



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

“Diagnóstico de los Sistemas de Control de Producción y Calidad
de una Mediana Industria Plástica”

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención de los Títulos de:

INGENIEROS INDUSTRIALES

Presentada por:

María Fernanda López Sarzosa

Rommel Frank Gallegos Santos

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2013

AGRADECIMIENTO

A Dios, por guiarnos y permitirnos llegar a esta etapa de nuestras vidas.

A nuestros padres, por su apoyo, paciencia y valores inculcados.

A todos los profesores que contribuyeron con nuestra formación y especialmente al Ing. Marcos Buestán por su invaluable ayuda en la dirección de esta Tesis.

DEDICATORIA

Dedicamos esta Tesis a
nuestros padres.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Dr. Kleber Barcia V., Ph.D.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE

Ing. Marcos Buestán B.
DIRECTOR

Ing. Denise Rodríguez Z.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

María Fernanda López Sarzosa

Rommel Frank Gallegos Santos

RESUMEN

La empresa en la cual se realizó la presente tesis de grado es Poliplástica S.A., una mediana empresa de la ciudad de Guayaquil, con cerca de 35 años de experiencia en el mercado de la industria plástica. La empresa se fundó en un entorno familiar, y a pesar de su crecimiento ha mantenido hasta la actualidad los mismos sistemas de control de producción y calidad desarrollados desde su origen. Estos sistemas han funcionado principalmente por sus bajos niveles de utilización; sin embargo, el acelerado crecimiento de su demanda amerita la reestructuración de estos sistemas.

En esta tesis se evaluó la situación actual de la línea de fabricación de envases en lo referente a: los sistemas de jerarquización de órdenes, de control en piso de trabajo planificación de producción y control de calidad; esto es parte de la preparación del entorno de manufactura previo el proceso de implementación de un nuevo sistema de control y planificación de la producción de tipo Pull.

La metodología que se empleó fue la siguiente:

- 1) Se realizaron entrevistas con los involucrados en el proceso,
- 2) Posteriormente se procedió al levantamiento y análisis de data histórica,

3) Se definieron oportunidades de mejora en cuanto a planificación de producción y control de calidad.

En algunos casos fue necesario plantear alternativas de mejor que requieren inversión por lo cual únicamente en este trabajo se las ha desarrollado como planes de acción.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	IV
ABREVIATURAS.....	VIII
SIMBOLOGÍA.....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIII
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1	
1. GENERALIDADES.....	2
1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Objetivos	4
1.2.1. Objetivo general.....	4
1.2.2. Objetivos específicos.....	4
1.3. Planteamiento del problema.....	5
1.4. Metodología.....	6
CAPÍTULO 2	
2. MARCO TEÓRICO.....	8
2.1. Situación actual de las PYMES ecuatorianas.....	8
2.1.1. Principales sectores de las PYMES ecuatorianas.....	12

2.1.2. Situación actual con respecto a los sistemas de control de Producción.....	17
2.1.3. Situación actual con respecto a los sistemas de control de calidad.....	21
2.2. Sistema de control de producción.....	23
2.2.1. Sistema de producción PUSH.....	25
2.2.2. Sistema de producción PULL.....	32
2.2.3. Sistema de producción híbrido.....	35
2.3. Herramientas para solución de problemas de control de calidad	38
2.3.1. Diagrama causa-efecto.....	39
2.3.2. Gráficas de control.....	40
2.3.3. Análisis de capacidad.....	42
2.3.4. Metodología Seis Sigma.....	49

CAPÍTULO 3

3. SISTEMA DE CONTROL DE PRODUCCIÓN ACTUAL.....	52
3.1. Análisis de volumen y variabilidad de la demanda.....	52
3.1.1. Identificación de las familias y subfamilias de productos...	53
3.1.2. Determinación de la demanda por familia de productos....	57
3.1.3. Determinación de la capacidad de producción.....	59
3.1.4. Identificación del Sequential dependent set-up's.....	76
3.2. Proceso de integración entre el departamento de ventas y de producción.....	85

3.2.1. Mapeo de la interrelación entre el departamento de ventas y producción.....	85
3.3. Jerarquización y planificación para la liberación de órdenes de producción.....	88
3.3.1. Reconocimiento del sistema de liberación de órdenes.....	88
3.3.2. Determinación de la forma de jerarquización de las órdenes de producción.....	89
3.4. Seguimiento de órdenes de producción en el piso de trabajo.....	90
3.4.1. Identificación del sistema de planificación de la producción.....	96
3.4.2. Identificación de los controles de las fechas de entrega...	97

CAPÍTULO 4

4. SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD ACTUAL.....	98
4.1. Procedimientos de control de calidad.....	98
4.2. Variables de control de calidad críticas.....	100
4.2.1. Descripción de las variables de control de calidad.....	100
4.2.2. Importancia de las variables de control de calidad.....	101
4.2.3. Identificación de los problemas en la calidad.....	106
4.2.4. Control estadístico de la calidad.....	109
4.3. Mapeo del proceso.....	134
4.4. Determinación de causas potenciales de problemas de calidad	139

4.4.1. Establecimiento de condiciones básicas.....	139
4.4.2. Identificación de causas potenciales de variación.....	143
4.4.3. Verificación de causas potenciales de variación.....	147
CAPÍTULO 5	
5. PLANTEAMIENTO DE INICIATIVAS DE MEJORAS.....	171
5.1. Establecimiento de propuestas de mejora en el sistema de Control de producción.....	171
5.2. Establecimiento de Propuestas de Mejora en el Sistema de Control de calidad.....	177
CAPÍTULO 6	
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	182
6.1. Conclusiones.....	182
6.2. Recomendaciones.....	184
APÉNDICES	186
BIBLIOGRAFÍA	240

ABREVIATURAS

CENEC	Censo Nacional Económico
CT	Tiempo de Ciclo
DMAIC	Definir, Medir, Analizar, Implementar y Controlar
FENAPI	Federación Nacional de Cámaras de la Pequeña Industria del Ecuador
FIFO	Primero en Entrar, Primero en Salir
h	Horas
JAT	Justo a Tiempo
Kg	Kilogramos
LNTL	Límites de Tolerancia Natural Inferior
LSL	Límite Inferior de Especificación
mg	Miligramos
mín	Mínimo
MIPYMES	Micro, Pequeña y Mediana Industria
ml	Mililitros
mm	Milímetros
MRP	Planificación de Requerimiento de Materiales
N/D	No Existen Datos Disponibles
PMP	Programa Maestro de Producción
ppm	Partes por Millón
PYMES	Pequeñas y Medianas Empresas
SRI	Servicio de Rentas Internas
TOC	Teoría de las restricciones
UNTL	Límites de Tolerancia Natural Superior
USL	Límite Superior de Especificación
WIP	Trabajo en Proceso

SIMBOLOGÍA

C_p	Índice de Capacidad Potencial del Proceso
C_{pu}	Índice de Capacidad Potencial del Proceso Superior
C_{pl}	Índice de Capacidad Potencial del Proceso Inferior
C_{pk}	Índice de Capacidad Real del Proceso
H_0	Hipótesis Nula
H_1	Hipótesis Alternativa
μ	Media Poblacional
σ	Desviación Estándar Poblacional
\bar{x}	Media Muestral
s	Desviación Estándar Muestral
U	Utilización
n	Tamaño de la muestra

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2.1 Cantidad de Establecimientos a Nivel Nacional.....	10
Figura 2.2 Aporte en la Generación de Ingresos por Ventas.	11
Figura 2.3 Sectores de las Microempresas Ecuatorianas.	12
Figura 2.4 Sectores de las Pymes Ecuatorianas	13
Figura 2.5 Tipos de Empresas a Nivel Nacional	15
Figura 2.6 Tipo de Certificación a Nivel Nacional.	15
Figura 2.7 Innovación de Productos en los Dos Últimos Años.....	16
Figura 2. 8 Capacitación en las Empresas.	17
Figura 2.9 Indicadores de Producción vs el Porcentaje de Compañías.....	18
Figura 2.10 Inactividad de los Equipos Debido a Fallas vs el Porcentaje de Compañías.....	19
Figura 2.11 Sistemas de Control de Producción.....	19
Figura 2.12 Posesión de Programas de Mejora de Producción.....	20
Figura 2.13 Sistemas de Control de Calidad Utilizados.	21
Figura 2.14 Valores Promedio de los Indicadores de Calidad Usados.	22
Figura 2.15 Esquema de Diagrama Causa-Efecto.....	40
Figura 2.16 Ejemplo de Carta de Control.....	41
Figura 2.17 Límites de Tolerancia Natural de una Distribución Normal.	44
Figura 2.18 Relación Entre los Limites de Especificación y los Defectos.	50
Figura 3.1 Subfamilias de la Familia Tapas.....	54
Figura 3.2 Subfamilias de la Familia Tarrinas para Termoformado	55
Figura 3.3 Subfamilias de la Familia Tarrinas para Impresión	56
Figura 3.4 Producción Mensual de Familia Tapas en Termoformado.....	60
Figura 3.5 Utilización de Termoformadora de Tapas por Subfamilia	61
Figura 3.6 Producción Mensual de Familia Tarrinas en Termoformado	63
Figura 3.7 Utilización de Termoformadora de Tarrinas.....	64
Figura 3.8 Producción Mensual de Familia Tarrinas en Impresión	66
Figura 3.9 Utilización de Impresora de Tarrinas por Subfamilia.....	67
Figura 3.10 Unidades Vendidas en Miles de Tapa-Tarrina.....	69
Figura 3.11 Proyección de Ventas Tapa-Tarrina en Miles de Unidades para el 2013.....	69
Figura 3.12 Comparación de Ventas del 2012 con Proyecciones del 2013 (en Miles de Unidades)	70
Figura 3.13 Utilización de Termoformadora de Tapas	73

Figura 3.14 Utilización de Termoformadora de Tarrinas.....	73
Figura 3.15 Utilización de Impresora de Tarrinas	74
Figura 3.16 Diagrama Funcional del Proceso Ventas-Producción.....	86
Figura 3.17 Histograma de Tiempo Orden-Facturación.....	92
Figura 3.18 Histograma de Tiempo Bodega-Entrega.....	93
Figura 3.19 Histograma de Tiempo de Entrega	94
Figura 3.20 Esquema de Buffer de la Línea de Envases.....	96
Figura 4.1 Error en el Termoformado de Tarrinas.....	104
Figura 4.2 Impresión Inadecuada en el Dibujo del Limón (Espacios en Blanco).....	105
Figura 4.3 Reclamo de Clientes de Enero a Octubre del 2012.....	107
Figura 4.4 Reclamos Según su Tipo de Enero a Octubre del 2012.....	109
Figura 4.5 Esquema de Zonas del Folio	110
Figura 4.6 Gráficas de Control para Media y Rango del Espesor de Folio 430x 0,70 Mate	112
Figura 4.7 Gráficas de Control para Media y Rango de Espesor de Folio 430x 0,70 Coextruido	113
Figura 4.8 Prueba de Normalidad de Espesor de Folio 430x 0,70 Mate...	114
Figura 4.9 Prueba de Normalidad de Espesor de Folio 430x 0,70 Coextruido.....	114
Figura 4.10 Análisis de Capacidad del Espesor de Folio 430x 0,70 Mate ..	115
Figura 4.11 Análisis de Capacidad del Espesor de Folio 430x 0,70 Coextruido.....	116
Figura 4.12 Gráficas de Control para Media y Rango del Espesor de Folio 430x 0,39 Mate	118
Figura 4.13 Pruebad de Normalidad de Espesor de Folio 430x 0,39 Mate...	118
Figura 4.14 Análisis de Capacidad del Espesor de Folio 430x 0,39 Mate. .	119
Figura 4.15 Gráficas de Control para Media y Rango del Espesor de Folio 650x 1,05 Mate	121
Figura 4.16 Prueba de Normalidad de Espesor de Folio 650x 1,05 Mate...	122
Figura 4.17 Análisis de Capacidad del Espesor de Folio 650x 1,05 Mate. .	123
Figura 4.18 Gráficas de Control para Media y Rango del Espesor de Folio 650x 1,40 Mate y Coextruido	125
Figura 4.19 Prueba de Normalidad de Espesor de Folio 650x 1,40 Mate y Coextruido.....	126
Figura 4.20 Análisis de Capacidad del Espesor de Folio 650x 1,40 Mate y Coextruido.....	127

Figura 4.21 Gráficas de Control para Media y Rango del Espesor de Folio 690x 1,40 Mate	128
Figura 4.22 Prueba de Normalidad de Espesor de Folio 690x 1,40 Mate...	129
Figura 4.23 Análisis de Capacidad del Espesor de Folio 690x 1,40 Mate ..	130
Figura 4.24 Gráficas de Control para Media y Rango del Espesor de Folio 690x 1,20 Mate	131
Figura 4.25 Prueba de Normalidad de Espesor de Folio 690x 1,20 Mate...	132
Figura 4.26 Análisis de Capacidad del Espesor de Folio 690x1,20 Mate ...	133
Figura 4.27 Diagrama Otida del Proceso de Fabricación del Folio Mate	137
Figura 4.28 Diagrama Otida del Proceso de Fabricación del Folio Coextruido.....	138
Figura 4.29 Diagrama Causa Efecto del Exceso de Variabilidad del Espesor de Folios	146
Figura 4.30 Tablero de Presiones de la Extrusora.....	150
Figura 4.31 Rodillos de Acero de da Maquina Extrusora.....	153
Figura 4.32 Elaboración de Folio de Tapas	159
Figura 4.33 Llave Usada para Calibrar los Labios del Cabezal	161
Figura 4.34 Carta de Control para la Media y Rango para el Espesor del Folio 1,2 mm con Concentración 50% Virgen y 50% Scrap.....	166
Figura 4.35 Carta de Control para la Media y Rango para el Espesor del Folio 1,2 mm con Concentración 90% Virgen y 10% Scrap.....	167
Figura 4.36 Prueba de Normalidad para el Espesor de Folio 1,2 mm con Concentración 50% Virgen y 50% Scrap	168
Figura 4.37 Prueba de Normalidad para el Espesor del Folio 1,2 mm con Concentración 90% Virgen y 10% Scrap	168
Figura 4.38 Análisis de Capacidad para el Espesor de Folio 1,2 mm con Concentración 50% Virgen y 50% Scrap	170
Figura 4.39 Análisis de Capacidad para el Espesor del Folio 1,2 mm con Concentración 90% Virgen y 10% Scrap	170

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Diferencias entre El Mrp y el Método Clásico de Manejo de Inventarios (Punto de Reorden)	31
Tabla 2	Mínimos Valores de Cp	48
Tabla 3	Familias de Productos de Línea de Envases	53
Tabla 4	Rendimiento Estándar en Termoformado Tapas	54
Tabla 5	Rendimiento Estándar en Termoformado de Tarrinas	55
Tabla 6	Rendimiento Estándar en Impresión	56
Tabla 7	Cantidad Producida en Termoformado de Tapas en Kilogramos...	57
Tabla 8	Cantidad Producida en Termoformado de Tarrinas en Kilogramos	58
Tabla 9	Cantidad Producida en Impresión (Kg)	58
Tabla 10	Tiempos Muertos en la Máquina de Termoformado de Tapas.....	59
Tabla 11	Tiempos Muertos en la Máquina de Termoformado de Tarrinas ...	62
Tabla 12	Tiempos Muertos en la Máquina de Impresión	65
Tabla 13	Cuadro Comparativo 2012-2013 para Termoformado de Tapas y Tarrinas (Unidades).....	71
Tabla 14	Proyección de Ventas de Vasos en el 2013.....	75
Tabla 15	Tiempo Promedio en Cambios de Molde en Termoformadora de Tapas	78
Tabla 16	Tiempo Promedio en Cambio de Formadores en Termoformadora de Tapas.....	79
Tabla 17	Resumen de Cambios en Termoformadora de Tapas	80
Tabla 18	Tiempo Promedio en Cambios de Molde en Termoformadora de Tarrinas	81
Tabla 19	Tiempo Promedio en Cambio de Camisa y Fondo Falso en Termoformadora de Tarrinas	82
Tabla 20	Tiempo Promedio en Cambio Fondo Falso en Termoformadora de Tarrinas	83
Tabla 21	Resumen de Cambios en Termoformadora de Tarrinas	84
Tabla 22	Resumen de los Tiempos de Entrega	95
Tabla 23	Variables de Calidad de Envases	100
Tabla 24	Especificaciones para Folio de Tapas	101
Tabla 25	Especificaciones para Folio de Tarrinas	101
Tabla 26	Variables de Calidad de Folios	102

Tabla 27 Resultados de Prueba de Hipótesis para Diferencia de Medias de Folio 430x0,7.....	111
Tabla 28 Resultados de Prueba de Hipótesis para Diferencia de Medias de Folio 650x 1,40.....	124
Tabla 29 Plan de Acción de Condiciones Básicas	140
Tabla 30 Cinco Porques de Causa Uno.....	149
Tabla 31 Comparación entre Tiempos de Fabricación de Folio vs Tiempo Filtro Sucio.	151
Tabla 32 Cinco Porques de Causa Dos.....	152
Tabla 33 Cinco Porques de Causa Tres	154
Tabla 34 Capacitaciones del 2012.....	155
Tabla 35 Cinco Porques de Causa Cuatro	156
Tabla 36 Cinco Porques de Causa Cinco	158
Tabla 37 Cinco Porques de Causa Seis	160
Tabla 38 Cinco Porques de Causa Siete	163
Tabla 39 Cinco Porques de Causa Ocho.....	165
Tabla 40 Ejemplo de Jerarquización de Órdenes.....	176
Tabla 41 Ejemplo de Disponibilidad para Jerarquizar Órdenes.....	177
Tabla 42 Plan de Acción para Mejoras en el Sistema de Control de Calidad.....	179

INTRODUCCIÓN

En la actualidad las PYMES en el Ecuador han tenido un crecimiento significativo con el pasar de los años volviéndose un mercado más competitivo. Esto representa nuevos retos que las industrias deben afrontar para que puedan sobresalir, tal es el caso de Poliplástica S.A., una mediana industria del sector plástico que debido a su evolución se ha visto obligada a mejorar sus tradicionales métodos con el fin de poder cumplir con las nuevas exigencias de los clientes.

El presente trabajo tiene como finalidad conocer la situación actual de la línea de producción mediante un análisis de los sistemas de control producción y calidad para luego establecer iniciativas personalizadas de mejora en función de las oportunidades identificadas, con el propósito de implementar posteriormente sistemas adecuados.

En este estudio se analizan los sistemas mediante: observación, por medio de la recolección de información secundaria y entrevistas directas con los encargados de los procesos; la recopilación de toda la información es usada para el análisis mediante herramientas estadísticas y herramientas de la metodología DMAIC.

CAPÍTULO 1

1. GENERALIDADES

1.1. Antecedentes

Las empresas buscan mejorar su nivel de competitividad en un mundo globalizado, ofreciendo un servicio que esté por encima del ofertado por sus competidores aumentando su productividad mediante el uso de herramientas eficientes.

Para la utilización de estas herramientas, es necesario realizar en la mayoría de los casos, un rediseño de los procesos internos debido a que tanto los sistemas de control de producción como de calidad empleados no cumplen con las características adecuadas o no se ajustan a la naturaleza de la organización y de su entorno.

El Ecuador a fines de los años setentas se encontraba en una franca expansión económica por razón del comienzo del ingreso de las divisas petroleras, la consolidación de ciertos mercados de

exportación como el banano y el cacao y el inicio de la nueva industria acuícola del camarón. Así mismo, el inicio de nuevos sectores agroindustriales y producción acuícola empezaba con miras a convertir al Ecuador en uno de los principales productores y exportadores mundiales en varias de estas líneas.

Es durante este periodo de expansión que las medianas y pequeñas industrias experimentan un auge, especialmente las plásticas. Es precisamente durante este periodo que se constituye Poliplástica S.A. en Marzo del 1979.

La empresa inicia sus actividades como fabricante pionero de mallas plásticas extruidas, producto que de aplicaciones tradicionales en el sector agrícola, se amplía a aplicaciones no tradicionales en seguridad, exportación de flores, entre otras.

Al estar involucrados en procesos de laminación plástica, a finales de la década de los '80, se consideró incorporar una nueva línea de producción. Esta se dedica a la fabricación de envases termoformados para la industria alimenticia y de limpieza.

A inicios del siglo 21, Poliplástica S.A. decide iniciar la búsqueda de la calidad total y mejorar sus procesos administrativos y operativos. Se trabajó con miras a aprobar la Norma ISO 9001 y todas sus

exigencias, logrando certificación en el año 2004; misma que se mantiene bajo consideración de lo que es Norma ISO 9001:2008.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Desarrollar un diagnóstico de la situación actual de la línea de producción de envases de Poliplástica S.A. en lo referente a planificación de producción y al control de calidad estableciendo soluciones personalizadas en función de las oportunidades de mejora identificadas.

1.2.2. Objetivos específicos

- Identificar las familias de productos, su volumen y la variabilidad de su demanda mediante información secundaria y establecer con esta información la capacidad de producción de la línea actual y proyectada para el año 2013.
- Analizar el proceso de jerarquización, planificación y seguimiento de órdenes de producción mediante la observación directa, revisión de procedimientos documentados y recolección de datos históricos para comprobar el cumplimiento de fechas de entrega.

- Determinar las variables críticas de calidad en el proceso y producto final mediante la revisión de registros de producto no conforme y reclamos.
- Establecer las causas potenciales de variación en las variables de calidad críticas mediante el uso de herramientas DMAIC para establecer planes de implementación.

1.3. Planteamiento del problema

Poliplástica S.A. es una empresa mediana y familiar de la ciudad de Guayaquil que cuenta con varias líneas de productos, entre ellas, el termoformado de envases. La organización se encuentra certificada con la norma ISO 9001:2008 y posee un sistema de gestión de calidad con procedimientos debidamente documentados.

Desde que se fundó hace 34 años, ha mantenido los mismos sistemas de control de producción y calidad, los cuales han funcionado principalmente por sus bajos niveles de utilización. Para establecer las fechas de entrega, el departamento de ventas no recibe una retroalimentación de producción sobre el estado de órdenes liberadas al piso y disponibilidad.

Por otro lado, los controles de calidad han perdido su efectividad durante los últimos años. Esto se demuestra mediante el aumento de registros de producto no conforme, reclamos del cliente final y el nivel de producto reprocesado.

Poliplástica S.A. ha ganado posicionamiento en la industria logrando captar nuevos clientes líderes en sus segmentos de mercado; llevando a un incremento considerable en la producción de envases, lo cual amerita una reestructuración de ambos sistemas.

Si no se efectúan cambios bajo las nuevas condiciones, es probable que la utilización de la línea aumente de tal manera que el tiempo de ciclo (CT) se incremente al igual que el trabajo en proceso (WIP). Esto conllevaría a que el nivel de servicio disminuya y se eleve el porcentaje de producto rechazado, lo cual perjudicaría la competitividad de la empresa en el mercado de envases.

1.4. Metodología

En la presente tesis de grado se realizó un diagnóstico situacional en Poliplástica S.A. mediante: observación, por medio de la recolección de información secundaria y entrevistas directas con los encargados de los procesos. La primera parte tuvo la finalidad de evaluar el sistema de control de producción con el que la empresa

labora en la actualidad. Para esto se analizaron: tiempos de entrega, utilización y capacidad de las máquinas, tiempos de preparación y nivel de servicio, todo esto es parte del capítulo 3.

En la segunda parte del diagnóstico situacional, se evaluó el sistema de control de producción mediante la aplicación de herramientas de la metodología DMAIC. A través de su aplicación fue posible identificar la causa raíz de los problemas de calidad, los cuales se muestran en el capítulo 4.

Posteriormente, se procedió a establecer iniciativas de mejoras en los sistemas de controles analizados, los cuales fueron planteados como iniciativas de mejora y planes de acción.

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Situación actual de las PYMES ecuatorianas

PYMES

PYMES se considera a las unidades productivas individuales o asociadas que cumplan con un mínimo de dos de los tres parámetros establecidos en cada una de las categorías descritas (1).

Microempresas:

- Aquella que tenga entre 1 a 9 trabajadores.
- Valor de ventas o ingresos brutos anuales inferiores a cien mil dólares de los Estados Unidos de América.
- Volumen de activos de hasta cien mil dólares.

Pequeña empresa:

- Aquella que tenga entre 10 a 49 trabajadores.
- Valor de ventas o ingresos brutos anuales entre cien mil y un millón de dólares de los Estados Unidos de América.
- volumen de activos entre cien mil uno y setecientos cincuenta mil dólares.

Mediana empresa:

- Aquella que tenga entre 50 a 199 trabajadores.
- Valor de ventas o ingresos brutos anuales entre un millón uno y cinco millones de dólares de los Estados Unidos de América.
- Volumen de activos entre setecientos cincuenta mil uno y cuatro millones de dólares.

Las micro, pequeñas y medianas empresas ecuatorianas (MIPYMES) tienen un aporte significativo en la economía del país según el último Censo Nacional Económico (CENEC) del 2010, debido a que alrededor de 99 de cada 100 establecimientos se encuentran dentro de la categoría de MIPYMES, como se observa en la figura 2.1.

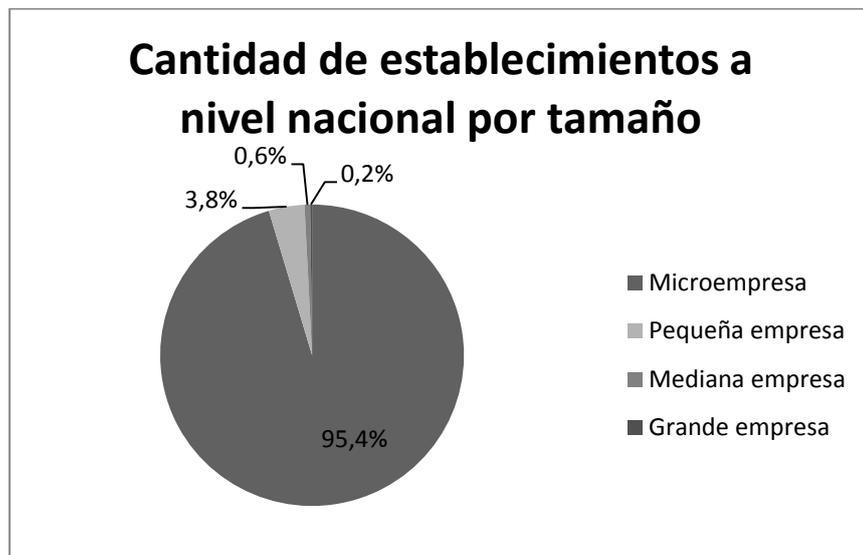


FIGURA 2.1 CANTIDAD DE ESTABLECIMIENTOS A NIVEL NACIONAL (2).

Esta tendencia refleja la importancia significativa que tienen las micro, pequeñas y medianas empresas en la contribución del proceso de consolidación del sistema productivo ecuatoriano.

Esta realidad, que se encuentra en la estructura productiva nacional, debe ser considerada como punto de partida al momento de diseñar estrategias desde el punto de vista empresarial y de políticas públicas.

A continuación, se analiza el aporte de las ventas, según su tamaño, a la generación de ingresos por venta de los bienes y/o servicios que proporcionan. Se observa en la figura 2.2 que las pequeñas y medianas empresas aportan en conjunto \$39 dólares

de cada \$100 dólares generados por las empresas del Ecuador bajo el concepto de ventas.

En segundo lugar y de manera cercana a las pequeñas y medianas empresas, se colocan las grandes empresas con el 37% del total de las ventas de las unidades productivas ecuatorianas.

El tercer y último puesto lo ocupan las microempresas aportando \$24 dólares de cada \$100 dólares, es decir el 24% de las ventas.

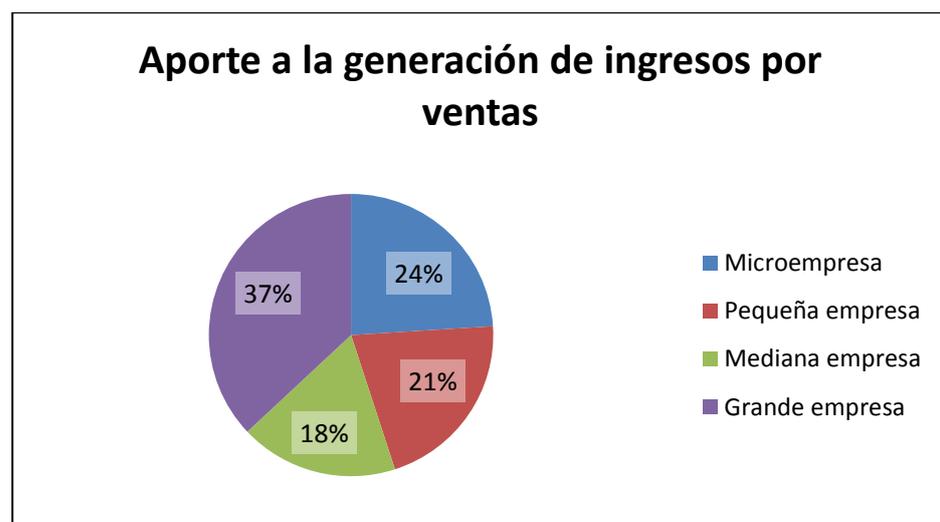


FIGURA 2.2 APOORTE EN LA GENERACIÓN DE INGRESOS POR VENTAS (2).

2.1.1 Principales Sectores de la PYMES Ecuatorianas

Microempresas

Las microempresas son el grupo de empresas que prevalece según la cantidad de establecimientos. Según el figura 2.3, el sector comercial es el que tiene una mayor predominio dentro de esta categoría dado que aproximadamente 6 de cada 10 microempresas están dedicadas a actividades relacionadas a la compra y venta de bienes.

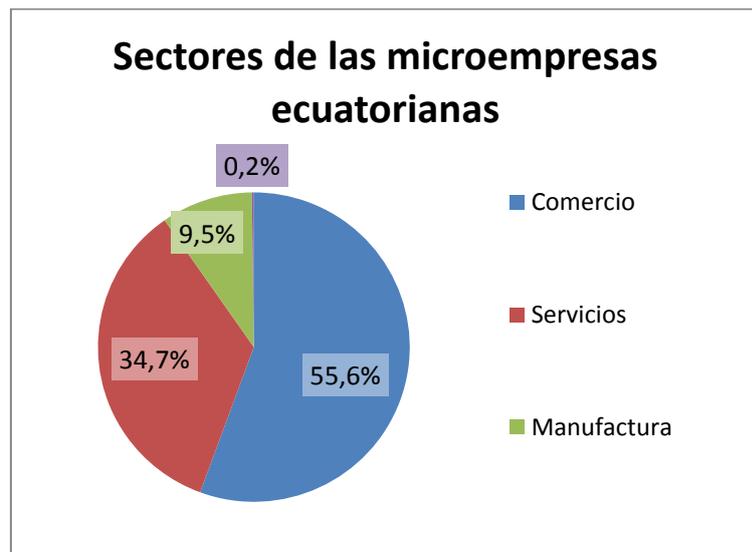


FIGURA 2.3 SECTORES DE LAS MICROEMPRESAS ECUATORIANAS (2).

Luego, se encuentra el sector servicios con el 34,7%. En tercer lugar están las unidades microempresariales

dedicadas a la manufactura con el 9,5%. Es decir, 1 de cada 10 microempresas están relacionadas con actividades que involucran procesos de transformación productiva.

Pequeñas y medianas empresas

Con relación a los sectores de las pequeñas y medias empresas, se observa en la figura 2.4 que el sector dominante es el de servicios con el 66%, luego se encuentran las PYMES dedicadas a las actividades comerciales con el 22% y en tercer lugar, se encuentran aquellas vinculadas con la manufactura de productos.

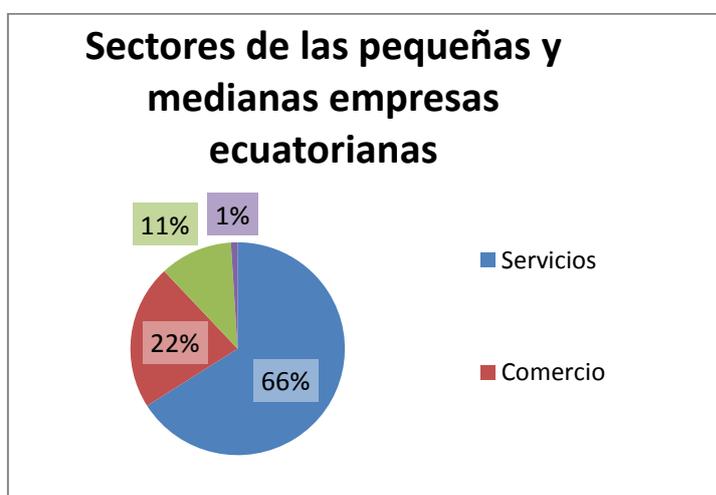


FIGURA 2.4 SECTORES DE LAS PYMES ECUATORIANAS (2).

Se observa que cerca de 7 de cada 10 pequeñas y medianas empresas se dedican a la provisión de servicios.

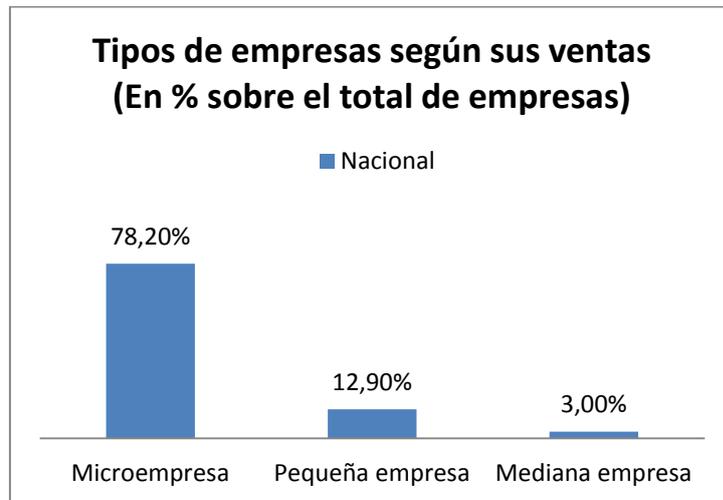
PYMES de la industria manufacturera

Se realizó una encuesta nacional de las PYMES de la industria manufacturera en el 2007 a través de un convenio entre el Ministerio de Industrias y Competitividad y la Federación Nacional de Cámaras de la Pequeña Industria del Ecuador (FENAPI).

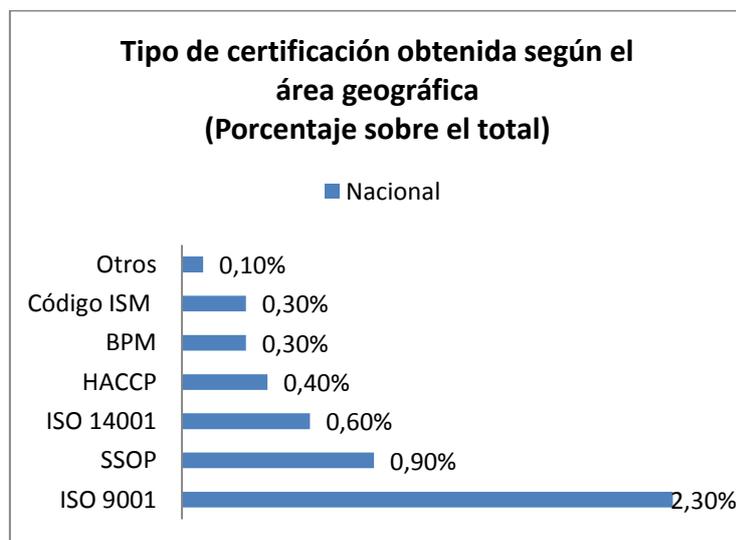
El objetivo de la encuesta fue clasificar las empresas encuestadas según criterios de calificación empleados en países de la región para diseñar políticas de estado a favor del desarrollo de estas empresas.

Se encuestaron a 4000 PYMES considerando las empresas registradas en la Superintendencia de Compañías al 31 de diciembre del 2006, las bases de datos de las Cámaras afiliadas a FENAPI y la del SRI. El trabajo fue llevado a cabo por la empresa Stratega BDS.

