necesarias para que el operador pueda trabajar sin ningún contratiempo.

## **1.7 Tipos de costos de calidad**

### **1.7.1 Costos de acciones preventivas**

Tienen como finalidad evitar que ocurran defectos. Los elementos que lo componen son: ingenieros de control de la calidad y empleados adiestrados en asuntos de calidad.

Además, incluyen los costos de planificación, capacitación de calidad, diseño de equipo y procesos para medir y controlar la calidad, y otras actividades que se realizan con el fin de prevenir los defectos.

### **1.7.2 Costos de acciones de aseguramiento**

Incluyen los gastos necesarios para conservar en la compañía los niveles de calidad por medio de una evaluación formal de la calidad de los productos. Estos gastos comprenden los de los elementos de inspección, pruebas, sanciones y auditorías de calidad, así como el mantenimiento de los materiales y equipos que se usan para probar el producto y la realización de auditorías de productos y pruebas de campo.

### **1.7.3 Costos de acciones correctivas**

Son causados por materiales y productos defectuosos que no satisfacen las especificaciones de calidad de la compañía. Incluyen elementos inútiles, elementos por reprocesar, y quejas que provienen del mercado. También abarcan costos ocultos, como los costos de manejo, papeleo, retrabajo y reparaciones.

## **1.8 Definición de diagrama**

Dibujo en que se muestran las relaciones entre las diferentes partes de un conjunto o sistema.

### **1.8.1 Diagrama de proceso de operación (DOP)**

Un diagrama del proceso de la operación es una representación gráfica de los puntos en los que se introducen materiales en el proceso y del orden de las inspecciones y de todas las operaciones, excepto las incluidas en la manipulación de los materiales. Este diagrama muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones de taller o en máquinas, inspecciones, márgenes de tiempo y materiales a utilizar en un proceso de fabricación o administrativo, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque o arreglo final del producto terminado. Señala la entrada de todos los componentes y subconjuntos al ensamble con el conjunto principal.

**Elaboración del diagrama de operaciones de proceso.** Cuando se elabora un diagrama de esta clase se utilizan dos símbolos: un círculo pequeño, que generalmente tiene 10 mm de diámetro, para representar una operación, y un cuadrado, con la misma medida por lado, que representa una inspección.

Una operación ocurre cuando la pieza en estudio se transforma intencionalmente, o bien, cuando se estudia o planea antes de realizar algún trabajo de producción en ella.

Una inspección tiene lugar cuando la parte se somete a examen para determinar su conformidad con una norma o estándar.

Se usan líneas verticales para indicar el flujo o curso general del proceso a media que se realiza el trabajo, y se utilizan líneas horizontales que

entroncan con las líneas de flujo verticales para indicar la introducción de material, ya sea proveniente de compras o sobre el que ya se ha hecho algún trabajo durante el proceso.

### **1.8.2 Diagrama de flujo del proceso (DFP)**

Es una representación gráfica de la secuencia de todas las operaciones, los transportes, las inspecciones, las esperas y los almacenamientos que ocurren durante un proceso. Incluye, además, la información que se considera deseable para el análisis, por ejemplo el tiempo necesario y la distancia recorrida. Sirve para las secuencias de un producto, un operario, una pieza, etc.

Este diagrama contiene, en general, muchos más detalles que el de operaciones. Por lo tanto, no se adapta al caso de considerar en conjunto ensambles complicados. Se aplica sobre todo a un componente de un ensamble o sistema para lograr la mayor economía en la fabricación, o en los procedimientos aplicables a un componente o una sucesión de trabajos en particular. El diagrama de flujo es especialmente útil para poner de manifiesto costos ocultos como distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales. Una vez expuestos estos periodos no productivos, el analista puede iniciar el proceso de mejoramiento.

Además de registrar las operaciones y las inspecciones, el diagrama de flujo de proceso muestra todos los traslados y retrasos de almacenamiento con los que tropieza un artículo en su recorrido por la planta. En él se utilizan otros símbolos además de los de operación e inspección empleados en el diagrama de operaciones.

Una pequeña flecha indica transporte, que se define como el movimiento de un lugar a otro, o traslado de un objeto, cuando no forma parte del curso normal de una operación o una inspección. Un símbolo como la letra D mayúscula indica demora o retraso, el cual ocurre cuando no se permite a una

pieza se procesada inmediatamente en la siguiente estación de trabajo. Un triángulo equilátero puesto sobre su vértice indica almacenamiento, o sea cuando una pieza se retira y protege contra un traslado no autorizado (Ver Figura 21). Cuando es necesario mostrar una actividad combinada, por ejemplo cuando un operario efectúa una operación y una inspección en una estación de trabajo.

### **1.8.3 Diagrama de recorrido del proceso (DRP)**






Aunque el diagrama de flujo de proceso suministra la mayor parte de la información pertinente relacionada con un proceso de fabricación, no es una representación objetiva en el plano del curso del trabajo. Algunas veces esta información sirve para desarrollar un nuevo método. Por ejemplo, antes de que pueda acortarse un transporte es necesario ver o visualizar donde habría sitio para agregar una instalación o dispositivo que permita disminuir la distancia. Asimismo, es útil considerar posibles áreas de almacenamiento temporal o permanente, estaciones de inspección y puntos de trabajo.

La mejor manera de obtener esta información es tomar un plano de la distribución existente de las áreas a considerar en la planta, y trazar en él las líneas de flujo que indiquen el movimiento del material de una actividad a otra. Una representación objetiva o topográfica de la distribución de zonas y edificios, en las que se indica la localización de todas las actividades registradas en el diagrama de flujo de proceso, se conoce como diagrama de recorrido o de actividades.

Al elaborar este diagrama de recorrido el analista debe identificar cada actividad por símbolos y números que correspondan a los que aparecen en el diagrama de flujo de proceso. El sentido del flujo se indica colocando periódicamente pequeñas flechas a lo largo de las líneas de recorrido. Si se

desea mostrar el recorrido de más de una pieza se puede utilizar un color diferente para cada una.

**Figura 21. Símbolos de diagrama de operaciones de proceso**

ACTIVIDAD	RESULTADO PREDOMINANTE
OPERACIÓN 	SE PRODUCE O EFECTUA ALGO
INSPECCIÓN 	SE VERIFICA CALIDAD O CANTIDAD
TRANSPORTE 	SE CAMBIA DE LUGAR O SE MUEVE
DEMORA 	SE INTERFIERE O RETRASA EL PASO SIGUIENTE
ALMACENAJE 	SE GUARDA O PROTEGE

Fuente: Propia. 2008

### 1.9 Definición de diagrama de Pareto

El gráfico de Pareto es una forma especial de gráfico de barras verticales, el cual ayuda a determinar la prioridad que se le debe dar a los problemas a efectos de resolverlos.

Para la recolección de los datos que servirán para construir un gráfico de Pareto se utilizan diversos medios, ya sea hojas de inspección o gráficos de control, los cuales ayudarán a orientar los problemas en orden de importancia de mayor a menor o de izquierda a derecha.

### **1.9.1 Procedimiento**

- ✓ Seleccionar los problemas a ser comparados y ordenarlos por categoría, de mayor a menor o de izquierda a derecha.
- ✓ Seleccionar la unidad de medición del patrón de comparación, por ejemplo: el porcentaje de defectos, mensual, la frecuencia de los rechazos por tal o cual defecto, etc.
- ✓ Seleccionar el período de tiempo a ser estudiado, por ejemplo, 6 horas, 1 día, 1 semana, etc.
- ✓ Diseñar una tabla para conteo de datos con espacio suficiente para registrar los totales.
- ✓ Reunir los datos necesarios de cada categoría.
- ✓ Elaborar una tabla de datos con la lista de problemas, los totales individuales, los totales acumulados, la composición porcentual y los porcentajes acumulados.
- ✓ Llenar la tabla de datos.
- ✓ Enumerar en orden decreciente de frecuencia y de izquierda a derecha sobre el eje horizontal las diferentes categorías; las categorías que contengan menos artículos pueden ser incluidas en la categoría denominada “otros”, la cual es colocada al extremo derecho de la clasificación.
- ✓ Arriba de cada categoría o clasificación, dibujar una barra cuya altura represente la frecuencia o costo de esa clasificación.
- ✓ Escribir en el diagrama cualquier información necesaria: información sobre el diagrama (título, cifras significativas, unidades), información sobre los datos (período de tiempo, tema y lugar de la investigación, número total de datos).





## **2. EVALUACIÓN ACTUAL DE LA INDUSTRIA DE ENVASES Y TAPADERAS PLÁSTICAS**

Actualmente la industria produce gran variedad de envases y tapaderas de plástico, estas son distribuidas en el mercado nacional e internacional (Estados Unidos, Costa Rica y El Salvador), pero a pesar de las exigencias de estos mercados no se cuentan con procedimientos de calidad bien estructurados para ofrecer un producto acorde a las necesidades de los clientes y poder así competir en el mercado nacional e internacional.

La empresa actualmente cuenta con 63 máquinas inyectoras y 30 operarios, cada máquina opera según las necesidades que se tengan. Se tienen 3 turnos, el A y el B son jornadas mixtas y el C es el turno nocturno de 12 horas, esto con el fin de producir durante las 24 horas del día.

La materia prima (polipropileno, masterbach y pigmentos) que se utiliza es importada directamente desde Estados Unidos, al momento en que se procede a descargar los contenedores de resina no se verifica si es la que se solicitó y por consiguiente se tienen problemas cuando inicia la producción de un determinado envase y/o tapadera, esto se observa hasta el momento en que el material es utilizado.

Actualmente existen 3 inspectores de calidad, uno en cada turno, ellos se dedican a observar solamente el color, acople de tapadera, rebaba y peso, ya que ellos no cuentan con procedimientos por escrito (hojas de especificaciones). La falta de procedimientos ocasionan problemas, puesto que los inspectores no conocen las especificaciones del cliente y trabajan en forma empírica, contribuyendo esto a continuos rechazos de productos ya que el cliente no queda satisfecho con el producto final. A continuación se detalla el proceso para iniciar la producción del envase y/o tapadera plástica utilizado actualmente:

- ✓ Recibir orden de compra por parte del cliente al departamento de ventas.
- ✓ Verificar si hay existencia de producto en bodega.
- ✓ Transmitir la información al encargado de producción en donde se determina la cantidad que se necesita producir, dicha información es trasladada por el departamento de ventas.
- ✓ Determinar la cantidad a producir, definiendo el tiempo de producción necesario para obtener las piezas indicadas en la orden de compra, todo esto en función del ciclo con el que trabaja la inyectora.
- ✓ Transmitir la información a los departamentos de resinas y colorantes y taller de moldes.
- ✓ Proceder al ajuste de maquina (taller de moldes), para posteriormente recibir por parte del departamento de resinas y colorantes la materia prima que se utilizara para la elaboración del producto.
- ✓ Producir el envase a gran escala (inicio de producción).

## **2.1 Descripción del proceso**

El proceso comienza cuando se obtiene la orden de producción con el número de piezas que se necesitan se transmite la información al departamento de resinas y colorantes y al taller de moldes, el departamento de resinas y colorantes realiza el pedido de material que se necesita para poder inyectar el número de piezas requeridas a la bodega de materia prima (20 minutos), se procede a preparar 3 kilogramos de material con el color deseado según formulas utilizadas en producciones anteriores (el inspector de calidad no verifica si el color es el que desea el cliente) (5 minutos) y se transporta del departamento de resinas y colorantes a la máquina inyectora que se utilizara (2 minutos), se debe de esperar hasta que el departamento de taller de moldes entregue la máquina ajustada (60 minutos aproximadamente). El

color es autorizado por los inspectores de calidad después de correr las primeras pruebas.

El taller de moldes procede a realizar lo siguiente:

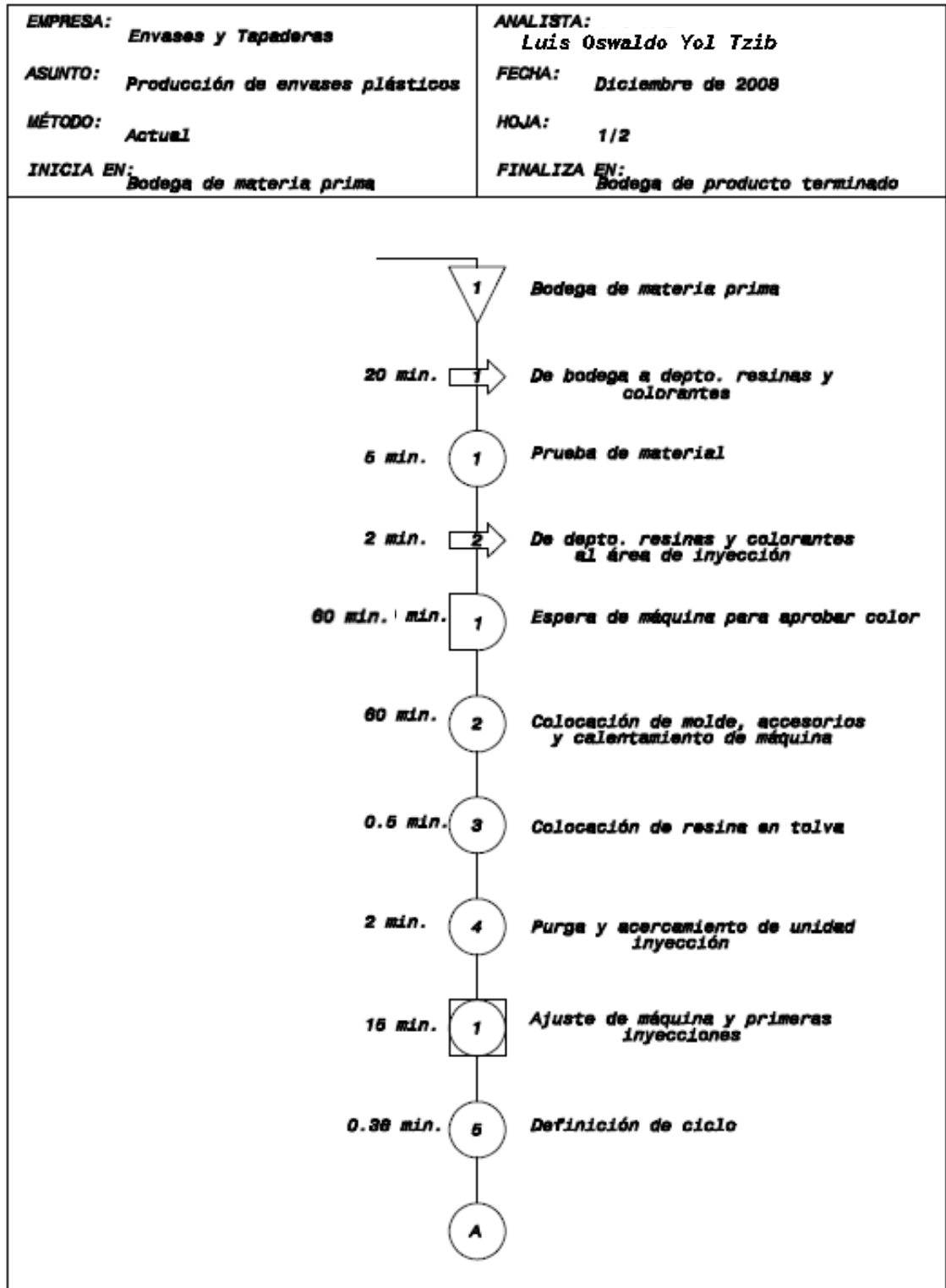
- ✓ Encender calefacción.
- ✓ Limpiar el molde que a utilizar.
- ✓ Transportar el molde a utilizar desde el taller hasta la maquina, por medio de una carretilla.
- ✓ Limpiar la máquina.
- ✓ Colocar los accesorios.
- ✓ Colocar el molde

El tiempo para efectuar los pasos anteriores es de 60 minutos.

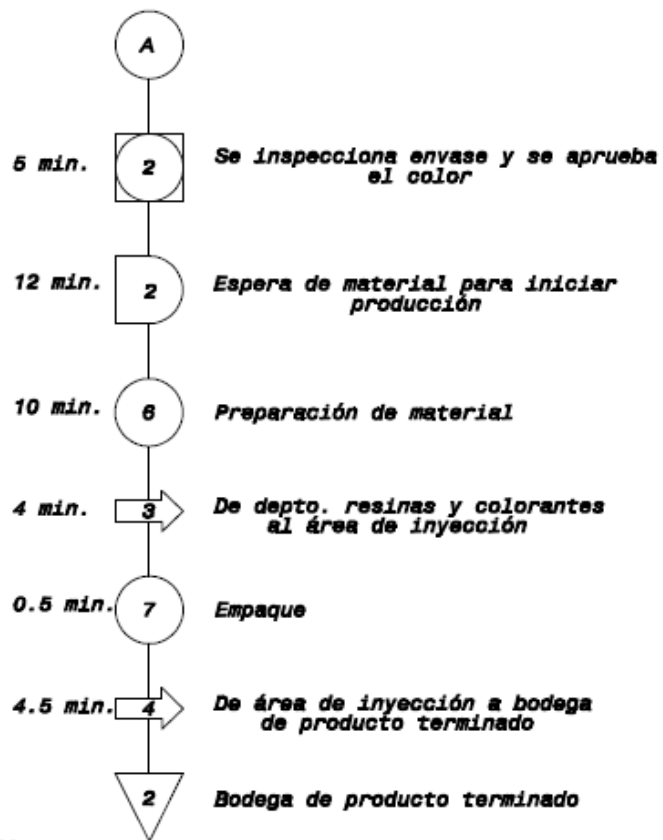
Se llena la tolva con el material preparado por el departamento de resinas y colorantes (0.50 minutos), la persona encargada del ajuste procede a purgar la máquina y acerca la unidad de inyección a las placas que sostienen el molde (2 minutos), se inyecta por primera vez la pieza deseada y se inspecciona asimismo se ajusta la cantidad de material, tiempo de enfriamiento, rapidez del molde, tiempo de inyección, temperaturas de unidad de inyección, velocidad de inyección y expulsores del lado de expulsión e inyección (15 minutos), ajustada la máquina se define el ciclo (0.38 minutos), se inspecciona y se aprueba el color de envase (5 minutos), se espera la resina para iniciar la producción (12 minutos), el departamento de resinas y colorantes realiza la carga para poder obtener el número de piezas que indica la orden de producción (10 minutos) y se transporta el material a utilizar en dos viajes de 2 minutos cada uno (4 minutos). Por último se empaca la pieza y se transporta a bodega de producto terminado (5 minutos).

### 2.1.1 Diagrama de flujo de proceso

Figura 22. Diagrama de flujo de proceso



<b>EMPRESA:</b> Envases y Tapaderas	<b>ANALISTA:</b> Luis Oswaldo Yo1 Tzib
<b>ASUNTO:</b> Producción de envases plásticos	<b>FECHA:</b> Diciembre de 2008
<b>MÉTODO:</b> Actual	<b>HOJA:</b> 2/2
<b>INICIA EN:</b> Bodega de materia prima	<b>FINALIZA EN:</b> Bodega de producto terminado



**RESUMEN**

SÍMBOLO	ACTIVIDAD	NO.	TIEMPO (MIN.)
○	OPERACIÓN	7	78.38
◻	OPERACIÓN - INSPECCIÓN	2	20.0
→	TRANSPORTE	4	30.5
D	DEMORA	2	72.0
▽	ALMACENAJE	2	----
<b>TOTAL</b>		<b>17</b>	<b>200.88</b>

## 2.2 Descripción y tipo maquinaria

**Descripción de máquina.** La industria cuenta actualmente con 63 máquinas inyectoras, traídas de Alemania, se poseen inyectoras aptas para 5 tonelajes, todas las máquinas son similares, la diferencia radica en el tamaño de cada una de ellas, esto debido a que existen diferentes tamaños y tipos de moldes.

**Tipo de máquina.** Las maquinas que se tienen son marca Netstal de diferentes toneladas métricas de velocidad, para aplicación de producción a gran escala, los tonelajes son: 30, 75, 90, 130 y 200 respectivamente. Cada tonelaje es utilizado para diferentes envases y tapaderas respectivamente, por ejemplo las Netstal 30 son utilizadas para el inserto y tapadera pastillero, las Netstal 75 son utilizadas para el tarro de 10 onzas, las Netstal 90 son utilizadas para el tarro de 9 onzas, las Netstal 130 y 200 son utilizadas para hacer producto popular como canastos, cubetas y coladores.

Las maquinas Netstal poseen las siguientes características:

- ✓ Ahorro de energía eléctrica porque cuentan con dispositivos de convertidor de frecuencia que ahorran hasta un 30% del consumo normal.
- ✓ Son máquinas de alta velocidad que permiten tener ciclos de producción muy rápidos.
- ✓ Fácil de operar
- ✓ Acabados en los productos de alta calidad.

## 2.3 Descripción del molde de inyección

El material del cual está fabricado un molde influye en los acabados en que se obtendrá el producto. Existen diferentes tipos de materiales que se pueden utilizar para fabricar un molde y estos son; aluminio, acero y antimonio.

La industria cuenta con moldes fabricados con acero provenientes de suiza, Estados Unidos y Alemania, este material ofrece mejores acabados ya que cuando se les enfría endurecen y esto permite que por el uso no se desgaste, son fáciles de moldear, forjar, laminar y pulir, esto en caso de realizar alguna reparación.

En la siguiente figura se muestra el molde previo a ser montado en la máquina inyectora.

**Figura 23. Molde de inyección**



#### **2.4 Instalación del molde de inyección**

Esta parte es muy importante, por lo que toman algunas precauciones para evitar algún inconveniente posterior, los pasos a realizar son los siguientes:

- ✓ Se sube el molde en el polipastro para poder ajustar el molde al anillo de la máquina.



- ✓ Centrar el molde en el lado de la unidad de inyección.
- ✓ Colocar las bridas.
- ✓ Colocar alzas (20 y 22 mm).
- ✓ Colocar los tornillos que sostienen al molde.
- ✓ Ajustar los expulsores del molde para poder trabajar la máquina en automático.
- ✓ Colocar mangueras de agua al molde.
- ✓ Ajustar el cierre del molde.
- ✓ Ajustar y medir la abertura de molde

En la figura siguiente se muestra la placa donde debe colocarse y centrar el molde.

**Figura 24. Placa de máquina inyectora donde se coloca molde**



## **2.5 Materia prima**

La materia prima que se utiliza para la producción de envases y tapaderas plásticas en la industria, es el polipropileno (PP) de baja y alta densidad, para obtener el color que desea el cliente se utiliza colorantes o masterbatch según sea la necesidad de cada producto, la existencia al momento de hacer el pedido o el precio que se esté pagando por la pieza a producir.

### **2.5.1 Resinas**

Término aplicado a un grupo de sustancias orgánicas, líquidas y pegajosas, que normalmente se endurecen por la acción del aire, convirtiéndose en sólidos de aspecto amorfo y brillante.

La resina es obtenida de la polimeración indefinida, se utiliza en la industria plástica como materia prima para la fabricación de envases y tapaderas de plástico, tienen aspecto de bolitas pequeñas y transparentes llamadas pellet. Hay varios tipos de resina como; polietileno, polipropileno, poliestireno, policarbonato, etc.

La elección de la resina se hace dependiendo el método de transformación que se utilice, en la industria se utiliza polipropileno y polietileno, polipropileno para el área de inyección y polietileno para el área de soplado, cabe resaltar que existe para los dos tipos de materiales, resinas de alta y baja densidad dependiendo del uso que el cliente le vaya a dar a la pieza deseada. Puede ser para uso farmacéutico, cosmético, alimenticio entre otros y cada pieza requiere propiedades especiales.

### **2.5.1.1 Propiedades, tipos y características de las resinas utilizadas**

Las resinas que utilizan para producir envases plásticos, depende del uso que se le dé al envase deseado. A continuación se muestran las propiedades, tipos y características de resinas que se utilizan en el área de inyección:

#### **✓ PADMEX 60120**

**CARACTERÍSTICAS:** Es un polipropileno de alta densidad copolímero, con una distribución de peso molecular angosta. Excelente procesabilidad, buena capacidad para mezclarse con polímeros de baja densidad, especialmente para moldeo por inyección de ciclos de producción rápidos.

**APLICACIONES:** Se recomienda para fabricar:

- Artículos para el hogar
- Palanganas
- Cubetas
- Juguetes
- Recipientes para alimentos
- Tapas

**CUMPLIMIENTO FDA Y EEC:** Este material cumple con los requerimientos de la Food and Drug Administration de los Estados Unidos de América, Título 21.CFR177.1520 y con las Normas Europeas 85/572/EEc, 90/48/EEC que permiten el uso y aplicación del producto en “Artículos y componentes de artículos que estén en contacto con alimentos”.

**Tabla IV. Propiedades PADMEX 60120**

<b>Especificación</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor Típico</b>	<b>Método de Prueba</b>
Índice de fluidez	gr/10 min	12.0	ASTM D-1238
Temperatura de Inyección	°C	210 - 250	----
Densidad	gr/cm <sup>3</sup>	0.960	ASTM D-1505
Resistencia máxima a la tensión	Mpa(psi)	26.5 (3840)	ASTM D-638
Elongación al rompimiento	%	650	ASTM D-638
Impacto IZOD (Ranurado)	Nw m/m (Lb-ft/in)	98(1.84)	ASTM D-256
Módulo de Flexión	Mpa(psi)	1470(213350)	ASTM D-790
Dureza SHORE	Tipo D	70	ASTM D-1706
Temperatura de reblandecimiento	°C	124	ASTM D-1525
Temperatura de fragilidad	°C	-70	ASTM D-746
Distancia de Flujo en Espiral	Cm	86	QC-2B-2103-A (Nomograma)
Corte (inspección de pellets)	----	A	QC-2B-1101-A
Contaminación	----	A	QC-2B-1101-A
Color	----	A	QC-2B-1101-A
Antioxidante Primario	----	A	Cromatógrafo
Antiácido/Lubricante	----	A	Absorción atómica fluorescencia RX

Fuente: Catalogo de Polietilenos, PEMEX, PETROQUIMICA. 2003.

### ✓ PADMEX 65050

**CARACTERÍSTICAS:** Es un polipropileno de alta densidad copolímero, con una distribución de peso molecular angosta. Alta resistencia al impacto, excelente resistencia al medio ambiente y luz solar.

**APLICACIONES:** Se recomienda para fabricar:

- Cajas de refresco o multiusos
- Tarimas
- Cascos de seguridad
- Línea de hogar en recipientes grandes
- Piezas industriales
- Cubetas industriales

**CUMPLIMIENTO FDA Y EEC:** Los requerimientos de la Food and Drug Administration de los Estados Unidos de América, Título 21.CFR177.1520 y con las Normas Europeas 85/572/EEc, 90/48/EEC que permiten el uso y aplicación del producto en “Artículos y componentes de artículos que estén en contacto con alimentos”.

**Tabla V. Propiedades PADMEX 65050**

Especificación	Unidad	Valor Típico	Método de Prueba
Índice de fluidez	gr/10 min	5.0	ASTM D-1238
Temperatura de Inyección	°C	210 – 250	----
Densidad	gr/cm <sup>3</sup>	0.965	ASTM D-1505
Resistencia máxima a la tensión	Mpa(psi)	30.4 (4410)	ASTM D-638
Elongación al rompimiento	%	> 500	ASTM D-638
Impacto IZOD (Ranurado)	Nw m/m (Lb-ft/in)	98(1.84)	ASTM D-256
Módulo de Flexión	Mpa(psi)	1666(241794)	ASTM D-790
Dureza SHORE	Tipo D	72	ASTM D-1706
Temperatura de reblandecimiento	°C	128	ASTM D-1525
Temperatura de fragilidad	°C	-70	ASTM D-746
Distancia de Flujo en Espiral	Cm	63	QC-2B-2103-A (Nomograma)
Color	----	A	QC-2B-1101-A
Corte (inspección de pellets)	----	A	QC-2B-1101-A
Contaminación	----	A	QC-2B-1101-A
Antioxidante Primario	----	Contiene	Cromatógrafo
Antioxidante Secundario	----	Contiene	Cromatógrafo
Antiácido/Lubricante	----	Contiene	Absorción atómica
Aditivo Ultravioleta	----	Contiene	Infrarrojo

Fuente: Catalogo de Polietilenos, PEMEX, PETROQUIMICA. 2003.