La mayor parte de este sector se centra en la microempresa con aproximadamente el 80%, seguida de la pequeña y mediana empresa, de acuerdo a la figura 2.5.



**FIGURA 2.5 TIPOS DE EMPRESAS A NIVEL NACIONAL
(3).**



**FIGURA 2.6 TIPO DE CERTIFICACIÓN A NIVEL
NACIONAL (3).**

Sobre las certificaciones obtenidas, el 95% de las empresas no cuentan con alguna. ISO 9001 corresponde a la más frecuente con el 3%, como se muestra en la figura 2.6.

Por otro lado, la innovación refleja la evolución de las empresas con relación al mercado y los requerimientos de sus clientes. Según el estudio, el 61% de las empresas a nivel nacional han mejorado la línea de productos, como se observa en la figura 2.7, el 22% ha desarrollado una nueva línea de producto y el 17% no ha realizado cambios en el área.

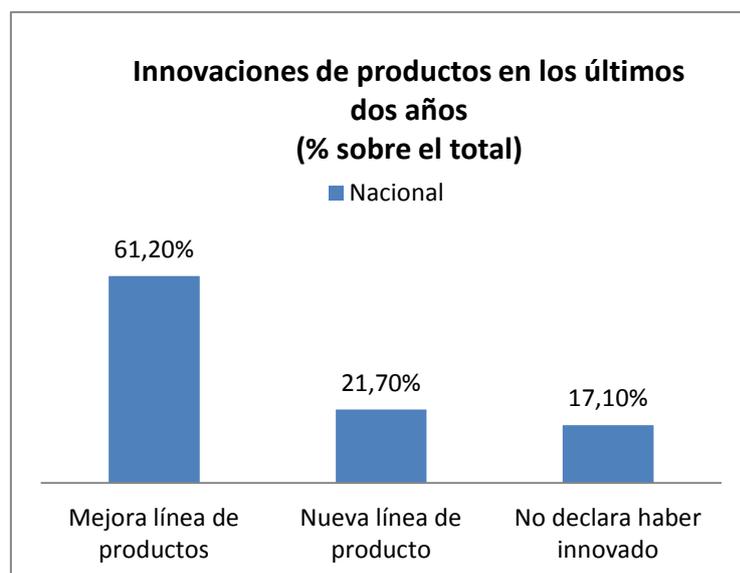


FIGURA 2.7 INNOVACIÓN DE PRODUCTOS EN LOS DOS ÚLTIMOS AÑOS (3).

La capacitación es otro punto crítico dentro de las empresas, debido a que establece el nivel de compromiso hacia el desarrollo de sus colaboradores y la mejora continua. Según la figura 2.8, las medianas empresas realizan un porcentaje mayor de capacitaciones en relación con las demás PYMES.

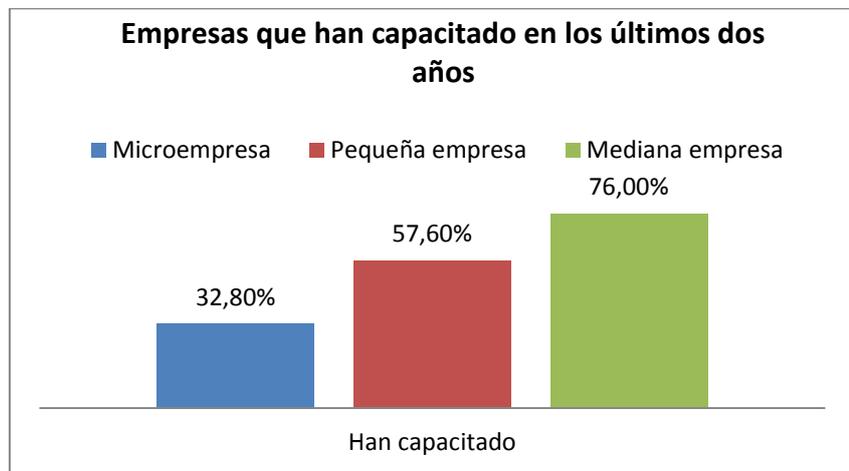


FIGURA 2. 8 CAPACITACIÓN EN LAS EMPRESAS (3).

2.1.2 Situación actual con respecto a los sistemas de control de producción

Para analizar los sistemas de control de producción actuales, se tomará como referencia los resultados de un estudio realizado a 200 empresas en el 2008 sobre la situación de la pequeña industria guayaquileña, donde la productividad fue uno de sus enfoques.

En relación a la utilización, eficiencia y ordenes entregadas a tiempo, el 85% de las empresas cuentan con una utilización de la capacidad instalada que supera el 50%; un 75% de las empresas cuenta con una eficiencia mayor al 70%, y un 90% de las mismas poseen más de 70% de órdenes entregadas a tiempo, como se muestra en la figura 2.9.

Acerca de la inactividad por fallas, según el grafico 2.10, más del 70% de las compañías encuestadas, tienen un mínimo 10% de la inactividad debido a fallas en los equipos.

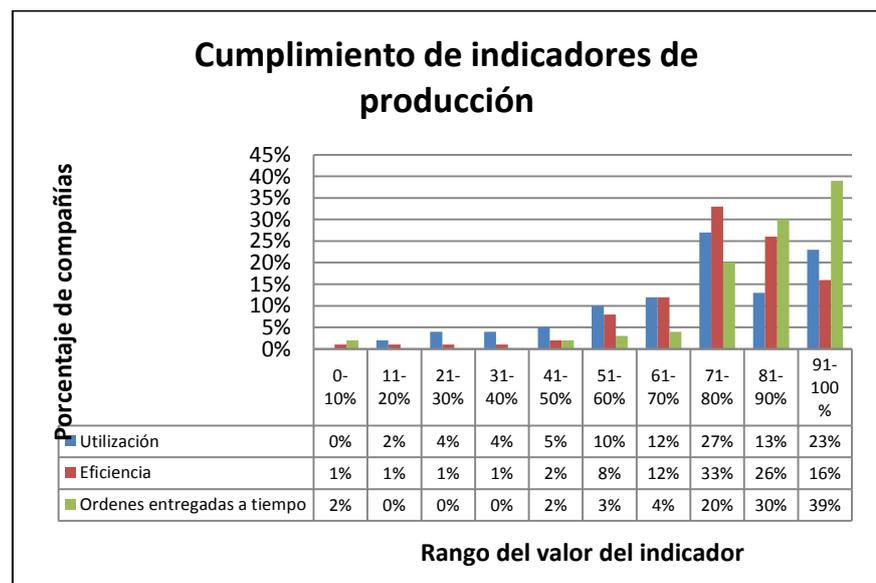


FIGURA 2.9 INDICADORES DE PRODUCCIÓN VS EL PORCENTAJE DE COMPAÑÍAS (4).

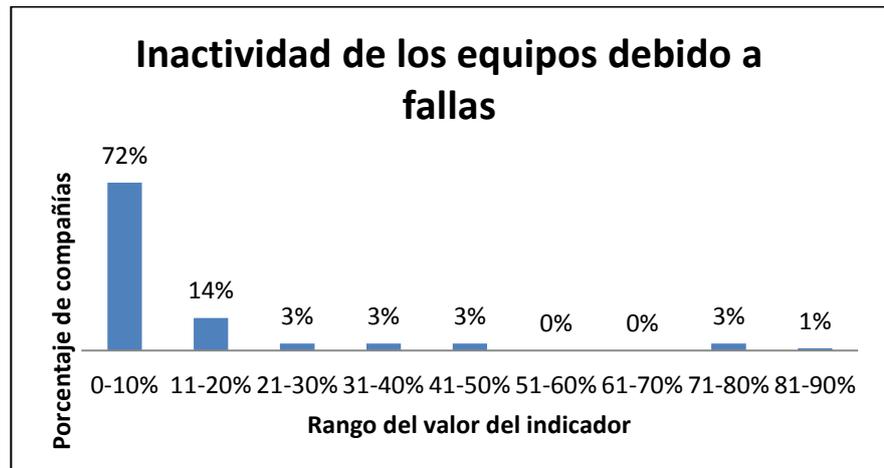


FIGURA 2.10 INACTIVIDAD DE LOS EQUIPOS DEBIDO A FALLAS VS EL PORCENTAJE DE COMPAÑÍAS (4).

Acerca de los sistemas de control de producción empleados, se observa en la figura 2.11 que el 88% de las compañías utiliza el sistema push, mientras que el restante, es el sistema pull.

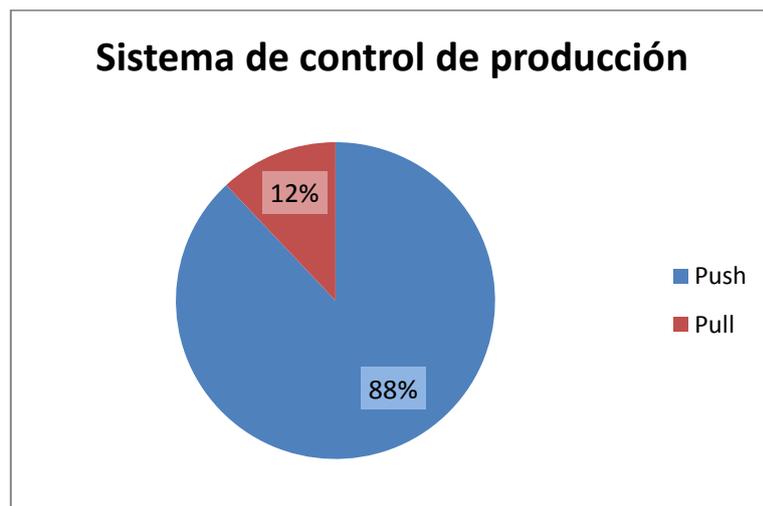


FIGURA 2.11 SISTEMAS DE CONTROL DE PRODUCCIÓN (4).

De acuerdo a la figura 2.12, el 24% de las empresas encuestadas cuentan con algún tipo de práctica de mejora de producción, mientras que el restante, no posee alguna.



FIGURA 2.12 POSESIÓN DE PROGRAMAS DE MEJORA DE PRODUCCIÓN (4).

La falta de implementación de programas de mejora de producción, así como el bajo número de empresas con sistema pull, muestra que no existe un compromiso hacia la mejora continua o que no se posee los recursos necesarios para implementar este tipo de programas. Es necesario impulsar la aplicación de sistemas que ayudan a optimizar los recursos y a eliminar los desperdicios, tanto para los trabajadores, como para los altos mandos.

2.1.3 Situación Actual con Respecto a los Sistemas de Control de Calidad

Con la finalidad de analizar los sistemas de control de calidad actuales, se tomará como referencia los resultados del estudio indicado en el apartado anterior.

Según la figura 2.13, el sistema de control de calidad más utilizado es el que se realiza durante el proceso con el 55%, mediante el uso de gráficos de control. En segundo lugar está el realizado al final de la producción con el 41%, es decir, mediante un muestreo en el cual se analiza el cumplimiento de las especificaciones. Finalmente, solo el 4%, no emplea gráficos de control.

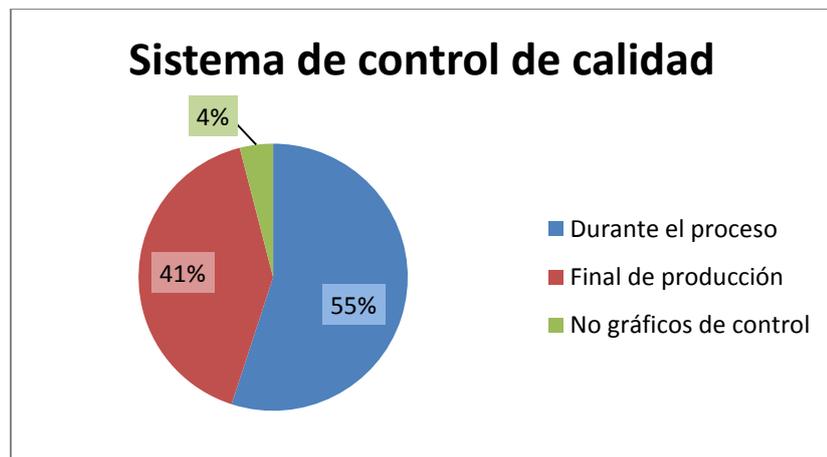


FIGURA 2.13 SISTEMAS DE CONTROL DE CALIDAD UTILIZADOS (4).

Acerca de los indicadores de calidad, el porcentaje de productos defectuosos y reprocesados son los principales manejados por las empresas. De acuerdo a la figura 2.14, más del 80% de las empresas cuentan con valores de ambos indicadores menores al 10% del volumen total de producción, seguidos por un 10% de empresas que cuentan con valores de entre el 11% al 20%. Finalmente, 10% restante de las empresas, presentan indicadores con valores mayores al 20%.

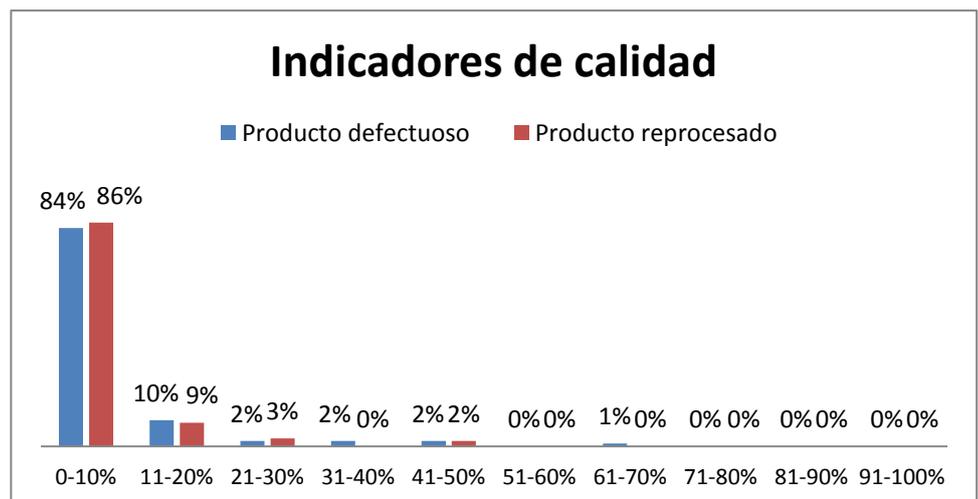


FIGURA 2.14 VALORES PROMEDIO DE LOS INDICADORES DE CALIDAD USADOS (4).

El área de calidad necesita atención en las compañías debido al alto porcentaje de producto no conforme y reprocesos. Por lo tanto, se puede fomentar campañas de capacitación en estas ramas in house, puesto que el 77% de

las compañías, prefieren realizar implementaciones de programas de mejora con personal interno (4).

Empresarios de los sectores metalmecánico y plástico, se refirieren a la competencia extranjera, indicando que algunos de ellos ofertan productos más baratos, los cuales no cumplen con requerimientos básicos. En nuestro mercado, los consumidores se fijan más en precio que en calidad, ocasionando que las empresas pierdan cliente, y en casos más extremos, el cierre de pequeños negocios.

2.2. Sistemas de control de producción

Los sistemas de control de la producción son el resultado del azar, de la costumbre, de la elección, o de una combinación de ellas. Se hace referencia a como se manejan la mayoría de las fábricas en la actualidad, puesto que el escenario más lógico sería que el desarrollador del proceso planteara el sistemas de control adecuado, y no sea el supervisor de producción quien plantea un sistema informal a base de la experiencia del trabajo diario que realiza y justificando cada respuesta con un “siempre lo ha trabajado así” (5).

Algunas de las actividades principales relacionadas con los sistemas de control de producción son:

- Programar de las actividades de producción.
- Realizar una predicción de la demanda productiva.
- Ejecutar un control de las actividades en el piso de trabajo.
- Establecer una jerarquización de órdenes de producción.

La importancia de aplicar un correcto y formal sistema de control de la producción radica básicamente en que este es el único capaz de poder estabilizar el proceso ante una demanda fluctuante en un amplio rango, y así poder cumplir con los plazos de entrega pactados con los clientes.

En la actualidad existen un sinnúmero de sistemas de control de producción formales orientados a cada necesidad y giro del proceso productivo que toma características tales como: volumen de producción, nivel tecnológico, variedad del producto, nivel de dificultad de producción, entre otros factores del ambiente manufacturero donde este será aplicado.

La mayoría de las PYMES no se ven obligadas a cambiar sus procedimientos informales hasta que profundizan en los problemas y llegan a catástrofes. En reiteradas ocasiones los problemas acarreados son irremediables, pero existen casos en los cuales son manejables y brindan la posibilidad de cambiar sus sistemas actuales a sistemas formales que se ajustan idóneamente al giro de la empresa.

Los sistemas de control de la producción formales pasan a cumplir ciertas funciones que en un sistema informal bien lo podría realizar el supervisor de producción. Las tareas asignadas a estos sistemas formales tienen como objetivo dos puntos esenciales: dirigir la ejecución de las tareas programadas con anticipación y de supervisar los procesos para determinar y corregir irregularidades.

2.2.1. Sistemas de producción PUSH

El termino PUSH se refiere a sistemas en los que el producto en proceso es empujado por otro que está en cola y que se adelanta a las necesidades del cliente, además están destinados a garantizar que siempre exista inventario suficiente disponible.

Es un método apropiado cuando las cantidades requeridas de producción o compras sobrepasan los inventarios

requeridos en un corto plazo, además es un método razonable para controlar inventarios en ambientes donde la producción o compra son los que determinan las cantidades de reaprovisionamiento (6).

Los sistemas MRP: MRP I

Se refiere a un método de planeación de materiales, que principalmente es utilizado para la programación de partes, materiales y suministros de un valor alto y hechos a la medida, cuya demanda se conoce relativamente; su propósito principal es evitar en lo posible mantener estos artículos en inventario (6).

Se dice que cuando se conocen la cantidad y el momento justo de requerimiento del producto final, no debería generarse ningún tipo de inventario, ya que al momento que se estaría ensamblando el producto final se debería esperar simultáneamente por los suministros, materiales y piezas, logrando que estos tiempos se compensen.

Componentes fundamentales de un sistema MRP (6)

Fuentes de información de entrada:

- *Programa maestro de producción PMP:* Es aquel programa que indica las cantidades y las fechas en las cuales deberían estar disponibles los productos expuestos a una demanda externa.
- *Estado del inventario:* Es aquella fuente de información que indica la cantidad disponible y en proceso de cada uno de los elementos del inventario.
- *Lista de materiales:* Provee de la información necesaria para saber la cantidad exacta de componentes, piezas y materiales necesarios para elaborar cada producto indicado en el plan maestro de producción.

Fuentes de información de salida:

- *Programa de producción:* Arroja como información la cantidad y fecha que se debe liberar una orden de producción.
- *Programa de aprovisionamiento:* Indica el tamaño y fecha que se debe realizar el pedido a proveedores del exterior, que abastecen a cualquier producto del proceso.

- *Informe de excepciones:* Muestra los retrasos existentes en las ordenes de producción e indica cuales son las maneras en que afecta al plan de producción.

Objetivos de un sistema MRP

Los sistemas MRP están hechos para lograr los siguientes objetivos (7):

- *Disminuir los inventarios:* El MRP es el encargado de definir cuántos elementos de cada uno se necesitan y cuándo hay que llevar a cabo los productos sometidos a una demanda externa. Logra que se adquiera un elemento a la medida, por tanto, evade los costos de almacenamiento continuo y la excesiva reserva de existencias en el inventario.
- *Disminuir los tiempos de espera en la producción y en la entrega:* El MRP es el indicado de identificar cuáles de los tantos materiales y elementos necesita, además de su disponibilidad, y qué medidas se deben tomar para que los tiempos de entrega sean cumplidos. La coordinación de las decisiones tomadas acerca de los inventarios, adquisiciones y producción es de gran utilidad puesto que evita retrasos en la producción y da

prioridad a las actividades de producción; fijando fechas límite a los pedidos del cliente.

- *Tener obligaciones realistas:* El cliente se siente satisfecho cuando las propuestas de entregas manejan tiempos cortos y muy realistas. Cuando se emplea el MRP, el departamento de producción puede darle al departamento de ventas la información oportuna sobre los probables tiempos de entrega a los clientes. En el caso de un nuevo cliente potencial, las ordenes de este pueden añadirse al sistema y planificarlas conjuntamente con las existentes manejando la carga total revisada con la capacidad existente, dando como posible resultado una fecha de entrega más realista.
- *Incrementar la eficiencia:* El MRP brinda una coordinación más angosta entre los departamentos y los centros de trabajo a medida que la integración del producto se va dando a lo largo del proceso. Logrando que la producción pueda continuar con la menor cantidad de personal indirecto, expedientes de materiales, y el menor número de interrupciones no planeadas en la producción.

Condiciones para aplicar un sistema MRP

Lo ideal para aplicar el MRP, es que el proceso cumpla con las siguientes condiciones (8):

- Que su producto final sea complejo y requiera de algunos niveles de sub-ensamble y ensamble.
- Debe ser un producto final de elevado costo.
- El tiempo de procesamiento de la materia prima y componentes, debe ser largo.
- Su producto final debe tener un ciclo de producción (*lead time*) largo.
- Los requerimientos deben consolidarse para varios productos no para uno específico.
- El proceso se debe caracterizar por tener ítems con demandas dependientes y que además la fabricación se la realice por lotes.

Diferencias entre el MRP y el método clásico de manejo de inventarios (punto de reorden)

La tabla 1 muestra una comparativa de cómo se lleva a cabo un sistema actual y formal de MRP versus el manejo clásico

de inventario (punto de reorden) aun usado por muchas PYMES.

TABLA 1
DIFERENCIAS ENTRE EL MRP Y EL MÉTODO CLÁSICO
DE MANEJO DE INVENTARIOS (PUNTO DE REORDEN)
(6).

	MRP	(Punto de reorden)
OBJETIVOS	Satisfacer las necesidades de la producción	Satisfacer las necesidades del cliente
DEMANDA	Es dependiente	Es independiente
CONTROL	Controla cada uno de los artículos	Método ABC
PRONÓSTICO	Fundamentado en el PMP	Fundamentado en la demanda histórica
TIPO DE INVENTARIO	Materias primas, piezas y productos en proceso	Productos terminados y repuestos

Ampliación del sistema MRP

- *Sistema MRP de bucle cerrado:* es un sistema que permite la retroalimentación al plan de materiales, debido a que incorpora un análisis detallado de las limitaciones

de la capacidad de la producción, logrando que los planes se puedan cumplir en todo momento de acuerdo a la capacidad instalada.

- *Sistema MRP II*: también se lo conoce como planificación de los recursos de materiales y básicamente es un sistema de planificación y control de todos los recursos pertenecientes a la producción; se diferencia del MRP tradicional ya que extiende sus cálculos a cualquier recurso del proceso de producción, considerando a cada uno de estos con capacidad limitada.

2.2.2. Sistemas de producción PULL

El sistema PULL fue desarrollado como una alternativa del clásico método MRP, y no se basa en la planificación anticipada ni en la generación de problemas, sino en la rápida reacción ante el pedido del cliente, ya sea incrementando o disminuyendo los requerimientos de la operación para producir sólo lo que se necesita para satisfacer la demanda, además de realizarlo únicamente cuando sea necesario (9).

Los sistemas PULL son aquellos en los cuales el estatus del piso de trabajo activa la producción del producto, y las

industrias que los aplican deben satisfacer los pedidos en tiempos aceptables.

Uno de los sistemas más representativos de la metodología PULL es el justo a tiempo que fue desarrollado por Toyota.

Justo a tiempo

Es una filosofía de programación en la cual la cadena entera de suministros se encuentra sincronizada para responder a los requerimientos de los clientes en las operaciones.

El sistema de control de producción justo a tiempo o JIT (just in time, por sus siglas en inglés), es una filosofía operativa que al contrario del inventario, su objetivo principal es tener los bienes adecuados, en el lugar justo y en el momento oportuno.

Las características principales del sistema JIT (6):

- Mantiene relaciones estrechas con determinados proveedores y transportistas: los proveedores y transportistas se consideran parte de la fábrica como una extensión, y estos a su vez se preocupan y encargan de las necesidades de empresa. Se emplean pocos, lo cual incrementa el riesgo de incumplimiento.

- Posee altos objetivos de calidad: la meta es mantener un 100% de calidad, ya que si no cuentan con cero defectos estarían comprometiendo la distribución de producto final.
- El inventario de stock es pasivo debe hacerse todo esfuerzo para deshacerse del mismo.
- El inventario de trabajo en proceso se lo elimina y cuando se empieza a generar entre procesos, se debe identificar y corregir inmediatamente.
- Canales de información cruzados entre los compradores y los proveedores: se logra tener una comunicación efectiva, logrando mejores contratos y acciones de beneficio mutuo, ya que conocerán a fondo cuales son las exigencias y requerimientos necesarios.
- Realiza producciones y compras frecuentes para satisfacer necesidades inmediatas, haciendo que estos pedidos sean mínimos.
- El transporte de los bienes lo realiza en pequeñas partes, logrando de esta forma mantener los niveles de inventario bajos.

- Bajos tiempos de entrega de pedidos: con esta medida se logra reducir la incertidumbre, lo cual conlleva a eliminar la necesidad de poseer inventarios de seguridad.
- El mantenimiento preventivo de los equipos es vital: si se causara una suspensión temporal de las operaciones debido al mal estado de los equipos, se podría afectar a las actividades siguientes ya que no se contaría con un inventario de seguridad.

Esta filosofía es sencilla de realizar pero resulta muy eficaz en sus resultados:

- Eliminación de todo desperdicio existente, mediante la reducción del exceso de capacidad e inventario.
- Eliminación de aquellas actividades que no agregan valor al producto final ni a la operación.

2.2.3. Sistemas de Producción Híbridos

Los sistemas de producción híbridos se refieren a una combinación entre los sistemas push (por inventarios) y los pull (bajo pedido del cliente). Si bien es cierto que estos sistemas tienen enfoques y características totalmente

diferentes, en la práctica muchas veces los ambientes reales de producción hacen que estos dos tipos se junten.

Estos sistemas dada su naturaleza poseen combinación de multicriterios para las tomas de decisiones, es por eso que se han creado técnicas para reconocer que sistema es preponderante, puesto que siempre existe uno que sobresale y ese es al que se alinean más los procesos.

Teoría de las restricciones

La teoría de las restricciones (TOC, del inglés Theory of constraints) es un método sistemático de administración que se centra en administrar activamente las barreras que impiden el crecimiento de la empresa en su meta de maximizar el total de fondos o ventas con valor agregado menos los descuentos y costos variables (10).

La teoría fue desarrollada por Eli Goldratt, un exitoso analista de sistemas empresariales, aproximadamente hace 3 décadas. Básicamente esta teoría indica el proceso de cómo se debe identificar y superar las restricciones, centrándose principalmente en los cuellos de botella que son los que limitan el proceso.

El beneficio de implementar el método TOC es incrementar la utilidad de la empresa de una forma más eficaz que los métodos tradicionales de contabilidad de costos, además existe la menor duda de que con la identificación y acertada gestión de las restricciones se producen las mejoras en un corto periodo de tiempo. Como proceso, TOC se estructura en pasos iterativos enfocados a la restricción del sistema. Restricción es todo aquello que impida el logro de la meta del sistema o empresa.

Tipos de restricción:

Restricción de Mercado: el mercado es el que indica la demanda máxima de un producto y la satisfacción depende de la capacidad que tenga el sistema para cubrir los factores de éxito establecidos (precio, rapidez de respuesta, entre otros).

Restricción de Materiales: el producto de salida es limitado por la disponibilidad de los materiales: cantidad y calidad.

Restricción de Capacidad: el resultado es tener un equipo con poca capacidad, la cual no es suficiente para cumplir la demanda del cliente.

Restricción Logística: la restricción en el sistema de planeación y control de producción crea ciertas reglas de decisión y parámetros establecidos, que en éste sistema pueden afectar de manera negativa a la producción.

Restricción Administrativa: la mentalidad de que todo deben optimizar localmente sin desperdiciar ningún tipo de recurso, para esto se crean políticas y reglas internas.

Restricción de Comportamiento: aquellas actitudes y comportamientos del personal. La ideología de buscar cualquier actividad que no agrega valor al proceso solo para pretender estar trabajando o la de buscar solo lo más fácil para realizar.

2.3. Herramientas para la solución de problemas de control de calidad

Control estadístico de la calidad

El control estadístico de la calidad es la disciplina científico-técnica que utiliza técnicas estadísticas para medir y mejorar la calidad de los productos y servicios. Básicamente, son tres las etapas que abarcan estas técnicas: la inspección, el control estadístico de procesos y el diseño estadístico de Experimentos. La inspección y

el diseño de experimentos son técnicas de control fuera de línea, en cambio el Control Estadístico de Procesos es una técnica de control durante la fabricación (11).

Control estadístico de procesos

La estabilidad y repetitividad son necesarias para el cumplimiento de los requerimientos del cliente, es decir, poca variabilidad en las dimensiones de las características de calidad que se miden en el producto.

El control estadístico de procesos se utiliza para resolver problemas, tratando de lograr las condiciones de estabilidad y mejorar la capacidad del mismo proceso mediante la reducción de la variabilidad. Entre sus herramientas se encuentran:

2.3.1. Diagrama Causa-Efecto

El diagrama presenta las relaciones existentes entre las características de la calidad (efectos) y los factores (causas).

Para construir un diagrama causa-efecto se identifican las causas o factores que influyen en la calidad. Se reúnen un grupo de personas conocedoras del problema las cuales indican las posibles causas que originan el problema.

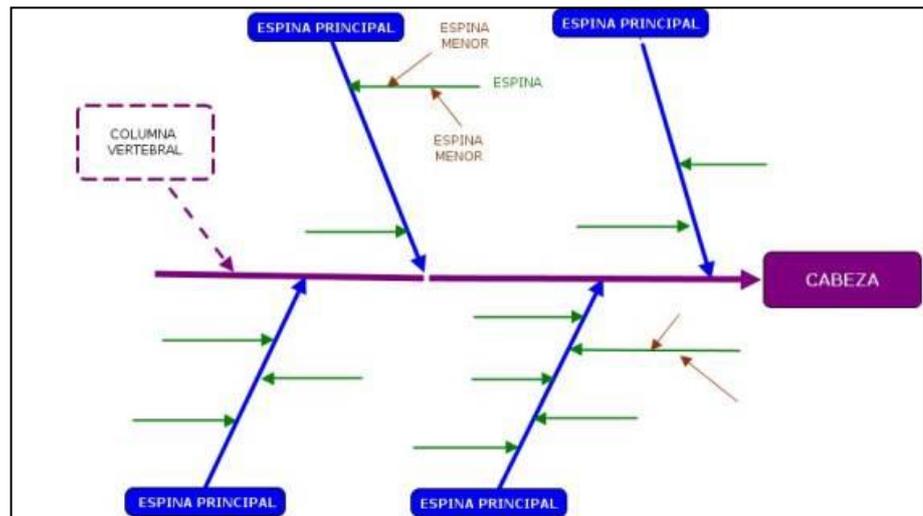


FIGURA 2.15 ESQUEMA DE DIAGRAMA CAUSA-EFECTO (12).

De acuerdo a la figura 2.15, el diagrama causa-efecto está compuesto por un recuadro (cabeza), una línea principal (columna vertebral), y 4 o más líneas que apuntan a la línea principal formando un ángulo aproximado de 70° (espinas principales). Estas últimas poseen a su vez dos o tres líneas inclinadas (espinas), y así sucesivamente (espinas menores), según sea necesario.

2.3.2. Gráficos de Control

La gráfica de control es la forma más común de controlar estadísticamente un proceso. Sirven para controlar que proceso o servicio funcione correctamente dentro de sus

posibilidades y detectar cambios en los parámetros del proceso.

Los límites de control de una gráfica de control poseen las siguientes características:

- Son propios de un proceso determinado.
- Están basados en la media y en la variabilidad de un proceso.
- Dependen de los parámetros de muestreo, como tamaño de muestra y el riesgo alfa.
- Se usan para identificar la presencia o ausencia de causas especiales de variación en el proceso.

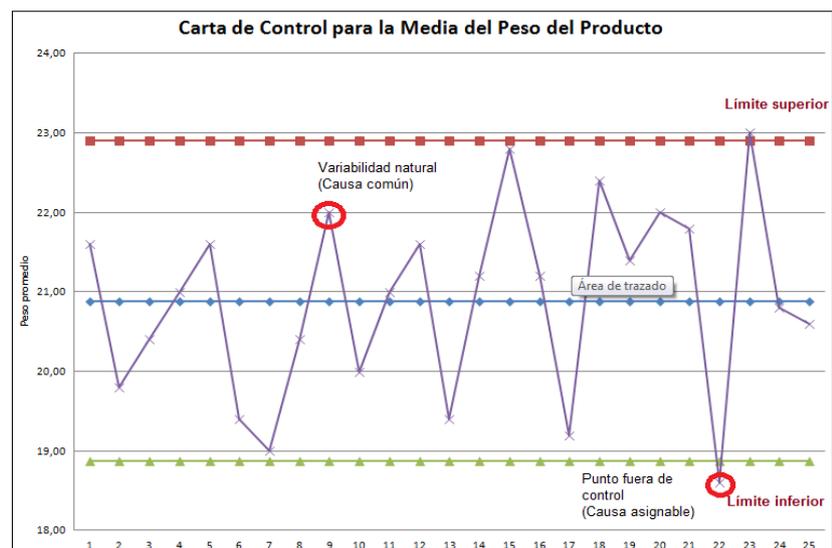


FIGURA 2.16 EJEMPLO DE CARTA DE CONTROL (13).

En cualquier proceso de producción independientemente de su diseño o de la atención que se preste a su fase de mantenimiento, existirá una cantidad de variabilidad natural, como indica la figura 2.16. Esta variabilidad natural es el efecto acumulado de muchas causas pequeñas y en esencia inevitable producidas por causas comunes (14). En cambio las causas asignables, son las que se investigan hasta dar con el motivo específico que las produce y su control es más fácil e inmediato.

2.3.3. Análisis de Capacidad del Proceso

La forma como se compara la variabilidad propia de un proceso con las especificaciones o requerimientos del producto hace referencia a la capacidad del proceso, es decir, a la uniformidad del mismo.

Las técnicas estadísticas pueden llegar a ser útiles durante el ciclo de un producto, incluyendo la fase de desarrollo, debido a que permiten estimar la variabilidad del proceso, compararla con los requerimientos y tomar las medidas adecuadas para eliminar o reducir en gran magnitud dicha variabilidad. A todo lo anteriormente mencionado se denomina análisis de capacidad del proceso (14).

La variabilidad del proceso mide la uniformidad de su salida.

Existen dos formas de conceptualizar esta variabilidad:

1. La variabilidad en un tiempo determinado o instantáneo.
2. La variabilidad con el tiempo.

Una medida de capacidad del proceso es emplear la dispersión seis sigma en la distribución de probabilidades de la característica de calidad del producto. En la figura 2.17 se muestra un proceso con distribución normal, cuya media es μ y varianza σ , donde los límites de tolerancia natural superior e inferior, por sus siglas en inglés, son:

$$UNTL = \mu + 3\sigma$$

$$LNTL = \mu - 3\sigma$$

Si la distribución es normal, los límites de tolerancia natural corresponden al 99,73% de la variable, tomando en cuenta lo siguiente:

1. El valor fuera de las tolerancias corresponde al 0,27%, es decir, 2700 partes por millón no conformes.

2. Si la distribución no es normal, el porcentaje de la salida fuera de los límites de tolerancia naturales puede variar sustancialmente de 0,27%.

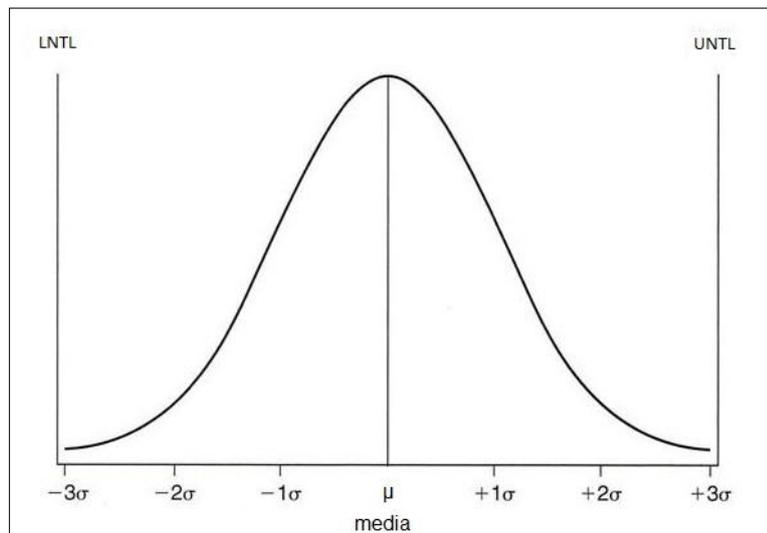


FIGURA 2.17 LÍMITES DE TOLERANCIA NATURAL DE UNA DISTRIBUCIÓN NORMAL (14).

Por otra parte, los límites de especificación, son característicos de una parte o artículo determinado y están basados en consideraciones funcionales. Se relacionan con una medición de una sola parte.

La estimación de la capacidad del proceso puede depender de una distribución de probabilidades con su forma, centro y dispersión. Es decir, el análisis de capacidad del proceso puede realizarse sin considerar las especificaciones de la

característica de calidad. Por otro lado, es común utilizar el porcentaje fuera de especificaciones como la capacidad del proceso.

El estudio de la capacidad se realiza sobre los parámetros funcionales del producto. Cuando se analiza directamente el proceso, se puede monitorear la colección de datos y tener conocimiento de la secuencia en el tiempo, haciendo posible realizar inferencias sobre la estabilidad del proceso con el tiempo.

Los datos del análisis de capacidad se usan principalmente para:

1. Predecir la medida en el que el proceso cumplirá las tolerancias.
2. Ayudar a los responsables del diseño y desarrollo de un producto para escoger o modificar un proceso.
3. Proporcionar ayuda para establecer un intervalo entre el muestreo para controlar el proceso.
4. Establecer los requerimientos de desempeño para el nuevo equipo.
5. Seleccionar entre proveedores competidores.

6. Planificar la secuencia de los procesos de producción se presenta un efecto interactivo de los procesos sobre las tolerancias.
7. Disminuir la variabilidad de un proceso de manufactura.

Índices de capacidad del proceso

Índice de capacidad del proceso C_p

Una forma de simple de cuantificar la capacidad del proceso es usando el índice de capacidad del proceso C_p , que se calcula de la siguiente manera:

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma}$$

Donde USL y LSL son los límites superior e inferior de la especificación. En general, la desviación estándar (σ) es desconocida y se emplea una estimación.

Para especificaciones unilaterales, el cálculo se realiza de la siguiente manera:

$$C_{pu} = \frac{USL - \mu}{3\sigma} \text{ (especificación superior)}$$

$$C_{pl} = \frac{\mu - LSL}{3\sigma} \text{ (especificación inferior)}$$

El índice de capacidad del proceso es una medida de la habilidad del proceso para fabricar productos que cumple con las especificaciones (14) y se calcula bajo los siguientes supuestos:

1. La característica de calidad tiene una distribución normal.
2. El proceso está bajo control estadístico.
3. Para especificaciones bilaterales, la media del proceso está centrada entre los límites inferior y superior de la especificación.

Interpretación del C_p

El índice de capacidad del proceso posee un porcentaje de defectuosos asociado al valor obtenido en su cálculo, de los cuales se tiene:

Si el C_p es mayor a 1; el proceso es potencialmente capaz de producir dentro de los límites de especificación y genera un porcentaje de defectuosos menor del 0.27%.

Si el C_p es igual a 1, el proceso es apenas capaz, la proporción de defectuosos es 0.27%. Los límites de especificación son iguales a los límites de tolerancia natural.

Si el C_p es menor a 1, el proceso no es potencialmente capaz, la proporción de defectuosos es mayor a 27 en 10000.

En la tabla 2 se presentan varios mínimos del C_p según el tipo de proceso.

TABLA 2
MÍNIMOS VALORES DE CP (14).

Tipo	Especificaciones bilaterales	Especificaciones unilaterales
Procesos existentes	1,33	1,25
Procesos nuevos	1,50	1,45
Seguridad, resistencia o parámetro crítico (proceso existente)	1,50	1,45
Seguridad, resistencia o parámetro crítico (proceso nuevo)	1,67	1,60

Índice de capacidad del proceso C_{pk}

El índice C_p no considera la localización de la media del proceso, simplemente mide la longitud de las especificaciones en comparación con la dispersión seis sigma del proceso. Este índice que considera el centrado del proceso es:

$$C_{pk} = \min(C_{pu}, C_{pl})$$

En general, si C_p es igual a C_{pk} , el proceso está centrado en el punto medio de las especificaciones; caso contrario, está descentrado. Se dice que C_p mide la capacidad potencial del proceso, mientras que C_{pk} mide la capacidad real.

Si C_{pk} es igual a cero, esto quiere decir que el proceso se encuentra centrado en uno de los límites de especificación. La media del proceso se encuentra fuera de las especificaciones cuando C_{pk} es menor a cero.

2.3.4. Seis Sigma

Seis sigma hace referencia a la filosofía y métodos empleados por compañías como General Electric y Motorola para eliminar los defectos de sus productos y procesos. Un defecto es cualquier elemento que no está dentro de los límites de especificación del cliente. Seis sigma busca reducir la variación en los procesos que ocasionan esos defectos (15).

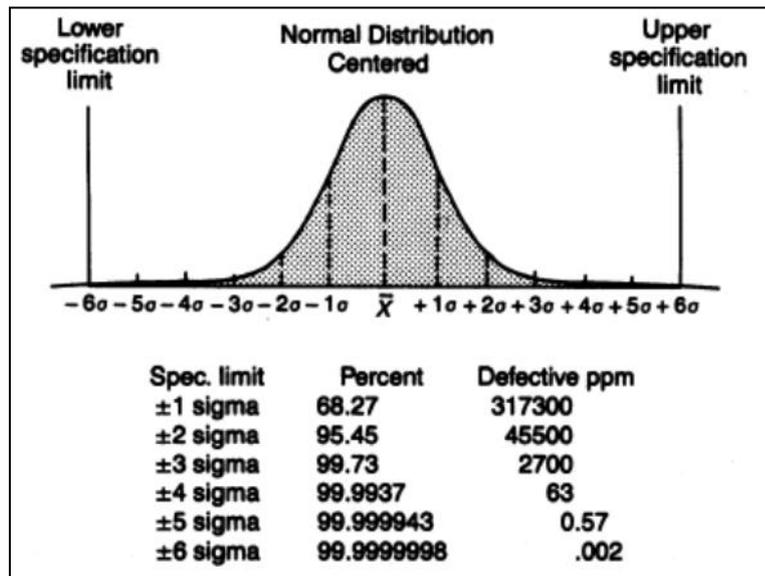


FIGURA 2.18 RELACIÓN ENTRE LOS LIMITES DE ESPECIFICACIÓN Y LOS DEFECTOS (16).

Un proceso con un nivel de calidad de seis sigma no producirá más de dos defectos en mil millones de unidades, de acuerdo a la figura 2.18. Sin embargo, esta proporción es de 3,4 defectos por millón de unidades cuando alguna parte del proceso está funcionando con sólo un sigma de las especificaciones fijadas como meta.

Metodología Seis Sigma

Se analiza la metodología Seis a través del seguimiento de un ciclo de cinco etapas DMAIC: definir, medir, analizar, mejorar y controlar.

Definir: Identificar los clientes, los proyectos adecuados para los esfuerzos que se emplearan y las características críticas de control. Establecer el alcance y contar con un proyecto factible, acotado y con un equipo de trabajo definido.

Medir: Mapear el proceso y entender como se está desempeñando. Reconocer los procesos claves que son trascendentales en las características críticas de control.

Analizar: Estudiar las causas potenciales de generación de defectos. Identificar las variables claves que crean variabilidad en el proceso a través de la aplicación de herramientas cualitativas y de análisis estadístico descriptivo e inferencial.

Mejorar: Establecer los medios que puedan suprimir las causas de los defectos confirmando las variables claves. Identificación de los niveles de operatividad adecuados para cada una de las variables críticas identificadas en la etapa de análisis.

Controlar: Determinar cómo mantener las mejoras estableciendo herramientas que aseguren la permanencia de las variables dentro de los niveles máximos de aceptación del proceso modificado.

CAPÍTULO 3

3. SISTEMA DE CONTROL DE PRODUCCIÓN ACTUAL

3.1. Análisis de Volumen y Variabilidad de la Demanda

La línea de envases plásticos de Poliplástica S.A. produce varias presentaciones entre las que se encuentran envases de 250, 500, 1000 y 1200 mg mediante tres máquinas que componen la línea de producción: termoformadora de tapas, termoformadora de tarrinas e impresora.

Para realizar un análisis detallado del volumen de ventas, se ha recolectado información a través de los reportes de producción (Anexo A), de la cual se obtuvo información tal como: producto realizado, cantidad producida en peso, tiempos de cambio de molde y formador, tiempos de calibración, estabilización y limpieza.

3.1.1. Identificación de las Familias y Subfamilias de Productos

Como punto de partida, se analizan las familias de producto en la línea, es decir, se agrupan los productos de tal manera que el flujo de procesos/actividades por los que atraviesan sea similar como se muestra en la tabla 3.

TABLA 3
FAMILIAS DE PRODUCTOS DE LÍNEA DE ENVASES.

Producto	Actividades		
	Termoformado tapas	Termoformado tarrinas	Impresión
Producto tapas	x		
Producto tarrinas		x	x

De acuerdo a la tabla anterior, se obtienen dos familias de producto: familia A que corresponde al producto tapas y familia B que corresponde al producto tarrinas. Una vez obtenida esta agrupación, se analiza la posibilidad de la presencia de subfamilias para lo cual la diferencia de sus rendimientos estándares no debe exceder del 20% entre los productos comparados (17).

En termoformado de tapas se observan los rendimientos de acuerdo a las presentaciones como se indica en la tabla 4.

TABLA 4
RENDIMIENTO ESTÁNDAR EN TERMOFORMADO
TAPAS.

Presentación (mg)	Rendimiento (kg/h)
250	35
500	35
1000	50
1200	15

Debido a que los rendimientos anteriores difieren en un porcentaje mayor al 20%, se establecen las familias tal como indicado en la figura 3.1.

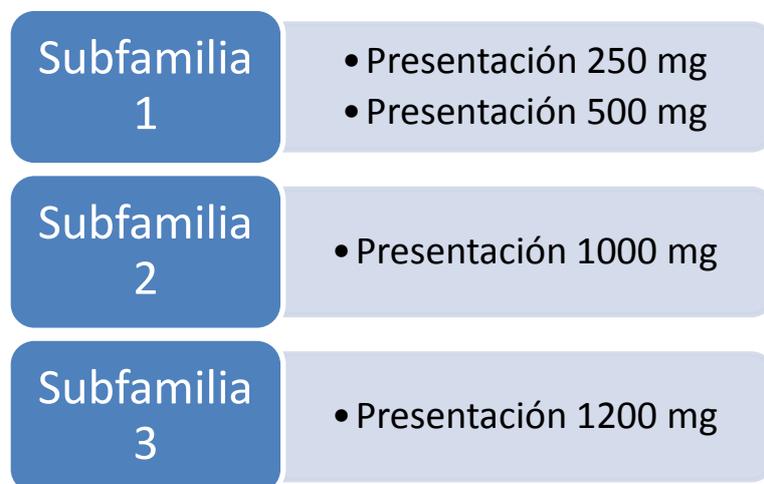


FIGURA 3.1 SUBFAMILIAS DE LA FAMILIA TAPAS.

La familia tarrinas atraviesa por las actividades de termoformado de tarrinas e impresión. En la tabla 5, se

indican los rendimientos estándares de acuerdo a las presentaciones en el Termoformado de tarrinas:

TABLA 5
RENDIMIENTO ESTÁNDAR EN TERMOFORMADO DE TARRINAS.

Presentación (mg)	Rendimiento (kg/h)
250	45
500	50
1000	54
1200	50

Debido a que los rendimientos no difieren en más del 20 % no se establecen subfamilias en esta actividad como se muestra en la figura 3.2 y se establece una única subfamilia cuyo rendimiento promedio de 50,5 kg/hora.

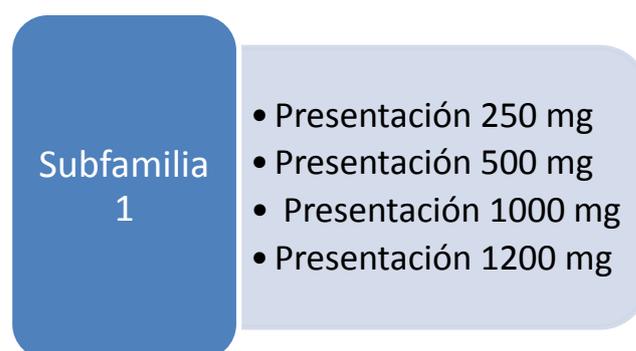


FIGURA 3.2 SUBFAMILIAS DE LA FAMILIA TARRINAS PARA TERMOFORMADO.

Continuando con el análisis, se indican en la tabla 6 los rendimientos estándares de acuerdo a las presentaciones en la Impresión:

TABLA 6
RENDIMIENTO ESTÁNDAR EN IMPRESIÓN.

Presentación (mg)	Rendimiento (kg/h)
250	90
500	120
1000	120

La presentación 1200 mg es entregada al cliente sin impresión alguna.

En consecuencia de que los rendimientos difieren en mínimo el 20% se establecen las subfamilias como se indica en la figura 3.3.

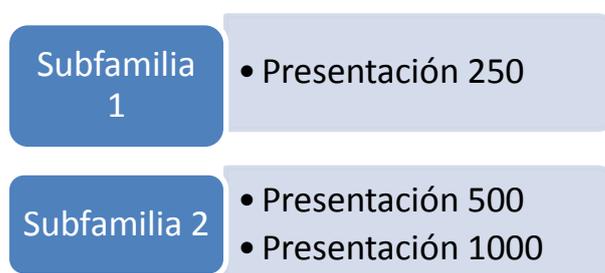


FIGURA 3.3 SUBFAMILIAS DE LA FAMILIA
TARRINAS PARA IMPRESIÓN.

3.1.2. Determinación de la Demanda por Familia de Productos

Se analiza las cantidades demandadas a lo largo del año. En el termoformado de tapas, la producción mensual en kilogramos se muestra en la tabla 7.

TABLA 7
CANTIDAD PRODUCIDA EN TERMOFORMADO DE
TAPAS EN KILOGRAMOS.

Mes	Subfamilia 1	Subfamilia 2	Subfamilia 3
Enero	1186	254	841
Febrero	1341	462	128
Marzo	2177	614	599
Abril	440	419	716
Mayo	1008	319	520
Junio	890	593	681
Julio	1967	579	0
Agosto	761	359	1121
Septiembre	1357	217	584
Octubre	373	398	536
Total	11500	4214	5726

En la tabla 8 se muestra la demanda ocurrida en el termoformado de tarrinas, actividad que se realiza en la familia tarrinas.

TABLA 8
CANTIDAD PRODUCIDA EN TERMOFORMADO DE
TARRINAS EN KILOGRAMOS.

Mes	Familia 2
Enero	2203
Febrero	5721
Marzo	6761
Abril	3338
Mayo	4654
Junio	4402
Julio	4307
Agosto	4949
Septiembre	4347
Octubre	3595
Total	44277

Los resultados en cuanto a kilogramos producidos mensualmente en la máquina de impresión se observan en la tabla 9.

TABLA 9
CANTIDAD PRODUCIDA EN IMPRESIÓN (KG).

Mes	Subfamilia 1	Subfamilia 2
Enero	637	640
Febrero	1008	3032
Marzo	490	3077
Abril	350	761
Mayo	386	1838
Junio	156	3626
Julio	878	2265
Agosto	437	1550
Septiembre	308	2133
Octubre	500	1024
Total	5150	19946

3.1.3. Análisis de Capacidad de Producción

Para determinar la capacidad de producción por máquina, se procede a estimar los tiempos usados en cambio de molde, limpieza, calibración, entre otras actividades que influyen en la disponibilidad de la máquina con el fin de estimar el tiempo real en el cual la línea de producción puede trabajar. Para esto, se empleó la información sobre paros planificados en los reportes de producción.

TABLA 10
TIEMPOS MUERTOS EN LA MÁQUINA DE
TERMOFORMADO DE TAPAS

Actividad	Tiempo (hora/mes)
Cambio de molde	16
Cambio de formador	12
Cambio de rollo	4
Limpieza	4
Calentamiento	4
Estabilización	5
Descansos	10
TOTAL	55

Debido a que en la empresa los turnos son de 12 horas diarias, al mes se cuenta con 240 horas hombre. En la tabla 10 se indica que el tiempo improductivo de la termoformadora

de tapas es 55 horas/mes, la disponibilidad de la misma es aproximadamente 185 horas/mes.

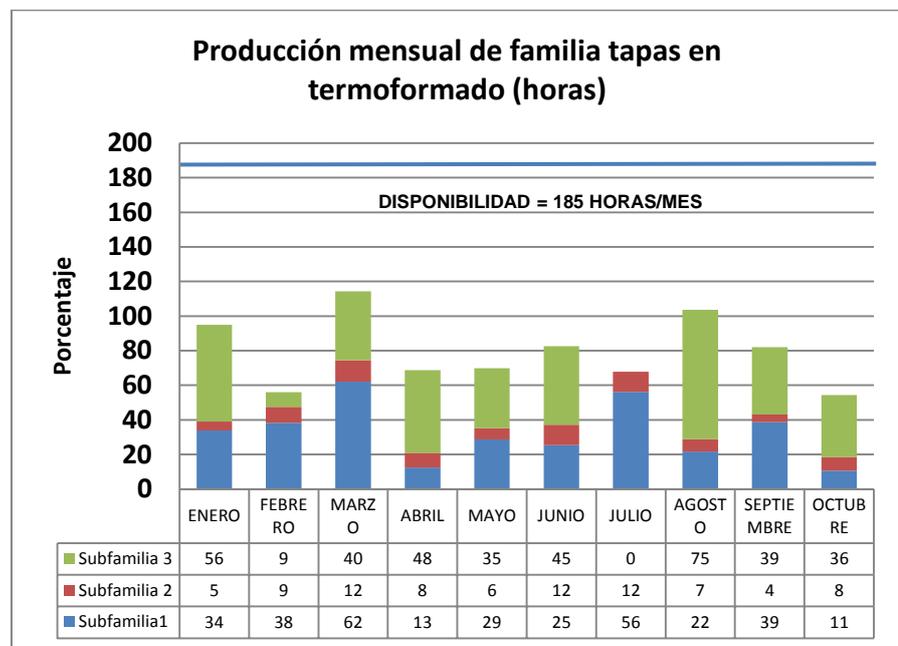


FIGURA 3.4 PRODUCCIÓN MENSUAL DE FAMILIA TAPAS EN TERMOFORMADO

La figura 3.4 muestra que todavía existe capacidad de producción que no está siendo empleada. En ninguno de los meses hasta octubre del 2012, las horas empleadas han estado cerca del límite de 185 horas/mes.

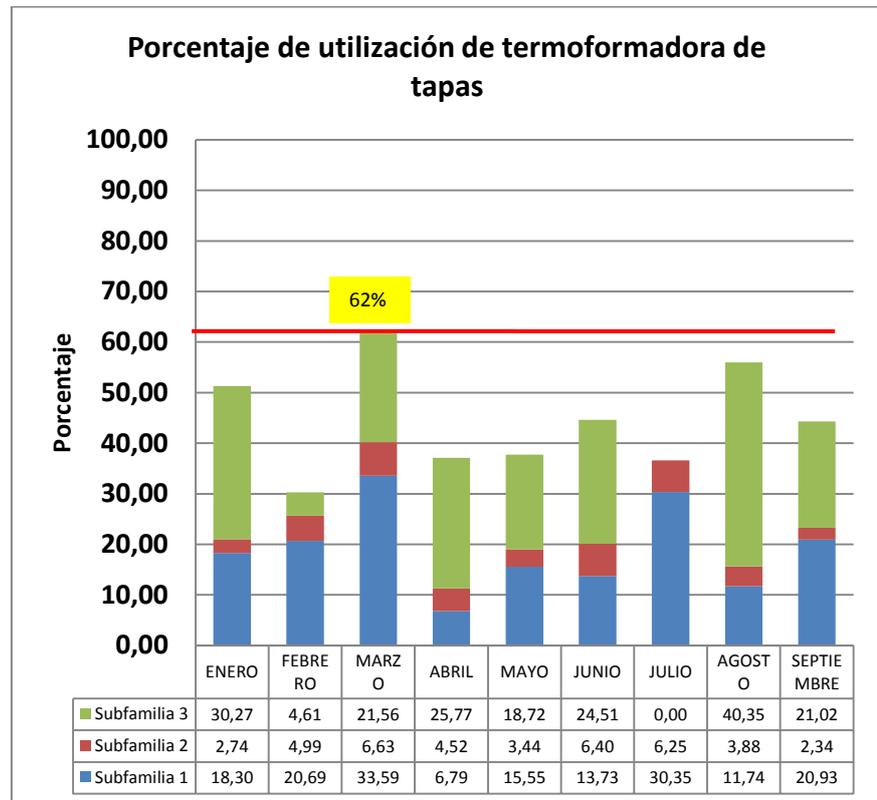


FIGURA 3.5 UTILIZACIÓN DE TERMOFORMADORA DE TAPAS POR SUBFAMILIA

La figura 3.5 anterior indica que la utilización máxima de la máquina termoformadora de tapas fue de aproximadamente 62% en el mes de marzo. Asimismo, la subfamilia 2 tiene la menor utilización debido a que su rendimiento estándar es mayor y la cantidad producida fue menor, en comparación con las otras presentaciones.

De igual forma, se estiman los tiempos usados para cambio de molde, limpieza, calibración en la termoformadora de tarrinas como se indica en la tabla 11.

TABLA 11
TIEMPOS MUERTOS EN LA MÁQUINA DE
TERMOFORMADO DE TARRINAS.

Actividad	Tiempo (hora/mes)
Cambio de molde	28,0
Cambio formador/fondo falso	19,2
Cambio de rolo	7,4
Limpieza	6,5
Calentamiento/Estabilización	3,0
Descansos	10,0
TOTAL	74,1

Mensualmente, se cuenta con 240 horas hombre. Dado que el tiempo improductivo de la máquina es 74,1 horas/mes, la disponibilidad es aproximadamente 165 horas/mes.

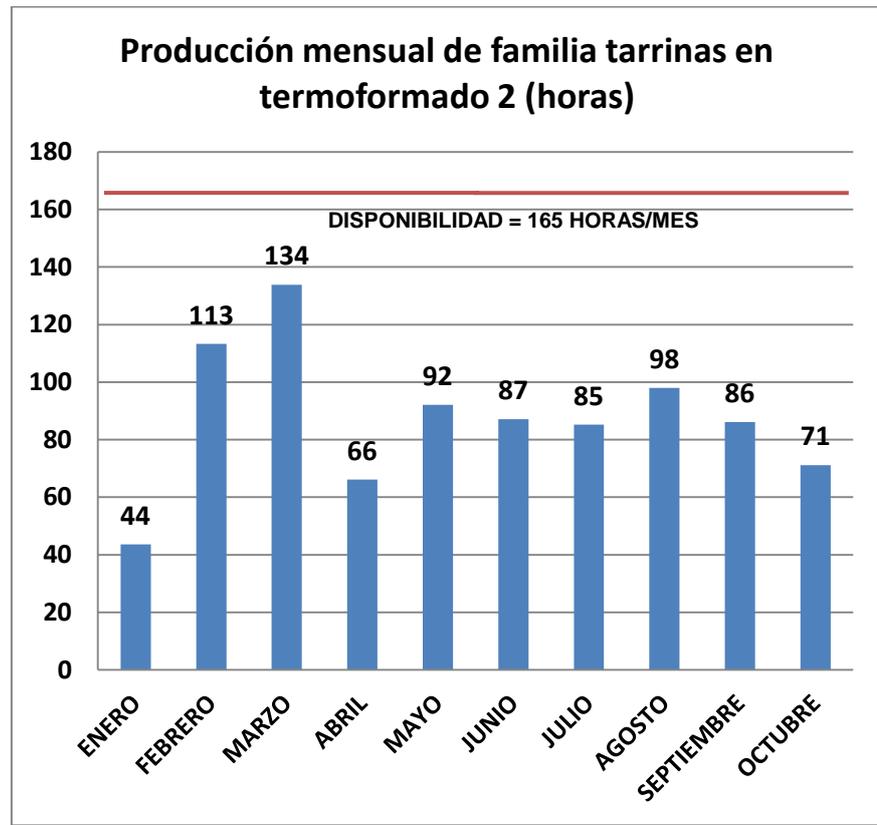
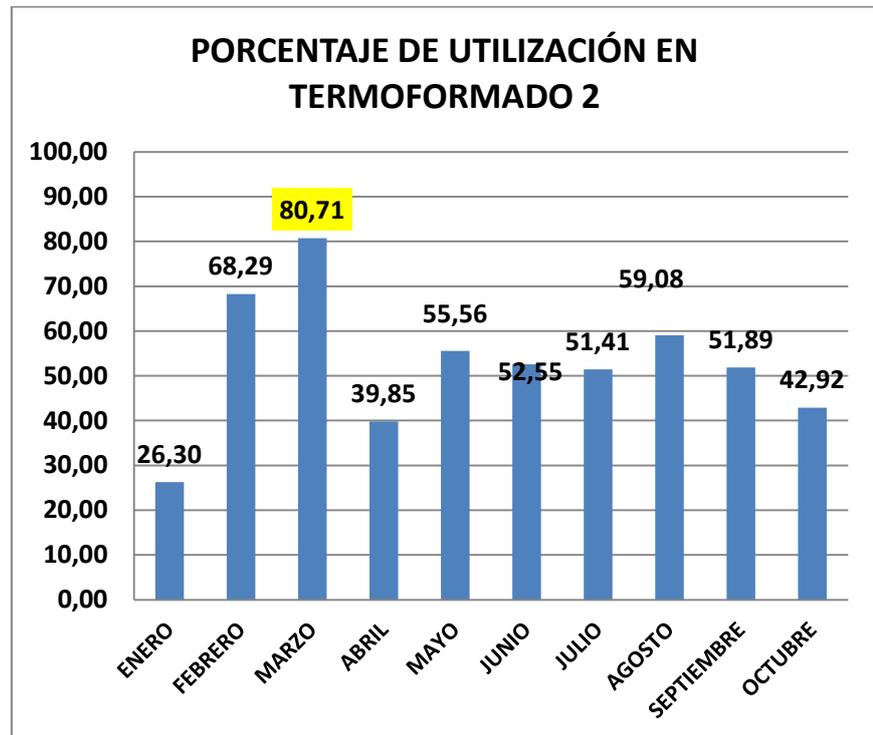


FIGURA 3.6 PRODUCCIÓN MENSUAL DE FAMILIA TARRINAS EN TERMOFORMADO.

La figura 3.6 muestra que existe tiempo disponible en la termoformadora de tarrinas que no está siendo utilizado para producir. En ninguno de los meses hasta octubre del 2012, las horas empleadas han estado cerca del límite de 165 horas/mes. El valor máximo alcanzado fue de 134 horas en marzo y el mínimo, 44 horas en enero.



**FIGURA 3.7 UTILIZACIÓN DE TERMOFORMADORA DE
TARRINAS.**

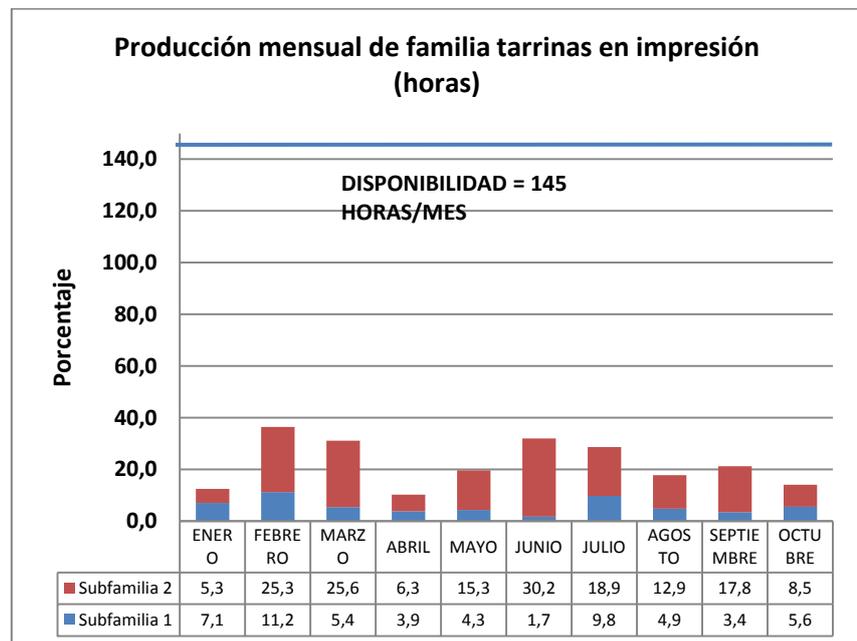
En la figura 3.7 se indica que la utilización máxima de la máquina termoformadora de tarrinas fue de aproximadamente 80% en el mes de marzo y la mínima, 26% en Enero.

Se procede a estimar los tiempos usados para cambio de molde, limpieza, calibración y estabilización en la impresora, como se indica en la tabla 12.

TABLA 12
TIEMPOS MUERTOS EN LA MÁQUINA DE IMPRESIÓN.

Actividad	Tiempo (hora/mes)
Cambio de molde	18,0
Mezcla	4,5
Limpieza	11
Estabilización	10,8
Descansos	10,0
TOTAL	55,0

Mensualmente, se cuenta con 200 horas hombre en el área de impresión, porque los turnos en esta máquina son en promedio de 10 horas. Dado que el tiempo muerto de la máquina es 55 horas/mes, la disponibilidad es aproximadamente 145 horas/mes.



**FIGURA 3. 8 PRODUCCIÓN MENSUAL DE FAMILIA
TARRINAS EN IMPRESIÓN.**

La figura 3.8 indica la presencia de tiempo disponible en la máquina impresora. En ninguno de los meses hasta octubre del 2012, las horas empleadas han estado cerca del límite de 145 horas/mes. El valor máximo alcanzado fue de 37 horas en febrero y el mínimo, 10 horas en abril.

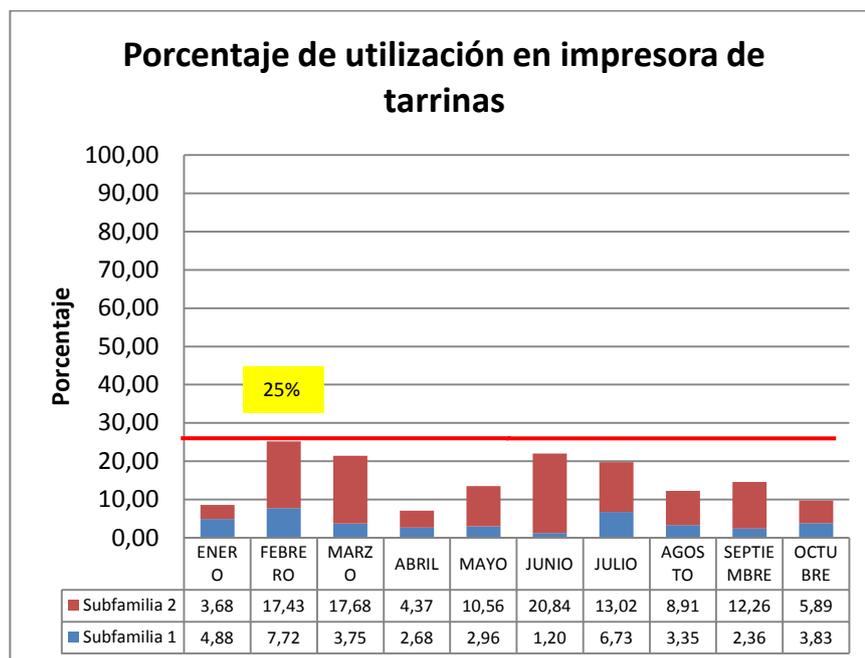


FIGURA 3. 9 UTILIZACIÓN DE IMPRESORA DE TARRINAS POR SUBFAMILIA.

La figura 3.9 indica que la utilización máxima de la impresora fue de aproximadamente 25% en el mes de febrero y la mínima, 7% en abril.

Asimismo, la subfamilia 2 tiene la mayor utilización debido a que agrupa dos presentaciones.

Proyecciones de ventas para el año 2013

En esta sección, se presenta un resumen de las unidades vendidas de la línea de envases. Cada unidad está

compuesta por una tarrina con su respectiva tapa, debido a que se venden en conjunto.

Se observa que la presentación de 500 mg es la que tiene mayor demanda en unidades, seguida de 1200 mg, 250 mg y 1000 mg respectivamente (Apéndice B: Proyección de ventas para el año 2013).

En la figura 3.10, que se refiere a la cantidad de unidades vendidas, el punto más alto es el mes de marzo con 310000 unidades y el más bajo en noviembre con 83000 unidades vendidas.

El departamento de ventas realizó el pronóstico de unidades vendidas para el año 2013 (Apéndice C: Proyección de ventas mensual para el 2013 (en miles de unidades)), el cual se realiza por cliente y se indica en la figura 3.11.

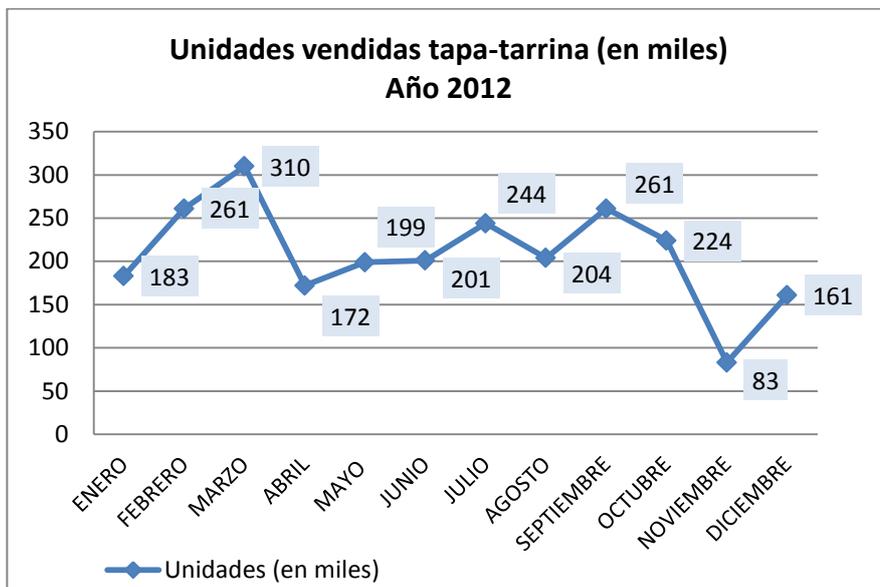


FIGURA 3. 10 UNIDADES VENDIDAS EN MILES DE TAPA-TARRINA.

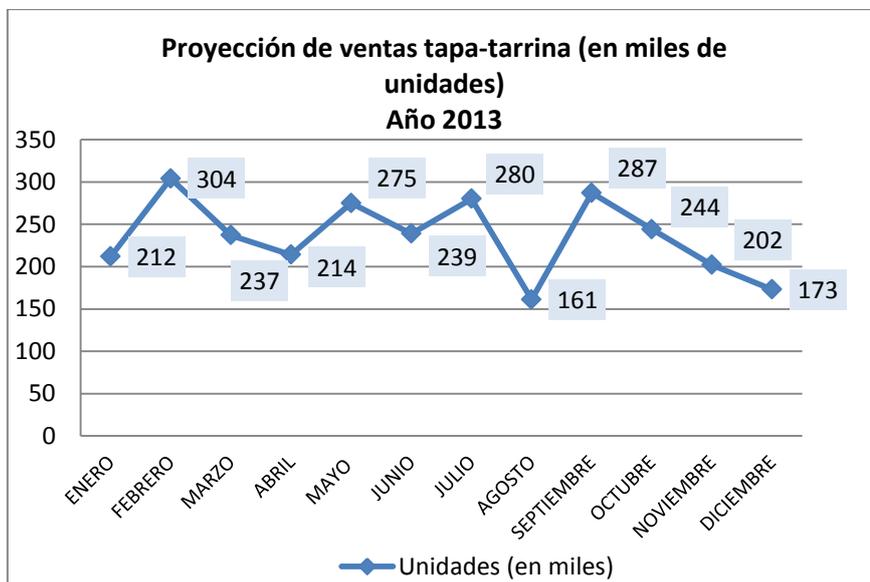


FIGURA 3. 11 PROYECCIÓN DE VENTAS TAPA-TARRINA EN MILES DE UNIDADES PARA EL 2013.