### ✓ PADMEX 65080

**CARACTERÍSTICAS:** Es un polipropileno de alta densidad copolímero, con una distribución de peso molecular angosta. Alta resistencia al impacto, excelente resistencia al medio ambiente y luz solar con buena procesabilidad y excelente dureza.

**APLICACIONES:** Se recomienda para fabricar:

- Cajas industriales y multiusos
- Cestos para basura
- Juguetes
- Cubetas

**CUMPLIMIENTO FDA Y EEC:** Los requerimientos de la Food and Drug Administration de los Estados Unidos de América, Título 21.CFR177.1520 y con las Normas Europeas 85/572/EEC, 90/48/EEC que permiten el uso y aplicación del producto en “Artículos y componentes de artículos que estén en contacto con alimentos”.

**Tabla VI. Propiedades PADMEX 65080**

Especificación	Unidad	Valor Típico	Método de Prueba
Índice de fluidez	gr/10 min	8.0	ASTM D-1238
Temperatura de Inyección	°C	210 - 250	----
Densidad	gr/cm <sup>3</sup>	0.965	ASTM D-1505
Resistencia máxima a la tensión	Mpa(psi)	29.4 (4267)	ASTM D-638
Elongación al rompimiento	%	> 500	ASTM D-638
Impacto IZOD (Ranurado)	Nw m/m (Lb-ft/in)	98(1.84)	ASTM D-256
Módulo de Flexión	Mpa(psi)	1666(241794)	ASTM D-790
Dureza SHORE	Tipo D	72	ASTM D-1706
Temperatura de reblandecimiento	°C	128	ASTM D-1525
Temperatura de fragilidad	°C	-70	ASTM D-746
Distancia de Flujo en Espiral	Cm		QC-2B-2103-A (Nomograma)
Color	----	A	QC-2B-1101-A
Corte (inspección de pellets)	----	A	QC-2B-1101-A
Contaminación	----	A	QC-2B-1101-A
Antioxidante Primario	----	contiene	Cromatógrafo
Antioxidante Secundario	----	contiene	Cromatógrafo
Antiácido/Lubricante	----	contiene	Absorción atómica
Aditivo Ultravioleta	----	contiene	Infrarrojo

Fuente: Catalogo de Polietilenos, PEMEX, PETROQUIMICA. 2003.

## 2.6 Masterbach y colorantes

**Colorantes.** Son partículas finamente molidas, que quedan uniformemente dispersas en el polímero y sirven para producir colorantes. Estos colorantes insolubles poseen alto índice de refracción y el medio de aplicación no los afecta química o físicamente.

**Masterbach.** Son productos de la incorporación de altas cantidades de colorantes que se le añaden a las resinas termoplásticas en general. En la industria es muy utilizado para dar color a la resina, en este producto la ventaja principal es que no deben mezclarse entre ellos para llegar a un color; simplemente se envía el color deseado y ellos se encargan de la formulación, lo que ayuda al proceso pues no se pierde tiempo en hacer colores como sucede con la utilización de colorantes.

En la figura se observa el muestrario de colores que poseen los proveedores de masterbach.

**Figura 25. Muestrario de masterbach**



Fuente: Colorantes y Resinas, S.A, CORESA. 2008.

## 2.7 Proceso de fabricación del envase y tapa plástica

Para fabricar un envase y tapa plástica se deben seguir procedimientos específicos para que la tarea sea más fácil, que inician desde los

requerimientos dados por el cliente hasta la forma de empaque del producto terminado.

### 2.7.1 Requerimientos iniciales

Cuando se recibe una orden de compra por parte del cliente, solicitan que ellos proporcionen las especificaciones y los requerimientos del producto que necesitan. A continuación se muestra las especificaciones iniciales de un envase y tapadera plástica.

**Tabla VII. Requerimientos iniciales de producto**

<b>CENTRAL ALIMENTICIA(CEAL) DEPARTAMENTO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO COSTA RICA</b>	
<b>Producto: Envase de especias y condimentos 225 g.</b>	
<b>REQUERIMIENTOS DEL PRODUCTO</b>	
<b>Estilo:</b>	Envase cilíndrico, formado por inyección
<b>Material:</b>	Polipropileno de alta densidad
<b>Dimensiones envase</b>	
<b>Altura Total</b>	135.00 mm
<b>Diámetro Exterior cuerpo</b>	75.00 mm
<b>Peso envase:</b>	25.00 gramos
<b>Color:</b>	Natural
<b>Dimensiones tapadera</b>	
<b>Altura Total</b>	15.00 mm
<b>Diámetro exterior</b>	68.00 mm
<b>Peso tapa:</b>	12.00 gramos
<b>Color:</b>	Amarillo
<b>Empaque:</b>	100 unidades en caja con bolsa identificadas con código

Fuente: Central Alimenticia, CEAL, 2005.



### 2.7.2 Diseño inicial

Conocidos los requerimientos de la pieza deseada por el cliente, elaboran el diseño inicial del envase deseado (plano mecánico).

Figura 26. Plano mecánico del envase deseado

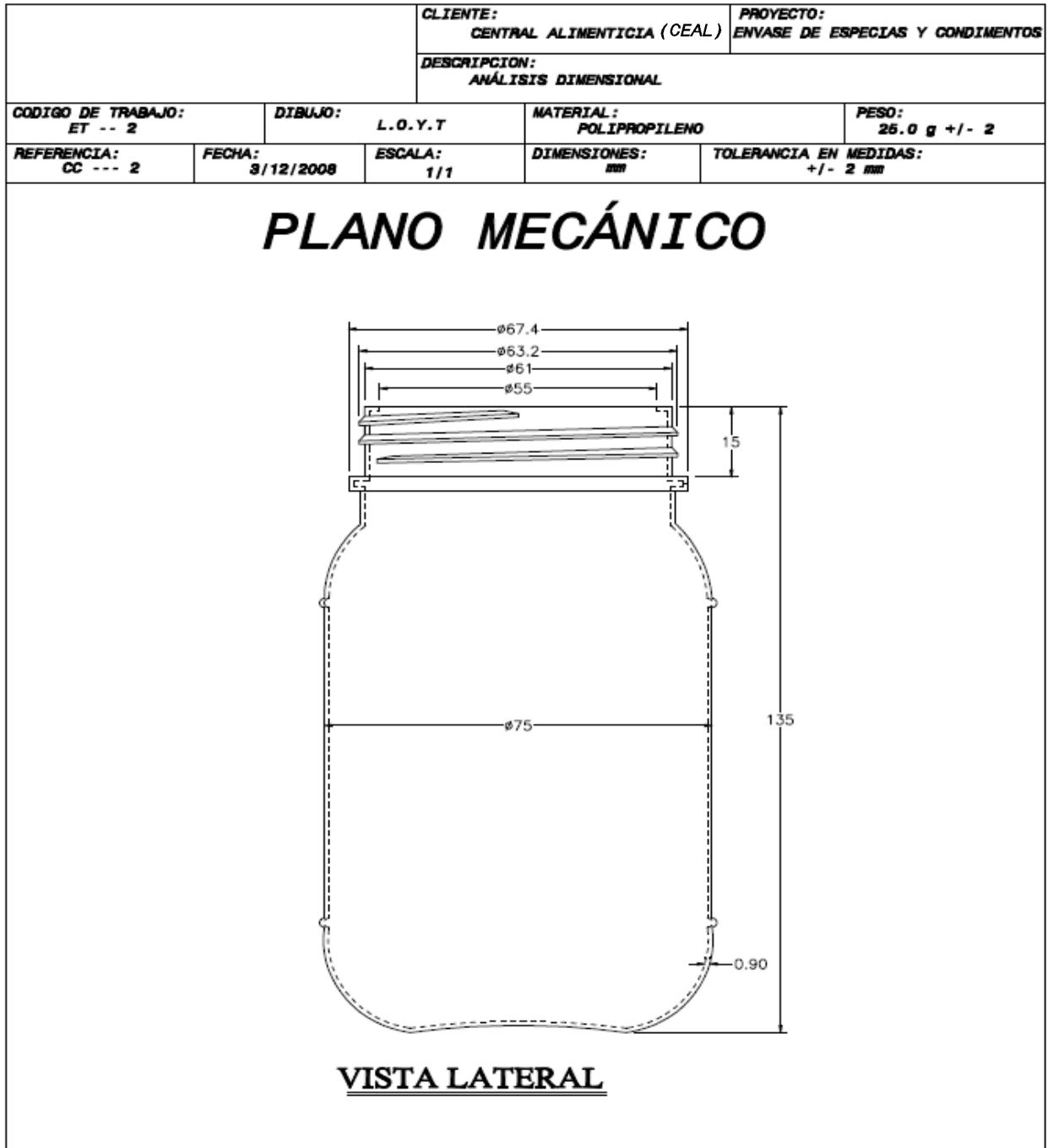
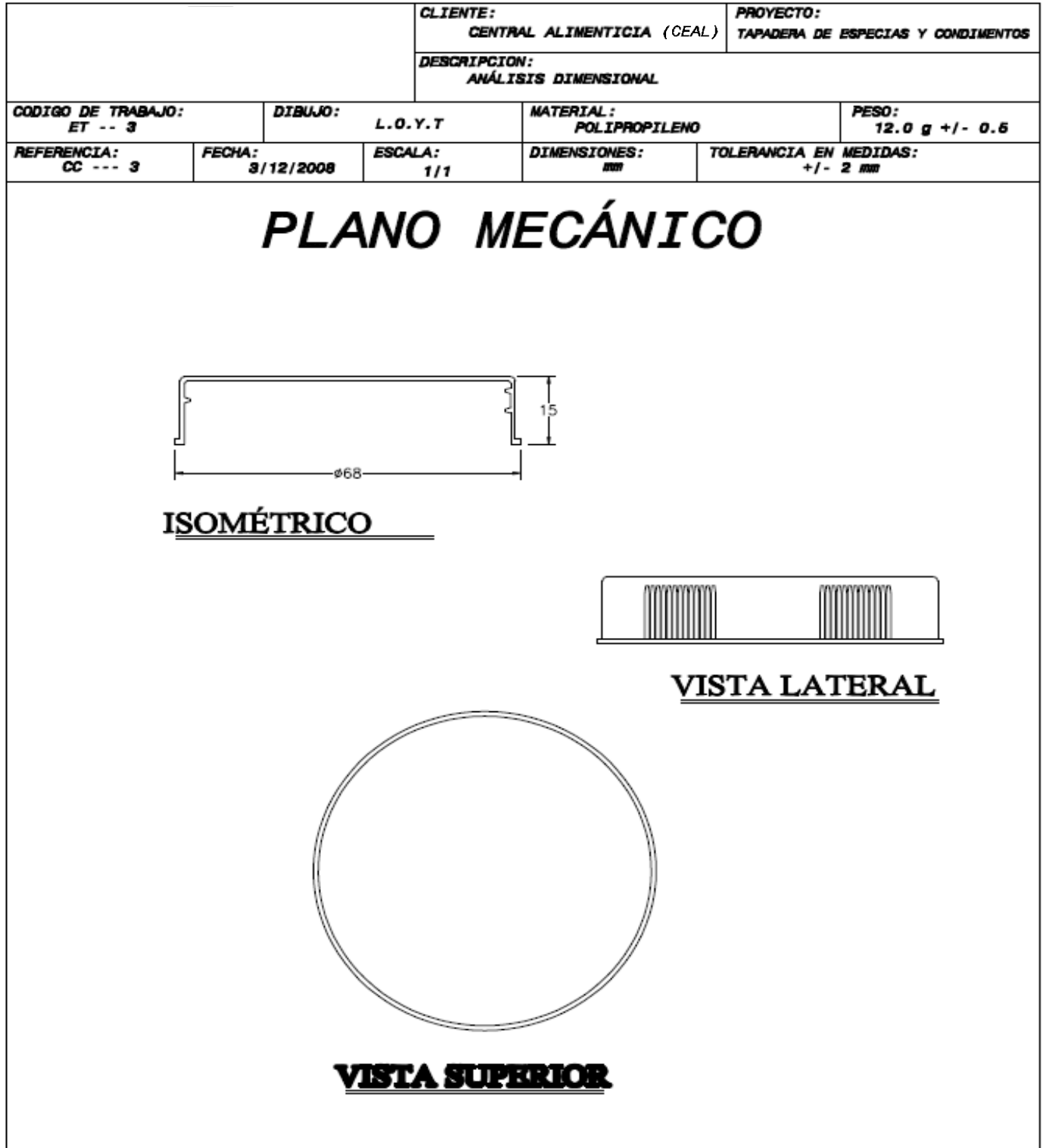


Figura 27. Plano mecánico de la tapadera deseada



Cabe mencionar que el plano del diseño deseado (Figura 26 y Figura 27), es utilizado únicamente por el taller de moldes, por si existe una reparación posterior al molde, pero en ningún momento es mostrado a los inspectores de calidad, para que ellos realicen muestreos.

### **2.7.3 Escoger los moldes a utilizar**

Ya aprobado el diseño (plano mecánico), proceden a seleccionar el molde para iniciar la producción, teniendo cuidado de tomar el molde correcto, en este caso eligen el molde del envase de 225 gramos y el de la tapadera 70/400, que son los que necesitan para cumplir con los requerimientos del cliente.

### **2.7.4 Escoger la materia prima**

Necesitan el material adecuado para el producto alimenticio que se empacará en el envase. Y para el envase y tapadera del producto de especias y condimentos, utilizan el material **Padmex 60120**, puesto que las características, aplicaciones y propiedades llenan los requisitos que desean, además es un material que cumple con la FDA y EEC las cuales permiten el uso y aplicación del producto en “Artículos y componentes que estén en contacto con alimentos”. En el caso de la tapadera utilizan masterbach color amarillo con una formulación de 60 g por cada kilogramo de material.

## **2.8 Proceso de inyección**

A continuación se describe los pasos que realizan en el área de inyección para obtener el producto que desea el cliente:

### **2.8.1 Calentamiento de la máquina inyectora**

Antes de iniciar la producción se necesita de calentar la máquina para que la unidad de inyección alcance la temperatura que se necesita para derretir la materia prima (pellet) y el aceite del motor hidráulico empiece a circular en todas las piezas de la máquina para evitar desperfectos, este paso siempre tarda una hora.

### **2.8.2 Colocación del molde**

Se procede a colocar el molde para producir el producto con los requerimientos anteriormente indicados, este se debe colocar en forma cuidadosa para que el producto sea de alta calidad. Este procedimiento se realiza en simultáneo con el calentamiento de la máquina inyectora.

### **2.8.3 Colocar la materia prima a utilizar**

La resina se coloca en la tolva, ya que por medio de esta el material es trasladado al tornillo que muele el material, este proceso tiene una duración aproximada de 1 minuto cuando se trabaja con polipropileno de alta densidad, este proceso debe de hacerse a una temperatura de 210 a 250 °C, para luego ser empujado al extruder donde se solidifica el material con las temperaturas de 210 a 250 °C respectivamente.

### **2.8.4 Purga de máquina**

Se realiza este procedimiento ya que por el tiempo que una máquina inyectora haya estado trabajando y por el color trabajado con anterioridad puede influir en la calidad del producto que se desea inyectar.

### **2.8.5 Definir los parámetros de funcionalidad de la máquina**

Previo a iniciar la producción formal se debe de inyectar un número mínimo de piezas para poder darle el ajuste final a la máquina, ya que siempre se cambian puesto que en una máquina se colocan diversos moldes, esto se realiza para tener la certeza de que la producción será de buena calidad además ayuda a definir el ciclo con la que trabajara la máquina y por ende determinar la fecha aproximada en que se tendrán las piezas deseadas.

### **2.8.6 Inyección del envase**

Cuando ya se tiene todo bien ajustado, se inicia la producción del envase deseado, por lo que el operario limpiara las bandejas donde se recibe el producto y procederá a revisar si las piezas que se están produciendo son iguales a las piezas obtenidas al inicio de la producción, esto lo hará durante el tiempo de producción del envase.

### **2.8.7 Inyección de la tapadera**

Los mismos lineamientos que utilizan para la producción del envase son utilizados en la tapadera, por lo que el mismo operario que opera la máquina del envase, operara la máquina de la tapadera, teniendo el cuidado de revisar las tapaderas que se están produciendo.

## **2.9 Empaque del producto**

El envase se empaqueta como lo solicita el cliente previamente en la hoja de requerimientos del producto en donde se describe el peso, dimensiones, color del envase y tapadera entre otros.

Al operario se le indicara por parte del inspector de calidad la forma en que se empaca el producto, los materiales que utilizan son:

- ✓ Cajas de cartón (corrugado dado por el cliente)
- ✓ Bolsas de polietileno indicada por el cliente.

### **2.10 Envió a bodega de producto terminado**

Al finalizar la producción del envase, proceden a trasladar a bodega de producto terminado el producto, tomando en consideración lo siguiente:

- ✓ Mantener el producto en su caja de empaque original, debidamente sellada.
- ✓ Evitar cargas mayores a 25 cajas por tarima.
- ✓ Evitar zonas de alta concentración de polvo, ya que debido a la estática de la resina está atrae fácilmente cualquier contaminante volátil.
- ✓ Evitar la exposición directa a la luz solar.

Todo lo anterior es importante para entregar el producto en perfectas condiciones para evitar reclamos por parte del cliente, por contaminación en el producto.



### 3. HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS, PROCEDIMIENTOS Y NORMAS INTERNACIONALES

#### 3.1 Herramientas estadísticas

El trabajo que conlleva controlar la calidad, muestra la necesidad de usar determinadas herramientas que faciliten el control del proceso. La rama estadística es muy amplia por lo que a continuación se enunciarán únicamente los conceptos más utilizados para cálculos estadísticos de control de calidad:

- ✓ **Media aritmética ( $\bar{X}$ ):** Es la relación que existe entre la suma de los datos de la distribución ( $X_i$ ) entre el número de datos ( $n$ ).

- ✓ **DATOS NO AGRUPADOS ( $\bar{X}$ ):** 
$$\frac{\sum f_i X_i}{n}$$

- ✓ **DATOS AGRUPADOS ( $\bar{X}$ ):** 
$$\frac{\sum X_i}{n}$$

- ✓ **Desviación estándar ( $S$ ):** Es el estadístico matemático más preciso, permite determinar, con cierto grado de certeza, donde están localizados los valores de una distribución de frecuencias con relación a la media. Se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n}}$$

**Aplicación.** Las herramientas estadísticas las utilizaremos para determinar a través de toma de muestreo si los datos obtenidos de una pieza plásticas son



las requeridas por el cliente, ya sea por estudio dimensional, de peso o de ciertas características que afecten la calidad del producto. **Como por ejemplo:** Si alto requerido de una pieza plástico por parte del cliente es de 135 milímetros con una tolerancia de +/- 0.5 mm, se procede a realizar diferentes tomas de datos de la altura total de la pieza, para determinar si las medidas están entre los márgenes de tolerancia aceptados por el cliente, para eso utilizaremos la media aritmética o la desviación estándar, ósea si tomamos 4 medidas y las alturas obtenidas en las mediciones fueron de: 135.60, 135.40, 135.25 y 135.80, se procede a obtener la media aritmética:

$$\bar{X} = \frac{135.60 + 135.40 + 135.25 + 135.80}{4} = \mathbf{135.51}$$

La media obtenida es de 135.51, y por eso podemos concluir que la pieza producida no esta entre las especificaciones deseadas por el cliente las cuales fueron de 135 mm con una tolerancia de +/- 0.5.

### **3.1.1 Hojas de comprobación**

Es importante contar con métodos que faciliten la obtención y el análisis de datos, para retroalimentar la información diariamente en la toma de decisiones. La hoja de comprobación es un formato construido con el fin de recabar datos, de tal forma que sea sencillo el registro y análisis.

Las hojas de comprobación sirven para recabar la siguiente información:

- ✓ Describir los resultados de operación o de inspección.
- ✓ Detectar artículos defectuosos.
- ✓ Confirmar posibles causas de problemas de calidad.

En la página 75 (figura 29) se muestra una hoja de comprobación de datos, la cual servirá para obtener determinadas características de la pieza plástica que se está produciendo, **Por ejemplo:** Si rechazaron un lote de piezas plásticas por no cumplir con el peso determinado por el cliente, se procede a revisar la hoja de apuntes estadísticos para determinar si el inspector de calidad estuvo realizando su muestreo continuo, esto con la finalidad de concluir si fue por negligencia humana, descalibre en balanza utilizada o si determinada cavidad del molde pesa más que otra.

### 3.1.2 Diagrama de Pareto

Ayuda a dirigir mayor atención y esfuerzos a problemas realmente importantes, o bien determina las principales causas que contribuyen a un problema determinado y así convertir las cosas difíciles en sencillas. Este principio es aplicable en cualquier campo, en la investigación y eliminación de causas de un problema, organización de tiempo, de tareas, visualización del antes y después de resuelto un problema, o en todos los casos en que el efecto final sea el resultado de la contribución de varias causas o factores.

El diagrama ayudara a enfocar soluciones a los problemas que están causando que las piezas de plástico no tengan la calidad deseada. **Por ejemplo:** El depto. de calidad realiza un muestreo general a todos los envases plásticos, encontrando que de 100 muestras observadas, 35 piezas tienen diferente espesor de paredes, 12 con diferente color, 33 con peso diferente, 4 con puntos negros, 2 con altura total diferente, 4 piezas porosas y 10 piezas con resistencia al impacto mínima.

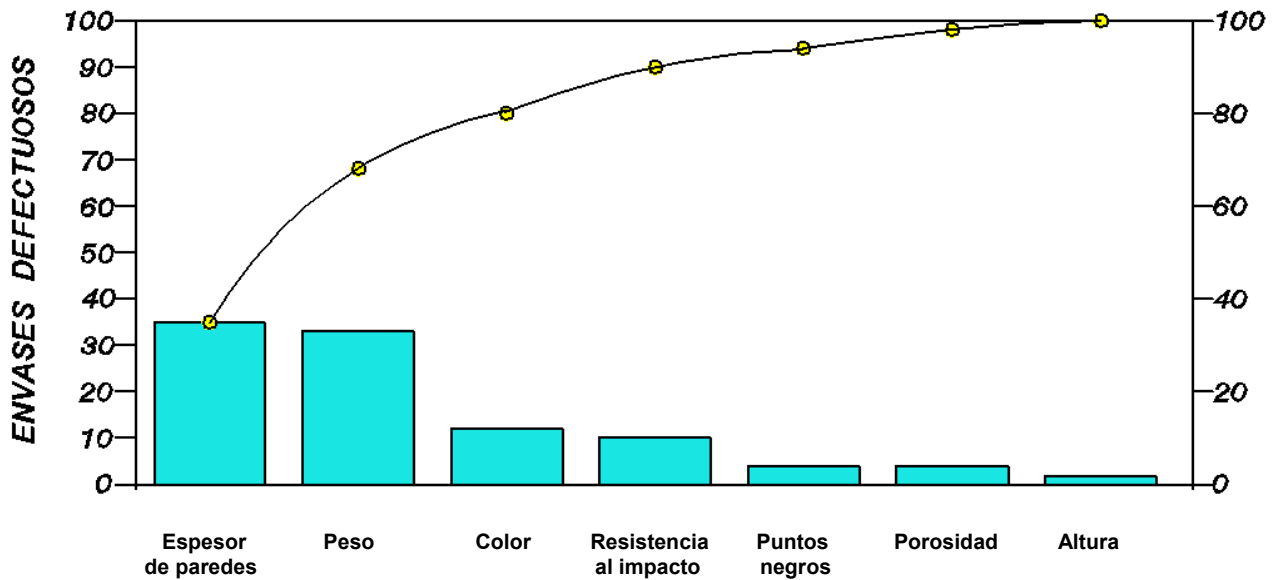
Entonces con los datos anteriores es necesario que sepamos el problema al que se deben enfocar todos los esfuerzos para solucionarlo.

**Tabla VIII. Datos ordenados de ejemplo de diagrama de Pareto**

Problema	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	%	% Ac.
Espesor de Paredes	35	35	35%	35%
Peso	33	68	33%	68%
Color	12	80	12%	80%
Resistencia al impacto	10	90	10%	90%
Puntos negros	4	94	4%	94%
Porosidad	4	98	4%	98%
Altura	2	100	2%	100%
			100%	


La gráfica que a continuación se presenta los problemas de se deben de resolver sucesivamente:

**Figura 28. Diagrama de Pareto de ejemplo propuesto**



**Conclusión:** Del ejemplo propuesto nos demuestra que el problema al que se debe enfocar toda la atención por parte de las personas encargadas de calidad es hacia los espesores de pared, ya que este es el peor problema que está afectando la calidad de los envases plásticos.

**Figura 29. Hoja de apuntes estadísticos**

Envases y Taderas Departamento de Control de Calidad		HOJA DE APUNTES ESTADÍSTICOS								
Fecha: Producto: Código del operario: Muestras por hora:		Área: Material: Color del producto:								
Hora	Peso en gramos/cavidad	Espesor en paredes		Acople de Tapa		Color y Textura		Observaciones		
	1	1	2	1	2	1	2	1	2	
Inspector de Calidad										Encargado de turno

### 3.1.3 Diagramas de flujo

La utilización de este diagrama nos ayudara a visualizar globalmente el proceso, para poder planear, coordinar y mejorar las áreas potencialmente problemáticas, con el fin de mejorar y agilizar el proceso de producción de envases y tapaderas plásticas, teniendo como principal objetivo el control de calidad.

En el capítulo II se realizo la evaluación actual al proceso de producción (Ver Figura 22 y Figura 23), por lo que en el capítulo V se observara el diagrama de proceso mejorado, para examinar si la que la propuesta presentada logro mejorar los tiempos de producción respecto al proceso actual.

### 3.1.4 Gráficos de control

La idea básica de un gráfico de control es observar y analizar gráficamente el comportamiento de un proceso, con el propósito de distinguir las variaciones debidas a causas comunes de las ocasionadas por causas especiales (atribuibles).

#### 3.1.4.1 Gráficos por variables

Son aquellas que requieren un instrumento de medición, como peso, altura, temperatura, etc.

A continuación se muestran los pasos para calcular los límites de los gráficos por variables X y R:

- ✓ **Paso 1:** Se obtienen  $\bar{R}$  y  $\bar{X}$

**Tabla IX. Tabla a utilizar en gráficos X y R**

No. Muestra	n				R	$\bar{X}$
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>n</sub>		
1						
2						
3						
⋮						
⋮						
⋮						
K						
	$\Sigma$				$\Sigma$	$\Sigma$

K= muestras (Total)  
n= tamaño

R= Valor máximo – Valor mínimo (de x<sub>1</sub>, x<sub>2</sub>, x<sub>3</sub>... x<sub>n</sub>)

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + X_n}{X_n}$$

✓ **Paso 2:**

$$\text{Rango promedio} = \bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^K R}{K}$$

$$\text{Media de medias} = \bar{\bar{X}} = \frac{\sum \bar{X}_i}{K}$$

✓ **Paso 3:**

**Límites para rangos [R]**

$$\text{LCI} = D_3 \bar{R}$$

$$\text{LC} = \bar{R}$$

$$\text{LCS} = D_4 \bar{R}$$

**Límites de medias [ $\bar{X}$ ]**

$$\text{LCI} = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$$

$$\text{LC} = \bar{\bar{X}}$$

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

**A<sub>2</sub>, D<sub>3</sub>, D<sub>4</sub> = Valores encontrados en tabla (Ver Anexo Tabla XXX)**

Los límites de control superior (LCS) de rangos y medias se comparan con los  $R$  y  $\bar{X}$  calculados en el paso No. 1, y si existe algún punto que pase del LCS se considera como punto fuera de control y se procede a eliminar la muestra y se calculan los límites de la siguiente forma.

✓ **Paso 1:**

$$\text{Nuevo Rango promedio} = \bar{R}_0 = \frac{\sum_{i=1}^{K-m} R_i}{K-m}$$

$$\text{Nueva Media de medias} = \bar{X}_0 = \frac{\sum_{i=1}^{K-m} X_i}{K-m}$$

$m = \#$  muestras eliminadas

✓ **Paso 2:**

$$\sigma_0 = \frac{\bar{R}_0}{d_2}$$

donde:

$d_2 =$  depende del tamaño de la muestra y es una constante (ver anexo Tabla XXXI).