La información de las ventas mensuales proyectadas para el 2013 se presenta en la figura 3.12:

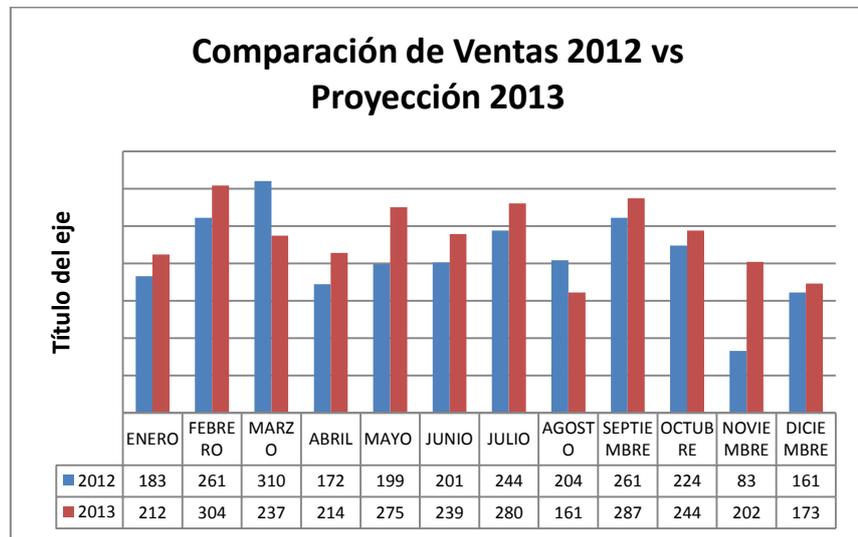


FIGURA 3.12 COMPARACIÓN DE VENTAS DEL 2012 CON PROYECCIONES DEL 2013 (EN MILES DE UNIDADES).

Según la figura 3.12, el mes en el cual se tiene proyectado vender más unidades es Febrero con 304000 unidades y el menor es Agosto con 161000 unidades.

Se espera que las ventas en el 2013 aumenten como se indica en la columna Incremento de la tabla 13, con excepción de los meses de Marzo y Agosto. El incremento en las ventas se resume en el siguiente cuadro:

TABLA 13
CUADRO COMPARATIVO 2012-2013 PARA
TERMOFORMADO DE TAPAS Y TARRINAS (UNIDADES).

Mes	2012	2013	Incremento (%)
Enero	183000	212000	16
Febrero	261000	304000	16
Marzo	310000	237000	-24
Abril	172000	214000	24
Mayo	199000	275000	38
Junio	201000	239000	19
Julio	244000	280000	15
Agosto	204000	161000	-21
Septiembre	261000	287000	10
Octubre	224000	244000	9
Noviembre	83000	202000	143
Diciembre	161000	173000	7
Promedio			21

En promedio, las ventas mensuales aumentaran en un 21%. La utilización de la termoformadora de tapas y tarrinas fue del 43% y 53% respectivamente durante el 2012. Dado que la utilización es directamente proporcional a la tasa de llegada, en este caso la demanda, se esperan que las utilizaciones aumenten a 64% y 74% si la tasa de salida se mantiene constante. Por lo tanto, las máquinas estarían en capacidad de cumplir con lo proyectado.

$$U = \frac{\textit{Tasa de llegada}}{\textit{Tasa de salida}}$$

En el caso de la impresora, la utilización durante el 2012 fue del 15% y se espera que sea inferior al 36% debido a que las tarrinas de 1200 mg no continúan a esta actividad y el incremento fue calculado sobre las ventas de tarrinas en general.

Las gráficas comparativas de utilización se establecen desde los meses de enero a octubre debido a que la información recopilada para el análisis de capacidad correspondió a esos meses del 2012.

La utilización de la termoformadora de tapas en el 2013, mostrada en la figura 3.13, será como máximo 83% durante el mes de marzo y mínimo 50% en el mes de octubre.

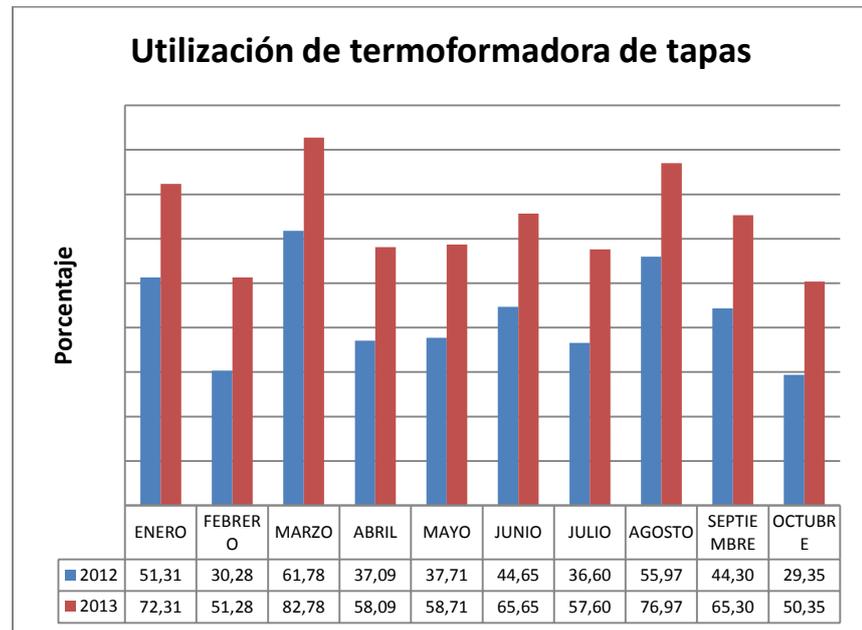


FIGURA 3. 13 UTILIZACIÓN DE TERMOFORMADORA DE TAPAS.

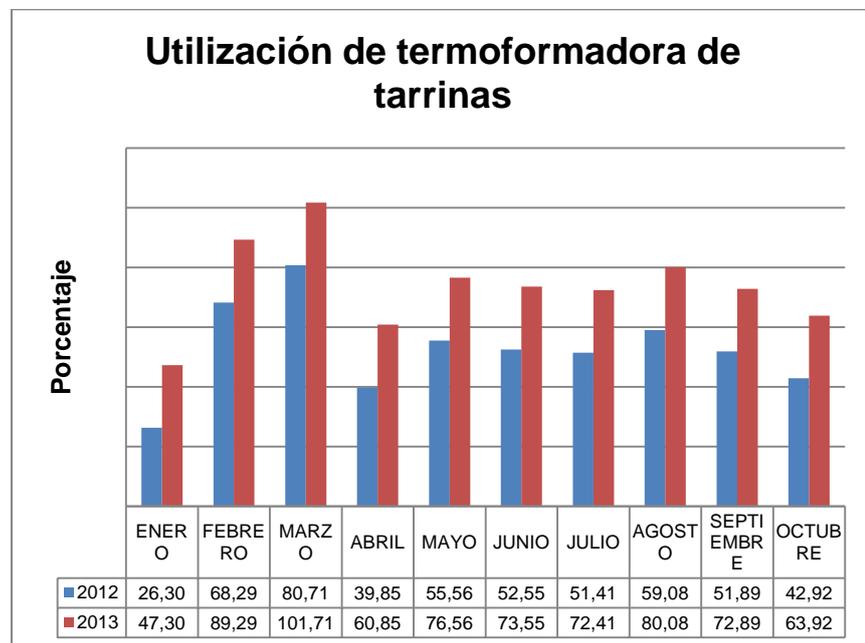


FIGURA 3. 14 UTILIZACIÓN DE TERMOFORMADORA DE TARRINAS.

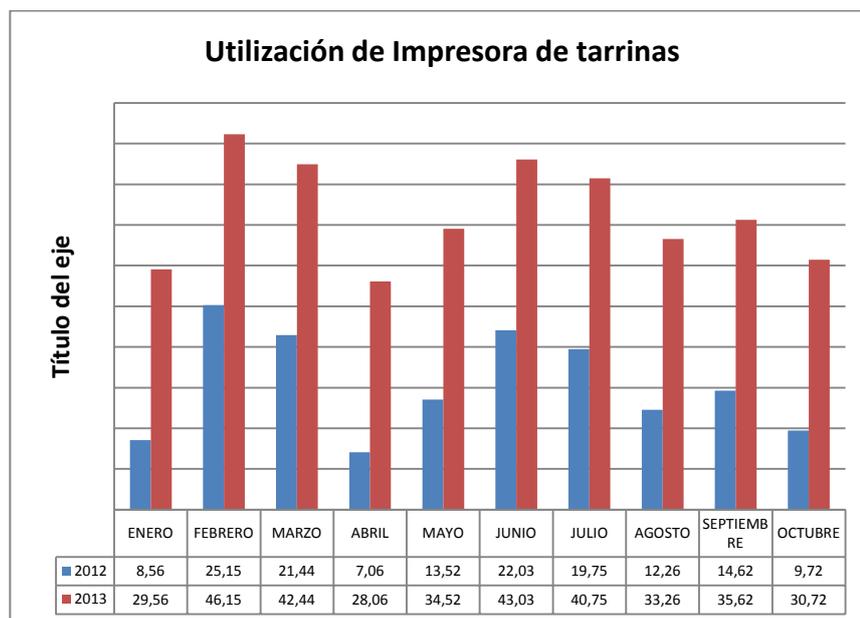


FIGURA 3. 15 UTILIZACIÓN DE IMPRESORA DE TARRINAS.

En el mes de marzo, la utilización de la termoformadora de tarrinas supera el 100% según la figura 3.14. Para poder cumplir con la venta proyectada será necesario distribuir el excedente en los meses anteriores, especialmente en enero dado que su utilización es más baja (26%) en comparación con el mes de febrero (89%).

Según el figura 3.15, la utilización mensual de la impresora no superará el 50% durante el 2013. Su valor máximo será del 46%, observado en el mes de febrero.

Inclusión de una nueva familia

Poliplástica S.A. tiene planeado para inicios del 2013 implementar una nueva familia de envases: vasos de 150 ml y 200 ml. Para lo cual, ha adquirido una termoformadora de características iguales a la que elabora las tarrinas, con un molde de 8 cavidades para vasos. La proyección de ventas para este producto se indica en la tabla 14.

TABLA 14
PROYECCIÓN DE VENTAS DE VASOS EN EL 2013
(UNIDADES).

Mes/Presentación	Vaso 150 ml	Vaso 200 ml	Total
Enero	0	0	0
Febrero	175000	175000	350000
Marzo	250000	250000	500000
Abril	250000	250000	500000
Mayo	250000	250000	500000
Junio	250000	250000	500000
Julio	250000	250000	500000
Agosto	250000	250000	500000
Septiembre	250000	250000	500000
Octubre	250000	250000	500000
Noviembre	250000	250000	500000
Diciembre	250000	250000	500000

Hasta la presente, no se ha establecido el estándar de rendimiento de este nuevo producto. Sin embargo, si se trabaja a una tasa igual o mayor de 50.5 kg/hora (rendimiento

promedio de termoformadora tarrinas) es probable que se cumpla con la proyección.

3.1.4. Identificación del Sequential dependent set-up's

La secuencia de dependencia de set-up's se da cuando existe una diferencia significativa de tiempo entre cambios similares en una misma máquina, es decir, existe cuando el tiempo que toma el set-up de ir de un producto X a un producto Y es diferente al que toma ir del producto Y al producto X.

En Poliplástica S.A. los tiempos de cambios en las dos termoformadoras son muy elevados y actualmente no se está tomando en cuenta una secuencia lógica y óptima para su producción, sino que se ven presionados por el departamento de ventas con un plazo de entrega para la liberación de las órdenes al piso de trabajo. Dadas esas condiciones se realizó un análisis para determinar si el proceso de fabricación de tapas y tarrinas se veía afectado por un dependent sequential set-up.

Para el cálculo de la dependencia de los set-ups se utilizó datos de los reportes de producción de mayo a octubre del 2012. Los datos fueron recolectados de los comentarios de

los operadores, al no existir un registro de molde se encontraba armado en la Termoformadora y cual se iba a emplear para la nueva producción.

La Termoformadora de tapas es usada para fabricar las tapas de las tarrinas, y básicamente maneja dos tipos de cambios: de molde (son las piezas que dan el tamaño de las tapas) y de formadores (las piezas que dan formas tales como contornos o relieves).

Con respecto a los moldes posee dos: de 250/500 mg y de 1000/1200 mg; y con respecto a los formadores esta máquina posee varios, puesto que son los que le dan la forma que el cliente desea tener en su producto, sin embargo generalizando, existen cuatro grupos de formadores clasificados de la siguiente manera: de 250 mg, de 500 mg, de 1000 mg y de 1200 mg, se los puede agrupar tomando en cuenta que los formadores de un mismo tipo poseen las mismas características y piezas, que son las que importan al realizar un cambio.

A continuación, en la tabla 15 se muestran los tiempos promedios (\bar{x}) en horas y la desviación estándar (s) cuando existen cambios de moldes.

TABLA 15
TIEMPO PROMEDIO EN CAMBIOS DE MOLDE EN
TERMOFORMADORA DE TAPAS.

MOLDE	250-500 mg	1000-1200 mg
250-500 mg	-	x = 3,30 h ; s = 0,48
1000-1200 mg	x = 3,63 h ; s = 0,71	-

La manera correcta de interpretar las tablas es tomando la columna como el molde que se encontraba montado en la máquina y la fila al molde que recién se iba a montar en la Termoformadora Tapas. Los espacios marcados con un guion (-) representan que dicho cambio no existe por lo tanto no se calcula.

Con respecto a los formadores, al igual que la tabla 15, se muestra los tiempos promedios de sus cambios en horas y la desviación estándar, se recalca que existen varios formadores de igual tamaño para cada cliente es por tal motivo que sí es posible existan cambios entre tamaños iguales, ejemplo: cambio de formador de 500 mg X a cambio de formador de 500 mg Y.

TABLA 16

**TIEMPO PROMEDIO EN CAMBIO DE FORMADORES EN
TERMOFORMADORA DE TAPAS.**

FORMADORES	250 mg	500 mg	1000 mg	1200 mg
250 mg	N/D	x = 3,00 h s= 1,41	-	-
500 mg	N/D	x = 2,90 h s= 0,22	-	-
1000 mg	-	-	x = 2,75 h s= 0,42	x = 2,83 h s= 0,29
1200 mg	-	-	N/D	N/D

De igual forma se da la lectura de la tabla 16, solo añadiendo que la nomenclatura N/D indica que para dicho cambio no existieron datos disponibles durante los 6 meses que se recolectaron los datos.

En resumen, los datos de los moldes y de los formadores son similares respectivamente, sin importar el tipo de presentación, con una diferencia menor del 10%. Si se toma los valores más lejanos de las tablas 15 y 16 obtiene que:

$$Diferencia \% en moldes = \frac{3,63 - 3,3}{3,63} = 9,09\%$$

$$Diferencia \% en formadores = \frac{3 - 2,75}{3} = 8,33\%$$

Por lo tanto se agruparon los datos de todas las presentaciones en dos secciones generales y los resultados fueron:

TABLA 17
RESUMEN DE CAMBIOS EN TERMOFORMADORA DE TAPAS.

Tipo de cambio	Promedio de horas de cambio	Desviación estándar de horas de cambio	Tamaño de muestra
Formador	2,84	0,47	16
Molde	3,52	0,62	24

Los tiempos empleados en los cambios en la termoformadora tapas son muy altos en sus dos casos pero con una desviación pequeña lo que indica que estos no poseen mucha variabilidad, situación que se atribuye a la experiencia y pericia de los operarios.

La termoformadora de tarrinas es usada para fabricar los envases de las tarrinas, y manejan tres tipos representativos de cambios: molde (piezas que dan el tamaño del envase), camisa/fondo falso (la camisa es la pieza que da la forma de la tarrina y el fondo falso da la profundidad) y fondo falso.

Posee dos moldes: de 250/500 mg y de 1000/1200 mg; con respecto a las camisas y fondos falsos esta termoformadora posee distintos, debido a que son los que le dan la forma y profundidad que el cliente desea tener en su producto, similar que en la termoformadora de tapas, estas también se las clasifican en cuatro grupos de la siguiente manera: de 250 mg, de 500 mg, de 1000 mg y de 1200 mg, cabe recalcar que cada vez que se realiza el cambio de camisa se debe cambiar el fondo falso, pero el fondo falso si puede ser cambiado sin necesidad de cambiar la camisa.

La tabla 18 muestra los tiempos promedios en horas y la desviación estándar cuando existen cambios de moldes, el cual es un cambio completo de todas las piezas incluyendo camisa y fondo falso.

TABLA 18

**TIEMPO PROMEDIO EN CAMBIOS DE MOLDE EN
TERMOFORMADORA DE TARRINAS.**

Molde	250-500 mg	1000-1200 mg
250-500 mg	-	x = 7,67 h s= 0,75
1000-1200 mg	x = 7,60 h s= 0,55	-

La tabla 18 y las siguientes a mostrar para esta máquina se lee de manera similar que las tablas mostradas para la termoformadora de tapas.

El cambio de camisa y fondo falso juntos se originan cuando se quiere ir de una presentación de diferente tamaño con un mismo molde, y los tiempos promedios que toma cambiar ambos es el siguiente.

TABLA 19

TIEMPO PROMEDIO EN CAMBIO DE CAMISA Y FONDO FALSO EN TERMOFORMADORA DE TARRINAS.

Camisa y fondo falso	250 mg	500 mg	1000 mg	1200 mg
250 mg	-	x = 1,67 h s = 0,58	-	-
500 mg	x = 1,63 h s = 0,49	-	-	-
1000 mg	-	-	-	x = 1,50 h s = 0,71
1200 mg	-	-	x = 1,63 h s = 1,24	-

El fondo falso se da cuando se va a cambiar la presentación de un cliente a otra usando el mismo molde y la misma camisa es decir son del mismo tamaño con diferente presentación.

TABLA 20

**TIEMPO PROMEDIO EN CAMBIO FONDO FALSO EN
TERMOFORMADORA DE TARRINAS.**

Fondo falso	250 mg	500 mg	1000 mg	1200 mg
250 mg	N/D	-	-	-
500 mg	-	x = 0,5 h s= N/A	-	-
1000 mg	-	-	x = 0,92 h s= 0,14	-
1200 mg	-	-	-	N/D

De los datos de la tabla 20 se puede observar que la mitad de los cambios posibles no tienen datos de los últimos seis meses, siendo este cambio el más sencillo y que toma menos tiempo debería ser el favorito si una planta usara un sistema adecuado de planificación de la producción, la cual Poliplástica S.A. no usa actualmente.

Para esta termoformadora también se realizó un resumen de los datos, agrupándolos en dos secciones, sin importar los tipos de presentaciones, de moldes y cambio de camisa/fondo falso debido a que poseen una diferencia pequeña. No se incluyó el cambio de fondo falso porque los datos que existen son pocos y con una diferencia mucho mayor al 10% que es la admisible.

Si se toma los valores más lejanos de las tablas 18 y 19 se obtiene que:

$$\text{Diferencia \% en moldes} = \frac{7,67 - 7,6}{7,67} = 0,91\%$$

$$\text{Diferencia \% en camisa - fondo falso} = \frac{1,67 - 1,5}{1,67} = 10\%$$

A continuación, en la tabla 21 se muestra el resumen de los tiempos con sus desviaciones estándar:

TABLA 21
RESUMEN DE CAMBIOS EN TERMOFORMADORA DE TARRINAS.

Tipo de cambio	Promedio de horas de cambio	Desviación estándar de horas de cambio	Tamaño de muestra
Camisa y Fondo falso	1,61	0,58	11
Molde	6,98	1,54	15

En la tabla 21 se puede ver claramente que los tiempos que toma cambiar los moldes son muy grandes y con mucha variabilidad, haciendo que estos se tomen cerca de un turno

completo de trabajo, siendo este proceso el cuello de botella de la línea.

Para cambio de camisa y fondo falso el tiempo se reduce considerablemente, pero aun así dentro de los últimos seis meses han existido más cambios de molde que de camisas y fondos falsos, lo mismo que refleja que para esta Termoformadora tampoco se está usando una programación secuencial y óptima.

Los datos de los tiempos de cambios en Poliplástica S.A. demuestran que no existe Sequential Dependent Set-up's, ya que los cambios entre productos similares toman tiempos con variaciones menores o iguales al 10%, que es un porcentaje muy bajo y se considera no representativo.

3.2. Proceso de Integración entre el Departamento de Ventas y de Producción.

3.2.1. Mapeo de la Interrelación entre el Departamento de Ventas y Producción.

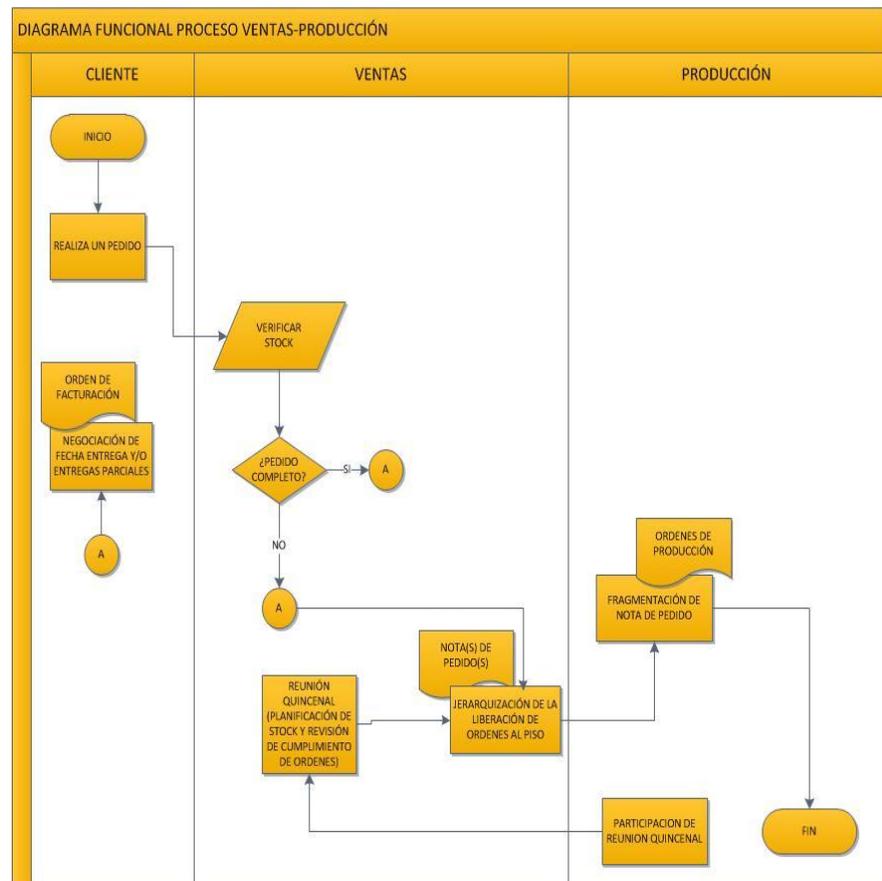


FIGURA 3.16 DIAGRAMA FUNCIONAL DEL PROCESO VENTAS-PRODUCCIÓN.

La figura 3.16 muestra la relación existente entre el departamento de ventas y producción.

Como se puede observar el proceso nace de la necesidad de un cliente que realiza un pedido, para luego ser negociado por las personas encargadas en ventas y se pacta un tiempo de entrega total o entregas parciales, que puede ser inmediato en caso de existir en stock o de un periodo máximo

de 12 días que lo establece el procedimiento de estándares de entrega.

Posteriormente se realiza el primer contacto interdepartamental entre ventas y producción cuando se envían las notas de pedido a producción indicando el tiempo tope de fabricación y entrega. El siguiente contacto se da en las reuniones quincenales de planificación de inventario que realiza el departamento de ventas, en la cual interviene el jefe de producción para dar su opinión y aceptación de la cantidades a producir dependiendo de la disponibilidad de personal, máquinas, materia prima y otros factores, pero siempre es el gerente comercial quien solicita la fabricación de stock y prioriza a base de sus pronósticos de ventas.

La realidad de Poliplástica S.A. es que los tiempos pactados son menores a los estándares dispuestos, además que ventas es el que presiona al departamento de producción para fabricar en un tiempo límite y de esta forma cumplir con la entrega. Sin embargo la relación existente es de obligación y presión unilateral porque el departamento de producción acepta las solicitudes que le imponen.

3.3. Jerarquización y Planificación para la Liberación de Órdenes de Producción.

3.3.1. Reconocimiento del Sistema de Liberación de Órdenes.

Poliplástica S.A. no posee un sistema de liberación de órdenes formal y, actualmente el departamento de ventas receipta el pedido directamente del cliente y lo envía al departamento de producción en una nota de pedido manual como se puede observar en la figura 3.16.

Inicialmente, el departamento de ventas lo maneja en un sistema FIFO (fisto in, first out) y no necesita tener un determinado número de notas de pedido para trasladarlas al departamento de producción, el traspaso de este documento se lo hace inmediatamente, tantas veces se genere en el día.

Esto sucede en primera instancia, después el departamento de producción parte esa nota de pedido en varias órdenes de producción para cada una de las máquinas requeridas por el producto final de la siguiente manera:

- Orden de producción para Termoformadora Tarrinas.
- Orden de producción para Termoformadora Tapas.
- Orden de producción para Impresora.*

*No todos los pedidos llevan una impresión como producto final, es por eso que este último es un proceso optativo.

3.3.2. Determinación de la Forma de Jerarquización de las Órdenes de Producción.

El método actual de jerarquización no es formal, y se lo realiza empíricamente bajo las siguientes condiciones:

- Plazo de entrega puesto por el departamento de ventas:

La negociación siempre se da en una sinergia cliente-ventas, por lo tanto fija una fecha de entrega con el cliente directamente.

- Disponibilidad de operadores:

El personal en la planta es rotativo, es decir que cuando no están fabricando envases los operadores se encuentran realizando otro tipo de actividades que demandan ser atendidas por lo tanto, al momento de jerarquizar una orden se toma en cuenta que personal está disponible en ese instante para poder producir.

- Disponibilidad de materia prima:

La materia prima es otro de los factores importantes, ya que al ser un material importado muchas veces se tienen problemas con la aduana al liberar los contenedores de una manera rápida, lo que causa una escasez y se debe priorizar a que cliente se le fabrica primero.

La disponibilidad de la máquina es muy grande por lo tanto no es tomada en cuenta como un factor representativo.

3.4. Seguimiento de órdenes de producción en el piso de trabajo.

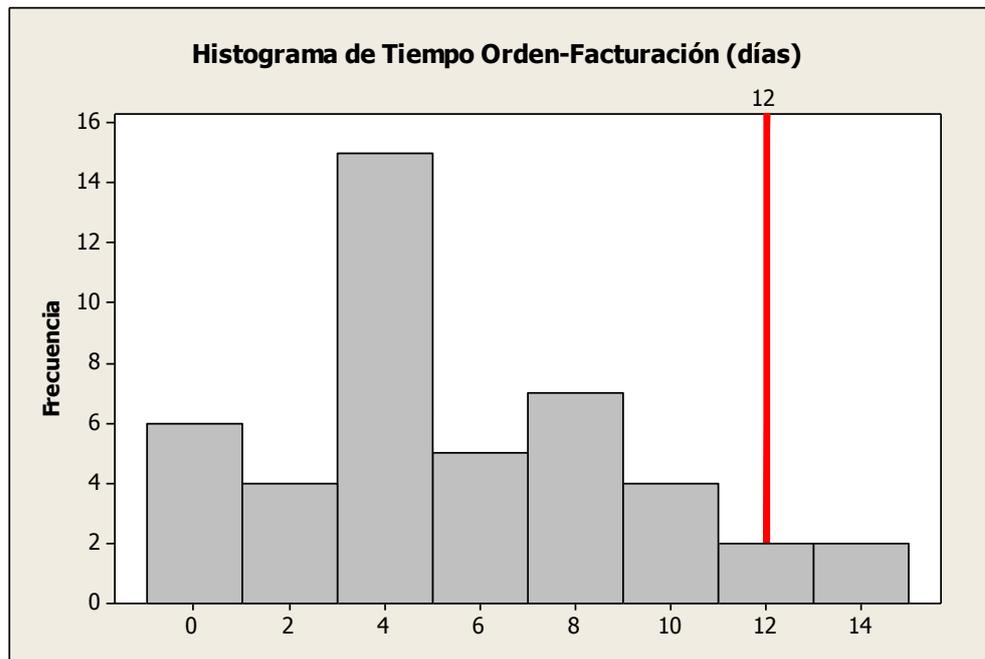
En la línea de envases, Poliplástica S.A. las órdenes de producción se manejan por pedidos colocados por sus clientes. Parte de su producción la pueden realizar sin la emisión previa de una nota de pedido; con la finalidad de tener producto en proceso (tarrinas sin impresión) en bodega, debido a los altos tiempos de setups y basándose en estimaciones históricas. El producto final ofrecido por Poliplástica S.A. son los envases con el diseño impreso de acuerdo al cliente. Este último paso se realiza exclusivamente bajo pedido.

Para realizar el diagnóstico del nivel de servicio, es decir, las ordenes entregas a tiempo vs las ordenes colocadas, se empleó información recopilada en el registro de Tiempos usados en el

proceso de facturación (Apéndice D), el cual contiene las fechas de: orden, factura, bodega y entrega. La facturación se efectúa después de que el pedido este completo, siempre y cuando, el cliente no especifique la necesidad de entregas parciales.

La información recopilada corresponde a los meses de mayo a octubre del 2012, considerando solo aquellos pedidos en los que al momento de realizarse no había existencia, por cuanto se quiere estimar el tiempo real de entrega desde la nota de pedido hasta la recepción del producto terminado por parte del cliente. La empresa maneja un estándar de entrega de 12 días.

A continuación, se muestra el histograma de tiempo orden-facturación, que corresponde a los días que transcurren desde que la nota de pedido es emitida hasta cuando se realiza la facturación.



**FIGURA 3.17 HISTOGRAMA DE TIEMPO ORDEN-
FACTURACIÓN.**

Se observa en la figura 3.17, la existencia de casos en que el tiempo entre orden y facturación excedió el estándar manejado por la empresa.

En la figura 3.18, se indica la frecuencia observada en el tiempo bodega-entrega, es decir, desde que el producto es almacenado en la bodega de producto terminado hasta la entrega al cliente.

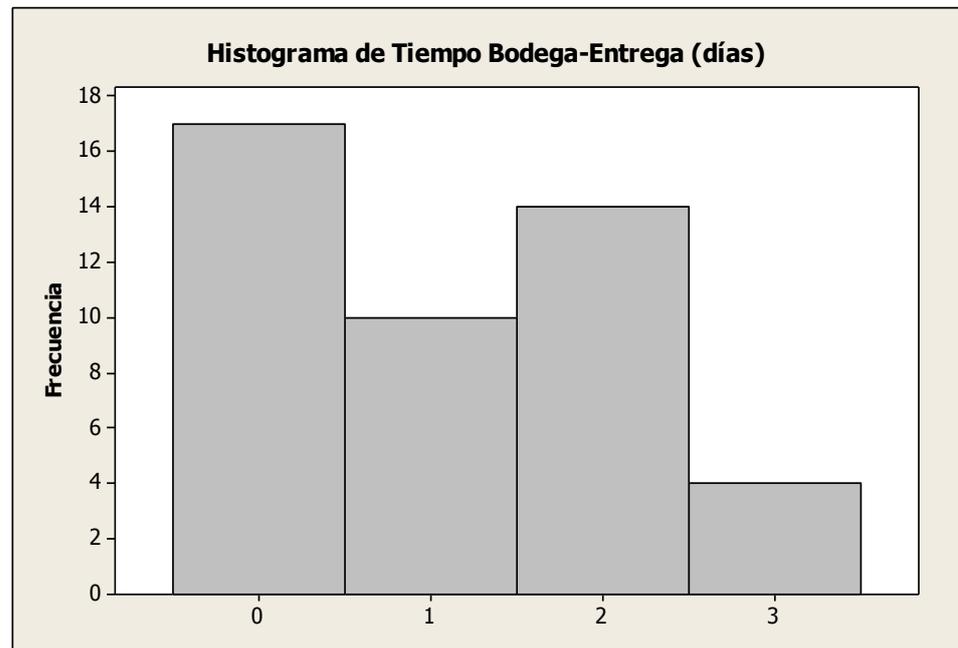


FIGURA 3. 18 HISTOGRAMA DE TIEMPO BODEGA-ENTREGA.

En este caso, se observan que hay entregas que son realizadas en menos de un día, esto se debe a varios motivos: entregas en la misma ciudad, los clientes retiran el producto directamente en Poliplástica S.A o el producto es enviado por transporte de carga bajo responsabilidad del cliente.

En la figura 3.19, se indica la frecuencia en días, que toma el proceso desde la orden recibida por ventas hasta la entrega.

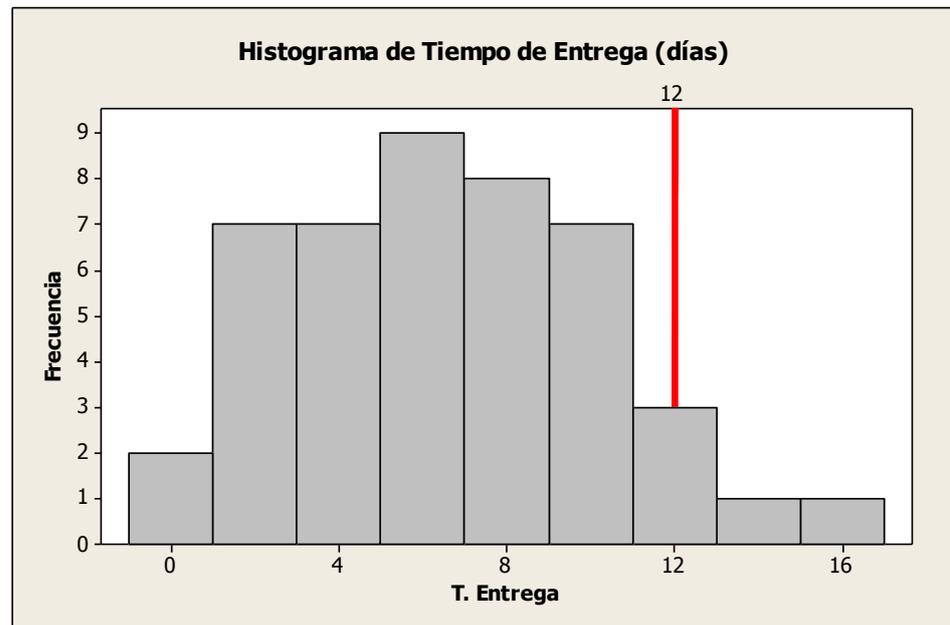


FIGURA 3. 19 HISTOGRAMA DE TIEMPO DE ENTREGA.

De los datos levantados, existen dos que superan los 12 días, por lo tanto, el nivel de servicio de la línea es 95,6%.

Los productos de esta línea se distribuyen tanto a clientes de Guayaquil como de otras ciudades. En la tabla 22, se establecen los tiempos promedios desde la recepción de la orden hasta la facturación y desde que el producto es llevado a bodega hasta su entrega. También, se indica el número de observaciones.

En promedio, los tiempos de entrega no sobrepasa el estándar y la diferencia entre loca/local y provincial/provincial es mínima. La entrega provincial/local se refiere a las entregas que son enviadas

por transporte de carga o que son retiradas por el cliente directamente en la empresa.

Por último, se realiza un esquema del buffer de la línea especificando las etapas y los días que toma, como se indica en la figura 3.20. Se observa que el tiempo de orden-facturación es mayor al tiempo bodega-entrega en las tres rutas.

TABLA 22
RESUMEN DE LOS TIEMPOS DE ENTREGA.

ORIGEN/ ENTREGA	LOCAL			PROVINCIAL		
	TIEMPO (DIAS)			TIEMPO (DIAS)		
	ORDEN- FACTURACIÓN	BODEGA- ENTREGA	TOTAL	ORDEN- FACTURACIÓN	BODEGA- ENTREGA	TOTAL
LOCAL	5.8	0.4	6.2 n = 18	--	--	--
PROVINCIAL	4.0	0.3	4.3 n=8	4.5	2.2	6.7 n = 19

RUTA	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7	TOTAL
LOCAL/LOCAL								6.2
PROVINCIAL/ LOCAL								4.3
PROVINCIAL/ PROVINCIAL								6.7
ORDEN-FACTURACIÓN					BODEGA-ENTREGA			

FIGURA 3. 20 ESQUEMA DE BUFFER DE LA LÍNEA DE ENVASES.

3.4.1. Identificación del Sistema de Planificación de la producción

Para la planificación de la producción los departamentos de Ventas y Producción se reúnen quincenalmente como se indica en la figura 3.16. En esta reunión se indica un estimado de la cantidad a producir para el periodo quincenal posterior y realizar ajustes del periodo en curso, en caso de ser necesario. El departamento de Producción tiene una participación limitada, que consiste en verificar si las horas disponibles de la máquina serán suficientes para cumplir con las órdenes del periodo.

3.4.2 Identificación de los Controles de las Fechas de Entrega

Poliplástica S.A. maneja un sistema transaccional, en el cual no se registra cuando exactamente la orden es liberada en el piso de producción, ni se controla el grado de avance de la orden para saber si esta se cumplirá en el tiempo negociado con el cliente, puesto que funciona principalmente para las área de ventas y bodega.

No se puede realizar el seguimiento adecuado a las órdenes. Sin embargo, se observa que los pedidos en los últimos meses han sido cumplidos de acuerdo al estándar de tiempo de entrega de 12 días, logrando un nivel de servicio del 96%.

CAPÍTULO 4

4. SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD ACTUAL

4.1. Procedimientos de Control de Calidad

Procedimiento para inspección en proceso y producto terminado

Este procedimiento tiene como objetivo establecer las inspecciones y evaluaciones necesarias para asegurar la calidad del producto durante su producción y una vez finalizado. Este procedimiento aplica a las inspecciones realizadas en la etapa de mezcla, producto terminado y embalaje de los envases.

Responsables:

Jefe de Calidad,

Inspector de Calidad,

Supervisores de Producción,

Jefe de Producción y,

Operadores.

Metodología y otros aspectos

(Ver ANEXO E).

Procedimiento para el control del producto no conforme

La finalidad de este procedimiento es establecer una metodología para el tratamiento del producto no conforme, con el fin de garantizar que este no llegue hasta el cliente. Este procedimiento tiene efecto en los productos no conformes encontrados en: producción, bodega de producto terminado y devoluciones de los clientes.

Responsables:

Jefe de Calidad,

Inspector de Calidad,

Supervisor de Bodega,

Gerente Comercial,

Supervisores de Producción y,

Jefe de Producción.

Metodología y otros aspectos

(Ver ANEXO F).

4.2. Variables de Control de Calidad Críticas

4.2.1. Descripción de las Variables de Control de Calidad

En la fabricación de envases se realizan tres operaciones: termoformado de tapas, termoformado de tarrinas e impresión de tarrinas. Cada hora, el inspector de calidad realiza un muestreo para controlar las especificaciones. Las variables que son analizadas se presentan en la tabla 23.

TABLA 23
VARIABLES DE CALIDAD DE ENVASES.

Variable	Método	Tipo de defecto
Formas definidas (termoformado)	Visual	Crítico
Acople de tarrinas	Probador de tarrinas	Mayor
Espesor	Micrómetro	Mayor
Sellado de tapas	Tarrina patrón	Mayor
Impresión	Visual	Crítico
Acabado	Visual	Crítico
Peso	Balanza	Mayor

El material de entrada en el termoformado es el folio, fabricado en un proceso anterior de coextrusión o extrusión. Los folios de tapa y tarrinas deben tener las especificaciones indicadas en las tablas 24 y 25 respectivamente.

TABLA 24
ESPECIFICACIONES PARA FOLIO DE TAPAS.

Presentación (mg)	Acabado	Ancho (mm)	Espesor (mm)
250, 500 y 1000	Mate Coextruido	430	0,70
1200	Mate	430	0,39

TABLA 25
ESPECIFICACIONES PARA FOLIO TARRINAS.

Presentación (mg)	Acabado	Ancho (mm)	Espesor (mm)
250	Mate	650	1,05
500	Mate Coextruido	650	1,40
1000	Mate	690	1,40
1200	Mate	690	1,20

4.2.2. Importancia de las Variables de Control de Calidad

La línea de envases tiene clientes institucionales, es decir, que hacen pedidos con regularidad y llevan un periodo considerable de tiempo consumiendo los productos. Por tal motivo, es primordial que se cumplan a cabalidad con las especificaciones de los productos.

El cumplimiento en el producto final depende básicamente del correcto procesamiento del folio. Se indican las variables de control de calidad de folios en la tabla 26.

TABLA 26
VARIABLES DE CALIDAD DE FOLIOS.

VARIABLE	MÉTODO	TIPO DE DEFECTO
Ancho	Flexómetro	Crítico
Espesor	Micrómetro	Crítico
Humedad	Medidor de humedad	Crítico
Acabado	Visual	Mayor
Color	Visual	Mayor
Brillo	Medidor de brillo	Mayor
Espesor de brillo	Microscopio	mayor

El ancho es crítico debido a que cuando se coloca en la termoformadora, si no es el apropiado, faltará espacio para el termoformado, además de requerir una calibración adicional en el riel de arrastre.

El espesor del folio es el factor decisivo en el peso de la tarrina. Si el espesor no es el adecuado, el envase puede tener paredes frágiles. En caso de que el peso sea mayor al

especificado, es un inconveniente para la empresa porque estaría proporcionado materia prima demás.

Si existe la presencia de humedad en la materia prima, esto conlleva a que se presenten en el folio porosidades que afectan la calidad y presentación del mismo.

El brillo y el espesor del mismo son variables analizadas solo en los folios coextruidos, que son usados para termoformar las tapas. A mayor brillo, aumenta la probabilidad de ruptura. El acabado y el color se miden de manera visual comparando con un patrón del producto. La decisión sobre la aceptación o rechazo es subjetiva, depende del criterio del operario.

En cuanto a las tarrinas, en la forma definida se verifica que no tengan errores de termoformado, como ocurre en la figura 4.1 y que se cumpla con las características propias del modelo pedido por el cliente.



FIGURA 4.1 ERROR EN EL TERMOFORMADO DE TARRINAS.

El acople se refiere al apilamiento de tarrinas, la cual es importante al momento de realizar la impresión. En esta última, se considera que los colores sean los adecuados y que la impresión se haya realizado completamente. Se observa en la figura 4.2 que la impresión no se realizó en su totalidad.

El acabado toma en cuenta la no presencia de rebaba, la uniformidad de las paredes y la formación del hombro, que se especifica en la figura 4.2.



FIGURA 4.2 IMPRESIÓN INADECUADA EN EL DIBUJO DEL LIMÓN (ESPACIOS EN BLANCO)

La forma definida, impresión y acabado se realizan directamente en planta. El acople se verifica con un probador que está hecho de aluminio.

El sellado de la tapa se comprueba con una tarrina patrón. El espesor indica si la flexibilidad de la tarrina es la adecuada.

En resumen las variables críticas consideradas por la empresa son la forma definida, impresión y acabado. Sin embargo, el peso de las tapas y tarrinas es la variable en la que se debería efectuar más controles, debido a que si es menor al especificado pueden presentarse rupturas al envasar los productos por el cliente final. En cambio, si es mayor, esto indica que se está usando más materia prima de la adecuada, lo cual es un inconveniente para la empresa.

4.2.3. Identificación de Problemas en la Calidad

Problemas internos

Cuando el folio no cumple con las especificaciones de espesor, es reprocesado. Las causas más comunes son: la concentración de materia prima virgen y scrap y fallas en la máquina.

Concentración de materia prima: Para la elaboración del folio de tapas, la mezcla es 70% materia virgen y 30% scrap y para el folio de tarrinas es 50% materia virgen y 50% scrap.

La concentración en el folio de tapas es diferente al de tarrinas porque el poliestireno cristal, el cual da brillo a las tapas, al ser procesado pierde ciertas características, caso que no ocurre con las tarrinas debido a que generalmente son mate. Entonces, al ser procesado nuevamente, su desempeño disminuye ocasionando variaciones en el espesor.

Fallas de máquina: La máquina extrusora utilizada en el proceso suele presentar problemas en su desempeño debido a fallas especialmente en la bomba de flujo de material y en

la alimentación del material, puesto que en ocasiones este no fluye.

Problemas externos: Reclamos

Cuando el producto es entregado al cliente, este puede tener algún tipo de queja con respecto a las tarrinas que recibe. Cualquier tipo de reclamo, debe ser comunicado dentro de un lapso no mayor a los 15 días luego de haber recibido el producto (Apéndice G).

En la figura 4.4 se presenta un resumen gráfico de la frecuencia de reclamos de Enero a Octubre del 2012.



FIGURA 4.3 RECLAMO DE CLIENTES DE ENERO A OCTUBRE DEL 2012.

Los meses en los cuales se presentaron la mayor cantidad de reclamos fueron Enero (2) y Septiembre (3).

Poliplástica S.A. maneja cinco diferentes tipos de reclamo:

- Reclamos de Calidad (Tipo A).
- Reclamos Comerciales (Tipo B).
- Reclamos por Almacenamiento (Tipo C).
- Reclamos por Usuario (Tipo D).
- Modificación de Pedido por Usuario (Tipo E).

En la línea de envases se presentaron tres tipos de reclamos: por calidad, almacenamiento y modificación de pedido por usuario.

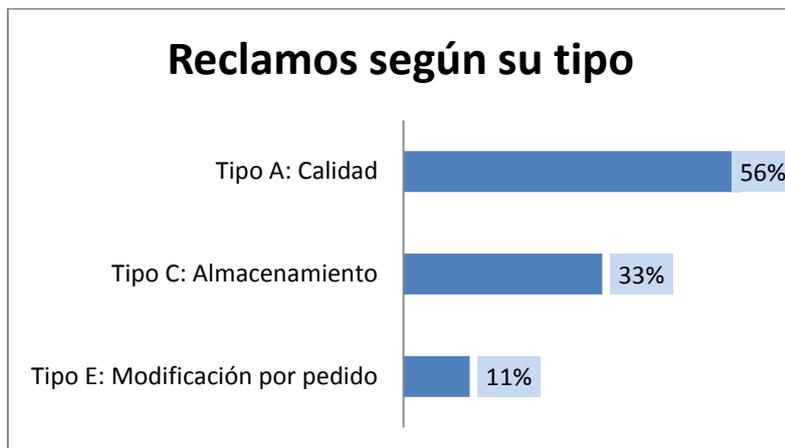


FIGURA 4.4 RECLAMOS SEGÚN SU TIPO DE ENERO A OCTUBRE DEL 2012.

La mayor cantidad de reclamos en la línea se reflejan en el área de calidad, según la figura 4.5. Entre los principales problemas se encuentran exceso de tinta en impresión, daño en el código de barras, paredes débiles, fragilidad, facilidad de ruptura.

4.2.4. Control Estadístico de Calidad

Se analizará la estabilidad y capacidad del proceso de fabricación del folio.

Una de las características de calidad más críticas en las tapas y tarrinas es el peso cuyo factor importante es el espesor del folio fabricado en el proceso de extrusión. Las mediciones actualmente se realizan con un micrómetro de

0.01 mm de precisión en 4 zonas a lo ancho del folio denominadas A, B, C y D.

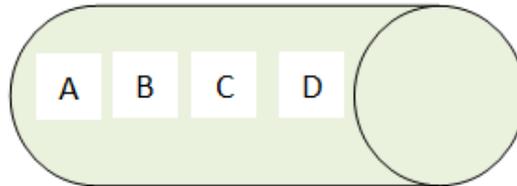


FIGURA 4. 5 ESQUEMA DE ZONAS DEL FOLIO.

Se propone realizar cartas de control para cada especificación de folio tanto para tapas como para tarrinas y observar la presencia de causas especiales de variación.

Se emplearan cartas de control para la media y el rango debido a que se trabaja con el promedio de las cuatro zonas, y por el teorema del límite central, se garantiza la normalidad de los datos, condición necesaria para el uso de este tipo de cartas. El tamaño de cada subgrupo es de 4 debido a que se realizan mediciones en cada zona.

Posteriormente, se realiza la prueba de normalidad para proceder al análisis de capacidad. Si no es normal, se utiliza

pruebas no paramétricas. Para el análisis de capacidad se tomarán en cuenta las especificaciones de las fichas técnicas de folios para tapas y tarrinas (Apéndice H y I).

Folios para tapas

Folio 430x 0,7

El primer folio que se analizará es el de 430mm de ancho y 0,7mm de espesor. Debido a que se realizan dos tipos, mate y coextruido, se estudia si las medias difieren significativamente mediante una prueba de hipótesis y dependiendo de este resultado, realizar el análisis en conjunto o por separado.

H_0 : Medias de Folio 430x 0,7 mate y coextruido son iguales.

H_1 : Las medias son diferentes.

TABLA 27
RESULTADOS DE PRUEBA DE HIPÓTESIS PARA
DIFERENCIA DE MEDIAS DE FOLIO 430X 0,7.

Folio	N	Media	Desviación	Valor p
430x0,7 Mate	44	0,6961	0,0192	0,017
430x0,7 Coextruido	44	0,7052	0,0155	

Como se observa en la tabla 27, el valor p es menor a 0,05, se rechazó la hipótesis nula; por lo consiguiente, las medias son estadísticamente diferentes.

Se procede a elaborar las cartas de control para la media y el rango como se muestra en la figura 4.6. Se concluye que el proceso para el folio de 430x 0,7 Mate está bajo control estadístico debido a que se encuentra dentro de los límites como se indica en la gráfica 4.6.

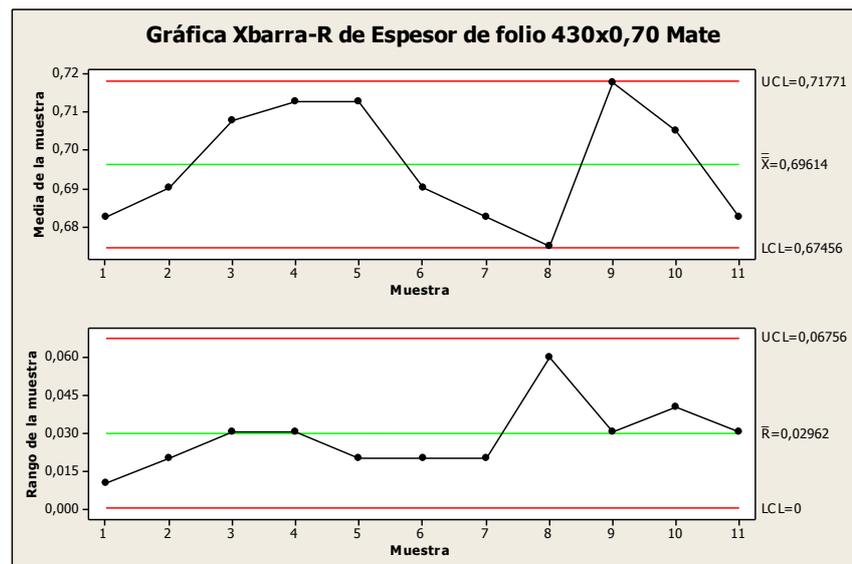


FIGURA 4.6 GRÁFICAS DE CONTROL PARA MEDIA Y RANGO DEL ESPESOR DE FOLIO 430X 0,70 MATE.

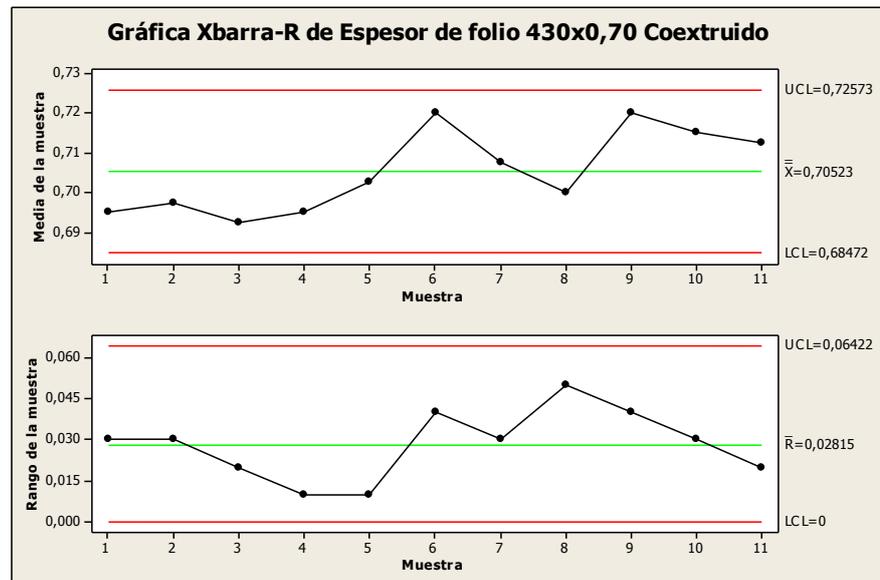


FIGURA 4.7 GRÁFICAS DE CONTROL PARA MEDIA Y RANGO DE ESPESOR DE FOLIO 430X 0,70 COEXTRUIDO.

El proceso del mismo folio pero coextruido se encuentra bajo control estadístico, según la gráfica 4.7.

A continuación, se realizan pruebas de normalidad para cada una donde se establece lo siguiente:

H_0 : Los datos tiene una distribución normal.

H_1 : Las datos no tienen distribución normal.

Según las figuras 4.8 y 4.9, los valores p, tanto para el folio mate como para el coextruido, son mayores a 0,05 no se rechaza la hipótesis nula y se concluye que los datos siguen una distribución normal.

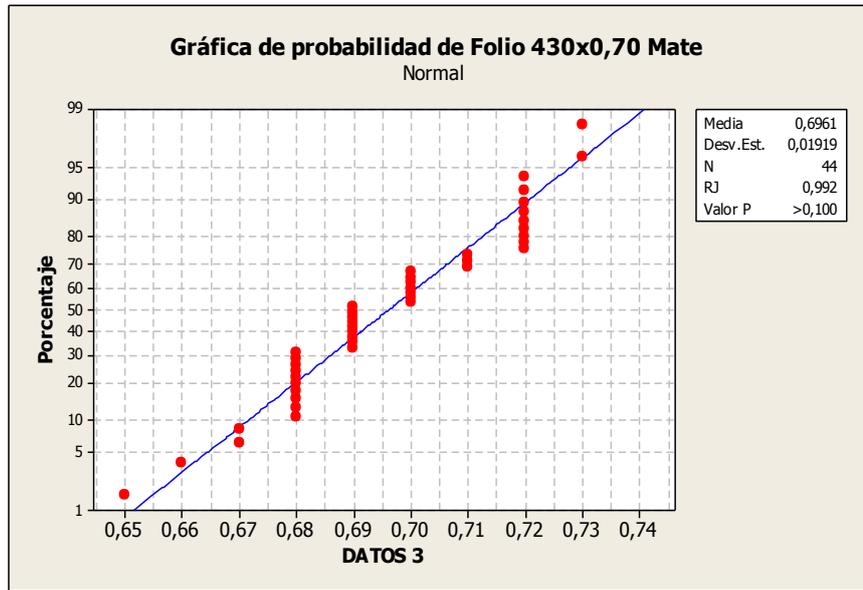


FIGURA 4.8 PRUEBA DE NORMALIDAD DE ESPESOR DE FOLIO 430X 0,70 MATE.

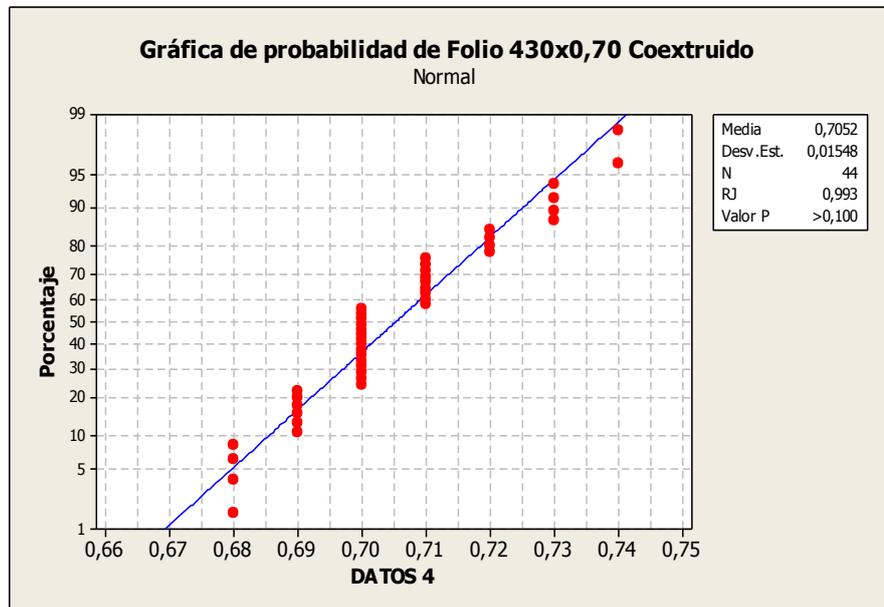


FIGURA 4. 9 PRUEBA DE NORMALIDAD DE ESPESOR DE FOLIO 430X 0,70 COEXTRUIDO.

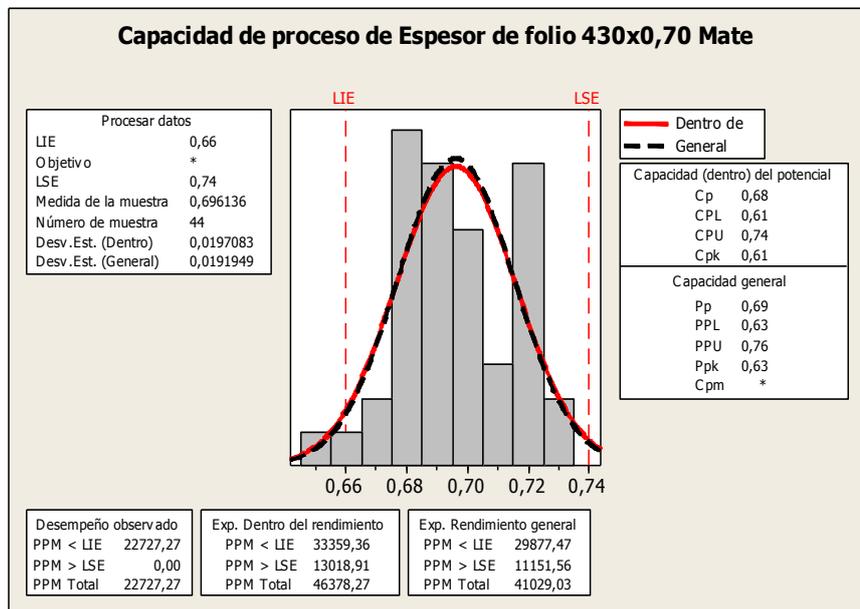


FIGURA 4.10 ANÁLISIS DE CAPACIDAD DEL ESPESOR DE FOLIO 430X 0,70 MATE.

En el corto plazo, la capacidad potencial es 0,68 y la real es 0,61, lo cual muestra que el proceso se encuentra casi centrado como se observa en la figura 4.10. Sin embargo, estos valores se encuentran lejanos a 1,33, valor que indica que un proceso es capaz de cumplir con las especificaciones. El valor de 0,68 muestra que el proceso es muy variable.

En el largo plazo, la capacidad potencial será 0,69 y la real 0,63. Las partes defectuosas por millón de unidades producidas encima del límite superior de especificación serán

11152 y 29877 por debajo del límite inferior de especificación, mostrando que el proceso se encuentra sesgado hacia la izquierda y el incumplimiento de las especificaciones ocurrirá con más frecuencia por debajo del límite inferior.

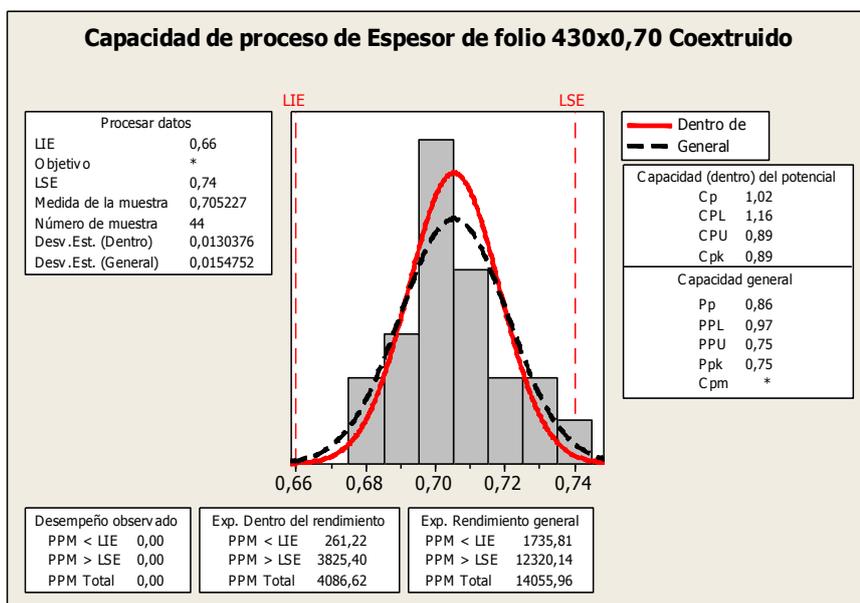


FIGURA 4.11 ANÁLISIS DE CAPACIDAD DEL ESPESOR DE FOLIO 430X 0,70 COEXTRUIDO.

A diferencia del mate, la capacidad potencial del coextruido en el corto plazo (1,02) está más cercana al valor 1,33 que indica que un proceso es capaz de cumplir con las especificaciones y su capacidad real de 0,89 muestra que el proceso no se encuentra centrado según la figura 4.11.

En el largo plazo, la capacidad potencial será 0,86 y la real 0,75. Las partes defectuosas por millón de unidades producidas encima del límite superior de especificación serán 12320 y 1736 por debajo del límite inferior de especificación, mostrando que el proceso se encuentra sesgado hacia la derecha y el incumplimiento de las especificaciones ocurrirá con más frecuencia por arriba del límite superior.

Folio 430x 0,39

En este tipo de folio, los datos recolectados fueron de la presentación mate. En la figura 4.12, se muestran las cartas de control para media y rango.

Se observa que el proceso no se encuentra bajo control estadístico. En la gráfica de la media, se observan 3 puntos por encima del límite superior y dos por debajo del límite inferior que corresponden a las observaciones 10, 11, 15, 20 y 21.

Luego, se realiza la prueba de normalidad. El resultado se indica en la figura 4.13.

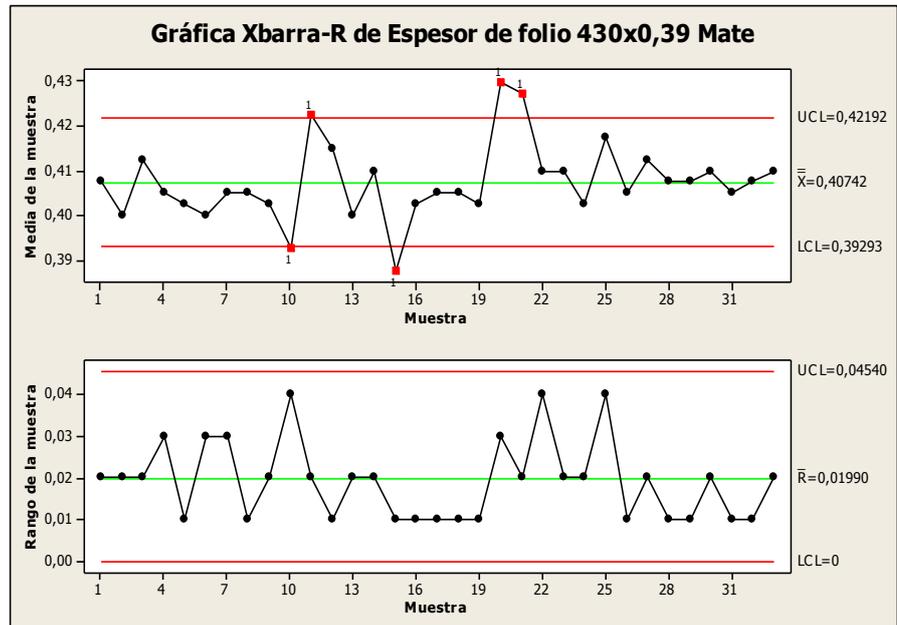


FIGURA 4.12 GRÁFICAS DE CONTROL PARA MEDIA Y RANGO DEL ESPESOR DE FOLIO 430X 0,39 MATE.

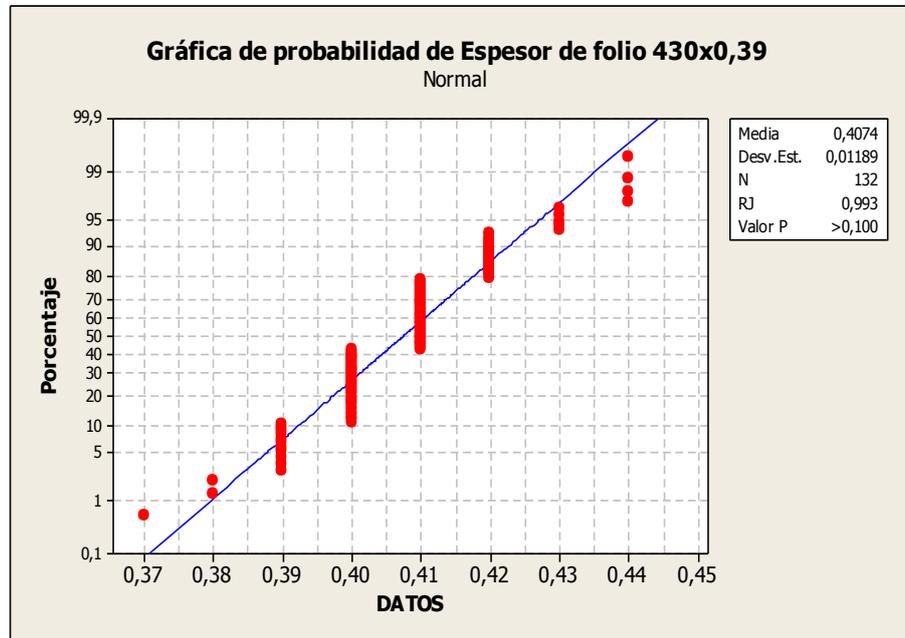


FIGURA 4.13 PRUEBA DE NORMALIDAD DE ESPESOR DE FOLIO 430X 0,39 MATE.

Con un valor p mayor a 0,05, se concluye que los datos tiene una distribución normal.

Finalmente, se determina si el proceso es capaz mediante el siguiente gráfico:

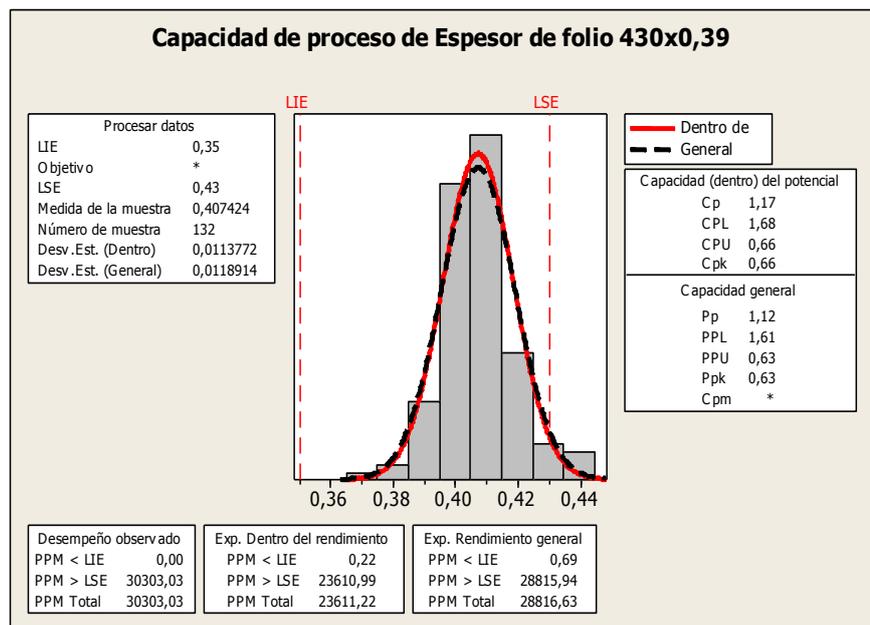


FIGURA 4.14 ANÁLISIS DE CAPACIDAD DEL ESPESOR DE FOLIO 430X 0,39 MATE.

Según la figura 4.14, la capacidad potencial del proceso si estuviera centrado sería 1,17 pero no lo está debido a que su capacidad real es 0,66 en el corto plazo. Dado que el valor de $C_p=1,33$ indica que un proceso es capaz de cumplir con

las especificaciones, el espesor de folio 430x 0,39 no lo está logrando.

En el largo plazo, la capacidad potencial será 1,12 y la real 0,63. Las partes defectuosas por millón de unidades producidas encima del límite superior de especificación serán 28816 y aproximadamente cero por debajo del límite inferior de especificación, mostrando que el proceso se encuentra completamente sesgado hacia la derecha y el incumplimiento de las especificaciones ocurrirá en su totalidad por arriba del límite superior.

Las conclusiones obtenidas del análisis de capacidad deben ser tomadas con mucha cautela considerando que la gráfica de control muestra un proceso inestable. Será necesario antes de plantear cualquier mejora, identificar y establecer planes de acción que permitan eliminar las causas especiales de variación identificadas a través de las gráficas de control.

Folio para tarrinas

Folio 650x 1,05 Mate

Ahora, se procede a analizar los folios para tarrinas. En el caso de este folio que se emplea para la presentación de 250g, solo se tiene el tipo mate.

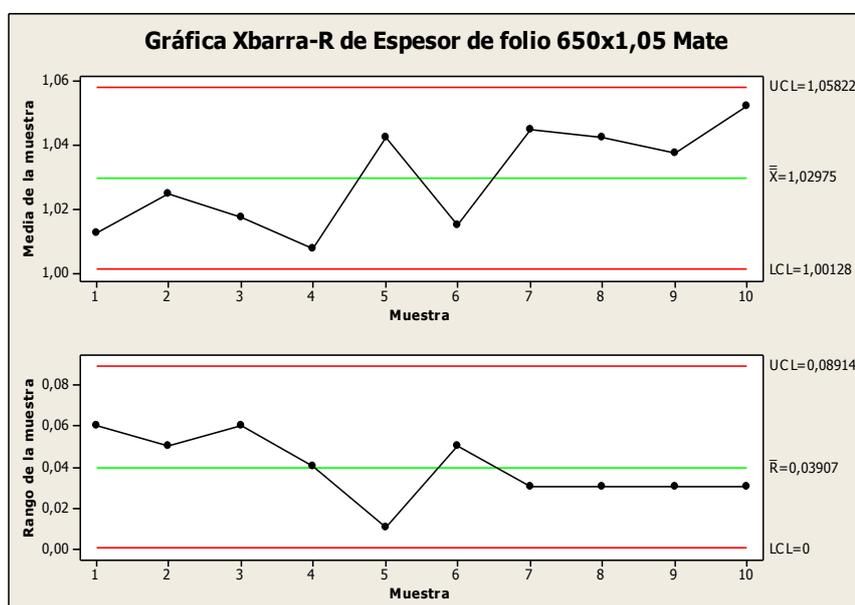
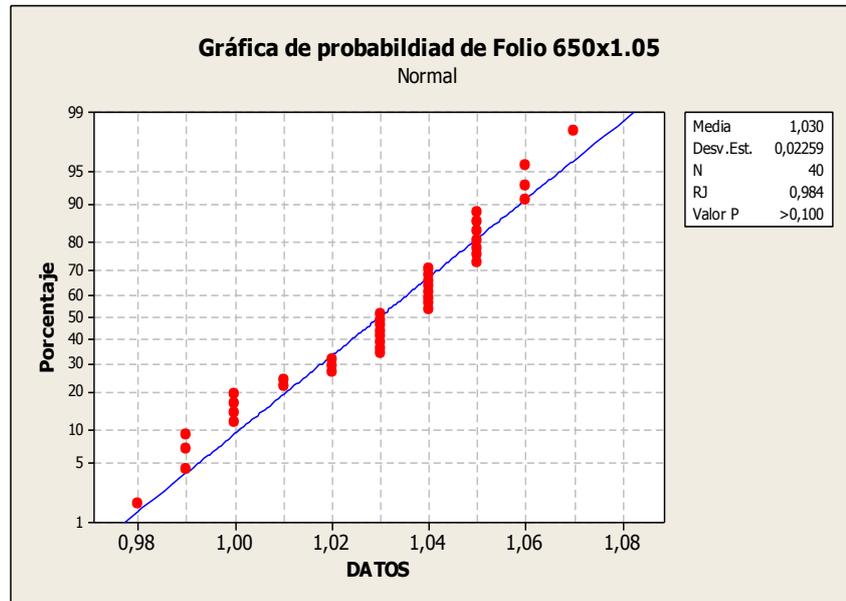


FIGURA 4.15 GRÁFICAS DE CONTROL PARA MEDIA Y RANGO DEL ESPESOR DE FOLIO 650X 1,05 MATE.