✓ **Paso 3:**

**Límites para rangos [R]**

$$LCI = D_1 \sigma_0$$

$$LC = \bar{R}_0$$

$$LCS = D_2 \sigma_0$$

**Límites de medias [X]**

$$LCI = \bar{X}_0 - A\bar{R}$$

$$LC = \bar{X}_0$$

$$LCS = \bar{X}_0 + A\bar{R}$$

**A, D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> = Valores encontrados en tabla ( Ver Anexo Tabla XXXI)**

✓ **Capacidad del proceso.** Para el buen desempeño de una fábrica es verificar si el proceso es capaz de mantener las tolerancias requeridas por el cliente, este concepto es llamado capacidad del proceso. Cuando el proceso es estable, se estima la desviación estándar en función del promedio de los rangos, con la siguiente fórmula:

$$\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

Donde:

$d_2$  = Depende del tamaño de la muestra y constituye una constante. (Ver anexo Tabla XXXI)

✓ **Índice de capacidad del proceso [ $C_p$ ]:** Es el índice que determina el potencial del proceso para cumplir con las especificaciones requeridas por el cliente. Esto se utiliza para un producto elaborado por un proceso pueda considerarse de calidad, las mediciones de cierta característica tienen que estar dentro de cierta especificación inferior (LEI) y superior (LES)

$$C_p = \frac{LES - LEI}{6 \sigma}$$

LES = Límite de especificación superior + tolerancia

LEI = Límite de especificación inferior – tolerancia



**Tabla X. Interpretación del índice de capacidad del proceso**

Valores del Cp	Clase de proceso	Decisión
$C_p > 1.33$	1	Más que adecuado
$1 < C_p < 1.33$	2	Adecuado para el trabajo, pero requiere de un control estricto conforme se acerca el Cp a uno.
$0.67 < C_p < 1$	3	No adecuado para el trabajo. Un análisis de proceso es necesario. Buena probabilidad de éxito.
$C_p < 0.67$	4	No adecuado para el trabajo. Requiere mediciones serias.

Fuente: Gutiérrez Pulido, Humberto. **Calidad Total y Productividad**. Pág. 198, 2005

### 3.1.4.2 Gráficos por atributos

Es cuando el producto se juzga como conforme o no conforme, dependiendo de si posee ciertos atributos, como color, acabado, características de material, etc., en la inspección por el sistema pasa no pasa, cada unidad es clasificada como dentro o fuera de los límites de especificaciones.

✓ **Gráfico p (Proporción o fracción de artículos defectuosos) :**

Los límites del gráfico p se obtienen de la siguiente manera:

$$\bar{p} = \frac{\sum p_i}{k}$$

$$LCI = \bar{p} - 3 \sqrt{\bar{p}(1-\bar{p})/n}$$

$$LC = \bar{p}$$

$$LCS = \bar{p} + 3 \sqrt{\bar{p}(1-\bar{p})/n}$$

- ✓ **Gráfico np (Número de unidades defectuosas):** Los límites de control para el gráfico np se obtienen con las siguientes formulas:

$$\bar{p} = \frac{\sum p_i}{m}$$

$$LCI = n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$$

$$LC = n\bar{p}$$

$$LCS = n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$$

Donde:

n = tamaño de la muestra

- ✓ **Gráfico c (número de defectos):** Consiste en analizar la variabilidad del número de defectos. Los límites de control se obtienen de la siguiente forma:

$$LCS = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}}$$

$$LC = \bar{c}$$

$$LCI = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}}$$

Donde:

$\bar{c}$  es el número promedio de defectos por subgrupo, y se obtiene al dividir el total de defectos encontrados entre el total de subgrupos.

- ✓ **Gráfico u (número de defectos por unidad):** Los límites de control se obtienen de la siguiente forma:

$$LCS = \bar{u} + 3\sqrt{\bar{u}/n}$$

$$LC = \bar{u}$$

$$LCI = \bar{u} - 3\sqrt{\bar{u}/n}$$

Donde:

$\bar{u}$  es el número promedio de defectos por unidad en todo el conjunto de datos.

**Aplicación.** Actualmente la industria de plásticos no cuenta con muestreos que garanticen la calidad de la producción, ya que los inspectores de calidad se dedican a observar solamente el arranque de producción, cambio de encargado de turno, tiempos de comida y cambio de turno de inspector de calidad, por lo que en un turno de 14 horas solamente ven la producción 7 veces/ día, tomando en cada observación 4 muestras, es por eso que se tienen problemas de peso en las piezas plásticas producidas.

A continuación se obtendrán los gráficos de control X y R de los pesos obtenidos de las piezas plásticas, cabe resaltar que el **peso deseado por el cliente para el envase cilíndrico es de 25 gramos con una tolerancia de +/- 2 gramos.**

*Nota: Actualmente no se tienen archivos de toma de muestras, ni formatos, por lo que no se sabe si realizan a conciencia el muestreo.*

**Tabla XI. Forma de tomas de datos actuales**

Hora	No. Muestra	n <sub>1</sub>	n <sub>2</sub>	n <sub>3</sub>	n <sub>4</sub>	Total	X	R
08:00	1	25.10	25.30	25.10	25.10	100.60	25.15	0.20
10:00	2	24.80	25.10	25.00	25.20	100.10	25.03	0.40
12:00	3	25.00	25.10	25.00	25.20	100.30	25.08	0.20
13:00	4	25.10	25.20	24.90	25.00	100.20	25.05	0.30
16:00	5	25.00	25.20	25.00	25.10	100.30	25.08	0.20
18:00	6	25.10	25.20	25.10	25.00	100.40	25.10	0.20
22:00	7	25.10	25.30	25.50	25.10	101.00	25.25	0.40
<b>Totales</b>							<b>175.74</b>	<b>1.90</b>

Fuente: Propia, 2008.

✓ **Líneas promedio de gráficos por variables:**

$$\text{Rango promedio} = R = \frac{\sum_{i=1}^K R_i}{K} = \frac{1.90}{7} = 0.27$$

$$\text{Media de medias} = \bar{X} = \frac{\sum X_i}{K} = \frac{175.74}{7} = 25.10$$

✓ **Líneas promedio para gráficos por atributos:**

$$\bar{p} = \frac{\sum p_i}{m} = \frac{7}{24} = 0.036$$

$$np = 24 (0.036) = 0.864$$

Se muestrearon 24 muestras con analizadas en 7 subgrupos de 4 envases cada uno, cabe resaltar que las muestras no son representativas, ya que para una producción de 14 horas muestrear 24 envases, no garantiza la calidad de la producción

✓ **Límites de control:** Se procede a realizar el cálculo de los límites, para los gráficos por variables y por atributos. De la tabla para el cálculo de

las líneas centrales y los límites de control en gráficos X y R (Ver anexo, Tabla XXXI), obtenemos  $A_2 = 0.729$ ,  $D_3 = 0$ ,  $D_4 = 2.282$ .

✓ **Gráficos por variables:**

**Límites para rangos [R]**

$$LCI = D_3\bar{R}$$

$$LC = \bar{R}$$

$$LCS = D_4\bar{R}$$

**Límites para rangos [R]**

$$LCI = (0)(0.27) = 0$$

$$LC = 0.27 = 0.27$$

$$LCS = (2.282)(0.27) = 0.616$$

**Límites de medias [X]**

$$LCI = \bar{X} - A_2\bar{R}$$

$$LC = \bar{X}$$

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

**Límites de medias [X]**

$$LCI = 25.10 - (0.729)(0.27) = 24.90$$

$$LC = 25.10 = 25.10$$

$$LCS = 25.10 + (0.729)(0.27) = 25.30$$

✓ **Gráficos por atributos:**

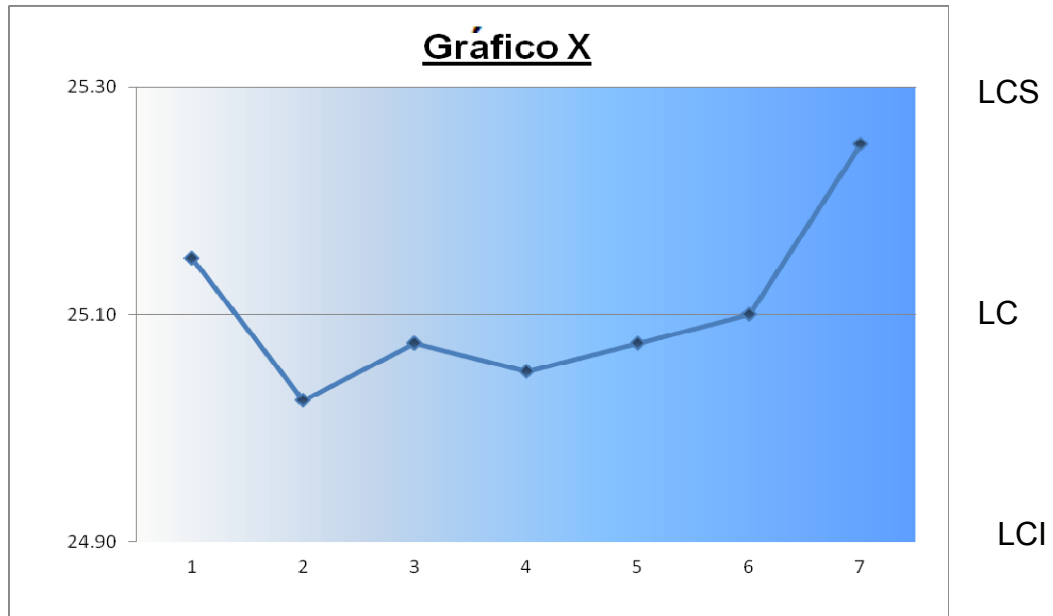
$$LCI = n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})} = 0.864 - 3\sqrt{2.24(1-0.036)} = -3.5 = 0$$

$$LC = n\bar{p} = 0.864 = 0.864$$

$$LCS = n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})} = 0.864 + 3\sqrt{2.24(1-0.036)} = 6.70 = 5.27$$

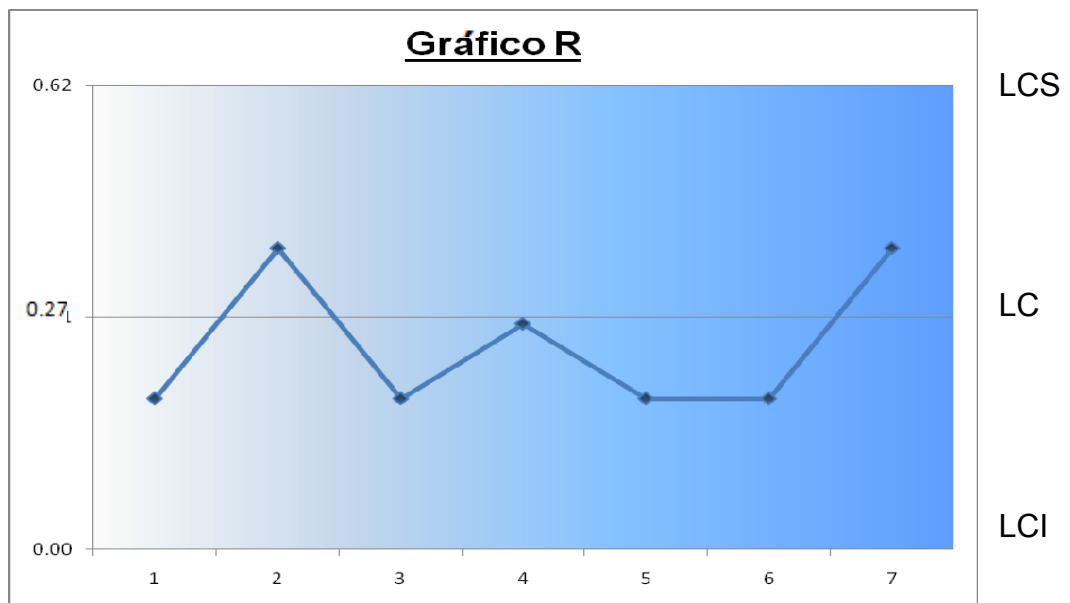
✓ **Gráfica de datos actuales y su interpretación:**

Figura 30. Proceso actual



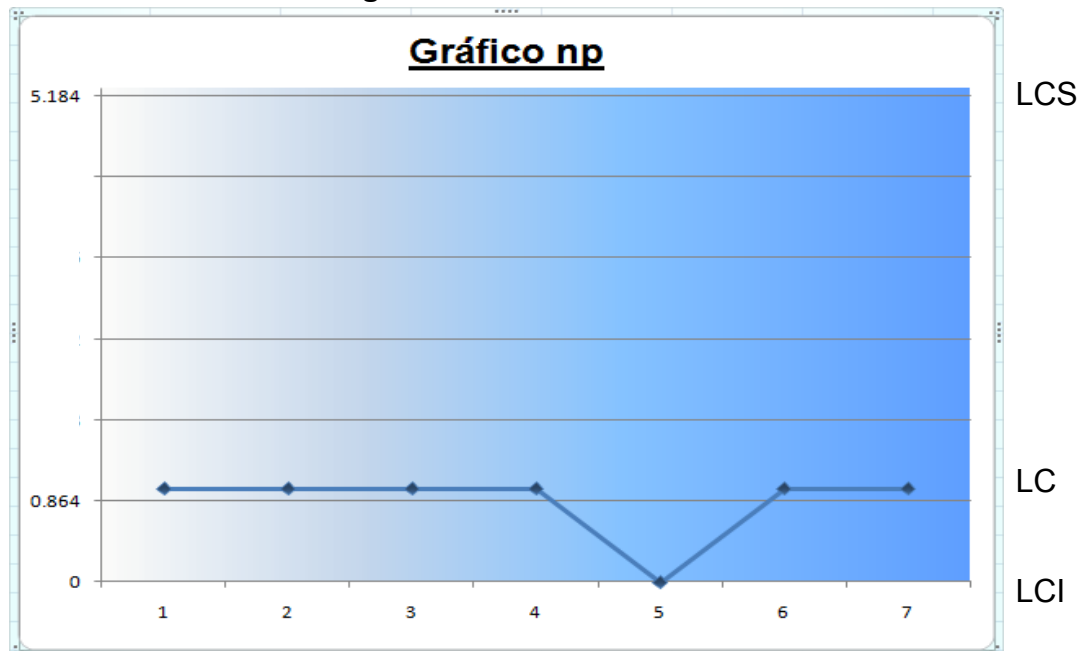
Fuente: Propia, 2008

Figura 31. Proceso actual



Fuente: Propia, 2008

Figura 32. Proceso actual



Fuente: Propia, 2008

✓ **Interpretación de gráficos X y R:** Teniendo como referencia las graficas anteriores, procedemos a interpretar cada grafica.

✓ **Gráfico X:**

- ✓ Variabilidad en el proceso.
- ✓ Poca atención al proceso productivo por parte de los inspectores de calidad.
- ✓ Diferencia en los dispositivos de medición
- ✓ Rotación regular de operarios.

✓ **Gráfico R:**

- ✓ Variabilidad en el peso.
- ✓ Diferentes habilidades por parte de la persona que opera la inyectora.
- ✓ Fatiga del operario.

- ✓ **Interpretación de gráfico np:** Teniendo como referencia las grafica procedemos a interpretar lo siguiente:
  - ✓ Demasiados productos defectuosos para una muestra tan pequeña, ósea que de 28 muestras 7 piezas fueron defectuosas, un número bastante grandes de artículos malos que provocan perdidas muy grandes.

## **3.2 Muestreo**

Es la selección de muestras representativas de la calidad o características medias de un lote de producción.

### **3.2.1 Plan de muestreo de aceptación**

Se debe definir como evaluar el producto que se produce en cada turno de trabajo, para determinar si se acepta o rechaza lo producido, tomándolo como producto conforme o no conforme, en base a los especificaciones y requerimientos de calidad. Poseer un plan de muestreo de aceptación ayuda a inspeccionar, pero no mejora la calidad sino proporciona una forma de garantizar que se cumplan con las especificaciones y los requerimientos de calidad. En conclusión un muestreo de aceptación es muy útil es las situaciones siguientes:

- ✓ Cuando la prueba es destructiva.
- ✓ Cuando es muy alto el costo de una inspección al 100%.
- ✓ Cuando una inspección al 100% no es tecnológicamente factible.
- ✓ Cuando hay que inspeccionar muchos artículos y la tasa de errores de inspección es suficientemente alta para una inspección al 100%.



- ✓ Cuando el proveedor tiene un excelente historial de calidad, y se desea alguna reducción en la inspección al 100%.

Se recomienda al cliente–proveedor, establezcan los patrones que se van a seguir, ya que desde el cliente, desea que todos los lotes de producto que no cumplan con los niveles de calidad establecidos en la hoja de especificaciones sean rechazados y los que cumplen con las especificaciones sean aceptados, naturalmente ambos intereses no pueden cumplirse al 100% simultáneamente, y es por esta razón que se diseña y se propone la implementación de un muestreo de aceptación en el cual exista una alta probabilidad de aceptar lotes buenos y una baja probabilidad de aceptar lotes malos.

#### **3.2.1.1 Cero inspección**

Se utiliza esta alternativa de cero inspecciones cuando se acepta enviar un lote sin inspección. Es utilizada cuando se tiene la completa seguridad de que cuando se fabrico el lote el proceso cumplía con los niveles de calidad deseados por el cliente.

#### **3.2.1.2 Inspección 100 %**

Se da cuando se revisa cada uno de los artículos producidos en el lote y retirar las piezas que no cumplan con las especificaciones y requerimientos de calidad establecidas. Se utiliza cuando los productos son de alto riesgo y si el cliente recibe artículos defectuosos puede causar una gran pérdida económica.

#### **3.2.1.3 Muestreo de aceptación**

Cuando el propósito de la inspección es la aceptación o el rechazo de un producto, con base en la conformidad respecto a un estándar, el tipo de

procedimiento de inspección que se utiliza se llama normalmente muestreo por aceptación. A continuación las ventajas y desventajas de un muestreo de aceptación:

✓ **VENTAJAS:**

- ✓ Por lo general es menos costoso, pues requiere menos inspección.
- ✓ Hay un menor manejo del producto y, por tanto, se reducen los daños.
- ✓ Puede aplicarse en el caso de pruebas destructivas.
- ✓ Hay menos personal implicado en las actividades de inspección.
- ✓ Reduce notablemente la cantidad de errores de inspección.

✓ **DESVENTAJAS:**

- ✓ Existe el riesgo de aceptar lotes “malos” y rechazar lotes “buenos”.
- ✓ Se genera menos información sobre el producto o el proceso de fabricación del producto.
- ✓ Necesita planeación y documentación del procedimiento de muestreo.

Se establece un nivel de aceptación o NCA (nivel de calidad aceptable), el cual es un porcentaje máximo de unidades de producto que no cumplen con la calidad específica, los porcentajes recomendables para su utilización cuando el NCA es el nivel de calidad satisfactorio debe ser alto (90% - 96%) y por el contrario, la probabilidad de rechazar lotes buenos debe ser baja (10% - 4%).

### 3.2.2 Tipos de planes de muestreo

Los planes de muestreo de aceptación más utilizados son: por variables y por atributos, y cada una es utilizada según sea la característica que se desea analizar y estos son:

- ✓ **Planes por variables:** Es cuando se toma una muestra aleatoria de los lotes y a cada unidad se le mide una característica de calidad (peso, altura, etc.).
- ✓ **Planes por atributos:** Consiste en extraer una muestra aleatoria, cada artículo de la muestra es clasificada de acuerdo a ciertos atributos y se toma la decisión de aceptar o rechazar los artículos. Si el número de piezas defectuosas es menor o igual que un cierto número establecido, el lote es aceptado en caso contrario es rechazado.

El plan más utilizado es el de muestreo simple que consiste en tomar una única muestra (n) tomado del lote, y un número de aceptación (c), y si en la muestra se encuentran c o menos unidades defectuosas, el lote es aceptado.

**Tamaño de muestra para estimar proporciones.** Para el cálculo del tamaño de la muestra bajo el muestreo simple aleatorio, se utiliza la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N (Z_{\alpha/2})^2 * (p) (q)}{N (d)^2 + (Z_{\alpha/2}) (p) (q)}$$

Donde:

- N = Tamaño de lote
- $\alpha$  = Nivel de confianza
- $Z_{\alpha/2}$  = Tabla de Normal (Ver Anexo Tabla XXXII)
- p = Probabilidad de producto bueno
- q = Probabilidad de producto defectuoso
- d = Precisión
- n = Número de piezas que se deben muestrear

### 3.2.3 Diseño para un plan de muestreo por atributos

De las tablas de H. G. Roming utilizadas para planes de muestreo de aceptación están basadas para índices de calidad total para planes de muestreo; ellos son:

- ✓ El nivel de calidad limite ó nombrado por Roming porcentaje defectivo tolerado en el lote, NCL.
- ✓ El límite de calidad de salida promedio LCSP.
- ✓ **Planes NCL:** Estos planes fueron diseñados con el fin de que los lotes que posean un porcentaje de artículos defectuosos igual a NCL sean aceptados en 0.10, por esto el riesgo del consumidor  $\beta$  de que se acepten lotes malos es también de 0.10. Existen tablas que muestran los valores de NCL = 1.0% y 5%.

#### **A continuación se explican los pasos para utilizar la tabla:**

- ✓ Seleccionar el NCL apropiado. Para ello debe tomarse en cuenta la calidad del proceso actual, y optar por un NCL apropiado a ello.
- ✓ Determinar el tamaño del lote. Dependerá de la proporción en el momento de realizar el muestreo.
- ✓ Determinar la proporción promedio de artículos defectuosos. Se define el plan en el cual la proporción de artículos defectuosos del proceso sea la mitad del NCL.
- ✓ Elegir la tabla adecuada tomando en cuenta los datos anteriores.
- ✓ **Planes LCSP:** Los planes basados en este límite tienen como fin asegurar que al concluir el muestreo y de haber inspeccionado al 100%

los lotes rechazados, la calidad a la larga no sea mayor que el LCSP fijado. Por ello están determinados para proteger a los lotes y no la calidad propiamente. Los porcentajes de unidades defectuosas para el LCSP son 0.1, 0.25, 0.5, 0.75, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 4.0, 5.0, 7.0 y 10.0% respectivamente.

### **3.2.4 Índices de calidad total para planes de muestreo de aceptación**

Cuando el productor vende sus artículos desea que todos los lotes que cumplan con la calidad aceptable sean aceptados, y por otro lado el cliente desea que todos los lotes que no se ajustan a la calidad deseada sean rechazados. Como no es posible satisfacer ambas partes; se utilizan los índices de calidad en donde se diseñan planes de muestreo de aceptación que tengan una alta probabilidad de aceptar lotes “buenos” y una baja probabilidad de aceptar lotes “malos”. Los índices de calidad utilizados son:

- ✓ **Nivel de calidad aceptable (NCA):** Es el porcentaje máximo de unidades no conformes o que no cumplen con la calidad aceptable, para propósitos de inspección por muestreo, se puede considerar satisfactorio como un promedio del proceso. Este índice también es conocido como nivel de calidad del productor, por lo que se le designa con  $1 - \alpha$ , donde  $\alpha$  es normalmente un número pequeño (0.01, 0.10).
  
- ✓ **Nivel de calidad límite (NCL):** Es un nivel no aceptable, la probabilidad de aceptación para un lote de nivel de calidad límite debe ser baja, se conoce como riesgo de consumidor ( $\beta$ ) y esta estandarizada en 0.1.

- ✓ **Limite de calidad de salida promedio (LCSP):** Proporciona la relación aproximada entre la fracción defectiva en el material antes de la inspección (calidad de llegada) y la fracción defectiva que queda después de la inspección (calidad de salida).

### **3.3 Elección del tipo de gráfica**

Por el tipo de artículo se utilizarán los gráficos por variables (peso y dimensiones) y por atributos (color, puntos negros, etc.).

#### **3.3.1 Gráficos de datos variables X y R**

Estos gráficos los utilizaremos para poder realizar las mediciones de cada dimensión del envase, y esto servirá para analizar si la pieza plástica (envase y tapadera), están dentro de las especificaciones que rige el Instituto internacional de Botellas de Plástico y del Instituto Internacional de Envases de Vidrio.

#### **3.3.2 Gráficos de datos por atributos np**

Este gráfico los utilizaremos para encontrar las características que hacen de un artículo una pieza no conforme (color, contaminación, puntos negros, rebaba, etc.), este gráfico ayudará a encontrar la cantidad de artículos defectuosos que hay en la muestra.

En el Capítulo IV y V se escogerá el tipo de muestreo a utilizar por parte del personal encargado del Depto. de control de calidad, con el objetivo de tomar una muestra representativa que asegure que la producción de los envases y tapaderas plásticas sean de calidad, a través de los estudios propuestos en este trabajo.

### 3.4 Normas SPI (Instituto Internacional de Botellas de Plástico)

Estas normas sirven para determinar si las medidas del cuello del envase cumplan con las especificaciones del Instituto Internacional de Botellas de Plástico, asimismo le dan seguridad al cliente de obtener un producto de alta calidad, además si obtiene el envase y tapadera en lugares diferentes, el envase y la tapadera serán compatibles.

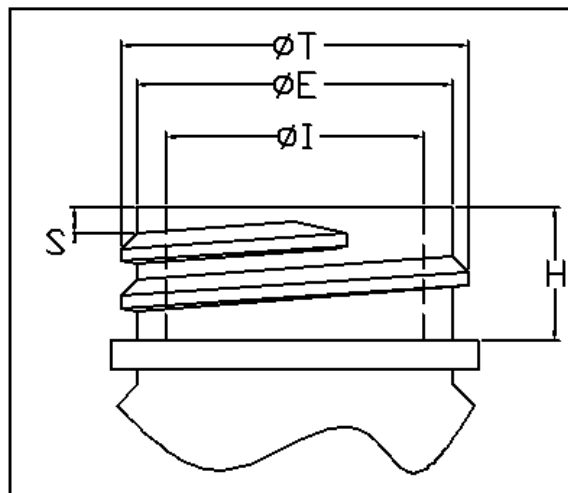
#### ✓ Especificaciones S.P.I (Ver Figura 33)

- ✓ **Altura “H”:** Es la altura del cuello acabado. Medido desde la parte superior del cuello extendido hacia abajo, donde inicia el hombro de la botella.
- ✓ **Dimensión “S”:** Es la medida desde la parte superior a los inicios de del hilo, el diámetro “S” es factor clave ya que determina la orientación de los hilos de la botella y la cantidad de hilo entre el frasco y la tapa.
- ✓ **Diámetro “I”:** Es el diámetro interior del cuello de la botella, las normas SPI nos da una diámetro mínimo para permitir espacio suficiente para llenar las piezas. Además este nos da el parámetro para realizar en la tapadera un tapón cónico en la parte interior de la pieza que se acople perfectamente con el diámetro “I”.
- ✓ **Diámetro “T”:** Es el diámetro medido a través de todo el ancho del cuello y es el máximo diámetro incluyendo el hilo de la rosca.

- ✓ **Diámetro “E”:** Es el diámetro medido a través de todo el ancho de la rosca sin incluir los hilos de la rosca. La diferencia entre “E” y “T”, nos determinan la profundidad de la rosca.

A continuación se muestra como medir el cuello del envase.