La gráfica 4.15 muestra las cartas de control para media y rango, en el cual no existen puntos fuera de control y el folio se encuentra bajo control estadístico.

Acerca de la prueba de normalidad, el resultado se observa en la figura 4.16.



**FIGURA 4.16 PRUEBA DE NORMALIDAD DE ESPESOR
DE FOLIO 650X 1,05 MATE.**

Con el valor p mayor a 0,05, se determina que los datos siguen una distribución normal.

Continuando, se determina la capacidad del proceso:

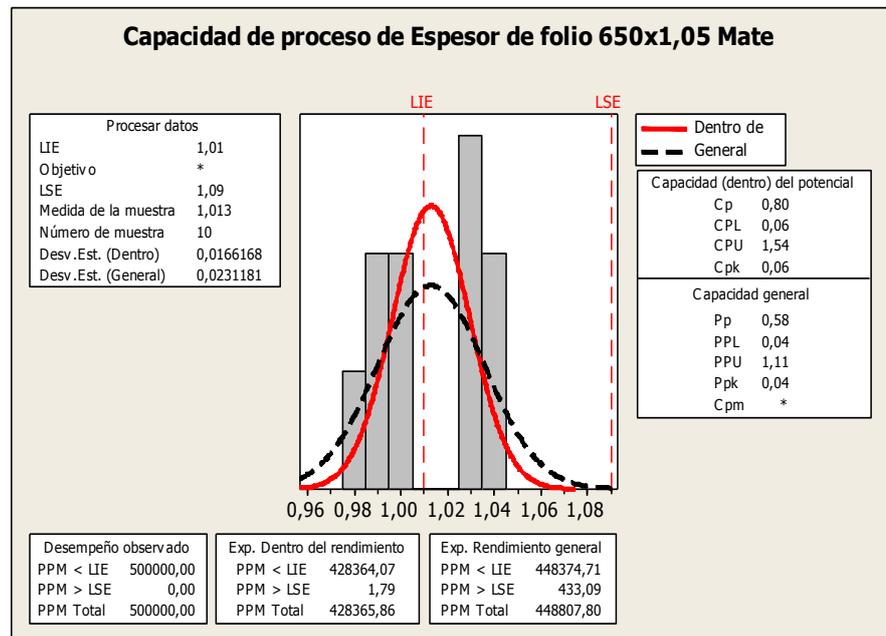


FIGURA 4.17 ANÁLISIS DE CAPACIDAD DEL ESPESOR DE FOLIO 650X 1,05 MATE.

En el corto plazo, la capacidad potencial es 0,80 y la real es 0,06, lo cual muestra que el proceso se encuentra completamente descentrado como se observa en la figura 4.17. El último valor difiere en gran medida de 1,33, valor que indica que un proceso es capaz de cumplir con las especificaciones.

En el largo plazo, la capacidad potencial será 0,58 y la real 0,04. Las partes defectuosas por millón de unidades producidas encima del límite superior de especificación serán 433 y 448375 por debajo del límite inferior de especificación,

mostrando que el proceso está aproximadamente centrado en el límite inferior de especificación. Por lo tanto, se encuentra sesgado hacia la izquierda y el incumplimiento de las especificaciones ocurrirá con más frecuencia por debajo del límite inferior.

Folio 650x 1,40

Debido a que se realizan dos tipos, mate y coextruido, se determina si las medias difieren significativamente mediante una prueba de hipótesis. Los resultados son señalados en la tabla 28.

TABLA 28
RESULTADOS DE PRUEBA DE HIPÓTESIS PARA
DIFERENCIA DE MEDIAS DE FOLIO 650X 1,40.

Folio	N	Media	Desviación	Valor p
430x0,7 Mate	76	1.4047	0.0222	0.442
430x0,7 Coextruido	88	1.4022	0.0203	

Siendo el valor p mayor a 0,05 se concluye que las medias no difieren significativamente y se analizan los datos en conjunto.

A continuación, se observa la carta de control para este folio:

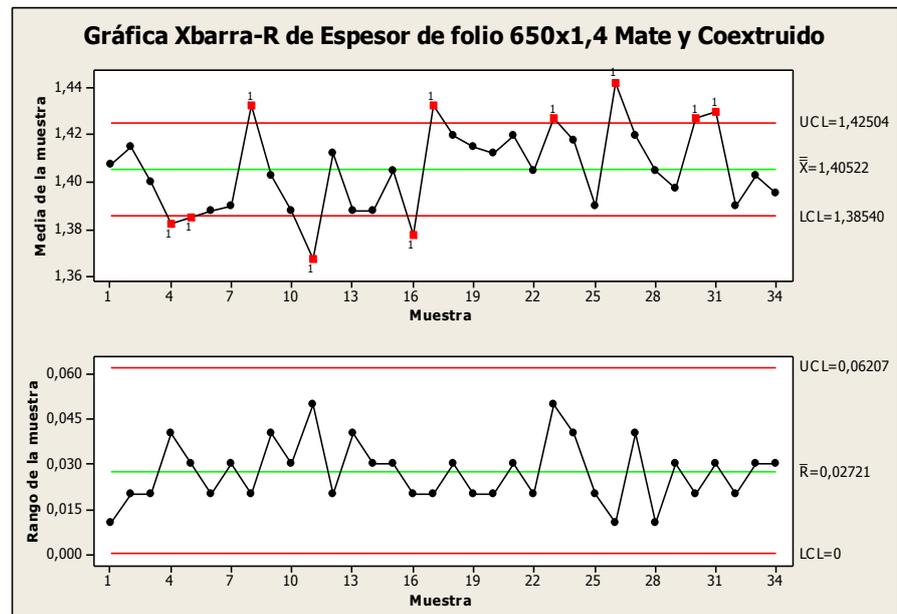


FIGURA 4.18 GRÁFICAS DE CONTROL PARA MEDIA Y RANGO DEL ESPESOR DE FOLIO 650X 1,40 MATE Y COEXTRUIDO.

Se concluye que el proceso no está bajo control estadístico. Los datos que se encuentran fuera de los límites son: 4, 5, 8, 11, 16, 17, 23, 26, 30, 31. En total 10 puntos mostrados en la figura 4.18.

Se procede a realizar el test de normalidad. El resultado es el observado en la figura 4.19.

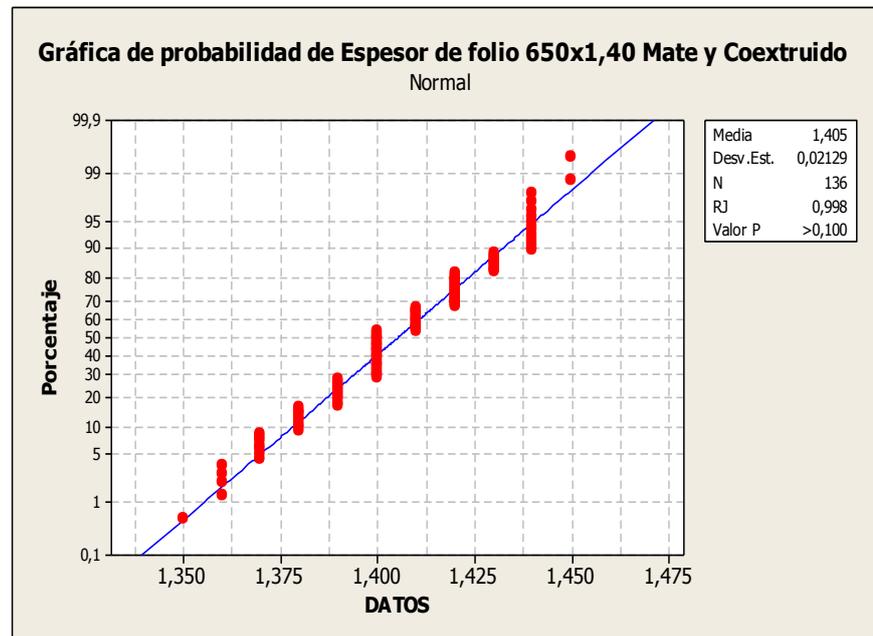


FIGURA 4. 19 PRUEBA DE NORMALIDAD DE ESPESOR DE FOLIO 650X 1,40 MATE Y COEXTRUIDO.

Con un valor p mayor a 0,05, se concluye que los datos siguen una distribución normal.

Finalmente, se analiza la capacidad del proceso mediante la siguiente gráfica:

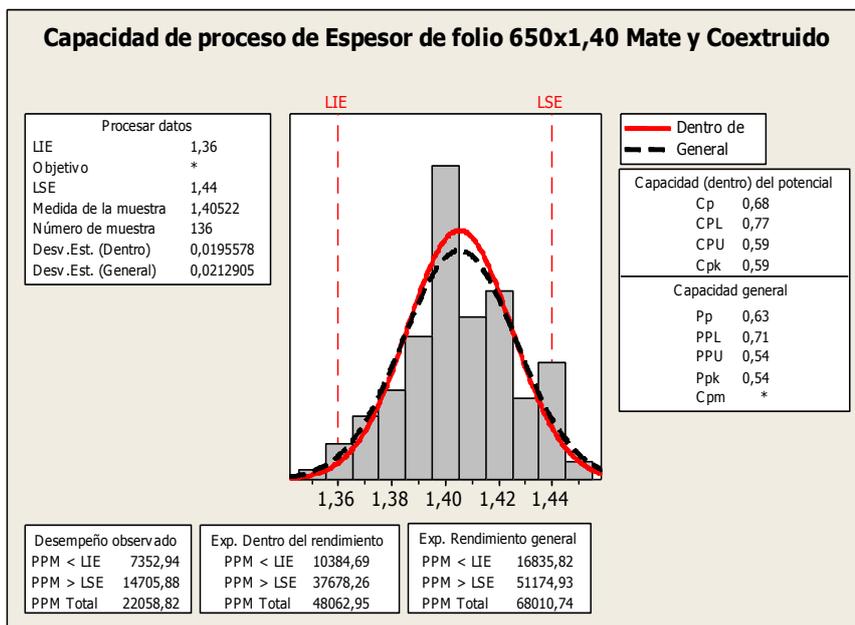


FIGURA 4.20 ANÁLISIS DE CAPACIDAD DEL ESPESOR DE FOLIO 650X 1,40 MATE Y COEXTRUIDO.

Según la figura 4.20, la capacidad potencial en el corto plazo 0,68 y el real 0,59 indicando que el proceso no se encuentra centrado. Dado que el valor de referencia 1,33 señala que un proceso es capaz de cumplir con las especificaciones, el espesor del folio 650x 1,40 no lo está logrando.

En el largo plazo, la capacidad potencial será 0,63 y la real 0,54. Las partes defectuosas por millón de unidades producidas encima del límite superior de especificación serán 51175 y 16836 por debajo del límite inferior de especificación, mostrando que el proceso se encuentra

sesgado hacia la derecha y el incumplimiento de las especificaciones ocurrirá con más frecuencia por arriba del límite superior.

Folio 690x 1,40

Este folio se emplea para la presentación de 1000g y solo se tiene el tipo mate.

A continuación, se analiza si el proceso se encuentra bajo control estadístico.

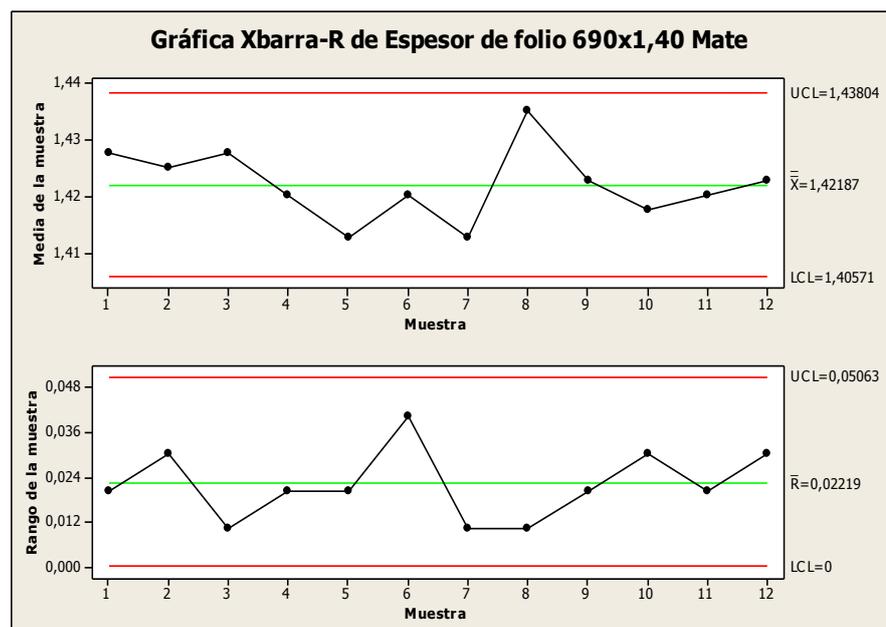
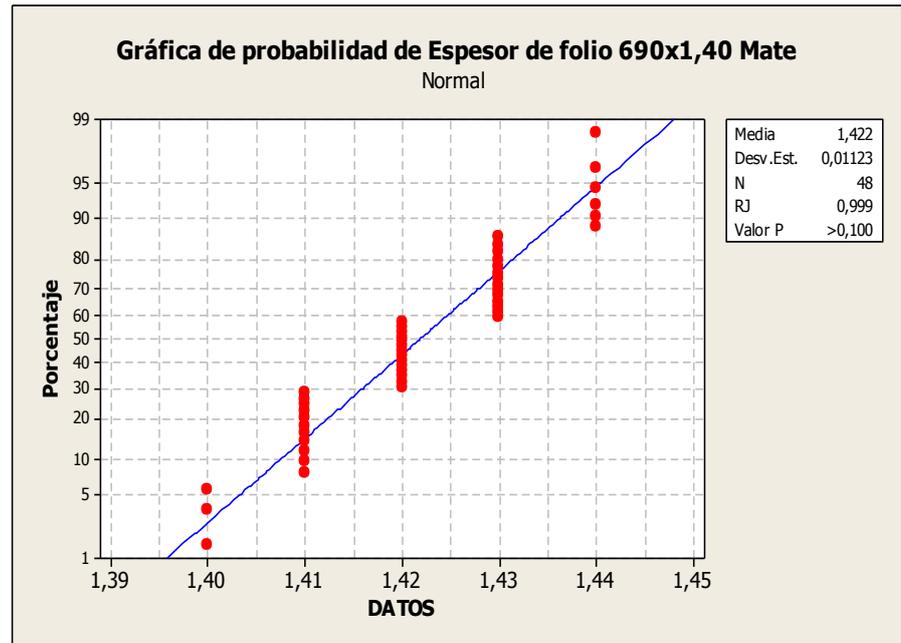


FIGURA 4.21 GRÁFICAS DE CONTROL PARA MEDIA Y RANGO DEL ESPESOR DE FOLIO 690X 1,40 MATE.

De acuerdo a la figura 4.21, se concluye que los datos se encuentran dentro de los límites de control.

Ahora, se determina si la distribución de los datos es normal.



**FIGURA 4.22 PRUEBA DE NORMALIDAD DE ESPESOR
DE FOLIO 690X 1,40 MATE.**

Dado que el valor p es mayor a 0,05, como se muestra en la figura 4.22, se puede decir que los datos son normales.

Luego, se estudia si el proceso se encuentra cumpliendo con las especificaciones mediante la siguiente gráfica.

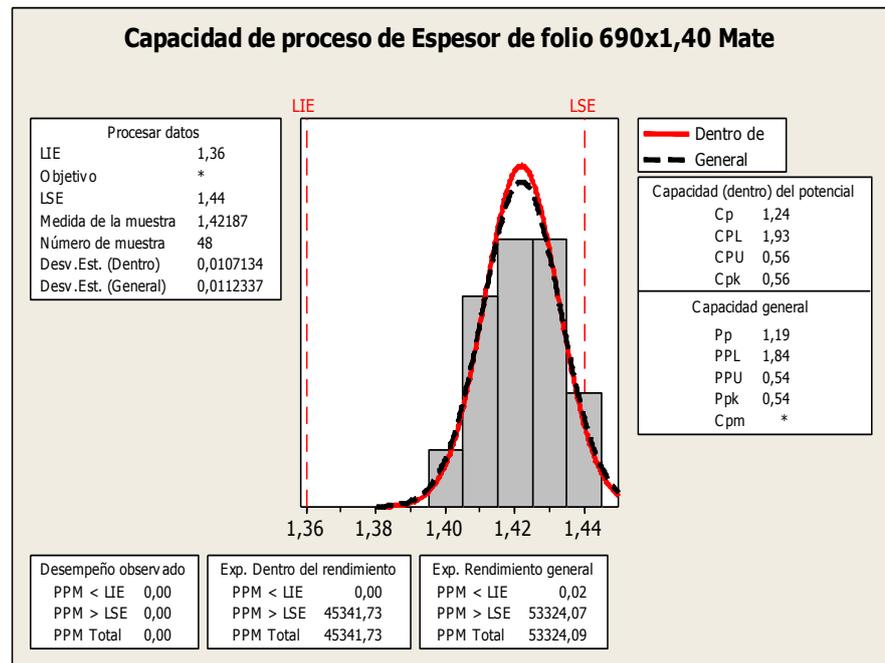


FIGURA 4.23 ANÁLISIS DE CAPACIDAD DEL ESPESOR DE FOLIO 690X 1,40 MATE.

Según la figura 4.23, la capacidad potencial del proceso si estuviera centrado sería 0,56 pero no lo está debido a que su capacidad real es 1,24 en el corto plazo. Dado que con $C_p=1,33$, un proceso es capaz de cumplir con las especificaciones, el espesor de folio 430x 0,39 no lo está consiguiendo. Sin embargo, si estuviera centrado, su capacidad estaría cercana al valor de referencia.

En el largo plazo, la capacidad potencial será 1,19 y la real 0,54. Las partes defectuosas por millón de unidades producidas encima del límite superior de especificación serán

53324 y aproximadamente cero por debajo del límite inferior de especificación, mostrando que el proceso se encuentra completamente sesgado hacia la derecha y el incumplimiento de las especificaciones ocurrirá en su totalidad por arriba del límite superior.

Folio 690 x 1,20

Este folio se emplea en la elaboración de tarrinas mate de 1200g. Primero, se establece si está bajo control estadístico.

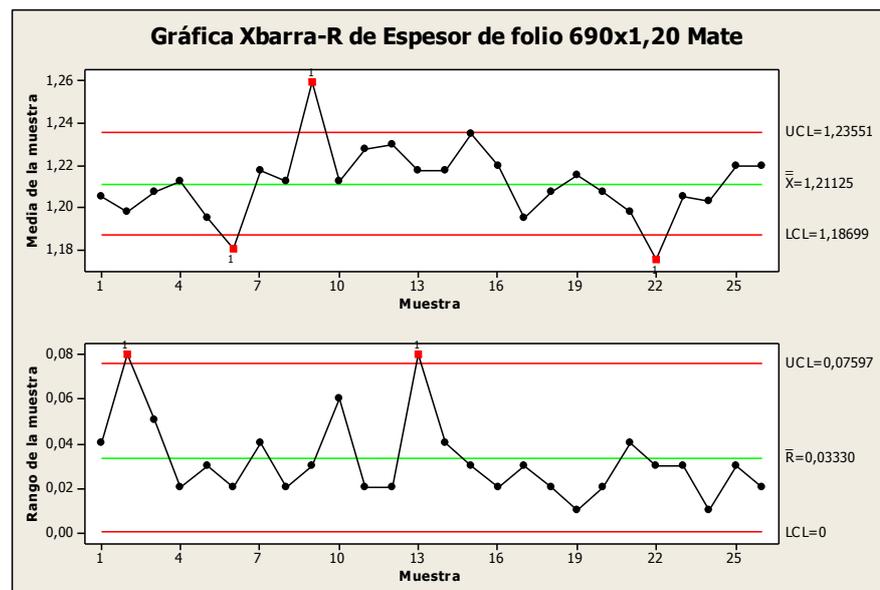
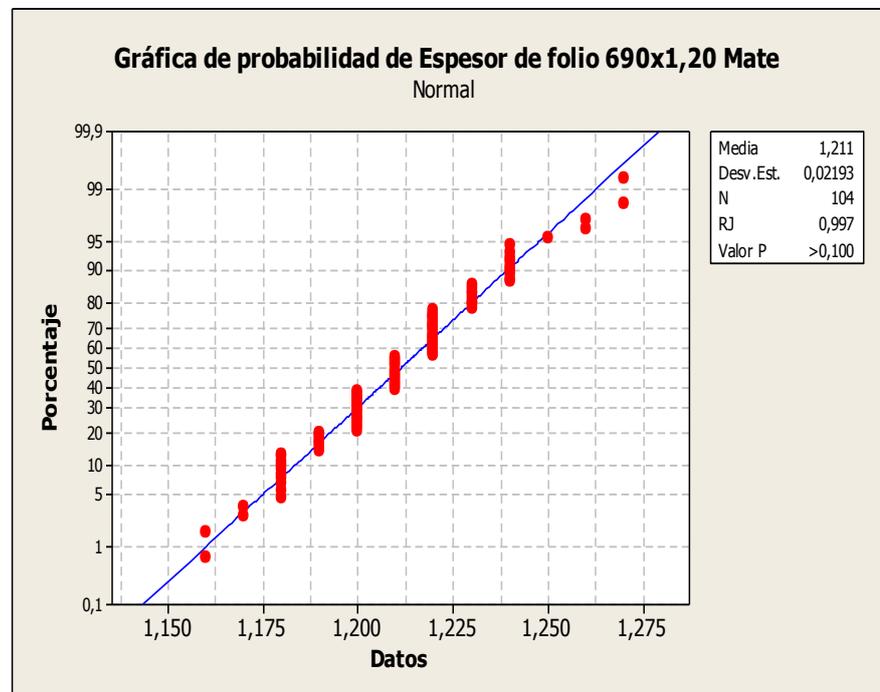


FIGURA 4.24 GRÁFICAS DE CONTROL PARA MEDIA Y RANGO DEL ESPESOR DE FOLIO 690X 1,20 MATE

Dado que existen puntos fuera de los límites, se establece que el proceso no está bajo control estadístico. Los puntos

que están fuera corresponden a las observaciones 6, 9, 22 en la gráfica de media y en la de rango son el 2 y 13 como se observa en la gráfica 4.24.

Luego, se comprueba la normalidad de los datos mediante la prueba de normalidad. El resultado se muestra en la figura 4.25.



**FIGURA 4.25 PRUEBA DE NORMALIDAD DE ESPESOR
DE FOLIO 690X 1,20 MATE.**

Con un valor p mayor a 0,05 no se rechaza la hipótesis nula, por lo que se concluye que los datos siguen una distribución normal.

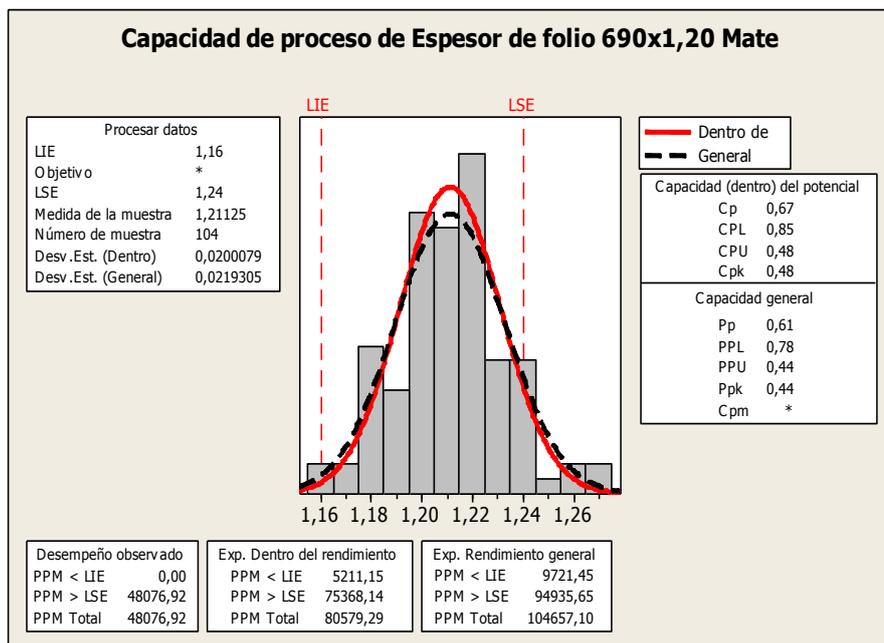


FIGURA 4.26 ANÁLISIS DE CAPACIDAD DEL ESPESOR DE FOLIO 690X 1,20 MATE.

Según la figura 4.26, la capacidad potencial en el corto plazo 0,67 y el real 0,48 mostrando que el proceso no se encuentra centrado. Dado que el valor de referencia 1,33 indica que un proceso es capaz de cumplir con las especificaciones, el espesor del folio 690x 1,20 no lo está alcanzando.

En el largo plazo, la capacidad potencial será 0,61 y la real 0,44. Las partes defectuosas por millón de unidades producidas encima del límite superior de especificación serán 94936 y 9721 por debajo del límite inferior de especificación, mostrando que el proceso se encuentra sesgado hacia la

derecha y el incumplimiento de las especificaciones ocurrirá con más frecuencia por arriba del límite superior.

4.3. Mapeo del Proceso

Proceso de fabricación del folio

El proceso de fabricación del folio es realizado en una maquina extrusora. En dicho proceso actúan cuatro personas:

- Un operador encargado del abastecimiento de materia prima.
- Un operador responsable de calibrar y del manejo de la operación.
- Un supervisor de producción para controlar que el proceso se cumpla normalmente.
- Un inspector de calidad que se encarga de realizar las pruebas al producto en proceso.

Existen dos tipos de folio: mate y coextruido. El folio coextruido se diferencia del mate puesto que una de sus caras tiene brillo, debido a la inyección de PE cristal, y no opaca como es el mate.

El proceso en general (mate y coextruido), como se muestra en las figuras 4.27 y 4.28, se lo realiza de la siguiente manera:

1. Un operador traslada la materia prima (PE) desde la bodega de materia prima hasta el área de producción.

2. El operador junto con el supervisor de producción revisan que la materia prima este en buenas condiciones y en cantidad requerida.
3. El operador realiza la mezcla de materia prima: material virgen y scrap (material reprocesado) dentro de un contenedor metálico; además del pigmento en la cantidad requerida.
 - Para mate: 50% material virgen, 50% scrap.
 - Para coextruido: 70% material virgen 30 scrap.
4. Luego una manguera transporta esta mezcla hasta la tolva, donde es almacenada y secada para eliminar todo tipo de humedad existente.
5. Posteriormente, la mezcla es transportada por otra manguera hasta el proceso de extrusión.
6. El operador de la máquina calibra las temperaturas y realiza un control de estas para el que la mezcla continúe uniforme.
7. La mezcla después de ser extruida pasa por unos rodillos de acero que son los encargados de darle el espesor deseado al folio.

8. El operador regula y controla la separación de los rodillos que le dan el espesor al folio para que exista uniformidad y el inspector de calidad realiza pruebas para verificar el cumplimiento de los estándares del folio.
9. El folio pasa a un proceso de embobinado a través de un rodillo de caucho.
10. El operador corta el flujo del folio cuando una bobina ya se encuentra con el peso o tamaño deseado y coloca una nueva para que continúe el proceso.
11. Las bobinas de folio pasan a almacenarse en la bodega de producto terminado.

La fabricación de material de coextruido tiene un proceso paralelo al general (figura 4.28), el cual consiste en:

1. Un operador transporta la materia prima que es PE cristal, desde la bodega de materia prima hasta la maquina coextrusora.
2. Se mezcla la materia prima PE cristal en la maquina coextrusora.
3. Se inyecta el material coextruido, justo en el proceso de extrusión del proceso general. El material coextruido por

densidad queda en la superficie dándole el brillo al producto terminado.

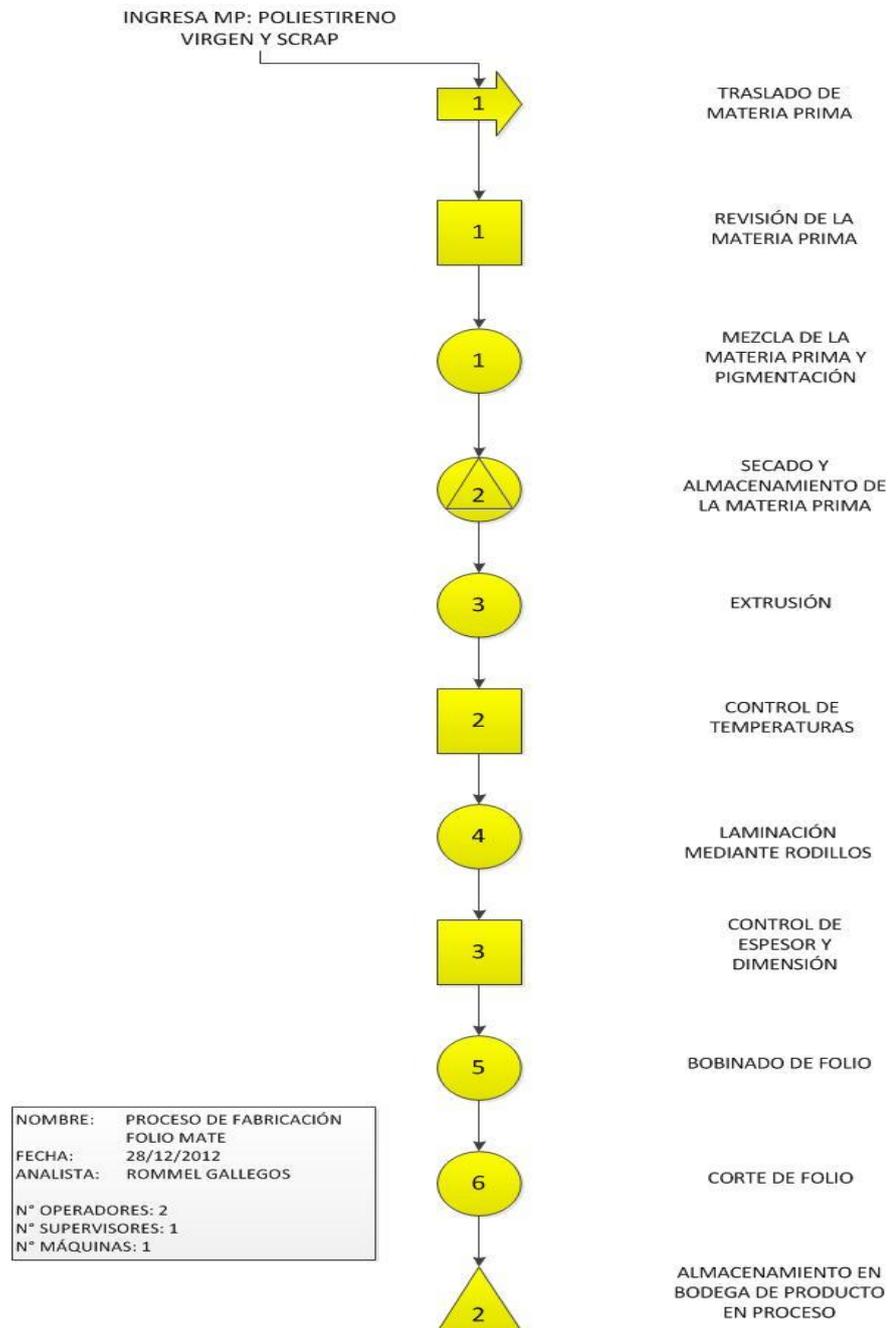


FIGURA 4.27 DIAGRAMA OTIDA DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DEL FOLIO MATE.

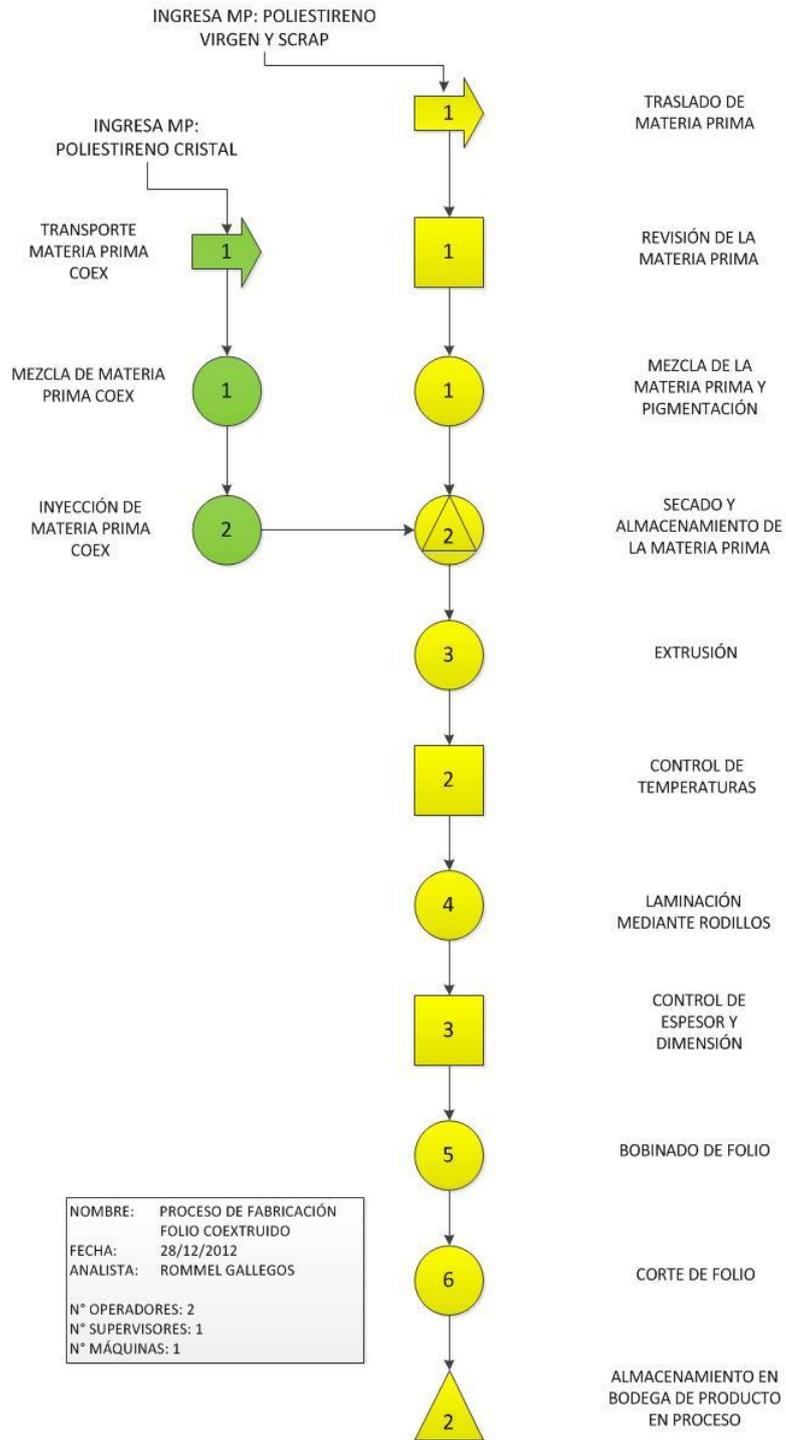


FIGURA 4.28 DIAGRAMA OTIDA DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DEL FOLIO COEXTRUIDO.