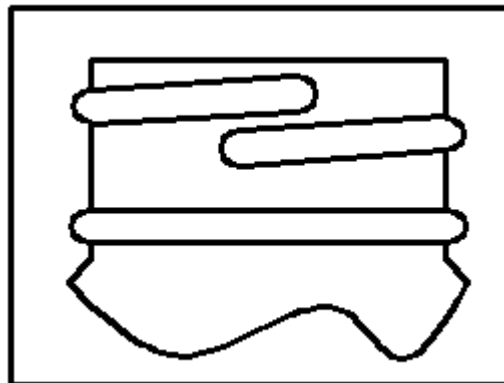
**Figura 33. Medidas de cuello envase**



Fuente: [www.theplasticbottleinstitute.com](http://www.theplasticbottleinstitute.com), 2008

A continuación se observan los tipos de cuellos que existen:

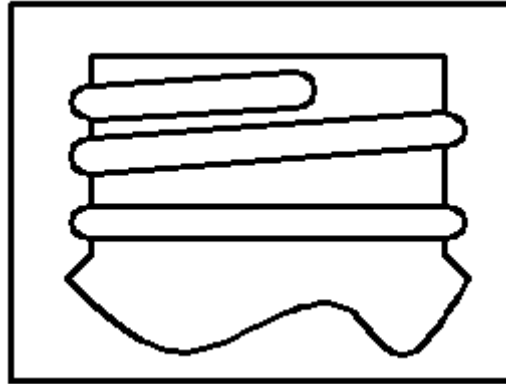
**Figura 34. Envase con cuello 400**



Fuente: [www.theplasticbottleinstitute.com](http://www.theplasticbottleinstitute.com), 2008

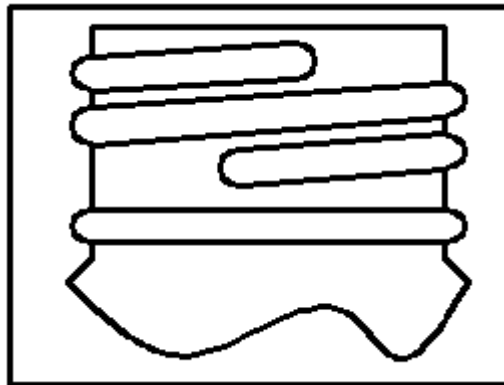


**Figura 35. Envase con cuello 410**



Fuente: [www.theplasticbottleinstitute](http://www.theplasticbottleinstitute.com), 2008

**Figura 36. Envase con cuello 415**



Fuente: [www.theplasticbottleinstitute](http://www.theplasticbottleinstitute.com), 2008

Es importante que el examinador conozca a cabalidad los tipos de cuellos existentes para poder inspeccionar correctamente un envase. Además la empresa tendrá la seguridad de que está vendiendo productos de calidad y se puede exportar el envase sin ningún problema que se adecuara a cualquier línea de llenado existente.

**Tabla XII. Especificaciones de medidas estándar para cuellos**

mm	T		E		400H		410H		415H		S		I
	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Min
13	0.514	0.502	0.454	0.442					0.467	0.437	0.052	0.022	0.218
15	0.581	0.569	0.521	0.509					0.572	0.542	0.052	0.022	0.258
18	0.704	0.688	0.62	0.604	0.386	0.356	0.538	0.508	0.632	0.602	0.052	0.022	0.325
20	0.783	0.767	0.699	0.683	0.386	0.356	0.569	0.539	0.757	0.727	0.052	0.022	0.404
22	0.862	0.846	0.778	0.762	0.386	0.356	0.6	0.57	0.852	0.822	0.052	0.022	0.483
24	0.94	0.924	0.856	0.84	0.415	0.385	0.661	0.631	0.972	0.942	0.061	0.031	0.516
28	1.088	1.068	0.994	0.974	0.415	0.385	0.723	0.693	1.097	1.067	0.061	0.031	0.614
30	1.127	1.107	1.033	1.013	0.418	0.388					0.061	0.031	0.653
33	1.265	1.241	1.171	1.147	0.418	0.388					0.061	0.031	0.791
35	1.364	1.34	1.27	1.246	0.418	0.388					0.061	0.031	0.875
38	1.476	1.452	1.382	1.358	0.418	0.388					0.061	0.031	0.987
40	1.58	1.55	1.486	1.465	0.418	0.388					0.061	0.031	1.091
43	1.654	1.624	1.56	1.53	0.418	0.388					0.061	0.031	1.165
45	1.74	1.71	1.646	1.616	0.418	0.388					0.061	0.031	1.251
48	1.87	1.84	1.776	1.746	0.418	0.388					0.061	0.031	1.381
51	1.968	1.933	1.874	1.839	0.423	0.393					0.061	0.031	1.479
53	2.067	2.032	1.973	1.938	0.423	0.393					0.061	0.031	1.578
58	2.224	2.189	2.13	2.095	0.423	0.393					0.061	0.031	1.735
60	2.342	2.307	2.248	2.213	0.423	0.393					0.061	0.031	1.853
63	2.461	2.426	2.367	2.332	0.423	0.393					0.061	0.031	1.972
66	2.579	1.107	2.485	2.45	0.423	0.393					0.061	0.031	2.09
70	2.736	2.701	2.642	2.607	0.423	0.393					0.061	0.031	2.247
75	2.913	2.878	2.819	2.784	0.423	0.393					0.061	0.031	2.424
77	3.035	3	2.914	2.906	0.502	0.472					0.075	0.045	2.546
83	3.268	3.233	3.148	3.113	0.502	0.472					0.075	0.045	2.753
89	3.511	3.476	3.391	3.356	0.55	0.52					0.075	0.045	2.918
100	3.937	3.902	3.817	3.782	0.612	0.582					0.075	0.045	3.344
110	4.331	4.296	4.211	4.176	0.612	0.582					0.075	0.045	3.737
120	4.724	4.689	4.604	4.569	0.7	0.67					0.075	0.045	4.131

Fuente: [www.theplasticbottleinstitute](http://www.theplasticbottleinstitute.com), 2008

✓ **Torque y destorque de tapas:**

- ✓ **Torque:** Es la fuerza que se aplica con la tapa cuando se cierra un envase.
- ✓ **Destorque:** Es la fuerza requerida para remover, aflojar o abrir un envase.

El instituto internacional de botellas de plástico indica la fuerza que se debe aplicar para que la tapa logre dar un sello con el envase, dependiendo el tipo de cuello del envase así será la fuerza requerida tanto para cerrar o para remover una tapa. Los siguientes valores enumeran la fuerza de cierre que se debe utilizar para cerrar envases a mano en condiciones controladas:

**Tabla XIII. Especificaciones de torque y destorque**

<b>Tipo de cuello</b>	<b>Torque</b>
<b>mm</b>	<b>Libras</b>
8	3-7
10	4-8
13	5-9
15	5-9
18	7-10
20	8-12
22	9-14
24	10-18
28	12-21
30	13-23
33	15-25
38	17-26
43	17-27
48	19-30
53	21-36
58	23-40
63	25-43
66	26-45
70	28-50
83	32-60
86	40-65
89	40-70
100	45-70
110	45-70
120	55-95

Fuente: [www.theplasticbottleinstitute](http://www.theplasticbottleinstitute.com), 2008

- ✓ **Tolerancias de capacidad (volumen):** La capacidad (volumen) de un envase es fundamental, ya que si el molde que se utiliza es de más de dos cavidades y cada cavidad posee una capacidad de rebalse distinta, el cliente no tendrá un llenado uniforme, provocando problemas en la línea de llenado del cliente.

**Tabla XIV. Especificaciones de capacidad (volumen)**

Volumen del envase al rebalse (ml)			Tolerancia ±
35	y menos de	47	2.50
47	y menos de	62	3.00
62	y menos de	83	3.50
83	y menos de	115	4.00
115	y menos de	159	5.00
159	y menos de	218	6.00
218	y menos de	289	7.00
289	y menos de	384	9.00
384	y menos de	531	11.00
531	y menos de	767	13.00
767	y menos de	1092	15.00
1092	y menos de	1505	20.00
1505	y menos de	2125	24.00
2125	y menos de	2892	30.00
2892	y menos de	3512	38.00
3512	y menos de	4103	44.00
4103	y menos de	4723	53.00
4723	y menos de	5313	59.00
5313	y menos de	6199	65.00

Fuente: [www.theplasticbottleinstitute.com](http://www.theplasticbottleinstitute.com), 2008

### **3.5 Normas GPI para fuerza en tapaderas (Instituto Internacional de Envases de Vidrio)**

Estas normas nos sirven para determinar si las medidas de la tapadera del envase cumplen con las especificaciones del Instituto Internacional de Envases de vidrio, estas normas tienen compatibilidad con las normas SPI,

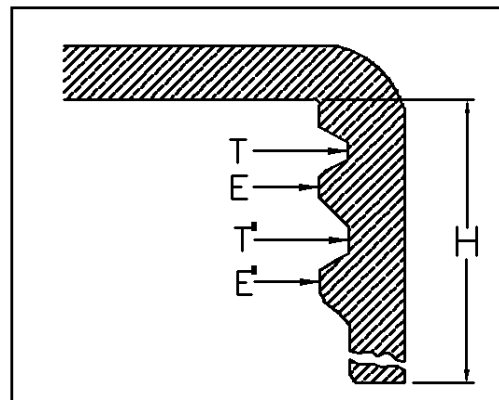
solo que las anteriores son para el cuello del envase y las GPI son para las tapaderas.

✓ **Especificaciones G.P.I (Ver Figura 37)**

- ✓ **Diámetro “T”**: Es la medida óptima de la profundidad del hilo de la rosca de una tapadera vista horizontalmente.
- ✓ **Diámetro “E”**: Es la medida optima tomada desde los hilos de la rosca de una tapadera vista horizontalmente.
- ✓ **Diámetro “ T ’ ”**: Es la medida máxima de la profundidad del hilo de la rosca de una tapadera vista horizontalmente.
- ✓ **Diámetro “ E ’ ”**: Es la medida máxima tomada desde los hilos de la rosca de una tapadera vista horizontalmente.
- ✓ **Altura “H”**: Altura de la tapa.

A continuación se muestra como medir la tapadera.

**Figura 37. Medidas de Tapadera**



Fuente: [www.theplasticbottleinstitute](http://www.theplasticbottleinstitute.com), 2008

✓ Especificaciones de tapadera para cuello 400

Tabla XV. Tapadera con cuello 400

mm	T		T'	E		E'	H	
	Máx	Mín	Máx	Máx	Mín	Máx	Máx	Mín
18	0.719	0.705	0.725	0.635	0.621	0.642	0.377	0.359
20	0.798	0.734	0.805	0.714	0.700	0.721	0.377	0.359
22	0.877	0.863	0.884	0.793	0.779	0.800	0.377	0.359
24	0.955	0.941	0.954	0.871	0.857	0.878	0.406	0.388
28	1.103	1.039	1.112	1.009	0.995	1.016	0.406	0.388
30	1.142	1.128	1.149	1.048	1.034	1.055	0.406	0.388
33	1.230	1.206	1.237	1.189	1.172	1.193	0.406	0.388
35	1.379	1.365	1.386	1.285	1.271	1.292	0.406	0.388
38	1.491	1.477	1.493	1.397	1.383	1.404	0.406	0.388
40	1.595	1.581	1.602	1.501	1.497	1.508	0.406	0.388
43	1.669	1.655	1.676	1.575	1.561	1.582	0.406	0.388
45	1.765	1.741	1.762	1.661	1.647	1.668	0.406	0.388
48	1.885	1.871	1.892	1.791	1.777	1.798	0.406	0.388
51	1.983	1.969	1.990	1.889	1.875	1.896	0.418	0.399
53	2.087	2.008	2.089	1.983	1.974	1.995	0.418	0.399
58	2.239	2.225	2.245	2.145	2.131	2.152	0.418	0.399
60	2.357	2.343	2.361	2.263	2.249	2.270	0.418	0.399
63	2.476	2.462	2.483	2.382	2.368	2.399	0.418	0.399
66	2.554	2.530	2.571	2.500	2.485	2.507	0.418	0.399
70	2.751	2.737	2.753	2.657	2.643	2.664	0.418	0.399
75	2.928	2.914	2.935	2.834	2.820	2.841	0.418	0.399
77	3.050	3.036	3.058	2.950	2.942	2.954	0.485	0.457
83	3.285	3.269	3.293	3.165	3.149	3.173	0.485	0.457
89	3.528	3.512	3.537	3.408	3.392	3.417	0.533	0.515
100	3.956	3.933	3.966	3.835	3.813	3.849	0.595	0.577
110	4.35	4.332	4.36	4.230	4.212	4.240	0.595	0.577
120	4.745	4.725	4.756	4.625	4.605	4.636	0.683	0.665

Fuente: [www.theplasticbottleinstitute](http://www.theplasticbottleinstitute.com), 2008

✓ **Especificaciones de tapadera para cuello 410:**

**Tabla XVI. Tapadera con cuello 410**

mm	T		T'	E		E'	H	
	Máx	Mín	Máx	Máx	Mín	Máx	Máx	Mín
18	0.719	0.705	0.727	0.635	0.621	0.643	0.529	0.499
20	0.798	0.784	0.806	0.714	0.700	0.722	0.560	0.530
22	0.877	0.863	0.885	0.793	0.779	0.801	0.591	0.581
24	0.955	0.941	0.964	0.871	0.857	0.880	0.652	0.622
28	1.103	1.089	1.112	1.009	0.995	1.018	0.714	0.684

Fuente: [www.theplasticbottleinstitute.com](http://www.theplasticbottleinstitute.com), 2008

✓ **Especificaciones de tapadera para cuello 415:**

**Tabla XVII. Tapadera con cuello 415**

mm	T		T'	E		E'	H	
	Máx	Mín	Máx	Máx	Mín	Máx	Máx	Mín
13	0.528	0.515	0.536	0.468	0.455	0.476	0.458	0.428
15	0.595	0.582	0.603	0.535	0.522	0.543	0.563	0.533
18	0.719	0.705	0.728	0.635	0.621	0.644	0.623	0.593
20	0.798	0.784	0.807	0.714	0.700	0.723	0.748	0.718
22	0.877	0.863	0.886	0.793	0.779	0.802	0.843	0.813
24	0.955	0.941	0.964	0.871	0.857	0.880	0.963	0.933
28	1.103	1.089	1.113	1.003	0.995	1.019	1.088	1.058

Fuente: [www.theplasticbottleinstitute.com](http://www.theplasticbottleinstitute.com), 2008

En el Capítulo IV se aplicaran las normas internacionales SPI y GPI mencionadas para tapaderas y envases plásticos, a través de estudios dimensionales y funcionales, esto con el objetivo de cumplir con los estándares a nivel internacional que garanticen la calidad de las piezas producidas.

#### **4. PROPUESTA PARA EL SISTEMA DE CONTROL TOTAL DE CALIDAD**

Se propone realizar evaluaciones a las piezas plásticas para poder mantener una calidad alta en las características físicas, químicas y mecánicas que definen el comportamiento del envase. Las evaluaciones van dirigidas específicamente, en el área de inyección para envases y tapaderas plásticas disponibles en el mercado nacional e internacional, que garantizan un adecuado control de la pieza producida.

Se deben establecer parámetros es que estos serán determinantes para producir productos de alta calidad, y por ende ofrecer al mercado un producto con cero defectos, que cumpla con las exigencias del mercado a nivel mundial, provocando que la industria sea competitiva en todo el entorno global, es por ello que se hace necesario para la elaboración de envases plásticos, respetar las normas SPI y GPI para el debido control respecto a las dimensiones del cuello del envase y la tapadera. Primeramente se debe establecer controles para analizar desde la materia prima, que es un factor determinante para mantener la calidad en los envases, posteriormente se hace un análisis dimensional, físico y funcional del envase.

Las pruebas mencionadas se diseñan para evitar problemas respecto a la calidad del envase, por lo que se deben de realizar con la mayor certeza posible por parte del personal encargado del control de calidad, basándose en procedimientos y normas proporcionadas con este fin, además que cumplan con las especificaciones y requerimientos del cliente.

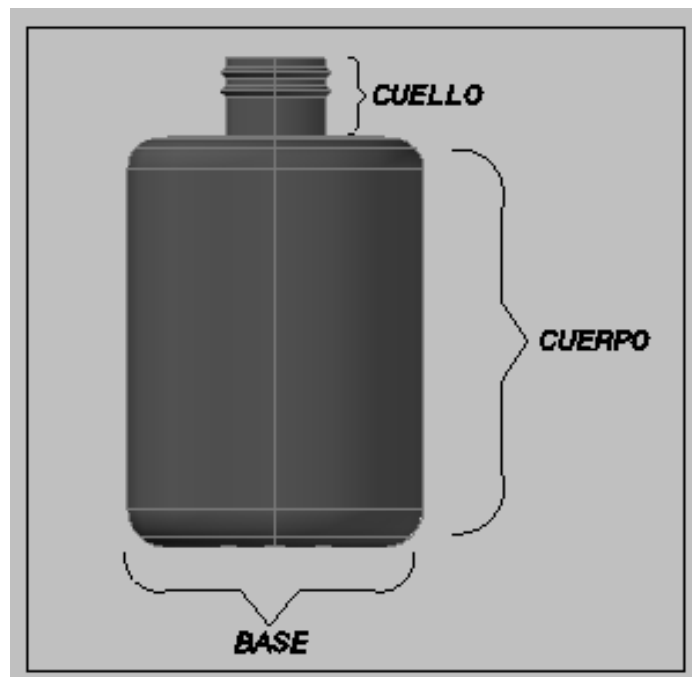
El presente capítulo indica las evaluaciones propuestas y como deben realizarse para garantizar la calidad de la pieza plástica producida.



#### 4.1 Croquis de un envase y tapadera plástica

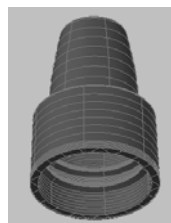
Se propone realizar un croquis de la pieza plástica, previo a la realización de las pruebas de laboratorio se hace necesario conocer las partes elementales que integran un envase hecho de plástico. A continuación se muestra el envase y la tapadera respectivamente:

**Figura 38. Croquis envase**



Fuente: Propia, 2009

**Figura 39. Croquis tapadera**



Fuente: Propia, 2009

## **4.2 Lineamiento para el ingreso de materia prima y su análisis**

Se deben definir e implementar lineamientos eficaces y eficientes para la evaluación y el control de la materia prima que se utiliza para elaborar los envases y las tapaderas de plástico, con el fin de evitar problemas dentro del proceso productivo, cuando se compra y/o recibir materia prima que no posee las características para el envase que se fabricara ocurren inconvenientes no esperados que pueden atrasar el proceso.

La organización deberá solicitar que el proveedor de materia prima junto con los encargados de control de calidad las especificaciones del producto que se utiliza, con el fin de beneficiar a las organizaciones de los conocimientos adecuados para el mejor desempeño de sus labores. Además se deberá involucrar al personal de compras para que ellos se relacionen con el proceso de producción, con el fin de mejorar el proceso de la organización haciéndolo eficaz y eficiente. Además esto ayudaría a la industria en el control de calidad y disponibilidad de inventario, con lo cual se asegura la entrega a tiempo y condiciones adecuadas de la materia prima.

Cuando se tiene problemas con la funcionalidad de los productos o no se obtienen los resultados esperados y se logra determinar que el problema es de materia prima, se hace necesario implementar un método que sea efectivo para realizar la prueba de melt index (índice de fluidez), debido a que esta característica es considerada como la más importante de la materia prima, por eso es necesario mantener un registro de los certificados de calidad y hojas técnicas de los diferentes proveedores para comparar las características indicadas en las hojas técnicas versus las pruebas de laboratorio realizadas, con el fin de aceptar o rechazar la materia prima a los proveedores.

### 4.3 Ingreso de resina, masterbach, colorantes y su análisis

Se debe de iniciar un procedimiento cuando se reciba el pedido de materia prima, consiste en inspeccionar la documentación de la materia prima, masterbach y colorantes que ingresan a la empresa. Lo que procederá a revisar inmediatamente es la orden de compra con los envíos del proveedor, hojas técnicas y certificados de calidad del material que desea ingresar a la industria. A continuación se muestra la ficha que deben de llenar los inspectores de calidad previa a realizar las pruebas que se detallaran más adelante.

**Tabla XVIII. Hoja para recepción de materia prima, masterbach y colorantes**

<b>Envases y Tapaderas</b>	
<b>Departamento de Control de Calidad</b>	
<b>RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA, MASTERBACH Y COLORANTES</b>	
<b>E&amp;T-REF- 001</b>	
<b>Fecha de recepción:</b> _____ <b>No. De Orden de compra:</b> _____ <b>No. De Envió:</b> _____	
Proveedor	Código de Material
Tipo de Material	No. Lote
Aprobado ó rechazado por:	
F _____ Inspector de Calidad	F _____ Vo.Bo. Jefe Depto. Control de Calidad
<b>ORIGINAL:</b> Control de Calidad <b>COPIA:</b> Contabilidad	

Fuente: **Propia**, 2009

### **Resultados.**

- ✓ Lograr obtener un control más minucioso en la materia prima que ingresa a bodega de materiales.

- ✓ Lograr que los proveedores tengan cuidado con la resina, colorantes y/o masterbach que nos envíen, ya que ellos desearan evitar rechazos inmediatos.
- ✓ Lograr llevar mejores inventarios de resina, colorantes y/o masterbach que se tiene en bodega de materiales.

#### **4.4 Estudio de resina**

Se debe estudiar la materia prima, es por eso que se debe de analizar el índice de fluidez y el índice de humedad debido a que estas características son las que influyen en la producción de los envases, si la resina cumple con los rangos aceptables, será aprobada por parte del departamento de control de calidad, para poder ser utilizada.

##### **4.4.1 Índice de fluidez**

La característica más importante de la resina es el índice de fluidez, este describe la fluencia y solidez de una resina de polipropileno a una determinada temperatura (210 a 250 °C) y a una determinada presión. Por lo general se utilizan las dimensiones de g/10 min, para definir el índice de fluidez, los valores aceptables están entre **7.0 a 9.0**.

Cuando el índice de fluidez de una resina tiene niveles bajos, su viscosidad de fusión es elevada y viceversa; la viscosidad de fusión es la resistencia de la resina fundida que va a fluir durante la formación de un envase, para la cual se propone que se documente y se establezcan métodos para realizar la prueba de fluidez, con el fin de determinar si la resina que se está recibiendo cumple con los requisitos para la elaboración de envases y

tapaderas de plástico, documentar la información y llevar un registro exacto y detallado.

A continuación se establece los parámetros que se deben de seguir, para verificar si el índice de fluidez descrito en el certificado de calidad corresponde a la resina que se recibe.

- ✓ **Objetivo:** Revisar si el índice de fluidez de una determinada resina, es el descrito en el certificado de calidad, con el fin de evaluar el comportamiento que va a presentar durante el proceso de inyección y establecer si cumplirá con las especificaciones de los envases y tapaderas que se producirán.
  
- ✓ **Equipo a utilizar**
  - ✓ Plastómetro (Plastometer)
  - ✓ Termómetro (150 a 250 °C)
  - ✓ Balanza analítica (precisión +/- 0.01 g)
  
- ✓ **Lineamientos a seguir:** El inspector de turno será el encargado de realizar las actividades siguientes, para determinar el índice de fluidez de las resinas.
  - ✓ Revisar y limpiar completamente la cámara y el dado del equipo, luego introducir el dado en la cámara y asegurarse que caiga el fondo de la misma.
  - ✓ Revisar los sensores de temperatura y el termómetro con la finalidad de obtener resultados verídicos.
  - ✓ Colocar las temperaturas a cero grados centígrados (**COARSE**), y el **FINE** en 500 °C.
  - ✓ Encender el equipo, el indicador de temperatura nos indicara cuando este a temperatura ambiente.

- ✓ Colocar las temperaturas deseadas en el aparato, si es polietileno 190 °C y si es polipropileno 225 °C, y el contrapeso de 2,160 gramos, incluyéndose el embolo y el contrapeso, que es igual para ambas resinas, y mantener presionado el botón de **PREADJUST**, y usar el botón de **COARSE** para definir la temperatura deseada.
- ✓ Observar que a medida que la temperatura se aproxime a la seleccionada; el indicador de la temperatura nos dirá que ya esta la máquina de la calefacción encendida esto lo hará encendiéndose y apagándose continuamente (**HEATER POWER**). Observar que la temperatura en el termómetro no exceda la capacidad del mismo, ya que si ocurre este el termómetro se quiebra, cuando la temperatura se aproxime a la máxima capacidad se debe remover el mismo.
- ✓ Dejar suficiente tiempo para que la temperatura deseada estabilice, si la temperatura no estabiliza en el punto deseado, se usa el botón **FINE**, para alcanzar la temperatura deseada, según la indicación del termómetro. El ajuste del botón **FINE** se obtiene presionando y sosteniendo el botón **PRE-SET ADJUST**.
- ✓ Esperar 15 minutos para que la temperatura deseada estabilice, si el indicador de la maquina no coincide con el del termómetro, se debe calibrar el indicador con el botón **CALIBRATE**.
- ✓ Seleccionar las masas de acuerdo a las especificaciones del material, puede ser de 0.15 y 50 g/10 minutos.

**Para poder obtener el índice de fluidez se debe de operar la máquina de la siguiente forma:**

- ✓ Llenar la recamara de la máquina (Plastómetro), luego colocar el pistón con su contrapeso en posición e iniciar con la toma de

tiempo de precalentamiento, de 6 a 10 minutos, la cantidad de resina cambiara, según la siguiente tabla:

**Tabla XIX. Rango de flujo para resina**

<b>Rango de Flujo g/10 min.</b>	<b>Cantidad (g)</b>	<b>Tiempo de prueba (min.)</b>	<b>Factor</b>
0.15 a 1.0	2.5 - 3.0	6	1.67
>1.0 a 3.5	3.0 - 5.0	3	3.33
>3.5 a 10	5.0 - 8.0	1	10
>10 a 25	4.0 - 8.0	0.5	20
>25 a 50	4.0 - 8.0	0.25	40

Fuente: [www.theplasticbottleinstitute](http://www.theplasticbottleinstitute.com), 2008

- ✓ Revisar durante el precalentamiento las dos marcas que nos indica el pistón, la inferior y la superior; la inferior debe entrar en el cilindro sobrepasando el index y la marca superior debe quedar encima del cilindro.
- ✓ Se procede a cortar el plástico que se extruye cuando la marca inferior del pistón se acerque al index y tomar el tiempo de 1 minuto, seguidamente se corta. Si el plástico extraído contiene burbujas, se debe repetir la prueba. Los cortes de resina extruida utilizada en el análisis, se deben hacer al inicio y al final del minuto.
- ✓ Se procede a descargar el resto de la muestra y sacar el dado por arriba del cilindro, posteriormente se limpia, se realiza la limpieza también para el dado esto se realiza con solvente que limpie el plástico.
- ✓ Ya frio el plástico extruido, se procede a pesarlo con la exactitud de 1 miligramo.

- ✓ El peso obtenido se debe multiplicar por 10, para obtener el flujo en gramos por 10 minutos (g/10 min)
- ✓ Se aprueba el lote de materia prima, si el Melt Index o índice de fluidez es igual al melt index especificado +/- 10%, de lo contrario, se rechaza.
- ✓ Llenar el formato **E&T-REF-002**, para reportar los resultados de las muestras analizadas.

#### 4.4.2 Índice de humedad

La variación de color y la apariencia en el pellet se debe a la humedad en la resina, generalmente cuando la resina tiene un % mayor de humedad se torna más transparente, lo que ocasiona graves problemas en la producción, porque el envase que se produce esta poroso.

El índice de humedad no debe exceder del 5%, para poder ser ingresada a bodega de materia prima.

- ✓ **Objetivo:** Verificar la humedad que posee la materia prima previo a ingresarla a la bodega de materia prima.
  
- ✓ **Equipo a utilizar:**
  - ✓ Horno de secado (capacidad de 120 °C)
  - ✓ Crisol (40 ml)
  - ✓ Balanza analítica (precisión +/- 0.01 g)
  
- ✓ **Lineamientos a seguir:** El inspector de calidad de turno deberá realizar simultáneamente esta prueba con la anterior realizando lo siguiente:



- ✓ Pesar una primera muestra de resina, a la que llamaremos **X** (para uso de la prueba).
- ✓ Pesar el crisol y colocar la resina X, posteriormente se coloca en el horno dejándolo calentar durante 5 minutos a una temperatura de 110 °C.
- ✓ Transcurridos los cinco minutos, se procede a retirar el crisol del horno y posteriormente se pesa junto a la muestra obteniéndose un peso **P1**, (peso menor a X).
- ✓ Realizar la prueba nuevamente, a fin de obtener un peso **P2** (este tendrá que ser menor a P1).
- ✓ Realizar el mismo procedimiento n veces, a fin de obtener un peso constante, el cual se llamara **Pc**.
- ✓ Se procede a realizar el % de humedad que contiene la resina, esta se obtiene con las siguiente fórmula:

$$\%HUMEDAD = \frac{X - Pc}{X} * 100$$

- ✓ Llenar el formato **E&T-REF-002**, para reportar los resultados de las muestras analizadas.

**Tabla XX. Hoja de resultados de análisis de índice fluidez y humedad**

	<b>HOJA DE RESULTADOS DE ÍNDICE DE FLUIDEZ E ÍNDICE DE HUMEDAD</b>	E&T-REF-002																																				
Fecha:	Analista:																																					
Tipo de Resina:	Descripción de resina:																																					
Índice de Fluidez estándar:	Índice de Humedad estándar:																																					
<b>ANÁLISIS DE ÍNDICE DE FLUIDEZ</b>																																						
Rango de Peso (g): de _____ a _____	Lectura <b>FINE</b> :																																					
Peso utilizado:	FACTOR:																																					
Temperatura (°C):	Tiempo de Prueba (minutos):																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;">No. Muestra</th> <th style="width: 50%;">Peso (gramos)</th> <th style="width: 30%;">No. Lote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="text-align: center;">1</td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">2</td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">3</td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">4</td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">5</td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">6</td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">7</td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">8</td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">9</td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">10</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td style="text-align: center;"><math>\Sigma</math> Peso</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			No. Muestra	Peso (gramos)	No. Lote	1			2			3			4			5			6			7			8			9			10			$\Sigma$ Peso		
No. Muestra	Peso (gramos)	No. Lote																																				
1																																						
2																																						
3																																						
4																																						
5																																						
6																																						
7																																						
8																																						
9																																						
10																																						
$\Sigma$ Peso																																						
Promedio = $\Sigma$ pesos/n = _____ / _____ = _____ g Índice de fluidez = (promedio)(factor) = ( _____ )( _____ ) = _____ (g/10 min).																																						
<b>ANÁLISIS DE ÍNDICE DE HUMEDAD</b>																																						
Peso utilizado:	Temperatura (°C):																																					
X:	Pc:																																					
$\% \text{ Humedad} = (X - Pc / X) * 100 = (( \quad - \quad ) / \quad ) * 100 = \underline{\hspace{2cm}}$																																						
Dictamen de Lote:																																						
Aceptar _____		Rechazar: _____																																				
F _____ Inspector de Calidad	F _____ Vo.Bo. Jefe Depto. Control de Calidad																																					
<b>ORIGINAL:</b> Control de Calidad <b>COPIA:</b> Bodega de Materia Prima																																						

Fuente: Propia, 2009

### ***Resultados de los estudios practicados en resina.***

- ✓ Poseer en bodega de materiales resina con la que obtendremos productos de alta calidad.
- ✓ Garantizar a producción que la materia prima no será influyente en resultados adversos al esperado.
- ✓ Descartar problemas de porosidad, color y peso en envase, logrando así resultados que logren ahorrar tiempo y dinero.
- ✓ Ofrecer al cliente satisfacción total a través de productos de alta calidad.

### **4.5 Parámetros para el control de las especificaciones del envase y la tapadera plástica**

Es importante que el departamento de control de calidad cuente con todas las especificaciones establecidas por el cliente para los envases y tapaderas de plásticos, asimismo es tarea de este departamento verificar si las medidas de las piezas cumplen con todas las normas establecidas por el Instituto Internacional de Botellas de Plástico y por el Instituto Internacional de Envases de Vidrio (Normas Tapadera), con la finalidad de que el cliente reciba un producto de alta calidad que puede ser utilizado a nivel nacional e internacional. Asimismo se debe contar con mecanismos seguros para llenar las expectativas de los clientes, por lo que el objetivo primordial es cumplir con las normas requeridas por el cliente y las normas establecidas por los institutos internacionales.

Los estudios que se deben de realizar para un envase y tapadera plástica son los siguientes:

- ✓ Estudio dimensional
- ✓ Estudio físico
- ✓ Estudio funcional

Cada uno de los estudios anteriores detalla aspectos del envase y de la tapadera que son de suma importancia para el buen funcionamiento del producto.

A continuación se detalla la información que debe de poseer el departamento de control de calidad en su base de datos, retroalimentándola constantemente para estar pendiente de cualquier cambio requerido por el cliente, y con eso se tendrá la certeza de entregar producto de alta calidad.

Además, se hace necesario incluir el tipo de muestreos que realiza el cliente, ya que hay que recordar que el que produce es el experto y por lo tanto la industria plástica tiene el compromiso de explicar a los clientes el porqué de cada prueba, logrando así unificar criterios y evitar posteriormente malos entendidos.

La siguiente información es material muy importante, ya que la hoja de especificaciones y planos técnicos serán la base a cumplir por parte de la empresa.

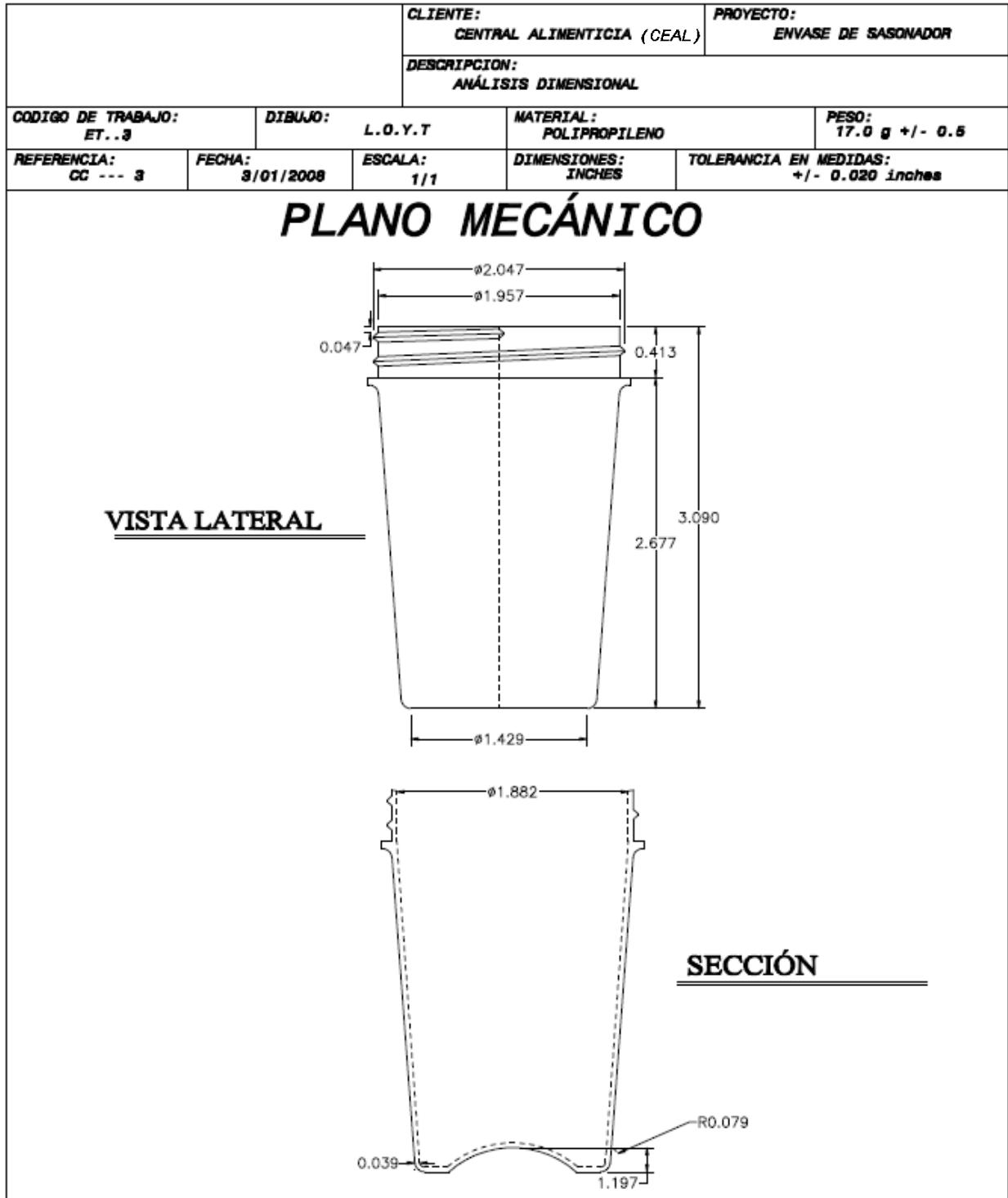
**Tabla XXI. Hoja de especificaciones**

	<b>HOJA DE ESPECIFICACIONES</b>	<b>Referencia: CC --- 3</b>																		
<b>Cliente:</b> Central Alimenticia (CEAL)	<b>Producto:</b> Envase RV 90 ml	<b>Productos Analizados:</b> Envase RV con tapadera (90 ml)																		
<b>Realizado Por:</b> L.O.Y.T	<b>Revisado Por:</b> Jefe de Producción	<b>Fecha de Realización:</b> 3/01/2009																		
<p><b>DESCRIPCIÓN DEL ENVASE</b></p> <p>Material: Polipropileno Color: Blanco</p> <p><b>MEDIDAS DEL ENVASE:</b></p> <table> <tr> <td>Altura total sin tapa:</td> <td>3.09 inches +/- 0.02</td> <td>Altura con tapa:</td> <td>3.16 inches +/- 0.02</td> </tr> <tr> <td>Diámetro interno cuello:</td> <td>1.88 inches +/- 0.02</td> <td>Peso Sin Tapa:</td> <td>17.00 g +/- 0.50</td> </tr> <tr> <td>Diámetro externo total cuello:</td> <td>2.05 inches +/- 0.02</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p><b>IMPRESIÓN</b></p> <p align="center">*****SIN IMPRESIÓN*****</p> <p><b>DESCRIPCIÓN LA TAPA:</b></p> <p>Estilo: Tapadera RV 90 Material: Polipropileno Color: Lila</p> <p><b>MEDIDAS DE LA TAPA:</b></p> <table> <tr> <td>Altura:</td> <td>0.45 inches +/- 0.02</td> </tr> <tr> <td>Diámetro externo total:</td> <td>2.24 inches +/- 0.02</td> </tr> <tr> <td>Peso:</td> <td>6.50 g +/- 0.50</td> </tr> </table> <p><b>FORMA DE EMPAQUE</b></p> <p align="center">En bolsa transparente debidamente identificadas y con las cantidades exactas</p>			Altura total sin tapa:	3.09 inches +/- 0.02	Altura con tapa:	3.16 inches +/- 0.02	Diámetro interno cuello:	1.88 inches +/- 0.02	Peso Sin Tapa:	17.00 g +/- 0.50	Diámetro externo total cuello:	2.05 inches +/- 0.02			Altura:	0.45 inches +/- 0.02	Diámetro externo total:	2.24 inches +/- 0.02	Peso:	6.50 g +/- 0.50
Altura total sin tapa:	3.09 inches +/- 0.02	Altura con tapa:	3.16 inches +/- 0.02																	
Diámetro interno cuello:	1.88 inches +/- 0.02	Peso Sin Tapa:	17.00 g +/- 0.50																	
Diámetro externo total cuello:	2.05 inches +/- 0.02																			
Altura:	0.45 inches +/- 0.02																			
Diámetro externo total:	2.24 inches +/- 0.02																			
Peso:	6.50 g +/- 0.50																			
F. _____ Jefe de Control de Calidad	F. _____ Jefe de Producción	F. _____ Agente de Venta																		

Fuente: Propia, 2009

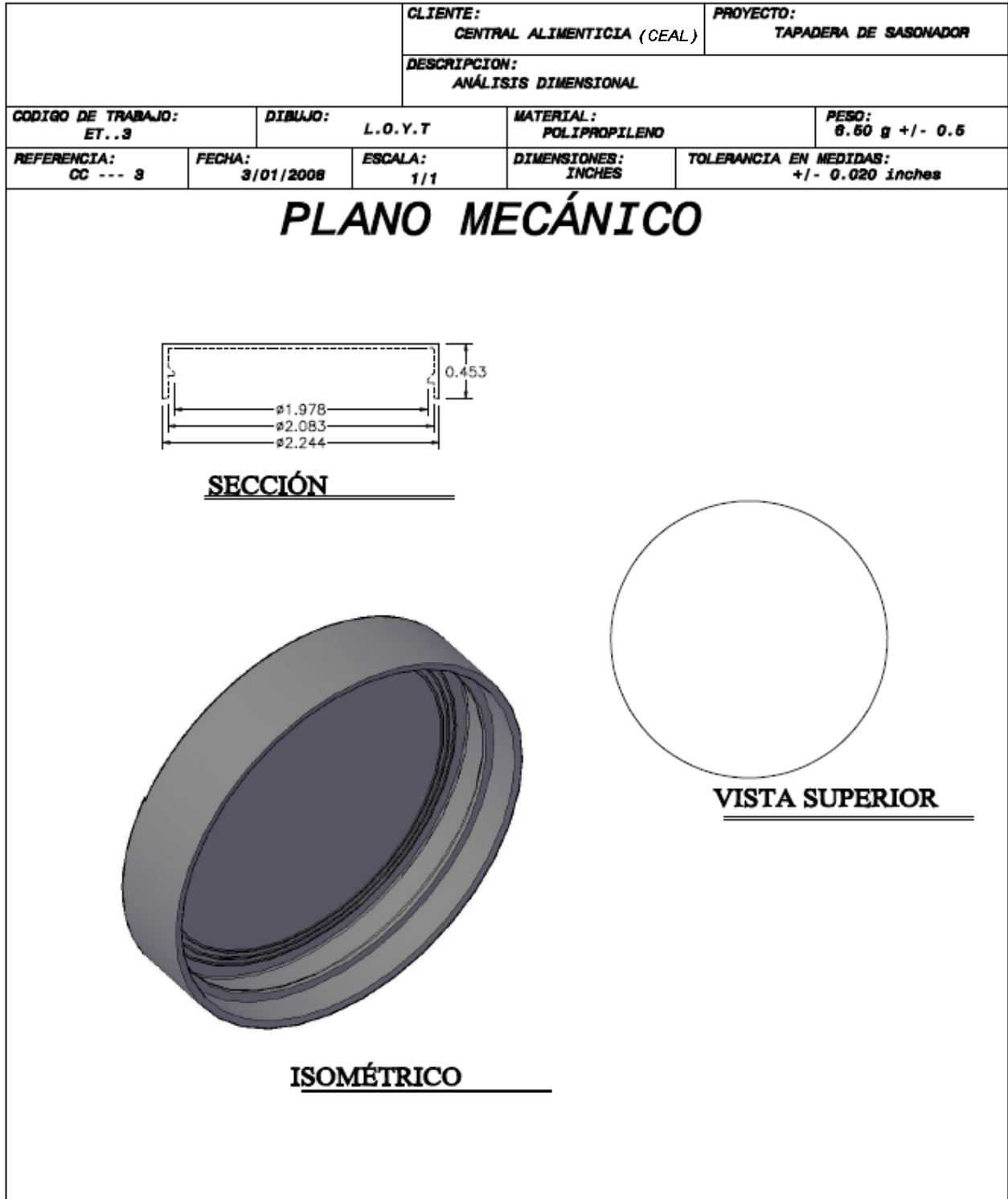
c/archivo inter

Figura 40. Plano mecánico de envase propuesto



Fuente: Propia, 2009

Figura 41. Plano mecánico de tapadera propuesta



Fuente: Propia, 2009

## 4.6 Estudio dimensional del envase y tapadera

Es importante que el departamento de control de calidad cuente con los parámetros de especificaciones mostrados en la tabla XXI, Figura 40 y Figura 41 para la verificación de especificaciones del producto. La importancia de este procedimiento radica en que los envases y las tapaderas deben de poseer las dimensiones correctas con el fin de que el producto funcione adecuadamente en las líneas de llenado y en la línea de taponado de los clientes que requieren el producto.

Cuando un envase está en norma, se tiene la seguridad de que el cliente no tendrá ningún inconveniente en utilizar una tapadera producida por otro fabricante de plásticos y viceversa. En ello radica la importancia de producir producto bajo los estándares dados por el Instituto Internacional de Botellas de Plástico y el Instituto Internacional de Envases de Vidrio.

### 4.6.1 Especificaciones de medidas dadas por el Instituto Internacional de Botellas de Plástico.

Las dimensiones del cuello de un envase de plástico es de gran importancia, ya que a este se debe el perfecto acople con la tapadera, esto con el fin de evitar fugas del producto o un mal acople de tapadera.

- ✓ **Objetivo:** Revisar que las dimensiones del cuello del envase cumpla con las especificaciones dadas por Instituto Internacional de Botellas de Plástico.
- ✓ **Equipo a utilizar:**
  - ✓ Calibrador (Precisión +/- 0.01 mm)



**Figura 42. Calibrador digital**



- ✓ **Lineamientos a seguir:** El inspector de calidad de turno deberá realizar lo siguiente:
  - ✓ **Medición diámetro “T”:** Cerrar el calibrador hasta que las quijadas hagan contacto con el hilo de rosca del cuello, mantener paralelas las quijadas para obtener una medición precisa.
  - ✓ **Medición diámetro “E”:** Cerrar el calibrador hasta que las quijadas hagan contacto con la parte lisa del cuello, mantener recto el calibrador para realizar la medida correctamente.
  - ✓ **Medición diámetro “I”:** Colocar las quijadas del calibrador dentro del cuello del envase y luego abrirlo hasta que haga contacto con las paredes del cuello.
  - ✓ **Dimensión “S”:** Utilizar la parte del calibrador que se utiliza para medir diámetros internos, se procede a medir desde la parte superior del cuello hasta el inicio del hilo de la rosca en la parte más alta.
  - ✓ **Altura del cuello “H”:** Colocar la extensión sobre la base del cuello y hacer contacto con el labio del envase.

- ✓ Se procede a revisar que las medidas tomadas, estén dentro de los requerimientos dados por el Instituto Internacional de Botellas de Plástico.
- ✓ Llenar el formato **E&T-REF-003**, para reportar los resultados de las muestras analizadas.

**NOTA: 1 inches = 25.4 milímetros.**

#### **4.6.2 Análisis de peso**

Es importante producir los envases y las tapaderas con el peso indicado en los requerimientos del cliente, ya que si no pueden haber deformaciones en el envase, quebraduras en la tapadera, fugas, distribución de las paredes del envase, resistencia al impacto, etc.

- ✓ **Objetivo:** Revisar que el envase y tapadera producida cumpla con las especificaciones de peso establecidas en la hoja de especificaciones y plano mecánico.
- ✓ **Equipo a utilizar:**
  - ✓ Balanza (Precisión +/- 0.1 g)

**Figura 43. Balanza digital**



- ✓ **Lineamientos a seguir:** El inspector de calidad de turno deberá realizar lo siguiente:
  - ✓ Poner la balanza en 0.0 gramos con el botón **ReZero**.
  - ✓ Colocar el envase sobre la plataforma de la balanza y anotar la lectura dada, el peso debe de coincidir con lo expuesto en la hoja de especificaciones.
  - ✓ Llenar el formato **E&T-REF-003**, para reportar los resultados de las muestras analizadas.

#### 4.6.3 Análisis de volumen

Es importante realizar esta prueba, ya que ayuda a saber la capacidad de un envase, esto es básico porque si el molde utilizado para la elaboración de la pieza es de dos o más cavidades y cada cavidad posee una capacidad de rebalse distinta, el cliente no obtendrá un llenado uniforme, presentando dificultades en la línea de llenado.

- ✓ **Objetivo:** Revisar que la capacidad del envase de cada cavidad sea la requerida por el cliente, con el fin de evitar problemas en la línea de llenado.
- ✓ **Equipo a utilizar:**
  - ✓ Balanza (Precisión +/- 0.1 g)
- ✓ **Lineamientos a seguir:** El inspector de calidad de turno deberá de realizar lo siguiente:
  - ✓ Colocar el envase en balanza.
  - ✓ Poner la balanza en 0.0 gramos con el botón **ReZero**.

- ✓ Iniciar el llenado con agua, hasta el punto de rebalse, se deben eliminar las burbujas de aire.
- ✓ Copiar la lectura que indica la balanza en el momento justo en que el agua llegue a la superficie más alta del cuello.
- ✓ La tolerancia de la capacidad será evaluada según la norma de volumen de rebalse para el envase.
- ✓ Llenar el formato **E&T-REF-003**, para reportar los resultados de las muestras analizadas.

**NOTA: La densidad del agua será 1g/ml, por lo que el volumen se podrá expresar en gramos y en mililitros.**

#### **4.6.4 Tolerancias de capacidad para volumen**

Para realizar el análisis de volumen, se hace necesario tomar en cuenta la tolerancia que indica la tabla XIV, publicada por el Instituto Internacional de Envases de Plástico.

#### **4.6.5 Análisis del cuerpo del envase**

Es importante realizar un análisis al cuerpo del envase, el cual inicia en la parte final del cuello del envase, ya que se debe de medir si las paredes del envase son uniformes, que el envase no posea cóncavo, y que cumpla con las dimensiones de altura total y ancho total, para evitar deformaciones en el envase cuando este empacado con el producto para el cual fue comprado.

- ✓ **Objetivo:** Revisar que las dimensiones del producto cumpla con las especificaciones de altura y ancho total.

- ✓ **Equipo a utilizar:**
  - ✓ Calibrador (Precisión +/- 0.01 mm)
  
- ✓ **Lineamientos a seguir:** El inspector de calidad de turno deberá de realizar lo siguiente:
  - ✓ Medir la altura total del envase, colocando el calibrador desde la superficie más alta del cuello hasta la base del mismo.
  - ✓ Colocar el calibrador de manera que haga contacto con cada lado del envase, tomando las medidas de cada lado del envase en sentido horizontal, con la finalidad de no ejercer demasiada presión para no deformarlo.
  - ✓ Llenar el formato **E&T-REF-003**, para reportar los resultados de las muestras analizadas.

#### **4.6.6 Análisis de rosca de la tapadera**

La tapadera debe de ser compatible con el envase, debido a eso se derivaron las normas del Instituto Internacional de Envase de Vidrio, para tener la certeza de que una tapadera en norma GPI es compatible con un envase que cumple con las especificaciones SPI, esto crea seguridad en el cliente para evitar problemas de fuga y transrosque cuando el envase y la tapadera no sean del mismo proveedor.

- ✓ **Objetivo:** Revisar que las dimensiones de la tapadera cumpla con las especificaciones dadas por el Instituto Internacional de Envases de vidrio.
  
- ✓ **Equipo a utilizar:**
  - ✓ Calibrador (Precisión +/- 0.01 mm)

- ✓ **Lineamientos a seguir:** El inspector de calidad de turno deberá de realizar lo siguiente:
  - ✓ **Medida diámetro “T”:** Se tomara desde la profundidad del hilo de la rosca de una tapadera vista horizontalmente.
  - ✓ **Medida diámetro “E”:** Se tomara desde los hilos de la rosca de una tapadera vista horizontalmente.
  - ✓ **Altura “H”:** Medida tomada desde la parte superior de la tapa hasta el tope de la misma esta medida será interna.
  - ✓ Llenar el formato **E&T-REF-003**, para reportar los resultados de las muestras analizadas.

***Resultados del estudio dimensional del envase y tapadera plástica.***

- ✓ Seguridad de que el producto cumple con dimensiones, peso y capacidad de volumen, para evitar inconvenientes con el cliente que ocasionen rechazos posteriores.
- ✓ Lograr tener los moldes de inyección en perfectas condiciones, para que ellos no incidan problemas de peso y dimensiones y capacidad.
- ✓ Seguridad de cumplir con las hojas de especificaciones requeridas por el cliente, observadas en los planos mecánicos, ya que los estudios tendrán que cumplir a cabalidad con las dimensiones mostradas en el plano.
- ✓ Tener la certeza de que los envases y tapaderas pueden ser utilizados con cualquier pieza plástica que cumpla con las normas internacionales SPI y GPI, ósea producirle al cliente el envase y que el obtenga la tapadera de otro proveedor.

- ✓ Crear en la gente que integra el departamento de control de calidad, las bases necesarias para desempeñar mejor las tareas asignadas.

**Tabla XXII. Hoja de estudio dimensional**

Envases y Tapaderas						
Departamento de Control de Calidad						
HOJA DE ESTUDIO DIMENSIONAL DE ENVASE Y TAPADERA						
E&T-REF-003						
Fecha:	5/ 01/2009		Cliente:	Central Alimenticia (CEFA)		
Producto:	TARRO RV 90 g y Tapadera RV 90 g		Tipo Cuello:	410 (CEAL)		
Máquina:	Netstal 75 T		Material:	Polipropileno Padmex 60120		
Parámetros Estandar de Envase						
53.00	mm	T	E	Cuello: 410 H	S	Imin
		2.067 - 2.032	1.973 - 1.938	-	0.061 - 0.031	1.578
		2.049	1.955	---	0.046	1.578
<b>Análisis dimensional</b>						
% piezas malas						
Peso (g)		17.00				
Altura "H"		0.413				
Altura "S"		0.047				
Φ "T"		2.047				
Φ "E"		1.957				
Φ "I"		1.882				
<b>Capacidad envase</b>						
Tolerancia		2.20				
<b>Cuerpo de envase</b>						
Altura		3.090				
Ancho		1.429				
<b>Parámetros Estandar de tapadera</b>						
53.00	mm	T	E	Cuello: 410 H		
		2.087 - 2.008	1.983 - 1.974	-		
		2.047	1.978	---		
<b>Análisis dimensional</b>						
% piezas malas						
Peso (g)		6.5				
Φ "T"		2.083				
Φ "E"		1.978				
F _____			F _____			
Inspector de Calidad			Vo.Bo. Jefe Depto. Control de Calidad			
ORIGINAL: Control de Calidad      COPIA: Jefe de Producción						

Fuente: Propia, 2008

## **4.7 Estudio físico**

La forma y apariencia física de un envase y tapadera es muy importante, ya que de esto dependerá la impresión que cause en el cliente. Asimismo el poder cumplir con las expectativas que posee el cliente al empacar su producto.

El estudio físico consiste en examinar los siguientes aspectos:

- ✓ Color, textura, y distribución de material.
- ✓ Espesor de paredes
- ✓ Ruptura por esfuerzos
- ✓ Resistencia al impacto.

### **4.7.1 Análisis de color, textura y distribución del material**

El color del envase es muy importante, para no producir piezas con un color diferente al deseado por el cliente; esto ocurre cuando no existe el suficiente masterbatch para completar la producción, entonces se debe de proceder a revisar que el color del envase sea el correcto.

La textura del envase debe de revisarse constantemente para que este no salga poroso, quebradizo, puntos negros y deforme, por eso es importante ajustar bien la máquina desde un inicio, con el ciclo adecuado y el suficiente tiempo de enfriamiento.

La uniformidad en el envase se da, cuando existe una excelente distribución de material. Estos procedimientos son muy fáciles y rápidos de evaluar y por eso deben de hacerse en un solo procedimiento.



En la fabricación de envases plásticos suele ocurrir frecuentemente que al ser soplado salga con humedad o lo que comúnmente suele llamarse por su apariencia piel de naranja. Este problema es corregido fácilmente pero tiene la dificultad que aparece en cualquier momento, por lo que se hace necesario hacer una revisión. Tanto la revisión de color como la textura son análisis sencillos y rápidos de realizar por ello se hace un solo procedimiento.

- ✓ **Objetivo:** Verificar que el color y textura en el envase sean los adecuados para poder producir las piezas y satisfacer al cliente.
- ✓ **Lineamientos a seguir:** El inspector de calidad de turno deberá de realizar lo siguiente:
  - ✓ Se lleva la pieza a un lugar que posea excelente iluminación, para observar si el envase producido es igual a la muestra proporcionada por el cliente.
  - ✓ Observar detenidamente el envase con el fin de observar que este no tenga puntos negros, porosidad o deformación.
  - ✓ Palpando las paredes del envase se revisa la distribución del material.
  - ✓ Lo fácil de esta prueba obliga al inspector de turno a realizar este procedimiento con la mayor frecuencia posible.
  - ✓ Llenar el formato **E&T-REF-004**, para reportar los resultados de las muestras analizadas al inicio de la producción.

#### **4.7.2 Análisis del espesor de paredes del envase**

Revisión que se realiza al envase, determinando a través de mediciones hechas en las paredes del mismo, el espesor que posee el envase sea el

definido en el plano mecánico, y la hoja de especificaciones realizadas con anterioridad.