4.4. Determinación de Causas Potenciales de Problemas de Calidad

4.4.1. Establecimiento de Condiciones Básicas

Las condiciones básicas son aquellas que garantizan el buen desempeño del proceso, sin embargo la mayoría de pérdidas se ocasionan por el deterioro y falta de capacidad para mantener y establecer cuáles son las mismas.

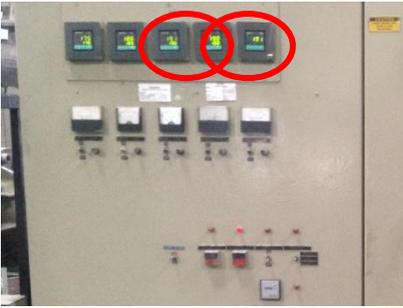
El fallo de las condiciones básicas se ven reflejadas en situaciones o problemas primarios que tan solo con un cambio o suplantación se solucionan, en pocas palabras con un Just do it (Solo hazlo) se elimina el condicionante que está ocasionando fallos en el proceso.

El reconocimiento de las condiciones básicas especiales que se encuentran fuera de los límites de control en el proceso de folio, se lo hizo con la finalidad de realizar un análisis más complejo con la seguridad que los defectos básicos hayan sido eliminados. Se realizó un trabajo de campo para determinar las condiciones básicas mediante la observación del proceso y entrevistas con los involucrados de la fabricación de folio. El resultado fue plan de acción mostrado en la tabla 29.

TABLA 29
PLAN DE ACCIÓN DE CONDICIONES BÁSICAS.

¿Cuál acción debe ser implementado ?	¿Por qué es importante la implementación de la acción?	¿Quién es el responsable?	¿Dónde la acción debe ser implementada?	Estado de la acción
Cambiar el tornillo de arrastre desgastado.	Permite la uniformidad del flujo del material.	Jefe de Mantenimiento		EN PROCESO

<p>Reparar uno de los succionadores de material de la tolva</p>	<p>Ayuda a la automatización del proceso, reduciendo operadores de línea</p>	<p>Jefe de Mantenimiento</p>		<p>EN PROCESO</p>
<p>Reanudar la utilización del dosificador de pigmentos</p>	<p>Reduce el tiempo de limpieza entre cambio de diseño</p>	<p>Jefe de Producción/R.R.HH</p>		<p>EN PROCESO</p>

<p>Cambiar sensores indicadores de temperatura en el cabezal</p>	<p>Permite una temperatura uniforme a lo largo del cabezal</p>	<p>Jefe de Mantenimiento</p>	 A photograph of a control panel with several digital displays and switches. Two of the digital displays are circled in red.	<p>EN PROCESO</p>
<p>Reemplazar los labios desgastados del cabezal</p>	<p>Logra uniformidad en el espesor del folio Reduce los tiempos de calibración</p>	<p>Jefe de Mantenimiento</p>	 A photograph of a machine head with a large, dark, rectangular component. A small, dark, circular area on the right side of the component is circled in red.	<p>EN PROCESO</p>

4.4.2. Identificación de Causas Potenciales de Variación

Lluvia de Ideas

Es un ejercicio en el cual se enlistan las causas potenciales del problema específico, en el caso de Poliplástica S.A. es la variación del espesor de los rollos de folio.

La lluvia de ideas es un ejercicio dinámico, en el cual los participantes dan sus opiniones e ideas acerca de factores o razones que pueden estar causando el problema específico que ya fue previamente detectado en el proceso. Todos los que interactúan tienen las mismas oportunidades de intervención.

Etapas de la lluvia de ideas en Poliplástica S.A.

Selección de participantes

Los integrantes, de Poliplástica S.A., que intervinieron en la lluvia de ideas por sus capacidades y conocimiento del proceso fueron:

Gerente de planta,

Jefe de producción,

Jefe de calidad,

Supervisor de producción y,

Operadores.

Todas estas personas poseen conocimientos y experiencia en diferentes áreas y perspectivas del proceso de fabricación del folio.

Explicación del problema

El problema específico existente en el proceso de la fabricación es el de la excesiva variabilidad en el espesor de folios de tapas y tarrinas, lo cual conlleva a problemas de calidad en los productos fabricados con dicho material.

Identificación de las causas

La identificación de las causas se las realizó con la ayuda de todas las personas que intervinieron, las cuales fueron:

1. Filtro de impurezas inadecuado.
2. Desgaste de los rodillos de acero.
3. Calibración usando método de velocidades de los rodillos de caucho.
4. Controles de espesor poco frecuentes.

5. Calibración empírica de los labios del cabezal.
6. Uso de tornillo de arrastre inadecuado para poliestireno.
7. Operarios no saben calibrar presión de bomba de flujo.
8. Concentración de material virgen-scrap.

La agrupación de las causas por su naturaleza se indica en la figura 4.29.

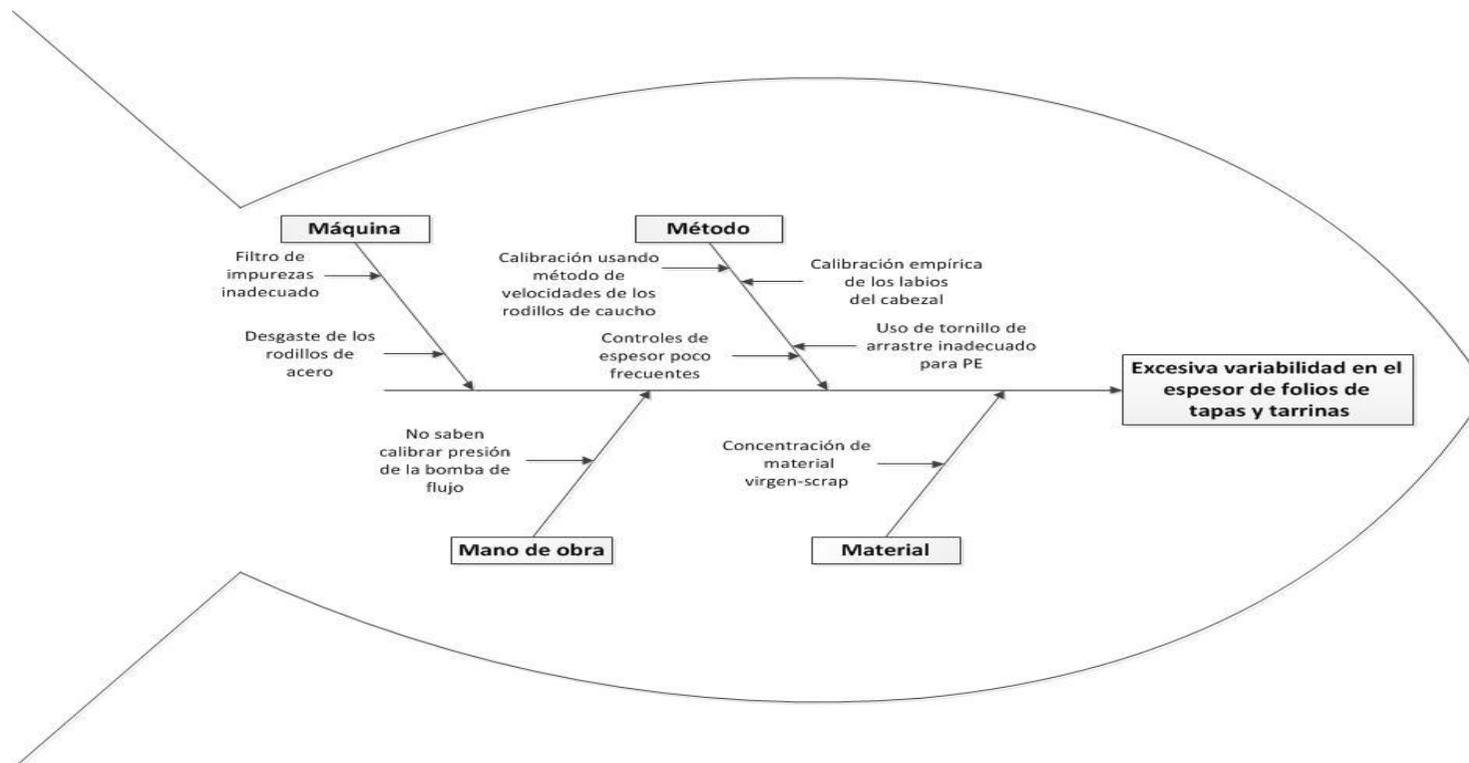


FIGURA 4. 29 DIAGRAMA CAUSA EFECTO DEL EXCESO DE VARIABILIDAD DEL ESPESOR DE FOLIOS.

4.4.3. Verificación de Causas Potenciales de Variación

Para verificar la validez de las causas potenciales en Poliplástica S.A. se empleó la herramienta 5 Porque's de la siguiente manera:

- 1) Se registran todas las causas identificadas en el diagrama causa y efecto que contribuyen al problema en la primera ronda de preguntas analizando una causa por formato.
- 2) Se determinan las causas que contribuyen, después de validar usando la observación Gemba, que se refiere al piso de trabajo, la cual emplea como recurso principal la observación, antes y después de una lluvia de ideas en sitio para recolectar información adicional que no se puede captar con datos, utilizando cámaras, modelos y maquetas que contribuyan a encontrar causas y entender un proceso.

Después de aplicar la observación, se emplean las siguientes reglas:

- Si la causa es confirmada, se introduce SÍ en el formato y se realiza una nueva ronda.

- Si la causa no es confirmada, se introduce NO en el formato y se detiene el análisis de esta causa.
- 3) Estadísticamente, la causa raíz se alcanza en la quinta ronda pero, puede presentarse el caso en que se alcance antes.

Verificación de Causa 1: Filtro de impurezas inadecuado.

TABLA 30
CINCO PORQUES DE CAUSA UNO.

Ronda 1	Hipótesis	Ronda 2	Hipótesis	Ronda 3	Hipótesis	Ronda 4	Hipótesis	Acción
¿Por qué hay variabilidad en el espesor de folio de tapas y tarrinas?		¿Por qué el filtro de impurezas es inadecuado?		¿Por qué aumenta la presión del flujo de material?				
Porque el filtro de impurezas es inadecuado	SI	Porque aumenta la presión del flujo de material	SI	Porque se llena de impurezas rápidamente	SI			Cambio de filtro actual por uno que sea autónomo y permita set-up interno
					CAUSA RAÍZ			

A continuación, se explicarán cada una de las rondas de la tabla 30.

Ronda 1: La hipótesis resultó ser afirmativa, puesto que el jefe de planta aseveró que cuando el filtro se llena de impurezas no es muy efectivo, sin embargo la máquina no puede pararse en el proceso para limpiarlo.

Ronda 2: Se verifico en el proceso realizando observaciones en el tablero de indicadores que se muestra en la figura 4.30; a medida que el filtro se iba llenando de impurezas, el indicador de presión de la bomba iba en incremento.



FIGURA 4.30 TABLERO DE PRESIONES DE LA EXTRUSORA.

Ronda 3: Un análisis sencillo de tiempos. Se compararon los tiempos que tomaban fabricar las órdenes de producción de folio versus el tiempo en que el filtro se empezaba a llenar de impurezas. El resultado se observa en la tabla 31. El tiempo que el filtro comenzaba a dar problemas a la bomba de presión por impurezas era mucho menor.

TABLA 31

COMPARACIÓN ENTRE TIEMPOS DE FABRICACIÓN DE FOLIO VS TIEMPO FILTRO SUCIO.

Tiempos de producción de folio	Tiempo que el filtro se ensucia
> 4 horas	<1 hora

Verificación de Causa 2: Desgaste de los rodillos de acero.

TABLA 32

CINCO PORQUES DE CAUSA DOS.

Ronda 1	Hipótesis	Ronda 2	Hipótesis	Ronda 3	Hipótesis	Ronda 4	Hipótesis	Acción
¿Por qué hay variabilidad en el espesor de folio de tapas y tarrinas?								
Porque los rodillos que regulan el espesor están desgastados	NO							

A continuación, se explicarán cada una de las rondas de la tabla 32.

Ronda 1: la hipótesis fue rechazada mediante observación en el puesto de trabajo, se procedió a realizar una inspección visual de los rodillos de acero, y se desechó cualquier tipo de desperfecto por desgaste puesto que se encuentran en perfectas condiciones.



FIGURA 4.31 RODILLOS DE ACERO DE LA MAQUINA EXTRUSORA.

Verificación de Causa 3: Operarios no saben calibrar presión de bomba de flujo.

TABLA 33
CINCO PORQUES DE CAUSA TRES.

Ronda 1	Hipótesis	Ronda 2	Hipótesis	Ronda 3	Hipótesis	Ronda 4	Hipótesis	Acción
¿Por qué hay variabilidad en el espesor de folio de tapas y tarrinas?		¿Por qué no saben regular o mantener estable la presión de la bomba de flujo?						
Porque no saben regular o mantener estable la presión de la bomba de flujo	SI	Por falta de experiencia	NO					
		Por poca capacitación en el área de manejo de máquinas	SI					Capacitación constante a operadores acerca de manejo de maquinaria



A continuación, se explicarán cada una de las rondas de la tabla 33.

Ronda 1: Se afirmó la hipótesis en el proceso, en el panel el indicador de presión variaba constantemente sin que los operadores pudieran estabilizarlo para que el flujo del folio sea constante. En la figura 4.30 se muestra el indicador de presión que variaba en todo momento.

Ronda 2: se determinó que esta causa era verdadera al analizar la información que posee RR.HH acerca de las capacitaciones del último año a los operadores, las cuales fueron en un 100% de temas de seguridad industrial y 0% de uso de maquinarias. En la tabla 34 se encuentra los porcentajes de capacitación del año 2012.

TABLA 34
CAPACITACIONES DEL 2012.

Capacitación operarios 2012	%
Manejo de máquinas	0
Seguridad industrial	100

Verificación de Causa 4: Uso de tornillo de arrastre inadecuado para poliestireno.

TABLA 35
CINCO PORQUES DE CAUSA CUATRO.

Ronda 1	Hipótesis	Ronda 2	Hipótesis	Ronda 3	Hipótesis	Ronda 4	Hipótesis	Acción
¿Por qué hay variabilidad en el espesor de folio de tapas y tarrinas?		¿Por qué el tornillo de arrastre que usan es inadecuado?		¿Por qué están usando un tornillo para un material diferente?				
Porque el tornillo de arrastre que usan es inadecuado	SI	Porque están usando un tornillo para un material diferente	SI	Porque es el único que poseen actualmente	SI 			Compra de un tornillo de arrastre adecuado para PE

CAUSA RAÍZ

A continuación, se explicarán cada una de las rondas de la tabla 35.

Ronda 1: Los operadores confirmaron que el tornillo de arrastre no era el adecuado, sin embargo cuando este era nuevo no daba problemas pero ahora que se encuentra desgastado empezó a dar molestias.

Ronda 2 y 3: La hipótesis fue validada por el gerente de planta que indicó que el tornillo actual era ideal para polipropileno y no para poliestireno, después la misma persona asevero que se lo está usando porque no existe otro tornillo extra para ningún material diferente.

Verificación de Causa 5: Calibración usando método de velocidades de los rodillos de caucho.

TABLA 36
CINCO PORQUES DE CAUSA CINCO.

Ronda 1	Hipótesis	Ronda 2	Hipótesis	Ronda 3	Hipótesis	Ronda 4	Hipótesis	Acción
¿Por qué hay variabilidad en el espesor de folio de tapas y tarrinas?		¿Por qué se calibra usando el método de velocidades de los rodillos de caucho?		¿Por qué los labios del cabezal no permiten espesores pequeños?		¿Por qué es la abertura mínima permitida por los labios?		
Porque se calibra usando el método de velocidades de los rodillos de caucho	Si	Porque los labios del cabezal no permiten espesores pequeños	Si	Porque es la abertura mínima permitida por los labios	Si	Porque la máquina no fue diseñada para aberturas menores	SI	Cambio de cabezal por uno con la capacidad mínima de abertura requerida
		Porque		Porque el operario no calibra adecuadamente los labios	NO	↑		
						CAUSA RAÍZ		

A continuación, se explicarán cada una de las rondas de la tabla 36.

Ronda 1: Para obtener el espesor de 0,39 mm se aumenta la velocidad del rodillo de caucho, de tal manera que gire más rápido que los rodillos que se encuentran antes de él.

Ronda 2: Se habló con el supervisor del proceso de extrusión quien indico que los espesores de 0,7 mm a 1,4 mm se logran calibrando los labios del cabezal.

Ronda 3: El personal de la línea ha observado que se obtiene un espesor de 0,42 mm en los folios con la abertura mínima de los labios.

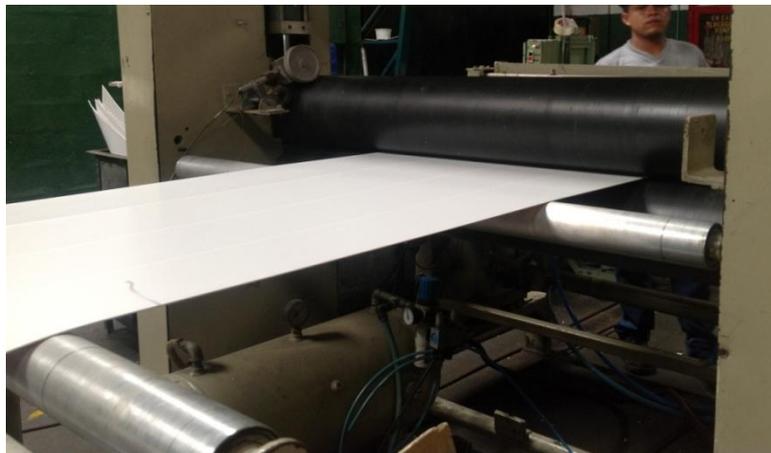


FIGURA 4.32 ELABORACIÓN DE FOLIO DE TAPAS.

Verificación de Causa 6: Calibración empírica de los labios del cabezal.

TABLA 37
CINCO PORQUES DE CAUSA SEIS.

Ronda 1	Hipótesis	Ronda 2	Hipótesis	Ronda 3	Hipótesis	Ronda 4	Hipótesis	Acción
¿Por qué hay variabilidad en el espesor de folio de tapas y tarrinas?		¿Por qué se calibran empíricamente los labios del cabezal?		¿Por qué no existe un método estandarizado de calibración?		¿Por qué el flujo de material es muy variable?		
Porque se calibran empíricamente los labios del cabezal	Si	Porque no existe un método estandarizado de calibración	Si	Porque el flujo de material es muy variable y no permite estandarizarlo	Si	Porque la bomba de flujo no está funcionando de manera adecuada	Si	Cambio de bomba de flujo por una que permita mayor uniformidad del material
		Porque no existe la herramienta adecuada	NO	Porque no se han documentado los parámetros como presión y temperaturas	NO	 		

A continuación, se explicarán cada una de las rondas de la tabla 37.

Ronda 1: los operadores calibran los labios, una vez realizada las mediciones de espesor en el producto final sin utilizar algún instrumento de precisión.

Ronda 2: el supervisor del proceso indicó que no existe un método que asegure que la calibración fue la adecuada y se realizan correcciones después de medir el espesor al final del proceso.

Para ajustar los labios emplean una llave en forma de T, la cual es original de la máquina.



FIGURA 4. 33 LLAVE USADA PARA CALIBRAR LOS LABIOS DEL CABEZAL.

Ronda 3: el Jefe de Producción explicó que realizaron un estudio para estandarizar un método de calibración, el cual no se puso en práctica por la variabilidad del flujo de material.

Existe un documento en el que se indican los rangos de presión y temperatura bajo los cuales debe operar la máquina para cumplir con las especificaciones del producto.

Ronda 4: el personal de la máquina expreso que existen inconvenientes que el rendimiento de la bomba de flujo debido a que la uniformidad del material no es constante.

Verificación de Causa 7: Controles de espesor poco frecuentes.

TABLA 38
CINCO PORQUES DE CAUSA SIETE.

Ronda 1	Hipótesis	Ronda 2	Hipótesis	Ronda 3	Hipótesis	Ronda 4	Hipótesis	Acción
¿Por qué hay variabilidad en el espesor de folio de tapas y tarrinas?		¿Por qué el control de calidad es poco frecuente?		¿Por qué la naturaleza del proceso no lo permite?				
Porque el control de calidad es poco frecuente	Si	Porque la naturaleza del proceso no lo permite	Si	Porque no se pueden realizar mediciones en el centro del folio durante el proceso	Si			Elaboración de mecanismo que permita la toma de datos en el centro del folio
		Porque no se cuenta con las herramientas necesarias	Si					Adquisición de herramientas adecuadas para realizar las mediciones
		Porque no existe suficiente personal en el área	NO					

A continuación, se explicarán cada una de las rondas de la tabla 38.

Ronda 1: El control de calidad se realiza cada hora como está indicado en los procedimientos. Esto se verifico en los reportes de inspección. Este control coincide con la finalización de la elaboración del folio e inicio del siguiente.

Ronda 2: El supervisor indicó que la elaboración del folio es continua y que con las herramientas de medición usadas se toman datos sólo de los extremos. No se ha evidenciado inconvenientes por falta de personal.

Ronda 3: El Jefe de calidad explicó que para realizar la medición del espesor en las cuatro áreas es necesario cortar un tramo del folio para tener acceso al centro del mismo.

Verificación de Causa 8: Concentración de material virgen-scrap.

TABLA 39
CINCO PORQUES DE CAUSA OCHO.

Ronda 1	Hipótesis	Ronda 2	Hipótesis	Ronda 3	Hipótesis	Ronda 4	Hipótesis	Acción
¿Por qué hay variabilidad en el espesor de folio de tapas y tarrinas?								
Por la concentración de material virgen-scrap varía según estándares o requerimientos	SI 							Análisis de concentración óptima de material virgen-scrap para cada tipo de folio

A continuación, se explicarán cada una de las rondas de la tabla 39.

Para verificar esta hipótesis se emplean los datos del folio mate de 690 mm de ancho y 1,20 mm de espesor a diferentes concentraciones: 1) 50%virgen-50%scrap y 2) 90%virgen y 10%scrap. Se realizan gráficas de control para cada caso, como se muestra 4.35 y 4.36, respectivamente.

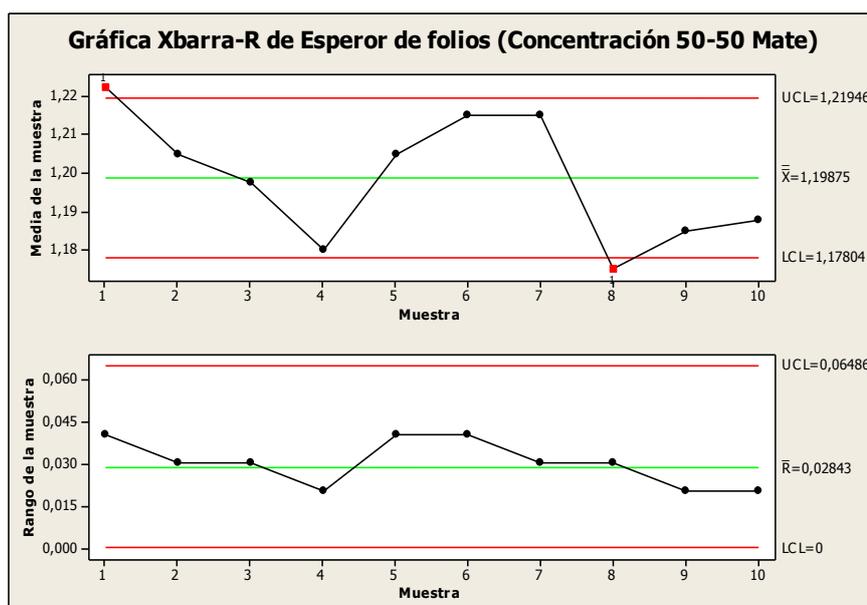


FIGURA 4.34 CARTA DE CONTROL PARA LA MEDIA Y EL RANGO PARA EL ESPESOR DEL FOLIO 1,2 MM CON CONCENTRACIÓN 50% VIRGEN Y 50% SCRAP.

La gráfica de control para la media del espesor del folio cuya especificación es 1,2 mm con la concentración de 50% virgen y 50% scrap (figura 4.35) está fuera de control estadístico, mientras que la carta para el rango se encuentra dentro de los límites de control.

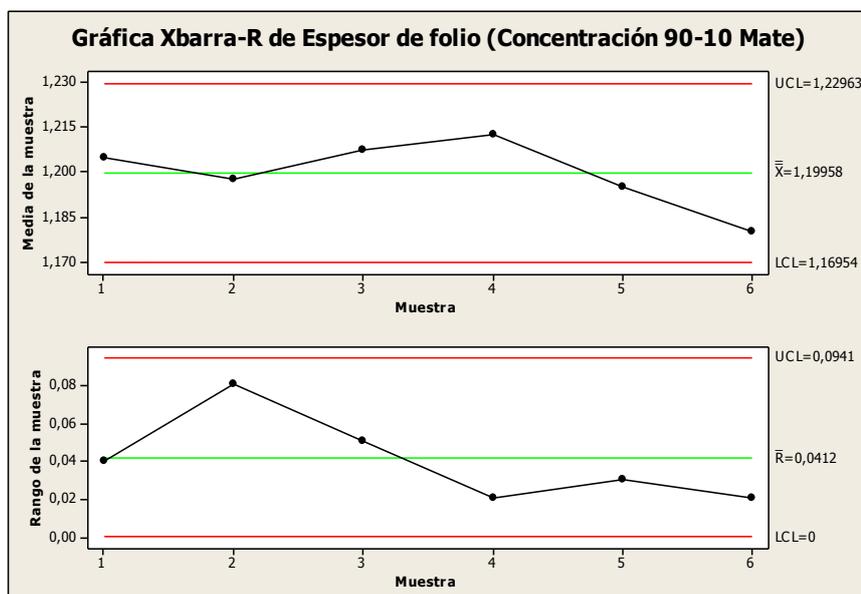


FIGURA 4.35 CARTA DE CONTROL PARA LA MEDIA Y EL RANGO PARA EL ESPESOR DEL FOLIO 1,2 MM CON CONCENTRACIÓN 90% VIRGEN Y 10% SCRAP.

Se observa en las gráficas para la media y el rango del espesor del folio de 1,2 mm de especificación y concentración de 90% virgen y 10% scrap (figura 4.36) está bajo control estadístico.

Esto permite aceptar la hipótesis de que la concentración del material virgen-scrap afecta al espesor del folio.

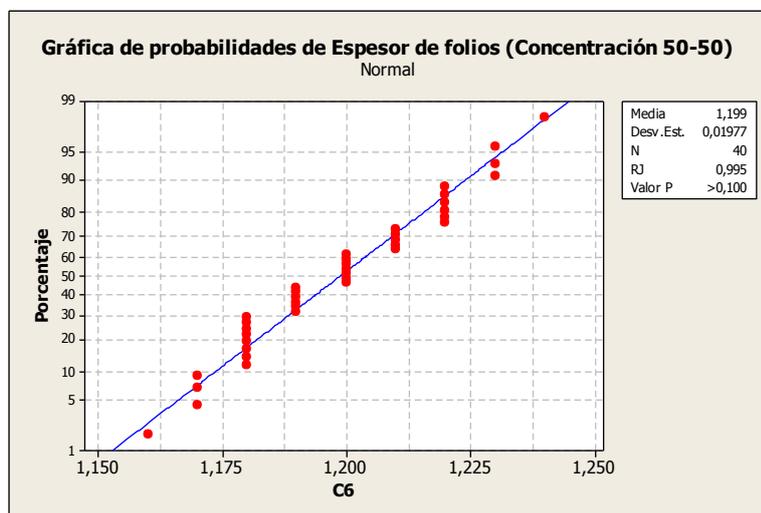


FIGURA 4.36 PRUEBA DE NORMALIDAD PARA EL ESPESOR DE FOLIO 1,2 MM CON CONCENTRACIÓN 50% VIRGEN Y 50% SCRAP.

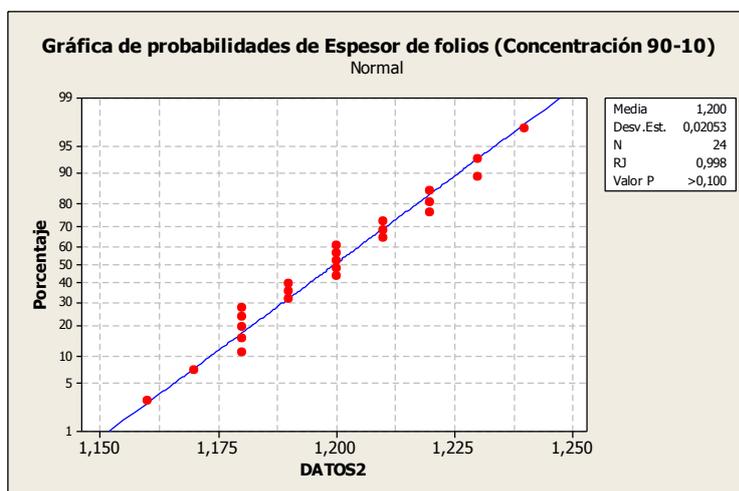


FIGURA 4.37 PRUEBA DE NORMALIDAD PARA EL ESPESOR DEL FOLIO 1,2 MM CON CONCENTRACIÓN 90% VIRGEN Y 10% SCRAP.

Se procede a comprobar si los datos de ambas concentraciones tienen una distribución normal, realizando las pruebas de normalidad cuyos resultados se indican en las figuras 4.37 y 4.38 para las concentraciones 50-50% y 90-10%, respectivamente.

Finalmente, se analiza la capacidad de cada concentración. Como se muestra en la figura 4.39, la concentración 50-50% tiene una capacidad potencial de 0,67 y real de 0,65, lo cual indica que el proceso se encuentra aproximadamente centrado. Sin embargo, si se compara con el valor referencial $C_p=1,33$, concluyendo que el proceso no es capaz en el corto plazo.

En cambio, en la mezcla 90-10% la capacidad potencial es 0,78 y la real es 0,77 en el corto plazo, es decir, que se encuentra centrada como indica la figura 4.40. Este proceso tiene una capacidad mayor, en comparación con la mezcla 50-50% debido a que su valor es más cercano al C_p referencial de 1,33, que indica que un proceso es capaz de cumplir con las especificaciones.

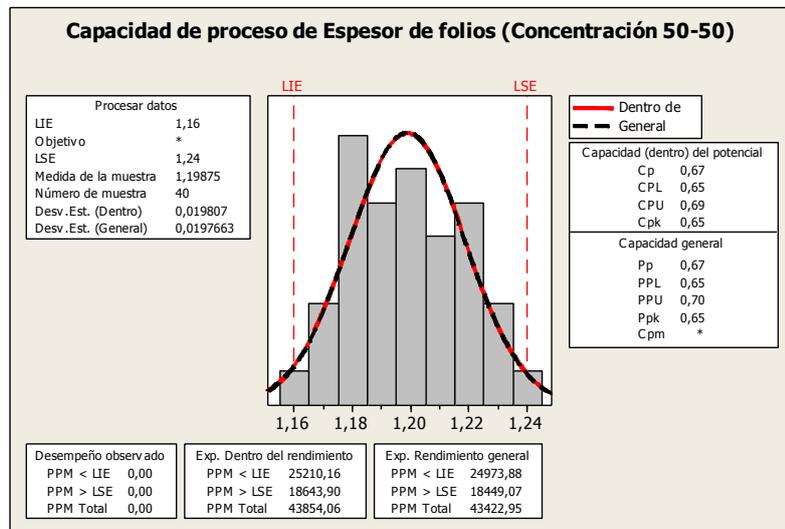


FIGURA 4. 38 ANÁLISIS DE CAPACIDAD PARA EL ESPESOR DE FOLIO 1,2 MM CON CONCENTRACIÓN 50% VIRGEN Y 50% SCRAP.

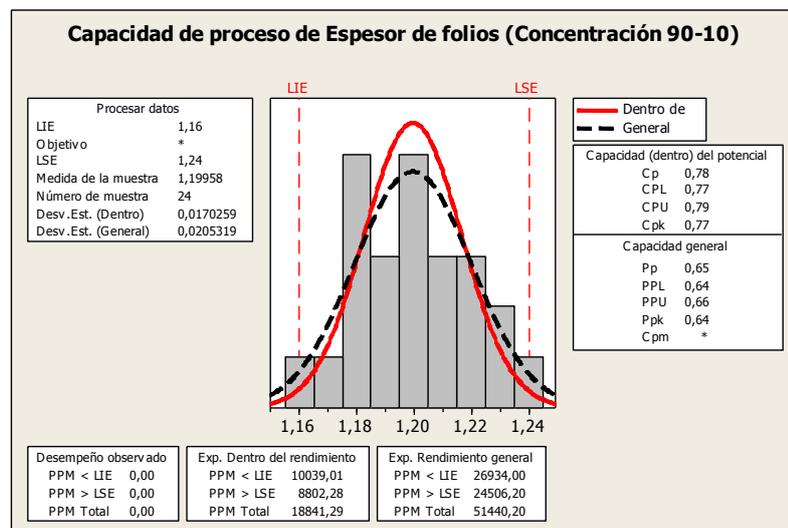


FIGURA 4. 39 ANÁLISIS DE CAPACIDAD PARA EL ESPESOR DEL FOLIO 1,2 MM CON CONCENTRACIÓN 90% VIRGEN Y 10% SCRAP.

CAPÍTULO 5

5. PLANTEAMIENTO DE INICIATIVAS DE MEJORAS

5.1. Establecimiento de propuestas de mejora en el sistema de control de producción

Después del diagnóstico situacional realizado en Poliplástica S.A., se pudo identificar varias oportunidades de mejora en el proceso de control de la producción, es por eso que se han planteado algunas iniciativas para que mejoren dicho sistema, las cuales son:

Sistema para el seguimiento de las órdenes en el piso de trabajo

Se plantea esta iniciativa como un método para facilitar la identificación del lugar en que se encuentra la orden desde que fue pedida por el cliente hasta que se despacha; actualmente Poliplástica S.A. solo tiene registros del tiempo total en días como se muestra en la figura 3.20, mas no del tiempo que toma pasar de un departamento a otro, lo cual ayudaría a reconocer cual proceso

es el que toma más tiempo y poder realizar las correcciones respectivas.

Se plantea un modelo que permita un control visual, el cual facilitará localizar en que parte del proceso se encuentra el pedido y determinar cuántos días han pasado desde que el cliente realizó la solicitud.

El modelo deberá ubicarse en una zona de la planta que tenga acceso a todo el personal para su fácil visualización, también se puede optar por colocar pizarras en cada departamento e ir las actualizando en cada transacción.

Fecha:	Departamento	Departamento	Fabricación		Bodega	Fecha de entrega
			Termoformado	Impresión		
07/01/13	ventas	producción				08/01/13
# Pedido						Retraso
01/01/13						
#1235						09/01/13
01/01/13						Demora
#123z6						10/01/13
02/01/13						Demora
#1237						12/01/13
04/01/13						A tiempo
#12348						13/01/13
06/01/13						A tiempo

FIGURA 5. 1 EJEMPLO DE SISTEMA DE SEGUIMIENTO DE ÓRDENES.