- ✓ **Objetivo:** Revisar que el envase posea uniformidad en ambos lados de sus paredes.
  
- ✓ **Equipo a utilizar:**
  - ✓ Calibrador (Precisión +/- 0.01 mm)
  - ✓ Cuchilla
  
- ✓ **Lineamientos a seguir:** El inspector de calidad de turno deberá de realizar lo siguiente:
  - ✓ Realizar un corte al envase en forma horizontal, para poder realizar la medición.
  - ✓ Medir con el calibrador las paredes del envase y revisar que este cumpla con las especificaciones dadas por el cliente, y las cuales se observan el plano mecánico.
  - ✓ Llenar el formato **E&T-REF-004**, para reportar los resultados de las muestras analizadas al inicio de la producción.

#### **4.7.3 Análisis para evaluar la ruptura por esfuerzos**

Esta prueba se realiza para asegurar la funcionalidad del envase para ser sometido a cierta carga durante el tiempo que este almacenado en la bodega de producto terminado (apilado en tarimas) y las cargas a las que estará sometida durante el transporte.

Este análisis consiste en colocar cargas a los envases simulando la carga a la que estarán sometidos. Esta prueba se hace con la finalidad es

evitar que el envase producido tenga fallas o fisuras que puedan causar fuga del producto.

- ✓ **Objetivo:** Verificar que el envase pueda soportar cargas durante su almacenamiento o transporte sea el adecuado respecto a la norma establecida para el porcentaje de ruptura.
  
- ✓ **Equipo a utilizar:**
  - ✓ Balanza (Precisión +/- 0.1 g)
  - ✓ Horno de envejecimiento (Capacidad 60 °C)
  - ✓ Termómetro
  - ✓ Contrapesos de 10 lb.
  
- ✓ **Lineamientos a seguir:** El inspector de calidad de turno deberá de realizar lo siguiente:
  - ✓ Pesar el envase y llenarlo con agua, aceite, etc., hasta el punto máximo de llenado.
  - ✓ Identificar cada pieza con su peso, fecha de inicio de prueba y el producto que contiene.
  - ✓ Se prepara el horno de envejecimiento, calentándolo durante una hora previo a introducir la muestra a 60 °C. El horno debe ser estable, se tolera una variación de 1°C.
  - ✓ Alcanzada la temperatura por el horno, se introduce las piezas y se colocan los contrapesos en la parte más alta del envase.
  - ✓ Transcurridas 4 horas se extraen los envases del horno y se retiran los contrapesos, a su vez se inicia a ejercer fuerza en todas las paredes del envase para detectar si existe alguna fisura.
  - ✓ Introducir nuevamente el envase que no haya sufrido ninguna fisura y dejar los días que sean necesarios para observar el % de

daño que ocurre en la pieza sin exceder los valores de la norma establecida. A continuación se muestra la tabla de porcentaje de ruptura permitida en un envase.

**Tabla XXIII. Porcentaje de ruptura por esfuerzos**

No. Día	% de Ruptura
1 a 3	0%
4	10%
5	25%
6	49%
7 a 15	90%

Fuente: [www.theplasticbottleinstitute.com](http://www.theplasticbottleinstitute.com), 2008

- ✓ Llenar el formato **E&T-REF-004**, para reportar los resultados de las muestras analizadas al inicio de la producción.

#### **4.7.4 Análisis de resistencia al impacto**

En esta prueba se realiza uno o varios impactos al envase sobre una superficie, para evaluar que tan sensible es a las caídas desde una altura no premeditada. Las piezas dañadas después de realizada la prueba pueden presentar fisuras causadas por el impacto, lo que se observara ya que estos tendrán fuga (goteo). Asimismo se debe de aplicar fuerza leve por todo el envase para detectar alguna posible fisura.

- ✓ **Objetivo:** Determinar la resistencia que presenta un envase al impacto, con la finalidad de garantizar la calidad del producto al cliente, y poseer una ventaja competitiva respecto a la competencia.
- ✓ **Equipo a utilizar:**
  - ✓ Cinta métrica

- ✓ Pileta plana
  
- ✓ **Lineamientos a seguir:** El inspector de calidad de turno deberá de realizar lo siguiente:
  - ✓ Tomar una muestra de 15 envases como mínimo del lote que se está produciendo, se deja enfriar de 5 a 10 minutos con agua.
  - ✓ Ya fríos los envases se coloca la respectiva tapa.
  - ✓ Se llevan a la pileta y se deja caer envase por envase a una altura de 70 cm.
  - ✓ En esta prueba no se toleran rupturas.
  - ✓ Se realiza nuevamente la prueba a una altura de 1 metro, y como en la prueba anterior no se toleran rupturas.
  - ✓ Llenar el formato **E&T-REF-004**, para reportar los resultados de las muestras analizadas al inicio de la producción.

***Resultados del estudio físico.***

- ✓ Seguridad de que las piezas producidas mantendrán el mismo color, textura y distribución de material como la muestra proporcionada al cliente desde un principio, esto con la finalidad de asegurarle al cliente que la calidad siempre se mantiene y se mantendrá.
  
- ✓ Mantener uniformidad en envases y/o tapaderas, para evitarle al cliente inconvenientes en su envasado o taponado como hundimientos de paredes y quiebre de tapaderas.
  
- ✓ Lograr que el cliente sea eficaz y eficiente en su proceso productivo, cuando la pieza plástica se mantenga sometida a determinado esfuerzo, ya sea por transporte o por apilado en tarima, el estudio de resistencia y

ruptura dará seguridad de evitar problemas como fugas o aun peor el daño permanente e irreparable en la pieza plástica y el producto que esta contenga.

**Tabla XXIV. Hoja de estudio físico de envase y tapadera**

<b>Envases y Tapaderas</b>																	
Departamento de Control de Calidad																	
<b>HOJA DE ESTUDIO FISICO DE ENVASE Y TAPADERA</b>																	
<b>E&amp;T-REF-004</b>																	
Fecha: 5/ 01/2009	Cliente: Central Alimenticia (CEAL)																
Producto: TARRO RV 90 g y Tapadera RV 90 g	Color: Envase Blanco con tapadera lila																
Máquina: Netstal 75 T	Material: Polipropileno Padmex 60120																
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <th colspan="4">Análisis de color, textura y distribución de material (Envase y Tapadera)</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><b>Color</b></td> <td style="text-align: center;">OK _____</td> <td style="text-align: center;">NO OK _____</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><b>Textura</b></td> <td style="text-align: center;">OK _____</td> <td style="text-align: center;">NO OK _____</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><b>Material</b></td> <td style="text-align: center;">OK _____</td> <td style="text-align: center;">NO OK _____</td> <td></td> </tr> </table>		Análisis de color, textura y distribución de material (Envase y Tapadera)				<b>Color</b>	OK _____	NO OK _____		<b>Textura</b>	OK _____	NO OK _____		<b>Material</b>	OK _____	NO OK _____	
Análisis de color, textura y distribución de material (Envase y Tapadera)																	
<b>Color</b>	OK _____	NO OK _____															
<b>Textura</b>	OK _____	NO OK _____															
<b>Material</b>	OK _____	NO OK _____															
<p><b>Parámetros dados por cliente</b></p> <table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <th colspan="2">0.039 inches</th> </tr> <tr> <th>Min.</th> <th>Max.</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0.019</td> <td style="text-align: center;">0.059</td> </tr> </table> <table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <th colspan="2">Análisis de paredes del envase</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Espesor</td> <td style="text-align: center;">_____</td> </tr> </table>		0.039 inches		Min.	Max.	0.019	0.059	Análisis de paredes del envase		Espesor	_____						
0.039 inches																	
Min.	Max.																
0.019	0.059																
Análisis de paredes del envase																	
Espesor	_____																
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <th colspan="3">Análisis de ruptura por esfuerzos</th> </tr> <tr> <th></th> <th>No. Dias</th> <th>% Ruptura</th> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table> <p style="text-align: right; margin-right: 50px;">Vease Tabla XXI</p>		Análisis de ruptura por esfuerzos				No. Dias	% Ruptura										
Análisis de ruptura por esfuerzos																	
	No. Dias	% Ruptura															
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <th colspan="3">Análisis de Resistencia al Impacto</th> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">No. Muestra:</td> <td style="text-align: center;">15</td> </tr> <tr> <th>Altura (m)</th> <th>Envases OK</th> <th>Envases con Ruptura</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0.7</td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table> <p style="text-align: center; margin-top: 5px;">***NO SE ACEPTAN RUPTURAS***</p>		Análisis de Resistencia al Impacto			No. Muestra:		15	Altura (m)	Envases OK	Envases con Ruptura	0.7			1			
Análisis de Resistencia al Impacto																	
No. Muestra:		15															
Altura (m)	Envases OK	Envases con Ruptura															
0.7																	
1																	
F _____ Inspector de Calidad	F _____ Vo.Bo. Jefe Depto. Control de Calidad																
<b>ORIGINAL:</b> Control de Calidad <b>COPIA:</b> Jefe de Producción																	

Fuente: Propia.

## 4.8 Estudio funcional

Es necesario que el envase y la tapadera cumplan con los requisitos que establece el cliente, bajo cualquier circunstancia. Este estudio es el complemento del estudio dimensional y estudio físico, ya que teniendo el envase en norma SPI y la tapadera en norma GPI, capacidad, color, espesor, ruptura por esfuerzos y resistencia al impacto adecuados, el funcionamiento óptimo del envase con la tapadera está plenamente garantizado, por lo que este estudio refuerza los anteriores.

Para la seguridad de la compatibilidad del envase con la tapadera se realizan los siguientes estudios:

- ✓ Acople de tapa
- ✓ Torque y destorque de tapa
- ✓ Fuga

### 4.8.1 Análisis de acople de tapa

Consiste en verificar si la tapadera se acopla perfectamente con el envase, haciendo el sello respectivo para evitar que el producto se derrame. A esto se debe la importancia que tanto el envase como la tapadera este en norma dictada por los respectivos institutos.

- ✓ **Objetivo:** Revisar la compatibilidad de la tapadera con el envase para observar el perfecto acople.
- ✓ **Lineamientos a seguir:** El inspector de calidad de turno deberá de realizar lo siguiente:

- ✓ Cerrar el envase con la tapadera respectiva.
- ✓ Observar el correcto ajuste de las piezas.
- ✓ Observar que no se tengan los siguientes defectos: rosca incompleta, rota o astillada.
- ✓ Llenar el formato **E&T-REF-005**, para reportar los resultados de las muestras analizadas al inicio de la producción.

#### **4.8.2 Análisis de torque y destorque de tapadera**

El torque es la fuerza que se necesita para que la tapadera haga el sello respectivo al envase, con el objetivo que el producto no se derrame.

El destorque es la fuerza que se necesita para retirar la tapadera del envase.

Es muy importante transmitir la información a los clientes, para que ellos en su línea de producción no sobrepasen la fuerza que se necesita para colocar la tapadera con el envase. Para este análisis se utiliza un torquímetro, el cual nos indica la fuerza que se ejerce para abrir y cerrar un envase, dependiendo del cuello del envase.

- ✓ **Objetivo:** Revisar si la fuerza de torque y destorque de un envase es la adecuada, según las normas SPI.
  
- ✓ **Equipo a utilizar:**
  - ✓ Torquímetro
  
- ✓ **Lineamientos a seguir:** El inspector de calidad de turno deberá de realizar lo siguiente:
  - ✓ Limpiar el plato giratorio del torquímetro.
  - ✓ Colocar el envase en el plato giratorio del torquímetro.



- ✓ Sujetar el envase con los tornillos sujetadores y colocar la tapa en el cuello.
- ✓ Seleccionar el torque máximo, en base a las normas dictadas por el instituto internacional de botellas de plástico.
- ✓ Aplicar el cierre del envase incrementado la fuerza gradualmente y suavemente hasta llegar al torque máximo, cuando se llegue a este mantener la fuerza durante 5 segundos. Para el destorque se realiza lo mismo solo que a la inversa.
- ✓ Si el envase soporta la fuerza necesaria se acepta el envase y la tapadera de lo contrario se rechaza.
- ✓ Llenar el formato **E&T-REF-005**, para reportar los resultados de las muestras analizadas al inicio de la producción.

#### 4.8.3 Análisis de fuga

Esta prueba es complemento del estudio de acople, y tiene como finalidad revisar 10 envases con su respectiva tapa al inicio de la producción, se hace para tener la seguridad plena de que se entregara un producto de alta calidad.

- ✓ **Objetivo:** Verificar el perfecto funcionamiento de la tapadera con el envase.
- ✓ **Lineamientos a seguir:** El inspector de calidad de turno deberá de realizar lo siguiente:
  - ✓ Tomar 10 envases con sus respectivas tapaderas y llenarlo de agua.
  - ✓ Invertir los envases y observar si exista fuga.
  - ✓ Llenar el formato **E&T-REF-005**, para reportar los resultados de las muestras analizadas al inicio de la producción.

**Tabla XXV. Hoja de estudio funcional de envase y tapadera**

<b>Envases y Tapaderas</b> Departamento de Control de Calidad <b>HOJA DE ESTUDIO FUNCIONAL DE ENVASE Y TAPADERA</b>														
<b>E&amp;T-REF-005</b>														
Fecha: 5/ 01/2009	Cliente: Central Alimenticia (CEAL)													
Producto: TARRO RV 90 g y Tapadera RV 90 g	Color: Envase Blanco con tapadera lila													
Máquina: Netstal 75 T	Material: Polipropileno Padmex 60120													
<table border="1"> <tr> <th colspan="2">Análisis de Acople de Tapa</th> </tr> <tr> <td>Ajuste de Tapadera</td> <td>OK _____ NO OK _____</td> </tr> <tr> <td>Defectos en Tapadera</td> <td>Si _____ NO _____</td> </tr> <tr> <td>Defectos rosca envase</td> <td>Si _____ NO _____</td> </tr> </table>		Análisis de Acople de Tapa		Ajuste de Tapadera	OK _____ NO OK _____	Defectos en Tapadera	Si _____ NO _____	Defectos rosca envase	Si _____ NO _____					
Análisis de Acople de Tapa														
Ajuste de Tapadera	OK _____ NO OK _____													
Defectos en Tapadera	Si _____ NO _____													
Defectos rosca envase	Si _____ NO _____													
<p><b>Torque definido para cuello de envase</b></p> <table border="1"> <tr> <th>mm</th> <th>Torque (Lb)</th> </tr> <tr> <td rowspan="2">53.00</td> <td>21 - 36</td> </tr> <tr> <td>28.5</td> </tr> </table> <table border="1"> <tr> <th colspan="2">Análisis de torque y destorque</th> </tr> <tr> <td>Torque Mínimo (Lb)</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>Torque Máximo (Lb)</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>Aprobado: _____</td> <td>Rechazado: _____</td> </tr> </table>		mm	Torque (Lb)	53.00	21 - 36	28.5	Análisis de torque y destorque		Torque Mínimo (Lb)	_____	Torque Máximo (Lb)	_____	Aprobado: _____	Rechazado: _____
mm	Torque (Lb)													
53.00	21 - 36													
	28.5													
Análisis de torque y destorque														
Torque Mínimo (Lb)	_____													
Torque Máximo (Lb)	_____													
Aprobado: _____	Rechazado: _____													
<table border="1"> <tr> <th colspan="2">Análisis de fuga</th> </tr> <tr> <td>No. Muestra:</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Envases OK</td> <td>Envases con Ruptura</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> </table> <p>***NO SE ACEPTAN FUGAS***</p>		Análisis de fuga		No. Muestra:	10	Envases OK	Envases con Ruptura							
Análisis de fuga														
No. Muestra:	10													
Envases OK	Envases con Ruptura													
F _____ Inspector de Calidad	F _____ Vo.Bo. Jefe Depto. Control de Calidad													
ORIGINAL: Control de Calidad    COPIA: Jefe de Producción														

Fuente: Propia, 2008

**Resultados del estudio funcional.**

- ✓ Lograr que los productos producidos tengan buen acople, tanto envase como tapadera y evitar fugas del material envasado en la pieza plástica.
- ✓ Lograr que la tapadera con el envase tengan un sello adecuado, cumpliendo con las normas internacionales SPI y GPI que indican el torque y destorque que se puede utilizar para cada tipo de cuello de

envase y/o tapadera, y transmitir esta información al cliente para que ellos conozcan la fuerza a dar en el taponado de sus productos.

#### **4.9 Lineamientos para el muestreo**

Es importante inspeccionar el producto terminado, ya que con eso se asegura la calidad en el envase y tapadera, proporcionándole al cliente externo productos con cero defectos, y altamente competitivos en el mercado.

Las piezas producidas por lotes, deben de tener un estricto control, definiendo la cantidad de envases y tapaderas que se inspeccionaran, para el muestreo de los envases se hace necesario utilizar dos procedimientos de muestreo, según sean las necesidades de muestreo, y estos son:

- ✓ Muestreo por gráficos de control
- ✓ Plan de muestreo por atributos.

##### **4.9.1 Lineamientos para el muestreo durante el proceso de producción**

Para poder controlar la calidad del producto durante el proceso, utilizaremos los gráficos de control, ya que estos son de gran ayuda y aseguran la calidad de un producto. El procedimiento se realizara recolectando envases y tapaderas (muestra de la población), del lote que se producirá, y esto nos ayudara a determinar si las piezas que se están produciendo cumplen con las especificaciones requeridas por el cliente, y poseen la tolerancia establecida. Para ello utilizaremos el gráfico de control por variables (X-R), y la característica a inspeccionar será peso del envase y la tapadera, verificando si estas piezas cumplen con lo establecido en la hoja de especificaciones. Y el

gráfico por atributos se utilizara para evaluar características que requieran de más atención, como la rebaba, color, etc.

- ✓ **Objetivo:** Verificar si el envase cumple con las especificaciones establecidas por el cliente, tanto en dimensiones, peso (gráfico de variables) y características (gráfico de atributos).
- ✓ **Lineamientos a seguir:** El jefe del depto. de control de calidad de deberá de realizar lo siguiente:
  - ✓ El tamaño del lote total dividirlo entre el numero de turnos para obtener el tamaño del lote por turno.
  - ✓ Establecer el número de piezas que se tendrán de un turno será nuestro tamaño de lote (N), este lo obtenemos con el ciclo de la máquina, número de cavidades del molde y horas por turno.
  - ✓ Calcular el tamaño de la muestra con la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N (Z_{\alpha/2})^2 * (p) (q)}{N (d)^2 + (Z_{\alpha/2}) (p) (q)}$$

Donde:

N = tamaño del lote,  $Z_{\alpha/2} = 2.81$ ,  $p = 0.5$ ,  $q = 0.5$  y  $d = 10\%$

- ✓ Pesar los envases, según sea el tamaño de la muestra como se explico anteriormente, como se explico en el análisis de peso inciso 4.6.2.
- ✓ Escribir el peso en hoja de apuntes estadístico titulado **Muestreo durante la producción (Tabla XXVI)**.
- ✓ Realizar los siguientes cálculos.

**Gráfico por variables:**

m = número de muestras, n = tamaño de muestra

X = Total de medias/n

R = Dato mayor – Dato menor

Promedio de medias =  $\sum$  de medias / m

Promedio de rangos =  $\sum$  de Rangos / m

Límites de X: L.C.S. =  $X + A_2 R$ , L.C.C. =  $X$ , L.C.I. =  $X - A_2 R$

Límites de R: L.C.S =  $D_4 R$ , L.C.C. =  $R$ , L.C.I. =  $D_3 R$

**Donde:**

**X = promedio de los promedios muestrales**

**R = promedio de los rangos muestrales**

**A<sub>2</sub>, D<sub>3</sub>, D<sub>4</sub> = valores encontrados en la tabla (Ver Anexo, Tabla XXXI)**

### Gráfico por atributos

N = Número total de inspeccionados/número de muestras

Proporción de artículos defectuosos (P) = Total defectuosos/número de muestras

L.C.S.=  $P + 3 \sqrt{P(1 - p)/n}$ , L.C.C.=  $P$ , L.C.I. =  $P - 3 \sqrt{P(1 - p)/n}$

✓ Por último se grafican y se interpretan los resultados.

**Tabla XXVI. Hoja de apuntes estadísticos durante la producción**

Envases y Tapaderas									
Departamento de Control de Calidad									
HOJA DE APUNTES ESTADÍSTICOS									
Muestreo durante la producción									
Fecha:					Turno:				
Producto:					Lote:				
Inspector:					Tamaño muestra:				
Peso Estandar:					Tolerancia:				
Fecha de Fabricación:					Material:				
Hora	No. Muestra	n <sub>1</sub>	n <sub>2</sub>	n <sub>3</sub>	n <sub>4</sub>	n <sub>5</sub>	Total	X	R

Fuente: Propia, 2008

#### 4.9.2 Lineamientos para el muestreo de aceptación de un lote

Controlar la calidad al 100% es demasiado costoso cuando se elaboran piezas de plástico, requiere demasiado tiempo. Pero si hay cero inspecciones la probabilidad de que se rechace la producción es muy alta, por lo que la mejor opción resulta ser un muestreo de aceptación, tomando en consideración el tamaño del lote.

Las piezas plásticas poseen una diversidad de cualidades, por lo que el muestreo que se aplica es el de atributos utilizando las tablas de Roming.

- ✓ **Objetivo:** Determinar si un lote se acepta o se rechaza para ser enviado al cliente.
  
- ✓ **Lineamientos a seguir:**
  - ✓ Conocer el tamaño del lote que se va a muestrear
  - ✓ Encontrar el número de muestras a inspeccionar en las tablas de Roming.
  - ✓ Realizar un muestreo al azar simple, escogiendo muestras, separando los envases y las tapaderas según las horas de producción del lote.
  - ✓ Escribir los resultados en la hoja de apuntes estadísticos si se acepta o se rechaza el lote examinado.
  - ✓ Llenar el formato que aparece a continuación:

***Resultados de escoger los lineamientos de muestreo a seguir por parte del Depto. de Control de Calidad.***

- ✓ Lograr conocer las formulas que aplican al proceso en estudio, con el objetivo de que los lineamientos escogidos logren mantener la calidad esperada.
  
- ✓ Facilitar el muestreo, haciéndolo más sencillo y eficaz.
  
- ✓ Lograr que las características de la pieza plástica que sean objeto de estudio por parte del cliente, logren cumplir con lo esperado y retroalimente de forma certera los estudios practicados por parte de su personal de calidad.

**Tabla XXVII. Hoja de apuntes estadísticos para aceptación de muestreo**

<b>Envases y Tapaderas</b> <b>Departamento de Control de Calidad</b> <b>HOJA DE APUNTES ESTADÍSTICOS</b>			
<b>Muestreo de Aceptación</b>			
Fecha:		Turno:	
Producto:		Lote:	
Inspector:		Tamaño muestra:	
Peso Estandar:		Tolerancia:	
Fecha de Fabricación:		Material:	
Cajas	Total de defectuosos	Cajas	Total de defectuosos
Total		Total	

Fuente: Propia, 2008

## **4.10 Lineamientos a seguir para los clientes certificados con ISO 9000**

Existen clientes que están certificados con la norma ISO 9000, esta norma les abre a ellos una diversidad de ventajas, como reducción de rechazos, aumento de la productividad, mayor compromiso con los requisitos del cliente y mejora continúa.

Sin embargo esto hace que ellos sean más exigentes con los proveedores respecto a la calidad del producto que reciben.

### **4.10.1 Conceptos y terminología**

- ✓ **ISO:** Organización internacional para la estandarización, especifica los requisitos para un sistema de gestión de la calidad, que puede utilizarse, para certificación o con fines contractuales. El trabajo de preparación de las normas internacionales normalmente se realiza a través de los comités técnicos de ISO. Cada organismo miembro interesado en una materia, para la cual se haya establecido un comité técnico, tiene el derecho de estar representado en dicho comité. Las organizaciones Internacionales, públicas y privadas, en coordinación con ISO, también participan en el trabajo. ISO colabora estrechamente con la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI) en todas las materias de normalización electrotécnica.

La Norma Internacional, ISO 9001:2000 fue preparada por el Comité Técnico ISO/TC 176, Gestión y Aseguramiento de la Calidad, Subcomité SC 2, Sistemas de la Calidad. Esta tercera edición de la Norma ISO 9001 anula y reemplaza la segunda edición ISO 9001:1994, así como a las Normas ISO 9002:1994 e ISO 9003:1994. Ésta constituye la revisión técnica de estos documentos. Aquellas organizaciones que en



el pasado hayan utilizado las Normas ISO 9002:1994 e ISO 9003:1994, pueden utilizar esta norma internacional, con la exclusión de ciertos requisitos, de acuerdo con lo establecido en ella.

- ✓ **CALIDAD MEDIANTE ISO:** La implementación de un sistema de la calidad basado en las normas ISO consiste en trasladar los requisitos generales a instrucciones concretas adaptadas al sistema operativo, a los recursos y a la propia personalidad de la empresa, que integre a todos los miembros con su nivel de responsabilidad, para conseguir un mayor nivel de eficacia en el desarrollo de la calidad.

Esta norma internacional especifica los requisitos para un sistema de gestión de la calidad, cuando una organización necesita demostrar su capacidad, para proporcionar de forma coherente productos que satisfagan los requisitos del cliente y así aspirar a aumentar la satisfacción del cliente, a través de la aplicación eficaz del sistema, incluidos los procesos para la mejora continua del sistema y el aseguramiento de la conformidad con los requisitos del cliente.

- ✓ **MISIÓN DE LA NORMA ISO:** Su misión es ser la norma número uno en el mundo en proporcionar directrices para poder diseñar, implementar y mantener un sistema de gestión de la calidad y cuidado del medio ambiente, con base en las cláusulas que en ella se proporcionan.
- ✓ **ISO 9000:** Es la norma de administración de calidad y aseguramiento de calidad, está a su vez contiene otras normas por eso se dice que la ISO 9000 es una familia, a continuación las normas que forman parte de la familia.

- ✓ **ISO 9001:** Contiene la especificación del modelo de gestión. Contiene los requisitos del modelo. La norma ISO 9001:2000 contiene los requisitos que han de cumplir los sistemas de la calidad a efectos de confianza interna contractuales o de certificación.
- ✓ **ISO 9000:** Son los fundamentos y el vocabulario empleado en la norma ISO 9001:2000.
- ✓ **ISO 9004:** Es una directriz para la mejora del desempeño del sistema de gestión de calidad.
- ✓ **ISO 19011:** Especifica los requisitos para la realización de las auditorías de un sistema de gestión.

De todo este conjunto de normas, es ISO 9001 la que contiene el modelo de gestión, y la única certificable.

#### **4.10.2 Auditoría**

La planificación de auditorías internas deberá ser flexible, a fin de permitir cambios en el énfasis basados en los hallazgos y en las evidencias objetivas obtenidas durante la auditoría. En el desarrollo de la planificación de la auditoría interna deben considerarse los elementos de entrada pertinentes, que provienen del área que va a auditarse, así como de otras partes interesadas.

Los siguientes son ejemplos de aspectos que se deben considerar en las auditorías internas del sistema de calidad:

- ✓ La implementación eficaz de procesos.
- ✓ Las oportunidades para la mejora continua.
- ✓ La capacidad de los procesos.

- ✓ El uso eficaz y eficiente de métodos estadísticos.
- ✓ El uso adecuado de tecnología existente.
- ✓ El análisis de datos del costo de la calidad.
- ✓ El uso eficaz y eficiente del recurso.
- ✓ Los resultados y expectativas de desempeño del proceso y del producto.
- ✓ Las actividades de mejora.
- ✓ Acciones correctivas, necesarias para corregir las no-conformidades detectadas.
- ✓ Seguimiento y verificación de las acciones correctivas.

#### **4.10.3 Normas, requisitos y requerimientos**

- ✓ **NORMA ISO 9001:2000:** La norma ISO 9001:2000 está estructurada en ocho capítulos, refiriéndose los cuatro primeros a declaraciones de principios, estructura y descripción de la empresa, requisitos generales, etc., es decir son de carácter introductorio. Los capítulos del cinco al ocho están orientados a procesos y en ellos se agrupan los requisitos para la implantación del sistema de calidad. Estos capítulos son:
  - ✓ **Capítulo 1:** Guía y descripción general, no se enuncia ningún requisito.
    - Generalidades.
    - Reducción en el alcance.
  - ✓ **Capítulo 2:** Guía y descripción general, nos habla de las normativas de referencia.
  - ✓ **Capítulo 3:** Es una descripción general de todos los términos y definiciones.
  - ✓ **Capítulo 4 (Sistema de gestión):** Contiene los requisitos generales y los requisitos para gestionar la documentación.

- ✓ **Capítulo 5 (Responsabilidades de la dirección):** contiene los requisitos que debe cumplir la dirección de la organización, tales como definir la política, asegurar que las responsabilidades y autoridades están definidas, aprobar objetivos, el compromiso de la dirección con la calidad, etc. En resumen este capítulo debe de contener lo siguiente:
  - Requisitos generales.
  - Requisitos del cliente.
  - Política de calidad.
  - Planeación.
  - Responsabilidad, autoridad y comunicación.
  - Revisión gerencial.
- ✓ **Capítulo 6 (Gestión de los recursos):** La norma distingue 3 tipos de recursos sobre los cuales se debe actuar: RRHH, infraestructura y ambiente de trabajo. Aquí se contienen los requisitos exigidos en su gestión.
- ✓ **Capítulo 7 (Realización del producto):** Aquí están contenidos los requisitos puramente productivos, desde la atención al cliente, hasta la entrega del producto o el servicio. Este capítulo contiene
  - Planeación de la realización del producto y/o servicio.
  - Procesos relacionados con el cliente.
  - Diseño y desarrollo.
  - Compras.
  - Operaciones de producción y servicio.
  - Control de dispositivos de medición, inspección y monitoreo.
- ✓ **Capítulo 8 (Medición, análisis y mejora):** Aquí se sitúan los requisitos para los procesos que recopilan información, la analizan, y que actúan en consecuencia. El objetivo es mejorar

continuamente la capacidad de la organización para suministrar productos que cumplan con los requisitos. El objetivo declarado en la norma, es que la organización busque sin descanso la satisfacción del cliente a través del cumplimiento de los requisitos.

Este capítulo contiene lo siguiente:

- Requisitos generales.
- Seguimiento y medición.
- Control de producto no conforme.
- Análisis de los datos para mejorar el desempeño.
- Mejora.

En base a lo anterior el cliente certificado nos pide como proveedor entregar lo siguiente:

- ✓ Certificado de calidad del producto.
- ✓ Certificado de calidad y factura.
- ✓ Entrega a tiempo.
- ✓ Producto debidamente etiquetado, esta deberá de contener la siguiente información:
  - ✓ Fecha de manufactura.
  - ✓ Lote.
  - ✓ Nombre de la materia prima.
  - ✓ Cantidad de producto.
  - ✓ Nombre de la persona quien autoriza el envío del lote.

## **5. SEGUIMIENTO Y MEJORA AL SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD PROPUESTO**

Realizada la propuesta se procede a implementar los procedimientos y estudios para poder dar rastreabilidad a lo propuesto y mejorar los que presenten cualquier deficiencia o retraso en el proceso.

Procedemos a aplicar los procedimientos propuestos en el capítulo anterior, analizando el envase y la tapadera mostrada en la Figura 41 y 42, este estudio se hace el pedido de material a bodega de materia prima, hasta cuando las piezas se encuentren en la bodega de producto terminado.

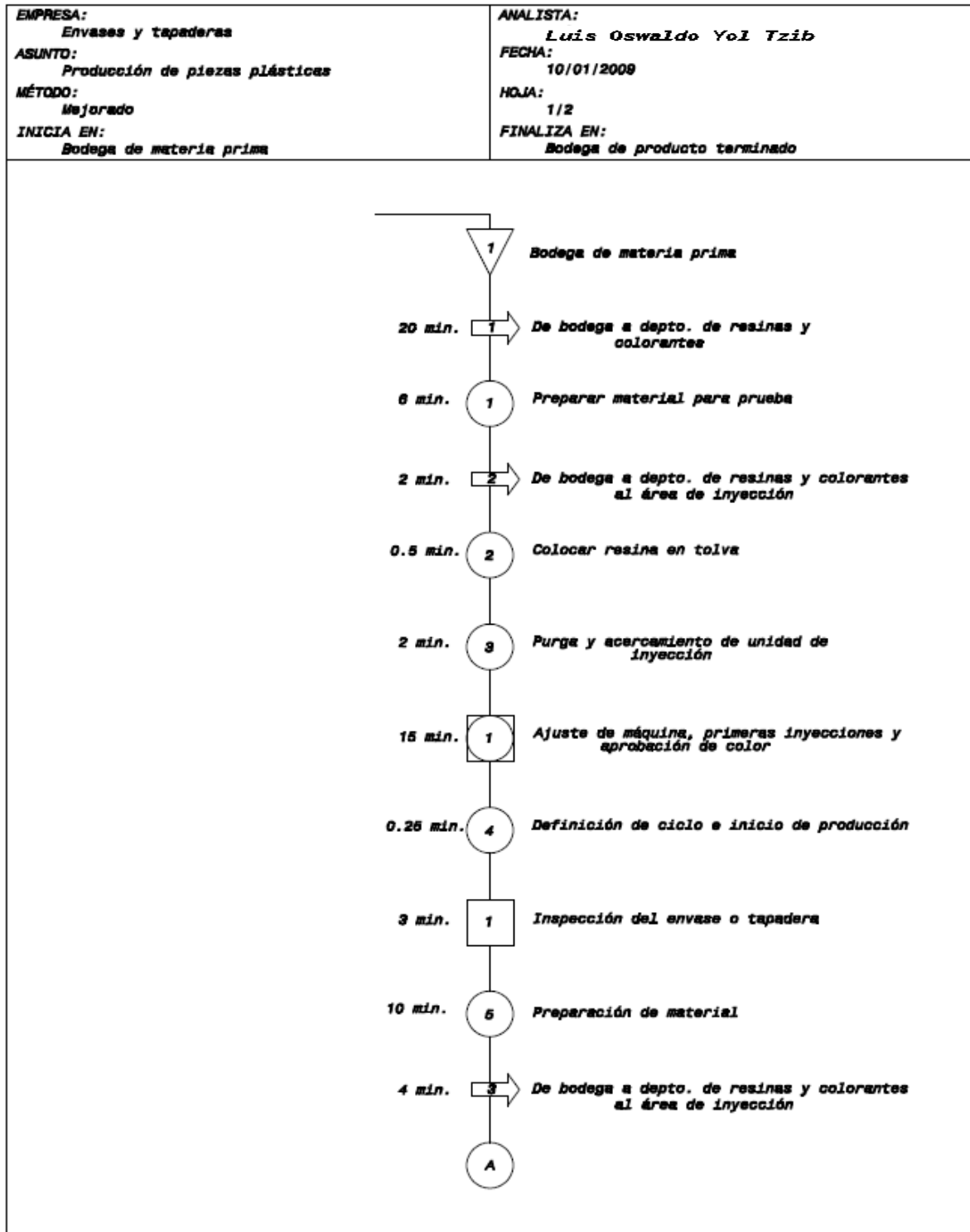
Se procederá primero a realizar los estudios físicos, funcional y dimensional, posteriormente se analizarán los resultados a través de gráficos de control por variables y por atributos, determinando si la propuesta cumplió con su objetivo.

### **5.1 Descripción del proceso mejorado**

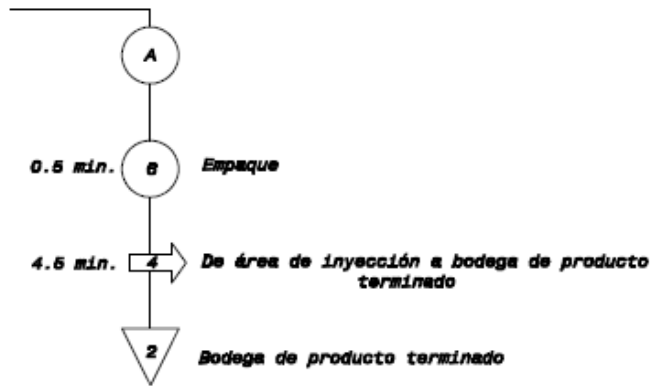
Se eliminan las demoras para agilizar el proceso, para que no exista la demora de esperar la máquina para la aprobación de color, se da aviso un día antes al taller de moldes, ellos deben montar el molde previamente y deberán de encender la calefacción de la máquina una hora antes de que entre el personal del departamento de resinas y colorantes a su jornada laboral normal, se prepararan 10 kilogramos. Definido el ciclo de la máquina el inspector de calidad estará al pie de la máquina para realizar las pruebas correspondientes, ósea el estudio físico, dimensional y funcional e iniciar la producción formal, como se preparo mas material para la prueba, se procede a iniciar la producción formalmente, dando tiempo a los señores del departamento de resinas y colorantes a preparar el material a utilizarse.

### 5.1.1 Diagrama del proceso mejorado

Figura 44. Diagrama del proceso mejorado



<b>EMPRESA:</b> Envases y tapaderas	<b>ANALISTA:</b> Luis Oswaldo Yol Tzib
<b>ASUNTO:</b> Producción de piezas plásticas	<b>FECHA:</b> 10/01/2009
<b>MÉTODO:</b> Mejorado	<b>HOJA:</b> 2/2
<b>INICIA EN:</b> Bodega de materia prima	<b>FINALIZA EN:</b> Bodega de producto terminado



### RESUMEN

SÍMBOLO	ACTIVIDAD	NO.	TIEMPO (MIN.)
○	OPERACIÓN	6	19.25
□	INSPECCIÓN	1	3.00
◻	OPERACIÓN-INSPECCIÓN	1	15.00
→	TRANSPORTE	4	30.50
▽	ALMACENAJE	2	----
<b>TOTAL</b>		<b>14</b>	<b>67.75</b>



## 5.2 Establecer perfiles del personal involucrado en el proceso

El departamento de control de calidad es el principal filtro para detectar las producciones defectuosas y eliminarlas, todo su personal debe estar debidamente calificado y capacitado para poder ejercer su labor de manera eficiente y correcta. A continuación los perfiles de puestos de los involucrados:

- ✓ **ENCARGADO DE CONTROL DE CALIDAD:** El mando debe ser ejercido por un profesional, con buen manejo de grupo, proactivo, de gran iniciativa para el trabajo y con un gran sentido de la ética, conocimientos en estadística y manejo eficaz de procesadores de texto y hojas de cálculo.

- ✓ **RESPONSABILIDADES**

- ✓ **Delinear los controles a seguir para cada inspector de calidad:** Elaborar ficha técnica cuando se elabora un nuevo molde o se rectifica es necesario determinar las dimensiones. Ya rectificado o con el nuevo molde en coordinación con el encargado de Maquinas y Herramientas se solicita dar inicio a la producción para que la persona encargada anote los parámetros básicos (tiempo de enfriamiento, velocidad, presión, temperaturas, tipo de enfriamiento del molde, tiempo total de ciclo, etc.), en base a este registro y a la muestra proporcionada se elaboran las condiciones que se deben evaluar cuando se realiza el muestreo.

Tomando las dimensiones de 3 ciclos consecutivos, se debe realizar un análisis estadístico, determinar las dimensiones encontradas y si es necesario, solicitar las correcciones del molde.

De esta forma la ficha técnica del producto debe contener, nombre del producto, material, el tipo de control a realizar, la descripción del método de control, las especificaciones técnicas (dimensiones y tolerancias).

- ✓ **Elaboración de formatos, tablas, etc., para el control del producto, cantidades por hora:**
  - ✓ **Elaboración de formatos:**
    - Formato de control de producto ( Hoja de Especificaciones)
    - Formato de rondas de inspección en las inyectoras.
    - Formato de evaluación entre la primera inspección del día hasta la última.
  - ✓ **Elaboración de tablas:**
    - Tablas de promedio y tolerancias para dimensiones y pesos.
    - Tabla de pesos totales por artículo. Esto incluye peso pieza por pieza, ósea, cuerpo, tapadera, inserto, además el promedio y tolerancias, peso mínimo y peso máximo.
  - ✓ **Otros:**
    - Elaborar un dispositivo de control tipo PASA/NO PASA
- ✓ **Elaboración de normas y procedimientos adecuados para dicho control.**
- ✓ **Plan de control para el material molido y/o reciclado.**
- ✓ **Análisis de pruebas y reporte a la gerencia general**
- ✓ **Capacitación, infraestructura y ambiente de trabajo**

Todas las pruebas a realizar incluirán medidas, apariencia y acabado, además de una serie de producción o para adecuar su uso y comprobar que la prueba inicial fue satisfactoria.

✓ **Informe diario a la gerencia general**

✓ **ASISTENTE:** El puesto debe ser ejercido por un técnico con conocimientos básicos de estadística e informática, de gran iniciativa, muy eficaz y con un alto grado de la ética.

✓ **RESPONSABILIDADES:**

✓ **Archivo general:** Es el encargado de archivar los reportes que utilizan los inspectores de Control de Calidad del área de inyección, soplado, serigrafía, maquila y el área de pigmentos.

✓ **Evaluación de pruebas:** Encargado de evaluar y reportar en un informe las diversas pruebas que se pudieran realizar.

✓ **Coordinar con los encargados la corrección de fallas:** El asistente de control de calidad tiene que coordinar las fallas con los encargados involucrados en el proceso productivo, previa comunicación con el encargado de control de calidad. Si en caso el encargado de control de calidad no se encuentre debe comunicárselo cuando esté disponible.

✓ **INSPECTOR A (MÁQUINAS INYECTORAS):** El puesto debe ser ejercido por un operario calificado previamente entrenado y adiestrado en técnicas de control de calidad, debe tener un año de experiencia en manejo de maquinas inyectoras, debe ser muy detallista, de gran iniciativa, proactivo y con un criterio muy amplio.

✓ **RESPONSABILIDADES**

- ✓ Realizar las rondas de inspección en las maquinas inyectoras, según la programación dada por el encargado del departamento, el objetivo es verificar que se cumplan con las especificaciones técnicas en todos los productos.
- ✓ Evaluación de los ciclos de inyección en base a los formatos de tablas establecidos, a fin de tener la certeza de la calidad en la producción y si se observan producto fuera de especificaciones informar directamente a su superior a fin de determinar los factores que están afectando la misma.
- ✓ Revisar la calidad de materia prima que se utiliza en las maquinas inyectoras, especialmente en la materia prima reciclada.
- ✓ Revisar la calidad de empaque del producto extraído de las maquinas inyectoras.

- ✓ **INSPECTOR B (MÁQUINAS SOPLADORAS):** El puesto debe ser ejercido por un operario calificado previamente entrenado y adiestrado en técnicas de control de calidad, debe tener un año de experiencia en maquinas de soplado, debe ser muy detallista, de gran iniciativa, proactivo y con un criterio muy amplio.

✓ **RESPONSABILIDADES**

- ✓ Realizar las rondas de inspección en las maquinas sopladoras, según la programación dada por el encargado del departamento, el objetivo es verificar que la producción estén según las especificaciones técnicas.

- ✓ Evaluación de los ciclos en base a los formatos de tablas establecidos, a fin de tener la certeza de la calidad en la producción y si se observa producto fuera de especificaciones informar directamente a su superior a fin de determinar los factores que están afectando la misma.
- ✓ Revisar la materia prima que se utiliza en las maquinas sopladoras, especialmente la materia prima reciclada.
- ✓ Revisar la calidad de empaque del producto extraído de las maquinas inyectoras.
- ✓ Encargado de recoger muestras indicadas.
- ✓ **INSPECTOR C (SERIGRAFÍA , MAQUILA):** El puesto debe ser ejercido por un operario calificado previamente entrenado y adiestrado en técnicas de control de calidad, debe tener un año de experiencia en serigrafía y maquilado , debe ser muy detallista, de gran iniciativa, proactivo y con un criterio muy amplio.

## **RESPONSABILIDADES**

- ✓ Realizar las rondas de inspección en el área de serigrafía, según la programación dada por el encargado del departamento, el objetivo es verificar que el producto está siendo impreso con la calidad aceptable y con el color adecuado.

- ✓ Evaluación de la forma de impresión, desde el inicio hasta el final a fin de tener toda la certeza de la calidad en la producción y observar la tonalidad del color, en base a su tabla ya establecida.
- ✓ Revisar el sellado en los tubos a fin de tener certeza de que la calidad en los tubos ha sido la tolerada.

**OBSERVACIONES:** Es necesario disponer de 2 inspectores más para la jornada nocturna estos deben ser INSPECTOR A e INSPECTOR B.

### **5.3 Capacitación de los formatos de inspección y secuencia de control a los inspectores de calidad**

La capacitación son aquellos temas, habilidades o conocimientos que deben de ser aprendidos, desarrollados o modificados para mejorar la calidad del producto, crecimiento de la empresa y preparación integral del individuo.

Es importante el uso adecuados de los formatos de inspección y la secuencia de control de registros por parte de los inspectores, para beneficiar a la industria, asegurándola de cualquier rechazo que se pueda suscitar por no llevar un buen control y a la vez lograr que el individuo se sienta parte del sistema y comprometido con el logro de los objetivos planeados.

Por tal razón, es importante capacitar al personal involucrado en el uso de formatos, para que llenen correctamente estos y se pueda extraer resultados con facilidad. Cuando se introduce un programa de capacitación, se deben evaluar las necesidades de los empleados y de la organización.

Los esfuerzos de capacitación deberán ir enfocados a eliminar la falta de conocimientos, habilidades o actitudes del personal, que interfieren en la mejora de la eficiencia dentro del sistema de mejoramiento de la calidad.

Los métodos más comunes de capacitación son:

- ✓ **Videos:** Aprendizaje al ritmo de cada persona, con retroalimentación de equipo de cómputo.
- ✓ **Simulación:** Consiste en crear las situaciones que se tendrán, para que el individuo se adapte a situaciones reales.
- ✓ **Dramatización:** Consiste en ofrecer la información sobre las funciones que los demás tendera, y va dirigido a las habilidades interpersonales.
- ✓ **Rotación del puesto:** Consiste en hacer que el individuo tenga contacto con varias funciones, para que aprenda y logre experiencia de cada una de ellas.

### 5.3.1 Normas y procedimientos

Utilizando el método de simulación se procederá a llenar los siguientes formatos:

- ✓ Recepción de materia prima, masterbach y colorantes (E&T-REF-001) (Tabla XVIII).
- ✓ Hoja de resultados de índice de fluidez e índice de humedad (E&T-REF-002) (Tabla XIX).
- ✓ Hoja de estudio dimensional de envases y tapaderas (E&T-REF-003) (Tabla XXII).
- ✓ Hoja de estudio físico de envases y tapaderas (E&T-REF-XXII) (Tabla XXIV).
- ✓ Hoja de estudio funcional de envases y tapaderas (E&T-REF-XXIII) (Tabla XXV).

El uso correcto de estos formatos son de gran importancia, debido a que se le enseñara al individuo a utilizar las normas establecidas por el Instituto Internacional de Botellas de Plástico y el Instituto Internacional de Envases de

Vidrio. Un correcto control nos ayudara a determinar si las piezas fabricadas pueden competir con cualquier industria de plástico del mundo.

### **5.3.2 Mediciones**

Utilizando el método de simulación se procederá a llenar los siguientes formatos:

- ✓ Hoja de apuntes estadísticos (Muestreo durante producción)(Tabla XXVI).
- ✓ Hoja de apuntes estadísticos (Muestreo de Aceptación) (Tabla XXVII).

Estos formatos nos ayudaran a decidir si se autoriza o no el envío de un producto, asimismo nos ayudara a encontrar la causa de cualquier problema que se presente durante la producción de las piezas, con la finalidad de corregirlos y mantener un estándar de calidad alto, satisfaciendo al cliente y ganando mercados.

### **5.4 Capacitar al personal acerca de las normas ISO 9000**

Con el objetivo de que el personal tome conciencia acerca de la importancia de cumplirle a los clientes certificados con la norma ISO 9000, se deberá de capacitar al personal con talleres que informen la importancia de la misma, explicándoles que esto supone un duro trabajo, pero que a la larga nos ayudara a determinar si somos capaces de cumplirles a los clientes, logrando así mantenernos en un mercado exigente y competitivo.

Se deberá hacer una presentación digital, para enseñarles el significado de la misma, nuestras obligaciones como proveedores de empresas



certificadas, y los beneficios que trae implantar la norma ISO, entre los principales beneficios están:

- ✓ Reducción de rechazos e incidencias en la producción.
- ✓ Aumento de la productividad.
- ✓ Compromiso con los clientes.
- ✓ Mejora continua.

### 5.5 Estudio de resultados

A continuación se realizara un estudio por medio de gráficos de control, para determinar cuáles son las causas que pueden afectar durante la producción de un determinado lote de piezas de plástico, esto se realiza con el objetivo de determinar si la propuesta obtuvo éxito, logrando cumplir con las especificaciones y tolerancias requeridas por el cliente.

- ✓ **Determinando el tamaño del lote/turno:**
  - ✓ **Datos**

**Ciclo:** 0.25 min  $\approx$  15 segundos

**Cavidades:** 4

**Turno:** 12 horas

$$\frac{3600 \text{ seg.}}{1 \text{ hora}} * \frac{4 \text{ envases}}{15 \text{ seg.}} = 960 \text{ envases}$$

$$\frac{960 \text{ envases}}{1 \text{ hora}} * 12 \text{ horas} = 11520 \text{ envases}$$

**N = 11520 envases/turno**

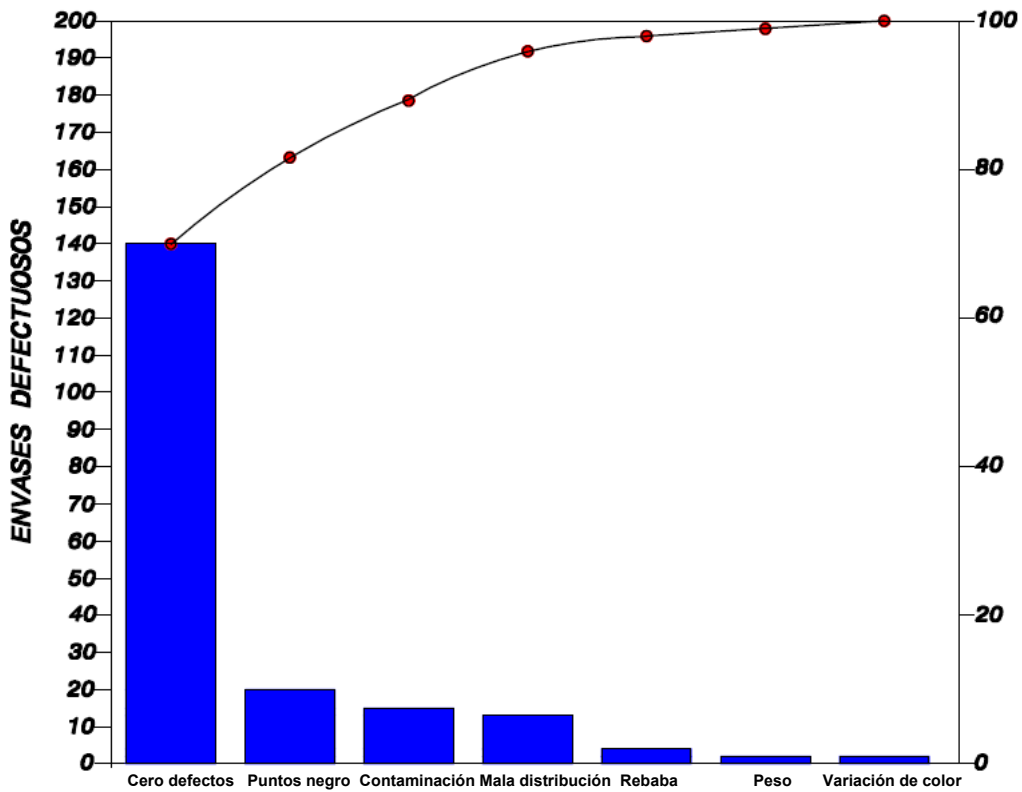


Se procede a realizar el recuento de los datos, ya que son necesarios para poder visualizar mejor los resultados obtenidos, de la siguiente manera:

**Tabla XXIX. Tabla de resultados obtenidos en hoja de defectos en piezas plásticas**

TIPO DE DEFECTO	No. Defectos	Porcentaje	Porcentaje Acum.
Cero defectos	140	71.43%	71.43%
Puntos negros	20	10.20%	81.63%
Contaminación	15	7.65%	89.28%
Mala distribución	13	6.63%	95.91%
Rebaba	4	2.04%	97.95%
Peso	2	1.02%	98.97%
Variación de color	2	1.02%	99.99%
<b>Total</b>	<b>196</b>	<b>99.99%</b>	

**Figura 45. Diagrama de Pareto en piezas defectuosas**



Fuente: Propia, 2008

El diagrama de Pareto nos muestra que afortunadamente los procedimientos implementados nos dan producto con cero defectos en un 71.43%, siendo mayor al de todos los envases muestreados.

Además nos damos cuenta que es necesario intensificar la inspección de nuestra materia prima debido a la gran de porcentaje que nos dio en puntos negros, posteriormente la contaminación, mala distribución, rebaba, peso y variación de color, que según el muestreo son los problemas más frecuentes.

✓ **Gráficos de control (Desarrollo)**

Para efecto de estudio, utilizaremos el dato del peso del envase para utilizar los gráficos por variables, y poder utilizar los gráficos por atributos las características deben de ser; puntos negros, rebabas, contaminación, mala distribución, variación de color, etc. A continuación se muestra la hoja de apuntes estadísticos donde se analiza el peso para realizar los gráficos por variables.

- ✓ **Cálculo de base de límites y líneas promedio:** Se procede a calcular las líneas promedio que resultan siendo los límites centrales, esto se realiza para efectos de prueba con una tolerancia en los datos de +/- 0.5. A continuación se calculan las líneas promedio para los gráficos por variables y por atributos.

**Tabla XXX. Hoja de apuntes para análisis de peso**

Envases y Tapaderas												
Departamento de Control de Calidad												
HOJA DE APUNTES ESTADÍSTICOS												
Análisis de peso												
Muestreo durante la producción												
Fecha: 21/01/2009						Turno: A						
Producto: Envase RV 90 ml						Lote: 11520						
Inspector: L.O.Y.T						Tamaño muestra: 200						
Peso Estandar: 17 g						Tolerancia peso: +/- 0.5						
Etapa de Fabricación: Inspección durante proceso						Material: Polipropileno Padmex 60120						
Hora	No. Muestra	n <sub>1</sub>	n <sub>2</sub>	n <sub>3</sub>	n <sub>4</sub>	n <sub>5</sub>	n <sub>6</sub>	n <sub>7</sub>	n <sub>8</sub>	Total	X	R
06:00	1	17.20	17.10	17.00	17.10	17.00	17.20	17.00	17.00	136.60	17.08	0.20
06:30	2	17.10	17.00	17.00	17.00	16.90	17.10	17.20	17.00	136.30	17.04	0.30
07:00	3	16.90	17.00	16.90	16.90	17.10	16.90	17.00	17.00	135.70	16.96	0.20
07:30	4	17.10	17.20	17.00	17.10	16.90	17.00	16.90	17.10	136.30	17.04	0.30
08:00	5	17.00	17.10	17.00	17.20	17.00	17.10	17.00	17.10	136.50	17.06	0.20
08:30	6	17.10	17.10	17.20	17.00	17.00	17.20	17.00	16.90	136.50	17.06	0.30
09:00	7	17.30	17.20	17.00	17.00	17.10	17.00	17.00	17.00	136.60	17.08	0.30
09:30	8	17.00	17.00	17.20	16.80	17.00	17.20	17.00	16.90	136.10	17.01	0.40
10:00	9	17.20	17.00	16.90	16.90	16.80	17.00	16.90	16.80	135.50	16.94	0.40
10:30	10	17.10	16.90	16.90	16.80	16.90	17.00	17.00	16.80	135.40	16.93	0.30
11:00	11	17.20	17.00	17.00	17.00	17.10	17.20	17.10	17.00	136.60	17.08	0.20
11:30	12	17.20	17.10	16.90	16.90	17.00	17.00	17.20	17.10	136.40	17.05	0.30
12:00	13	16.90	17.00	16.90	16.90	17.00	17.10	17.00	17.00	135.80	16.98	0.20
12:30	14	17.00	16.50	17.00	16.90	17.00	17.00	16.90	16.80	135.10	16.89	0.50
13:00	15	17.10	17.00	17.20	17.00	17.20	17.20	17.20	17.10	137.00	17.13	0.20
13:30	16	17.00	17.10	17.10	17.00	17.10	16.90	16.90	17.00	136.10	17.01	0.20
14:00	17	16.90	16.90	17.00	16.80	16.90	16.90	17.00	16.90	135.30	16.91	0.20
14:30	18	17.00	16.90	16.80	16.80	16.80	16.90	17.00	17.00	135.20	16.90	0.20
15:00	19	17.00	16.90	16.80	16.90	16.70	17.00	17.00	17.10	135.40	16.93	0.40
15:30	20	16.80	17.10	17.00	17.00	17.30	17.20	17.20	17.20	136.80	17.10	0.50
16:00	21	17.20	17.20	17.00	17.30	17.20	17.20	17.20	17.10	137.40	17.18	0.30
16:30	22	17.10	17.10	17.00	17.00	17.10	17.10	16.90	17.00	136.30	17.04	0.20
17:00	23	17.00	17.00	16.90	16.90	16.80	16.80	16.90	16.90	135.20	16.90	0.20
17:30	24	17.00	17.10	17.00	17.10	17.00	17.10	17.00	16.90	136.20	17.03	0.20
18:00	25	17.20	17.10	16.90	17.00	17.00	17.00	17.00	16.90	135.20	16.90	0.20
<b>Totales</b>											425.19	6.90

Fuente: Propia, 2008

✓ **Líneas promedio de gráficos por variables:**

$$\text{Rango promedio} = R = \frac{\sum R}{K} = \frac{6.90}{25} = 0.28$$

$$\text{Media de medias} = \bar{\bar{X}} = \frac{\sum X_i}{K} = \frac{425.19}{25} = 17.01$$

✓ **Líneas promedio para gráficos por atributos:**

$$\bar{p} = \frac{\sum p_i/N}{m} = \frac{56/200}{25} = 0.0112$$

$$n\bar{p} = 200 (0.0112) = 2.24$$

Se seleccionaron 200 muestras con el fin de analizar 25 subgrupos de 8 envases cada uno, con el fin de obtener una muestra más representativa, estos cálculos se aplican para ambas gráficas.

- ✓ **Límites de control:** Se procede a realizar el cálculo de los límites, para los gráficos por variables y por atributos. De la tabla para el cálculo de las líneas centrales y los límites de control en gráficos X y R (Ver anexo, Tabla XXXI), obtenemos  $A_2 = 0.373$ ,  $D_3 = 0.136$ ,  $D_4 = 1.864$ .

✓ **Gráficos por variables:**

**Límites para rangos [R]**

$$LCI = D_3\bar{R}$$

$$LC = \bar{R}$$

$$LCS = D_4\bar{R}$$

**Límites para rangos [R]**

$$LCI = (0.136) (0.28) = 0.038$$

$$LC = (0.28) = 0.28$$

$$LCS = (1.864) (0.28) = 0.522$$

**Límites de medias [X]**

$$LCI = \bar{X} - A_2\bar{R}$$

$$LC = \bar{X}$$

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

**Límites de medias [X]**

$$LCI = 17.01 - (0.373)(0.28) = 16.15$$

$$LC = 17.01 = 17.01$$

$$LCS = 17.01 + (0.373)(0.28) = 17.85$$

✓ **Gráficos por atributos:**

$$LCI = n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})} = 2.24 - 3\sqrt{2.24(1-0.0112)} = -2.22 = 0$$

$$LC = n\bar{p} = 2.24 = 2.24$$

$$LCS = n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})} = 2.24 + 3\sqrt{2.24(1-0.0112)} = 6.70 = 6.70$$

✓ Graficar datos e interpretarlos:

Figura 46. Proceso mejorado

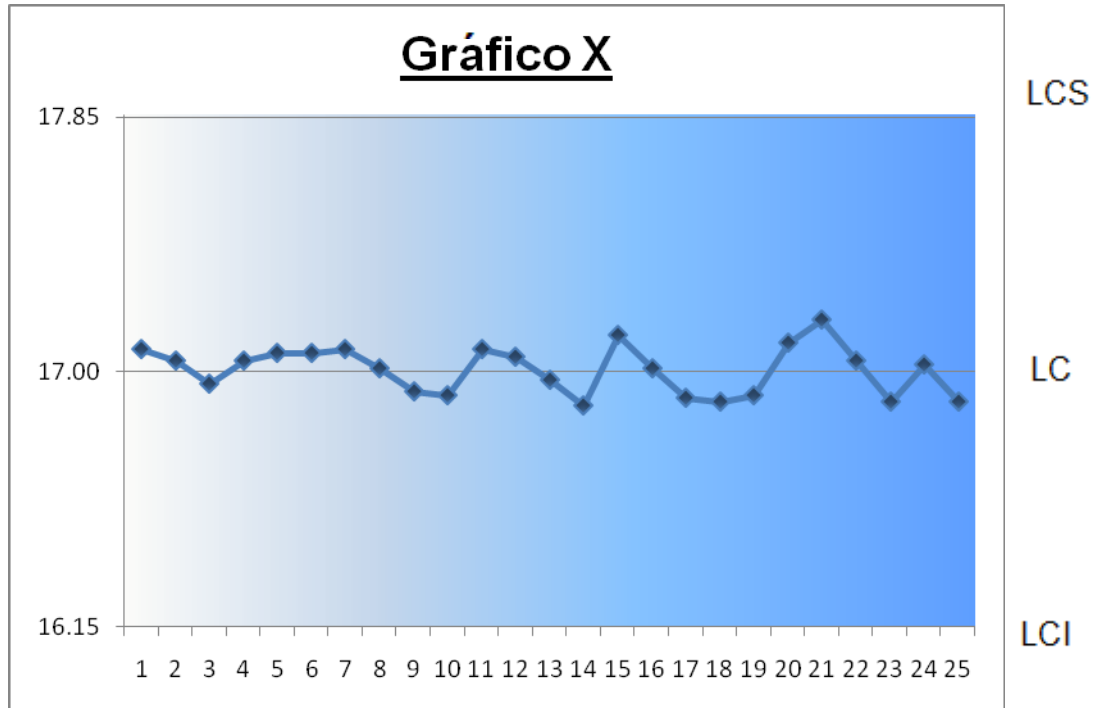
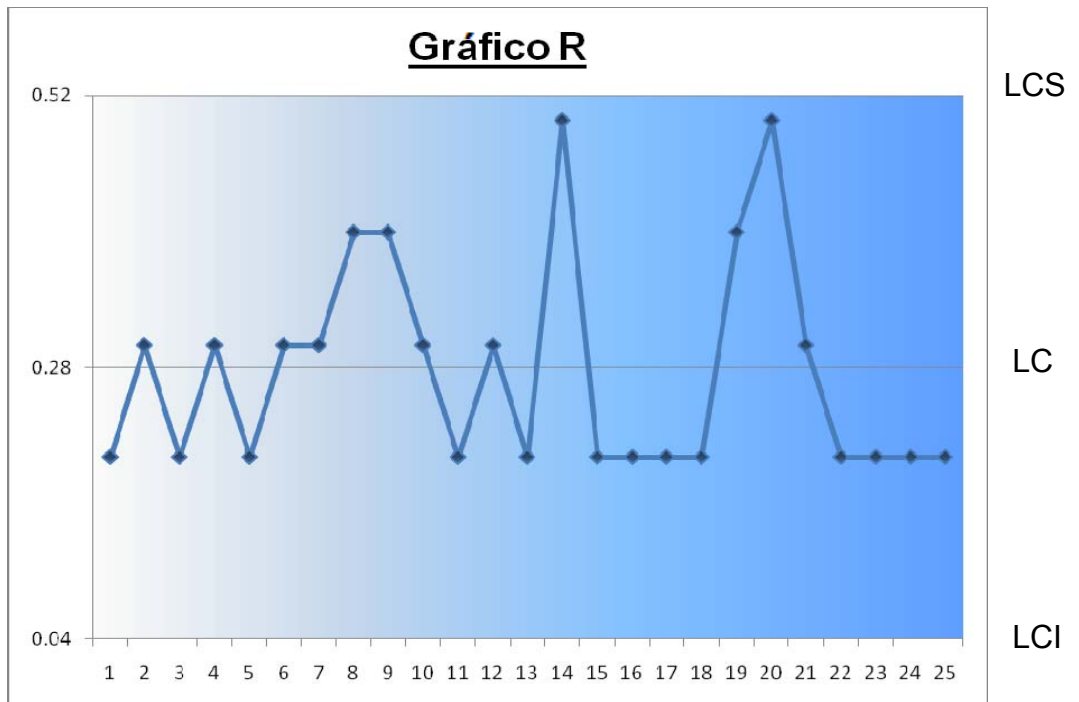


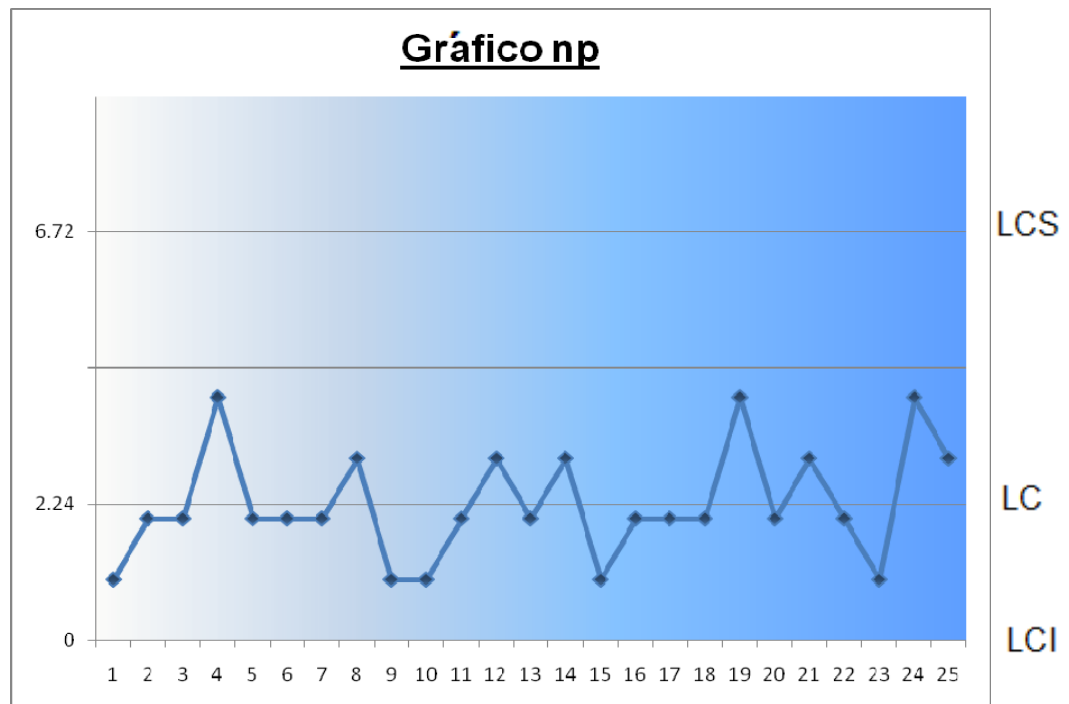
Figura 47. Proceso mejorado



- ✓ **Interpretación de gráficos X y R:** En base a las graficas anteriores (Figura No. 46 y Figura No. 47), podemos observar que no existe ningún punto fuera de control, por lo que tenemos la certeza de que nuestro proceso está bajo control.

Podemos observar en los dos gráficos que nuestro proceso se mantiene constante, en el proceso se mantuvo el centrado del proceso ósea que el peso del envase no varió drásticamente, entre uno y otro, y la diferencia en peso se da por la precisión de la balanza, otro factor determinante en la variabilidad es que hubieron cambios en la temperatura de la máquina.

**Figura 48. Proceso mejorado**



- ✓ **Interpretación gráfico np:** La gráfica muestra que el proceso está bajo control estadístico, e indica que la proporción de artículos defectuosos en el tipo de muestra de 200 envases, oscila entre 0 a 6.70, con un promedio de 2.24.



## 5.6 Habilidad del proceso

En las gráficas anteriores, observamos que el proceso está bajo control, por lo que procedemos a revisar si la empresa es capaz de elaborar el envase RV 90 ml, manteniendo las tolerancias deseadas por el cliente, (peso 17 g. y tolerancia +/- 0.5 g.).

### 5.6.1 Índice de habilidad (capacidad de producir)

✓ **Datos anteriores:**

$$X = 17.01$$

$$R = 0.28$$

$$d_2 = 2.847$$

$$\sigma = \frac{R}{d_2} = \frac{0.28}{2.847} = 0.098$$

✓ **Calculo de límites:**

$$LES = \text{Especificación} + \text{tolerancia} = 17 + 0.5 = 17.5$$

$$LEI = \text{Especificación} - \text{tolerancia} = 17 - 0.5 = 16.5$$

$$C_p = \frac{LES - LEI}{6\sigma} = \frac{17.5 - 16.5}{6(0.098)} = 1.70$$

- ✓ **Interpretación del índice de habilidad:** Según el cálculo del índice de capacidad, nos damos cuenta que nuestro proceso es más que adecuado para cumplir con las especificaciones que requiere el cliente,

esto según la **tabla X** la cual nos indica que un proceso es más que adecuado cuando el  $C_p$  es mayor a 1.33.

Con esto podemos verificar que efectivamente, se está en capacidad de producir con las especificaciones del cliente, por lo que concluimos que el método propuesto es un éxito.



## CONCLUSIONES

1. Los estudios propuestos en el capítulo V (estudio de resina, estudio dimensional, estudio físico y estudio funcional) ayudan a mejorar la calidad de las piezas plásticas, obteniendo un incremento en la elaboración del producto con cero defectos, ya que se puede tener la certeza de que las piezas plásticas dejarán al cliente satisfecho.
2. Las pruebas realizadas a la materia prima para conocer las características y su comportamiento, ayudan a obtener una pieza plástica acorde a lo solicitado por el cliente, partiendo desde conocer las propiedades y usos que se les debe dar a cada tipo de resina, y las pruebas de laboratorio para determinar si el índice de fluidez y humedad concuerdan con los certificados de calidad emitidos por el proveedor.
3. La calidad de un producto y servicio está influida directamente por áreas que sujetan a la empresa y afectan directamente la producción, estos factores son el mercado, dinero, administración, personal, motivación, materiales, máquinas, métodos y requisitos del producto o servicio, por lo que involucrar y fortalecer estas áreas, ayudan a mejorar la calidad.
4. En base a la evaluación actual realizada (Capítulo II), se puede comprobar que la empresa no cuenta con los procedimientos adecuados para realizar diferentes estudios a las piezas plásticas producidas, por lo que se proponen realizar los estudios necesarios para poder cumplir con los estándares de calidad dados por las organizaciones internacionales como el Instituto Internacional de Botellas de Plástico y Vidrio (véase capítulo IV).

5. Los inspectores de calidad, actualmente no cuenta con el soporte técnico y teórico, para poder realizar los análisis necesarios a las piezas de plásticos, tales como el análisis funcional, dimensional y físico, sino que se limitan únicamente a observar el color de la pieza que se va a producir, es por eso que se propone crear hojas técnicas, planos mecánicos para que el personal tenga el soporte necesario (véase capítulo IV).
6. La aplicación de los procedimientos propuestos, mejoran notablemente la calidad de las piezas plásticas, esto se observa en los gráficos de control (véase capítulo V) realizados a los estudios propuestos, esto demostró que los procedimientos que se proponen garantizan el perfecto funcionamiento de las piezas plásticas, comparada con la situación actual de la industrial.
7. Las normas publicadas por organizaciones dedicadas al estudio de las piezas plásticas como; el Instituto Internacional de Botellas de Plástico (estudia los envases) y el Instituto Internacional de Envases de Vidrio (estudio de tapaderas), fueron realizadas para que todas las industrias plásticas manejen un estándar de medidas (véase capítulo III).
8. Los clientes certificados con las normas internacionales de administración de calidad y sistemas de calidad, exigen a sus proveedores, en este caso a la industria plástica requisitos para poder ser parte de su grupo selecto de proveedores, por tal motivo se propone capacitar al personal y dar a conocer la importancia de cumplir con lo que los clientes certificados nos obligan como proveedor (véase capítulo IV), para evitar rechazos de producto, obligando a la industria a ser más cuidadosos en la calidad de las piezas plásticas.

9. La utilización de los procedimientos propuestos y las herramientas estadísticas correctamente, por parte de los inspectores de calidad, se logra teniendo el personal adecuado y capacitado para poder tener seguridad de que los estudios y análisis se harán bien, por tal motivo se crean los perfiles de todo el personal que debe de estar en este departamento (véase capítulo IV)
  
10. La constante evaluación a los sistemas que se utilizan, mejorar continuamente y mantener las pruebas propuestas, ayudaran a la industria a lograr productos de alta calidad, por lo que se podrá abarcar un mercado más extenso.



## RECOMENDACIONES

1. Es necesario implementar los estudios propuestos, utilizando los formatos adecuados (véase capítulo IV), acatar las normas establecidas por los entes dedicadas al desarrollo de normas para envases y tapaderas plásticas, para mejorar la calidad de las piezas plásticas y poder así ser una empresa competitiva a nivel nacional e internacional.
2. Es importante analizar toma la materia prima que se recibe, para determinar si la utilizada es la que mejor se adapta al proceso, y si no realizar pruebas con otro tipo de materia prima, que cumpla a cabalidad con las características de las piezas deseadas y con los requerimientos del cliente.
3. Es importante realizar una base de datos de formulaciones de colorantes y masterbatch, para estandarizar los colores y reducir demoras por aprobación de color.
4. Es necesario que se analice trimestralmente, los resultados obtenidos con las pruebas de calidad efectuadas a las piezas plásticas, para determinar la secuencia que ha mantenido el proceso, y poder mejorar las partes que presenten problemas, si se presentara alguna.
5. Es importante que la alta dirección se involucre, para conocer los resultados, ya sean positivos o negativos, ya que si es positivo, se podría gestionar la manera de aumentar el mercado, por estar posicionado de buena manera, mientras que de ser negativo se debe de ver la forma de doblar los esfuerzos, para mejorar y no perder el mercado logrado.



6. Es necesario, capacitar a todo el personal involucrado en la producción para informarles acerca de los requerimientos de cada pieza de plástico, para que todos se familiaricen con el proceso y se sientan parte de él, por eso se debe de mantener el lema “LA CALIDAD ES RESPONSABILIDAD DE TODOS”.
7. Es importante, tener todas las herramientas de laboratorio como: calibradores, balanzas, torquímetros, etc., para que el departamento de control de calidad, logre tener un buen desempeño en sus labores.
8. Es necesario realizar una base de datos de todos los productos que se elaboran en la industria, acorde a los requerimientos del cliente, para que al inicio de cada producción se tengan las especificaciones y se sepa que pruebas realizar a cada pieza elaborada.
9. Es aconsejable efectuar encuestas de satisfacción al cliente sobre el producto, para determinar si la calidad ha llegado a un nivel satisfactorio; de lo contrario, las mismas encuestas establecerán en qué punto del proceso debe enfatizarse el control de calidad.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Smith, William F. **Ciencia e Ingeniería de Materiales**, Editorial McGraw Hill, Tercera edición, México 1998.
2. Askeland, Donald R. **Ciencia e Ingeniería de los Materiales**, Editorial Thomson, Cuarta edición, México 2004.
3. Anderson, JC. **Ciencia de los materiales**, Editorial Limusa, Primera edición, México 1978.
4. Gutiérrez Pulido, Humberto. **Calidad Total y Productividad**, Editorial McGraw Hill, Segunda edición, México 2005.
5. Evans, William R. y Lindsay William. **Administración y Control de Calidad**, Editorial Thomson, Cuarta edición, México 2000.
6. Ronald E. Walpole & Raymond Myers. **Probabilidad y estadística**, Editorial McGraw Hill, Tercera edición, México 1992.
7. González, Carlos. **Normas internacionales de administración de calidad, sistemas de calidad y sistemas ambientales (ISO 9000, QS 9000 Y ISO 14000)**, Editorial McGraw Hill, Primera edición, México 1999.
8. Morton, Spencer y Jones, Alexander. **Procesamiento de Plásticos**, Editorial Limusa, Segunda edición, México 1993.
9. Kibbe, Richard R. **Manual de Máquinas y Herramientas Volumen 1**, Editorial Limusa, México 1992.
10. Maynard, H. B. y Hodson, William K. **Manual del Ingeniero Industrial**, Editorial McGraw – Hill, Cuarta edición, México 1,996.
11. [www.theplasticbottleinstitute.com](http://www.theplasticbottleinstitute.com). 2008.



## ANEXOS

**Tabla XXXI. Factores para gráficas de control**

n	Gráficas para promedios (X)				Gráficas para desviaciones estandar (S)				Gráfica de los rangos (R)					
	A	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	c <sub>4</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	B <sub>6</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>
2	2.121	1.880	2.659	0.7979	0	3.267	0	2.606	1.128	0.853	0	3.686	0	3.267
3	1.732	1.023	1.954	0.8862	0	2.568	0	2.276	1.693	0.888	0	4.358	0	2.574
4	1.500	0.729	1.628	0.9213	0	2.266	0	2.088	2.059	0.880	0	4.698	0	2.282
5	1.342	0.577	1.427	0.9400	0	2.089	0	1.964	2.326	0.864	0	4.918	0	2.114
6	1.225	0.483	1.287	0.9515	0.030	1.970	0.029	1.874	2.534	0.848	0	5.078	0	2.004
7	1.134	0.419	1.182	0.9594	0.118	1.882	0.113	1.806	2.704	0.833	0.204	5.204	0.076	1.924
8	1.061	0.373	1.099	0.9650	0.185	1.815	0.179	1.751	2.847	0.820	0.388	5.306	0.136	1.864
9	1.000	0.337	1.032	0.9693	0.239	1.761	0.232	1.707	2.970	0.808	0.547	5.393	0.184	1.816
10	0.949	0.308	0.975	0.9727	0.284	1.716	0.276	1.669	3.078	0.797	0.687	5.469	0.223	1.777
11	0.905	0.285	0.927	0.9754	0.321	1.679	0.313	1.637	3.173	0.787	0.811	5.535	0.256	1.744
12	0.866	0.266	0.886	0.9776	0.354	1.646	0.346	1.61	3.258	0.778	0.922	5.594	0.283	1.717
13	0.832	0.249	0.85	0.9794	0.382	1.618	0.374	1.585	3.336	0.770	1.025	5.647	0.307	1.693
14	0.802	0.235	0.817	0.9810	0.406	1.594	0.399	1.563	3.407	0.763	1.118	5.696	0.328	1.672
15	0.775	0.223	0.789	0.9823	0.428	1.572	0.421	1.544	3.472	0.756	1.203	5.741	0.347	1.653
16	0.750	0.212	0.763	0.9835	0.448	1.552	0.440	1.526	3.532	0.750	1.282	5.782	0.363	1.637
17	0.728	0.203	0.739	0.9845	0.466	1.534	0.458	1.511	3.588	0.744	1.356	5.820	0.378	1.622
18	0.707	0.194	0.718	0.9854	0.482	1.518	0.475	1.496	3.640	0.739	1.424	5.856	0.391	1.608
19	0.688	0.187	0.698	0.9862	0.497	1.503	0.490	1.483	3.689	0.734	1.487	5.891	0.403	1.597
20	0.671	0.180	0.68	0.9869	0.510	1.490	0.504	1.470	3.735	0.729	1.549	5.921	0.415	1.585

Fuente: Gutiérrez Pulido, Humberto. **Calidad Total y Productividad. Apéndice B**, 2005

**Tabla XXXII. Áreas bajo la curva**

<b>z</b>	<b>.00</b>	<b>.01</b>	<b>.02</b>	<b>.03</b>	<b>.04</b>	<b>.05</b>	<b>.06</b>	<b>.07</b>	<b>.08</b>	<b>.09</b>
<b>0.0</b>	.5000	.5040	.5080	.5120	.5160	.5199	.5239	.5279	.5319	.5359
<b>0.1</b>	.5398	.5438	.5478	.5517	.5557	.5596	.5636	.5675	.5714	.5753
<b>0.2</b>	.5793	.5832	.5871	.5910	.5948	.5987	.6026	.6064	.6103	.6141
<b>0.3</b>	.6179	.6217	.6255	.6293	.6331	.6368	.6406	.6443	.6480	.6517
<b>0.4</b>	.6554	.6591	.6628	.6664	.6700	.6736	.6772	.6808	.6844	.6879
<b>0.5</b>	.6915	.6950	.6985	.7019	.7054	.7088	.7123	.7157	.7190	.7224
<b>0.6</b>	.7257	.7291	.7324	.7357	.7389	.7422	.7454	.7486	.7517	.7549
<b>0.7</b>	.7580	.7611	.7642	.7673	.7704	.7734	.7764	.7794	.7823	.7852
<b>0.8</b>	.7881	.7910	.7939	.7967	.7995	.8023	.8051	.8078	.8106	.8133
<b>0.9</b>	.8159	.8186	.8212	.8238	.8264	.8289	.8315	.8340	.8365	.8389
<b>1.0</b>	.8413	0.8438	.8461	.8485	.8508	.8531	.8554	.8577	.8599	.8621
<b>1.1</b>	.8643	.8665	.8686	.8708	.8729	.8749	.8770	.8790	.8810	.8830
<b>1.2</b>	.8849	.8869	.8888	.8907	.8925	.8944	.8962	.8980	.8997	.9015
<b>1.3</b>	.9032	.9049	.9066	.9082	.9099	.9115	.9131	.9147	.9162	.9177
<b>1.4</b>	.9192	.9207	.9222	.9236	.9251	.9265	.9278	.9292	.9306	.9319
<b>1.5</b>	.9332	.9345	.9357	.9370	.9382	.9394	.9406	.9418	.9429	.9441
<b>1.6</b>	.9452	.9463	.9474	.9484	.9495	.9505	.9515	.9525	.9535	.9545
<b>1.7</b>	.9554	.9564	.9573	.9582	.9591	.9599	.9608	.9616	.9625	.9633
<b>1.8</b>	.9641	.9649	.9656	.9664	.9671	.9678	.9686	.9693	.9699	.9706
<b>1.9</b>	.9713	.9719	.9726	.9732	.9738	.9744	.9750	.9756	.9761	.9767
<b>2.0</b>	.9772	.9778	.9783	.9788	.9793	.9798	.9803	.9808	.9812	.9817
<b>2.1</b>	.9821	.9826	.9830	.9834	.9838	.9842	.9846	.9850	.9854	.9857
<b>2.2</b>	.9861	.9864	.9868	.9871	.9875	.9878	.9881	.9884	.9887	.9890
<b>2.3</b>	.9893	.9896	.9898	.9901	.9904	.9906	.9909	.9911	.9913	.9916
<b>2.4</b>	.9918	.9922	.9922	.9925	.9927	.9929	.9931	.9932	.9934	.9936
<b>2.5</b>	.9938	.9940	.9941	.9943	.9945	.9946	.9948	.9949	.9951	.9952
<b>2.6</b>	.9953	.9955	.9956	.9957	.9959	.9960	.9961	.9962	.9963	.9964
<b>2.7</b>	.9965	.9966	.9967	.9968	.9969	.9970	.9971	.9972	.9973	.9974
<b>2.8</b>	.9974	.9975	.9976	.9977	.9977	.9978	.9979	.9979	.9980	.9981
<b>2.9</b>	.9981	.9982	.9982	.9983	.9984	.9984	.9985	.9985	.9986	.9986
<b>3.0</b>	.9987	.9987	.9987	.9988	.9988	.9989	.9989	.9989	.9990	.9990
<b>3.1</b>	.9990	.9991	.9991	.9991	.9992	.9992	.9992	.9992	.9993	.9993
<b>3.2</b>	.9993	.9993	.9994	.9994	.9994	.9994	.9994	.9995	.9995	.9995
<b>3.3</b>	.9995	.9995	.9995	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9997
<b>3.4</b>	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9998

Fuente: Ronald Walpole y Raymond Myers. **Probabilidad y Estadística**. Apéndice (Tabla A-3). 1992