La figura 5.1 muestra un ejemplo de cómo debería usarse, el modelo planteado para el control visual. El manejo correcto de este modelo es:

- En el casillero de fecha se coloca la fecha actual, se la cambia cada día.
- Debajo de esta se registra el número de pedido y el día en que el cliente realizó la orden.
- Adicional se registra simultáneamente el día pactado con el cliente como fecha de entrega.
- Todo proceso en el modelo se inicia colocando una ficha en el departamento de ventas, que va a ir desplazándose al resto de las áreas en que se encuentre la orden en días posteriores hasta que se realice el despacho del producto final desde la bodega.
- Los colores de las fichas indican el estado del pedido y deben actualizarse día a día, se tomará el criterio establecido por Eli Schragenheim en el sistema de control Buffer Management al dividir el lead time en 3 partes iguales. El procedimiento es muy simple, y es fácil de automatizar en cualquier sistema. Se

divide el tiempo de entrega en tres zonas iguales de colores, donde (18):

Rojo: indica que existe un retraso (es entre 0% y el 33.3% del tiempo disponible de entrega) y existe una alta posibilidad que el pedido no sea entregado a tiempo.

Amarillo: indica que el proceso se está demorando y debe tener más agilidad (mayor a 33.3% y 66.7% del tiempo disponible de entrega).

Verde: indica estabilidad del sistema (mayor al 66.7% y 100% del tiempo disponible de entrega).

Entre las ventajas de usar este modelo se tiene:

- Controlar visualmente el estado del pedido.
- Verificar en que parte del proceso se encuentra el pedido.
- Integrar la herramienta al sistema Polisoftware, usado por Poliplástica S.A., generando reportes automáticamente que permitan analizar resultados para establecer mejoras y nuevas metas.

Sistema visual para jerarquizar las ordenes de producción semanalmente

Esta iniciativa se la plantea para optimizar el tiempo disponible de las máquinas para producir y poder predecir cuantas órdenes podrán fabricarse semanalmente.

El sistema se lo plantea puesto que actualmente el departamento de producción de Poliplástica S.A. no está tomando en cuenta una jerarquización para la liberación de órdenes de producción.

El sistema que se propone guarda relación estrecha con el “*sistema para el seguimiento de las órdenes en el piso de trabajo*” planteado anteriormente, debido a que podrían verificar que órdenes son las más próximas a finalizar su plazo de entrega. Para la realización del método se tomó en cuenta que los tiempos de preparación son independientes.

La secuencia para jerarquizar las órdenes sería la siguiente:

- 1) Tomar en cuenta el plazo de entrega, siendo la más importante la que posea menos tiempo para su despacho. Estos tiempos pueden verificarse en la tabla de seguimientos de las órdenes en el piso de trabajo propuesta como otra iniciativa de mejora tal como se ilustra en la figura 5.1.

- 2) Si las órdenes cuentan con un tiempo similar de entrega, se las ordenará de manera que se requiera la menor cantidad de cambio de moldes y piezas en la máquina. Para esto se utilizarán como referencia las tablas 17 y 21, que indican un estimado de tiempo que toman los cambios en las termoformadoras.

TABLA 40

EJEMPLO DE JERARQUIZACIÓN DE ÓRDENES.

PRIORIDAD (PEDIDO)	TERMOFORMADORA TAPAS	PRIORIDAD	TERMOFORMADORA TARRINAS
1) #1234	10000 tapas 500 mg	1) #1231	20000 tarrinas 250 mg
2) #1231	20000 tapas 250 mg	2) #1234	10000 tarrinas 500 mg
3) #1233	15000 tapas 1000 mg	3) #1233	15000 tarrinas 1000 mg
4) #1232	20000 tapas 1200 mg	4) #1232	20000 tarrinas 1200 mg
5)		5)	

- 3) Se tomará el tiempo total disponible de la máquina semanal y se irá restando el tiempo estimado de producir una orden y su cambio de molde, orden tras orden, hasta que la capacidad de la máquina este al límite y se registrarán las ordenes posibles a fabricar semanalmente en un tablero ubicado en el departamento de producción siendo visible que órdenes estarán programadas como se muestra en el ejemplo de la siguiente tabla 41. Los colores indican la disponibilidad y va

desde verde, que indica el 100% de tiempo disponible, hasta rojo.

TABLA 41
EJEMPLO DE DISPONIBILIDAD PARA
JERARQUIZAR ÓRDENES.

% Horas disponibles semanales	Termoformadora Tapas	Termoformadora Tarrinas	
100% (verde)	1) #1234	1) #1231	
	2) #1231		
80% (azul)	3) #1233		2) #1234
	4) #1232		3) #1233
60% (amarillo)		4) #1232	
40% (naranja)			
20% (rojo)			

5.2. Establecimiento de Mejoras en el Sistema de Control de Calidad

Las mejoras propuestas en el área de calidad, se obtuvieron a partir del análisis realizado en el capítulo 4 y están relacionadas con el principal problema de los envases, su peso; el cual se debe a la variabilidad en el espesor de su materia prima: el folio.

No se indica la fecha a realizar las acciones propuestas mostradas en la tabla 42 debido a que no se obtuvo una respuesta sobre cuando se desarrollarían por parte de la empresa.

Se realizó un análisis costo-beneficio para determinar la conveniencia de realizar el plan de mejoras en el sistema de control de calidad (Apéndice J).

La relación del Costo-Beneficio fue de 3,61, por ende al ser mayor que 1 se determina que si es factible realizar los cambios en la máquina extrusora, ya que por cada dólar invertido, tendré un beneficio de \$2,61. Lo cual si es representativo para la cantidad de cambios que se deben realizar además de la inversión que esto acarrea.

TABLA 42

PLAN DE ACCIÓN PARA MEJORAS EN EL SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD.

¿Qué?	¿Por qué?	¿Quién?	¿Dónde?	¿Cómo?	¿Cuánto cuesta?
Cambio del filtro actual por uno que sea autónomo y permita set-up interno	Porque facilitará el flujo de material evitando aumento de presiones	Jefe de Planta Jefe de Mantenimiento	En la máquina extrusora	Comprando un filtro que pueda rotar sistemáticamente	\$50000
Capacitación constante a operadores acerca de manejo de maquinaria	Porque permitirá la correcta operación de la máquina	Jefe de Producción Jefe de Recursos Humanos	En la sala de reuniones de la empresa y en planta	Mediante charlas al personal y práctica en sitio	\$500
Compra de un tornillo de arrastre adecuado para PE	Porque facilitará el arrastre del material y se ajustará a las propiedades del mismo	Jefe de Planta Jefe de Mantenimiento	En la máquina extrusora	Cambiando el tornillo de polipropileno que se está usando por uno de poliestireno	\$25000

Cambio del cabezal por uno con la capacidad mínima de abertura requerida	Porque permitirá la calibración de espesores pequeños	Jefe de Planta Jefe de Mantenimiento	En la máquina extrusora	Adaptando el cabezal de máquina que no se está utilizando y cumple con la abertura mínima	\$3000
Cambio de bomba de flujo por una que permita mayor uniformidad del material	Porque brindará uniformidad al flujo de material	Jefe de Planta Jefe de Mantenimiento	En la máquina extrusora	Reemplazando los sensores gastados	\$3000
Elaboración de mecanismo que permita la toma de datos en el centro del folio	Porque permitirá tomar medidas correctivas sobre la calibración del espesor durante el proceso	Jefe de Calidad	En la máquina extrusora	Diseñando un método para tomar medidas en el centro	\$6000
Adquisición de herramientas adecuadas para realizar las mediciones	Porque otorgará confiabilidad de las mediciones tomadas	Jefe de Planta Jefe de Calidad	Departamento de calidad	Comprando equipo de medición magnético	

Análisis de concentración óptima de material virgen-scrap para cada tipo de folio	Porque el material scrap ya fue procesado afectando sus propiedades iniciales	Jefe de Planta Jefe de Calidad	Departamento de calidad	Estudio de concentraciones de la mezcla	\$1000
---	---	-----------------------------------	-------------------------	---	--------

CAPÍTULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- Analizando el volumen y variabilidad de la demanda se concluye que existe suficiente capacidad de producción no utilizada. Actualmente, el equipo más empleado usa apenas un 53% del tiempo total. Para el año 2013, se espera que la demanda aumente en promedio en un 21%, por consiguiente, la utilización incrementará a un 74%.
- Los tiempos de preparación en los equipos no dependen de la secuencia de producción debido a que los tiempos que toman realizar dichos cambios son muy similares con diferencias no mayores al 10%.
- La compañía no posee un sistema formal de jerarquización de órdenes puesto que en la actualidad se las fabrica de acuerdo a

la disposición del departamento de ventas, esto no representa problemas en la actualidad debido a la baja utilización actual de las máquinas.

- El nivel de servicio de la empresa fue del 96% y el promedio del tiempo de entrega no superó los 7 días, lo cual representa un 58% del lead time actualmente establecido de 12 días.
- Se identificó que no poseen un control en el piso de trabajo, debido a que solo registran el tiempo total de entrega, y no cuentan con registros del tiempo que permanece la orden en cada proceso, y si en algún punto es necesario expedir la misma.
- Se determinó que la variable de control peso en el producto final envases no se está categorizando como crítica y es una de las causas principales de reclamos, debido a que ocasiona fragilidad en el producto.
- La variable peso de tarrina está directamente relacionada con el espesor del folio, que es un producto en proceso elaborado por la misma compañía. El espesor de este último es muy variable lo que ocasiona inconvenientes en los productos finales tapas y tarrinas debido a que presentan problemas de fragilidad y ruptura.

- Las causas especiales de variación del folio están ligadas al desgaste de la máquina extrusora, el porcentaje de combinación de producto virgen y scrap, la falta de capacitación en el empleo del equipo, y las modificaciones empíricas en la maquinaria realizadas con el fin de cumplir con ciertos requerimientos de parte de los clientes.
- Se llegó a la conclusión que la falta de un sistema de planificación y control de la producción no es crítico debido al nivel de utilización. Sin embargo, si la demanda se incrementa, será necesario establecer un sistema o caso contrario existiría una drástica reducción de los índices de desempeño.
- El diagnóstico que se realizó en Poliplástica S.A., permitió identificar las características de la demanda y de producción de la planta, con lo cual podemos establecer las características requeridas para seleccionar un método de control de producción más adecuado.

6.2. Recomendaciones

- Considerando la independencia de los tiempos de preparación a la secuencia de producción, es factible la implementación de un sistema DBR simplificado. Se recomienda la aplicación del sistema DBR tradicional en sistemas más complejos, como es el

caso de equipos con tiempos de preparación dependientes de la secuencia.

- Se recomienda el desarrollo de planes de capacitación para la implementación de cartas de control en las variables espesor en el folio y peso en las tarrinas y tapas.
- Mejorar la comunicación entre producción y ventas, a través del desarrollo de un sistema de control visual que permita ofrecer información acerca del nivel de carga, especialmente de los recursos más utilizados.
- Realizar planes de capacitación del funcionamiento de la máquina extrusora con el objetivo de reducir los tiempos de arranque y lograr que su mantenimiento sea autónomo.
- Analizar la mezcla óptima de material virgen-scrap de acuerdo al tipo de folio y su finalidad, debido a que el material reprocesado, especialmente el cristalino, pierde sus propiedades a medida que se lo reutiliza. Se sugiere el empleo de diseño de experimentos como una herramienta.

APÉNDICE A

REPORTE DE PRODUCCIÓN								Código:		
FECHA: _____				TURNO: _____		OPERADOR: _____		AYUDANTE 1: _____		SUPERVISOR: _____
MÁQUINA: _____								AYUDANTE 2: _____		
DESCRIPCIÓN DE PRODUCTO	COLOR	CLIENTE	ORDEN DE PRODUCCIÓN	% DE SCRAP	RENDIMIENTO REAL(KG/H)	KG. PRODUCIDOS	UNIDADES PRODUCIDAS	TIEMPO PROGRAMADO (H)	TIEMPO NETO (H)	
PARADAS PROGRAMADAS			PARADAS NO PROGRAMADAS				OBSERVACIONES			
ITEM	1	2	ITEM	1	2					
MEZCLA			FALLA MECÁNICA							
CALENTAMIENTO			FALLA ELÉCTRICA							
MANTENIMIENTO			OPERACIÓN							
LIMPIEZA			FALTA DE PERSONAL							
ESTABILIZACIÓN			CORTE DE ENERGÍA							
CAMBIO DE FILTROS			ESTABILIZAR							
CAMBIO DE MOLDE/MEDIDA			FALTA DE MATERIA PRIMA							
OTROS			OTROS							

APÉNDICE B

Proyección de ventas para el año 2013					
Mes	Unidades demandas por presentación				
	250 mg	500 mg	1000 mg	1200 mg	Total
Enero	50000	50000	15000	68000	183000
Febrero	52000	135000	20000	54000	261000
Marzo	50000	119000	41000	100000	310000
Abril	0	87000	20000	65000	172000
Mayo	30000	89000	20000	60000	199000
Junio	20000	77000	44000	60000	201000
Julio	20000	119000	38000	67000	244000
Agosto	51000	65000	23000	65000	204000
Septiembre	28000	69000	33000	131000	261000
Octubre	31000	117000	26000	50000	224000
Noviembre	0	53000	0	30000	83000
Diciembre	15000	76000	10000	60000	161000
Total	347000	1056000	290000	810000	2503000

APÉNDICE C

Proyección de ventas mensual para el 2013 (en miles de unidades)												
Cliente	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
A	35	20	30	20	30	20	35	23	20	35	24	23
B	0	20	20	23	20	0	30	23	0	30	0	0
C	35	35	35	0	35	0	35	0	35	35	35	0
D	63	69	81	45	81	80	60	35	58	52	35	52
E	0	0	0	0	0	45	0	0	0	0	0	0
F	0	40	40	0	40	0	0	0	40	0	25	0
G	0	58	0	58	0	23	33	0	29	29	23	35
H	26	22	35	12	35	20	53	35	36	40	25	29
I	53	40	35	58	35	52	35	46	70	23	35	35
TOTAL	212	304	237	214	275	239	280	161	287	244	202	173

APÉNDICE E

PROCEDIMIENTO PARA INSPECCIÓN EN PROCESO Y PRODUCTO

TERMINADO

1. OBJETIVO

Establecer las inspecciones y evaluaciones de las variables necesarias para asegurar la calidad del producto terminado durante la producción y en bodega.

2. ALCANCE

Este procedimiento aplica a las inspecciones realizadas en la etapa de mezcla, producto terminado y embalaje de los envases.

3. DEFINICIONES

PS = Poliestireno

HIPS= Poliestireno Alto Impacto

GPPS= Poliestireno Cristal

4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

N / A

5. POLÍTICAS

5.1. Producto no inspeccionado no puede ser liberado.

6. RESPONSABLES

- Jefe de Calidad,
- Inspector de Calidad,
- Supervisores de Producción,
- Jefe de Producción y,
- Operadores.

7. EQUIPOS Y MATERIALES

- Flexómetro
- Micrómetro
- Medidor de humedad
- Medidor de brillo
- Microscopio
- Probador de envase
- Envase patrón
- Balanza

8. PROCEDIMIENTO

8.1. Inspección durante el proceso

8.1.1. Inspección en el Mezclado, tiene por objeto asegurar que la mezcla de materia prima cumpla con el porcentaje de humedad establecido, ya que los vestigios de humedad afectan el acabado del producto haciendo que ésta se encapsule y reviente el material en el proceso de Termoformado.

8.1.2. Por lo que esta prueba se la realiza a los productos que tendrán un proceso posterior de Termoformado.

8.1.3. En el proceso de Fabricación de Folios, los operadores registran el perfil del proceso, de ser preferible cada 1.5 horas, y el perfil de Temperaturas en las Tarrinas.

8.2 Inspección de Producto Terminado.

8.2.1. Las mediciones de variables de calidad se realizan durante la producción y es responsabilidad de los operadores, ayudantes de producción, Supervisores de Producción y el encargado de registrarlas es el Inspector de Calidad.

8.2.2. El Operador y/o ayudante de Maquina revisa periódicamente el producto durante el proceso, si se presentan defectos como ralladuras, puntos negros mal acabado, dimensiones, entre otros (de acuerdo al muestrario de defectos ubicado en la planta) debe informar al Supervisor de Producción e Inspector de Calidad para solucionar el problema.

8.2.3. El Inspector de Calidad o el Jefe de Calidad realizan un muestreo del producto desde la última evaluación realizada solamente cuando se trata de variables críticas como orientación, dimensiones etc. Evalúan el defecto y determinan si el producto es aceptado o rechazado.

8.2.4. Si el producto es aceptado continúa la producción. Si el producto es rechazado se lo coloca en el recipiente de Producto No Conforme y se procede de acuerdo a lo establecido en el Procedimiento de Control de Producto No Conforme.

8.2.5. Es responsabilidad del Supervisor de Producción, Inspector de Calidad y Jefe de Calidad evaluar el producto terminado, en la tabla se indican las variables a inspeccionar. La base de las inspecciones de producto terminado son las Fichas Técnicas de Producto Terminado donde se especifican variables a inspeccionar, rango de aceptación, método empleado y frecuencia de inspección.

PRODUCTO	VARIABLE A INSPECCIONAR	MÉTODO	TIPO DE DEFECTO	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN
Folio de PS coextruido	Dimensiones: ancho	Flexómetro	Crítico	Cada hora
	Espesor	Micrómetro	Crítico	
	Humedad	Medidor de humedad	Crítico	
	Acabado	Visual	Mayor	
	Color	Visual	Mayor	
	Brillo	Medidor de brillo	Mayor	
	Espesor de brillo	Microscopio	mayor	
Folio de PS Mate	Dimensiones: ancho	Flexómetro	Crítico	Cada hora
	Espesor	Micrómetro	Crítico	
	Humedad	Medidor de Humedad	Crítico	
	Color	Visual	Mayor	
	Acabado	Visual	Mayor	
Envases	Formas definidas (termoformado)	Visual	Crítico	Cada hora
	Acople de producto b	Probador de producto b	Mayor	
	Espesor	Micrómetro	Mayor	
	Sellado de producto a	Producto b patrón	Mayor	
	Impresión	Visual	Crítico	
	Acabado	Visual	Crítico	
	Peso	Balanza	Mayor	

8.2.6. Los resultados de las inspecciones son reportados en el registro, según corresponda:

- Inspección de Producto Terminado Folio
- Inspección de Producto Terminado Envases

8.2.7. Inspección Final en el Embalaje, tiene por objeto asegurar que el embalaje del producto sea el adecuado de manera que asegure la conservación del producto en los lugares de almacenamiento.

9. CÁLCULOS

N / A

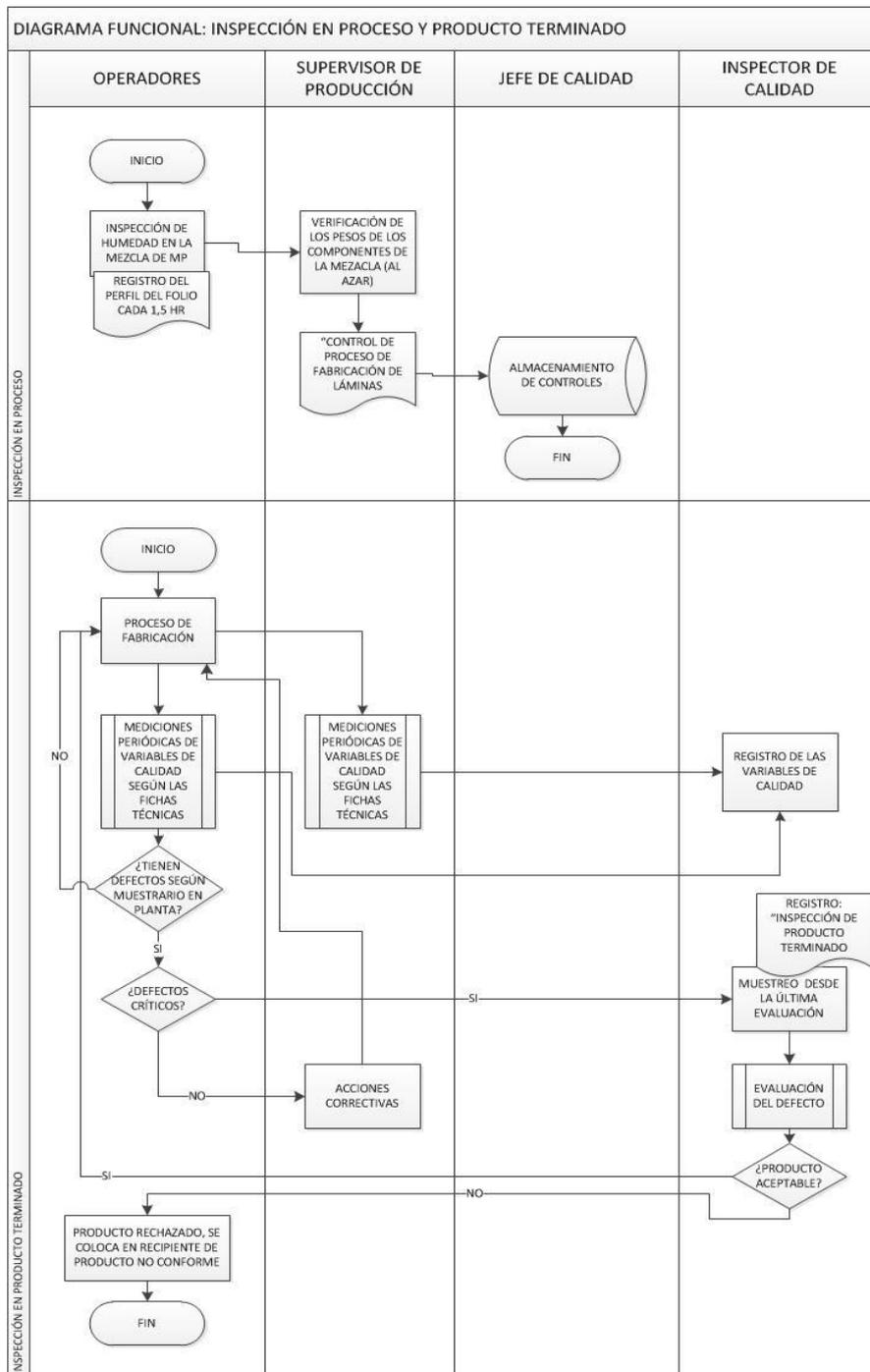
10. REGISTROS

- Inspección de Producto Terminado Folio.
- Inspección de Producto Terminado Envases.

ENVASES		INSPECCIÓN DE PRODUCTO TERMINADO								Código:	Página:
Inspeccionado por:		Aprobado por:				O/P:				Fecha:	
Termoformado de tapas		Cliente:								Turno	
Operador:		Producto:				Material: PS Mate__		PS Coext__			
Hora (HH:MM)	Espesor (mm)		Peso (g)		Trazabilidad				Sellado	Acabado	
	Media	Rango	Media	Rango	N. Rollo	Peso (Kg)	O/P	Color			
									Bueno_Malo_	Bueno_Malo_	
									Bueno_Malo_	Bueno_Malo_	
									Bueno_Malo_	Bueno_Malo_	
									Bueno_Malo_	Bueno_Malo_	
Observaciones:											
Termoformado de tarrinas		Producto:				O/P:		Material: PS Mate__ PS Coext__			
Operador:		Ayudante:				Turno:		Cliente:			
Hora (HH:MM)	Espesor (mm)		Peso (g)		Acople	Trazabilidad				Acabado	
	Media	Rango	Media	Rango		N. Rollo	Peso (Kg)	O/P	Color		
										Bueno_Malo_	
										Bueno_Malo_	
										Bueno_Malo_	
										Bueno_Malo_	
Observaciones:											
Impresora		Producto:				O/P:		Turno:			
Operador:		Ayudante:				Turno:		Cliente:			
Hora (HH:MM)	Comparación con tarrina patrón				Inspección			Unidades por caja	Acabado de impresión		
	Tono	Logo	Código de barras	Claridad en texto	Unidades revisadas	Unidades rechazadas	% de No conforme				
									Bueno_Malo_		
									Bueno_Malo_		
									Bueno_Malo_		
Observaciones:											

11. DIAGRAMA FUNCIONAL

11.1 DIAGRAMA FUNCIONAL: INSPECCIÓN EN PROCESO Y PRODUCTO TERMINADO.



APÉNDICE F

PROCEDIMIENTO PARA EL CONTROL DEL PRODUCTO NO CONFORME

1. OBJETIVO

Establecer una metodología para el tratamiento del producto no conforme, con el fin de garantizar que no se utilice o se despache un producto no conforme, a los clientes.

2. ALCANCE

Este procedimiento aplica al producto no conforme detectado en:

- Bodega de productos terminados:
 - Devoluciones de los Clientes.
 - Deteriorados en la Bodega.
- Proceso de fabricación.

3. DEFINICIONES

CONCESIÓN: Autorización para el uso o liberación de una cantidad de producto, que no está en conformidad con los requisitos especificados.

DEFECTO: Incumplimiento de un requisito asociado o un uso previsto o especificado.

DISPOSICIÓN: Criterio para establecer la acción final que se debe tomar con un Producto No Conforme.

PRODUCTO NO CONFORME: Aquel que no cumple los requisitos especificados.

SEGREGACIÓN: Separar y/o aislar el producto no conforme, con el propósito de evitar que se entregue a un cliente interno o externo de manera no intencional.

4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

ISO 9001:2008 “Sistemas de Gestión de la Calidad. Requisitos”.

Registro de Atención de Reclamos.

Reingreso de Producto Terminado.

5. POLÍTICAS

N / A

6. RESPONSABLE

- Jefe de Calidad,
- Inspector de Calidad,
- Supervisor de Bodega,
- Gerente Comercial,
- Supervisores de Producción y,

- Jefe de Producción.

7. EQUIPOS Y MATERIALES

N / A

8. PROCEDIMIENTO

8.1. DETECCIÓN DE PRODUCTOS NO CONFORMES

8.1.1. Los productos no conformes de Poliplástica S.A., se pueden detectar a través de las siguientes actividades, y deben ser registrados inmediatamente, de acuerdo a:

ACTIVIDAD	ÁREA	REGISTRO
Inspecciones en proceso	Producción	Reporte de Producción Informe de Producto No Conforme Control de Producto no Conforme
Inspecciones de producto en bodega	Bodega de productos terminados	Informe Producto No Conforme Control de Producto no Conforme
Devoluciones de los clientes.	Bodega de productos terminados	Reingreso de Producto Terminado Control de Producto no Conforme

8.2. ANÁLISIS DEL PRODUCTO NO CONFORME

8.2.1. Al detectar una No Conformidad en un producto, el Inspector de Calidad, Supervisor de Producción u Operador debe informar al Jefe de Producción o Jefe de Calidad seguidamente el operador debe registrar en el reporte de producción folio y de envases lo acontecido indicando la descripción del producto (presentación y medida), peso y cantidad rechazada, causas y el tipo de defecto suscitado, esta información debe estar validada por el Inspector de Calidad o Supervisor de Producción en el Reporte de Producción.

8.2.2. La toma de acciones correctivas aplica siempre y cuando el porcentaje o la cantidad de ítems sea mayor al indicado en el Cuadro de Producto No Conforme Máximo por línea.

8.2.3. El Jefe de Calidad debe emitir una Solicitud de Acción Correctiva al Jefe de Producción para que realice el análisis de causas y plantee las acciones propuestas, cada vez que se supere la cantidad de Producto No Conforme Máxima por Línea.

8.2.4. El Jefe de Calidad debe emitir un Informe de Producto No Conforme y debe registrar lo acontecido en el registro para el Control de Producto No conforme añadiendo una copia de la Solicitud de Acción Correctiva desarrollada por el Jefe de Producción.

8.2.5. Para los productos no conformes en bodega y devoluciones aplica en todos los casos la toma de acciones correctivas o preventivas, según corresponda.

8.3. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO NO CONFORME

8.3.1. En Producción

8.3.1.1. Se ha establecido para Poliplástica S.A., que los productos No Conforme detectados en producción, deben ser rallados y/o cortados y depositados en cajones ubicadas en planta identificadas con la leyenda “Productos No Conforme”.

8.3.1.2. El almacenamiento en cajones identificados como Producto no conforme tiene por objeto prevenir el uso no intencionado de estos productos.

8.3.1.3. Para el caso de productos que no hayan sido rayados y cortados se debe identificar con una etiqueta roja por parte del Supervisor de Producción.

8.3.2. En Bodega de Productos Terminados

8.3.2.1. Para todos productos terminados no conformes identificados en bodega y/o productos objeto de devoluciones por defecto de calidad, deben estar identificados con una etiqueta color rojo, que contenga la siguiente información:

RECHAZADO	FECHA DE RECHAZO		
	dd	mm	aa
PRODUCTO:			
CANTIDAD:			
OPERADOR:		LOTE O/P:	
MOTIVO:			
RECHAZADO POR:			
FIRMA:			
DISPOSICIÓN:			

8.3.2.2. La utilización de etiqueta roja sirve para prevenir el uso no intencionado de estos productos.

8.4. SEGREGACIÓN DEL PRODUCTO NO CONFORME.

8.4.1. Para garantizar que no se utilice el producto no conforme, se han dispuesto áreas específicas dentro de Poliplástica S.A., donde se pueden segregar estos productos.

8.4.2. Las áreas están identificadas con letreros en cada una de las secciones de la planta y pintadas de rojo al interior de la Bodega de Producto Terminado y de Materia Prima como se puede observar en el Plano adjunto demarcadas por líneas rojas, según los planos adjuntos.

8.4.3. Se encuentran áreas de Producto No Conforme en:

Bodega de Producto Terminado.

Bodega de Materia Prima.

8.5. DISPOSICIÓN DEL PRODUCTO NO CONFORME

8.5.1. Para la toma de la DISPOSICIÓN, siempre se debe tener en cuenta el contrato del cliente, las fichas técnicas, especificaciones, etc.

8.5.2. La responsabilidad y autoridad para disponer de los productos no conformes, se define de la siguiente manera:

ÁREA	DISPONE	TIEMPO MÁXIMO
Producción/Calidad	Jefe de Calidad	24 horas
Bodega de Productos Terminados	Jefe de Calidad	24 horas
Devoluciones de los clientes	Jefe de Calidad	5 días hábiles

8.5.3. Las disposiciones que se pueden tomar frente a los productos no conformes, pueden ser:

ÁREA	DISPOSICIÓN QUE SE PUEDE TOMAR
Calidad	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Aceptación y/o negociación por concesión interna por defecto menor ✓ Molienda
Bodega de Producto Terminado	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Aceptación del Producto en su estado actual. ✓ Reclasificar, para retirar el producto no conforme por parte de calidad. ✓ Reprocesar.
Devoluciones de los clientes.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Aceptación del Producto en su estado actual. ✓ Reclasificar, para retirar el producto no conforme por parte de calidad. ✓ Reprocesar

8.6. CONCESIÓN PARA LA UTILIZACIÓN DE PRODUCTO NO CONFORME

8.6.1. En Poliplástica S.A. solamente se negocian concesiones, de aquellos productos no conformes que presenten una No Conformidad MENOR.

8.6.2. Concesiones con clientes externos únicamente las puede negociar el Jefe de Ventas y autorizar Presidencia.

8.6.3. Concesiones con clientes internos deben ser negociadas entre Gerencia de Planta, Calidad y Producción.

8.7. REINSPECCIÓN DE PRODUCTOS NO CONFORMES

8.7.1. Cuando se realicen reclasificaciones o reprocesos de productos no conformes, éstos deben ser sometidos nuevamente a inspección, con el fin de garantizar su conformidad, frente a los requisitos especificados.

8.7.2. Los Supervisores de Producción y el Inspector de Calidad son encargados de la reinspección.

8.8. TABULACIÓN DE RESULTADOS

8.8.1. Mensualmente el Jefe de Calidad es responsable de presentar los resultados del Producto No Conforme en el cliente y Producto no conforme en Proceso obtenido durante el mes y generar un reporte para ser presentado en el Comité de Calidad, con el propósito de solicitar o establecer las acciones correctivas y/o preventivas.

9. CÁLCULOS

N / A

10. REGISTROS

- ✓ Informe de Producto No Conforme.
- ✓ Control de Producto No Conforme.

POLIPLÁSTICA S.A.	INFORME DE PRODUCTO NO CONFORME	CODIGO: PÁGINA:
--------------------------	--	--------------------

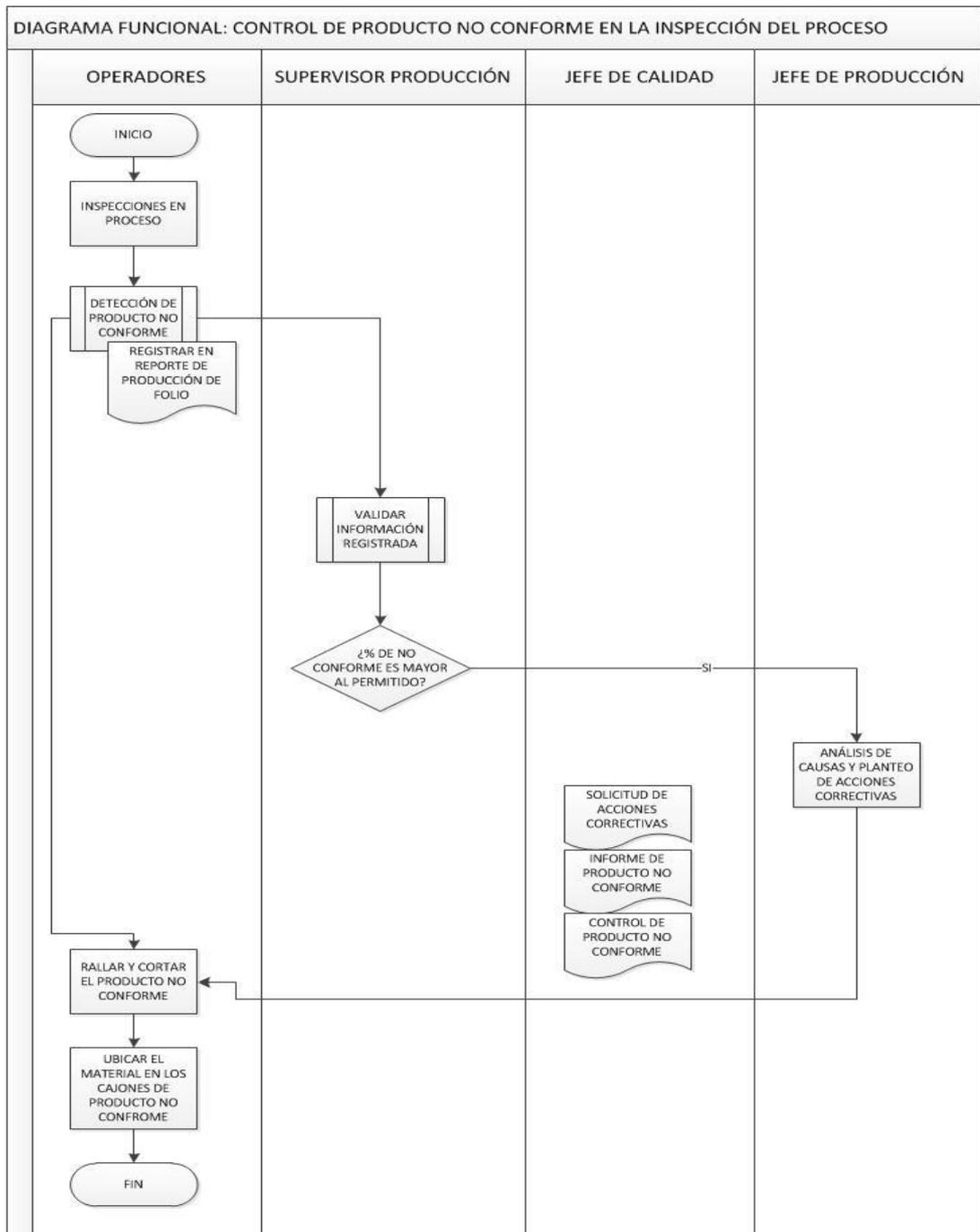
FECHA:	FOLIO	<input type="checkbox"/>
NÚMERO:	ENVASES	<input type="checkbox"/>
INSPECCIÓN DE PRODUCTO TERMINADO <input type="checkbox"/>	BODEGA DE MATERI PRIMA <input type="checkbox"/>	BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO <input type="checkbox"/>
TURNO:	O/P:	NO REINGRESO:

PRODUCTO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN DE LA NO CONFORMIDAD	TOTAL (Kg)	DISPOSICIÓN

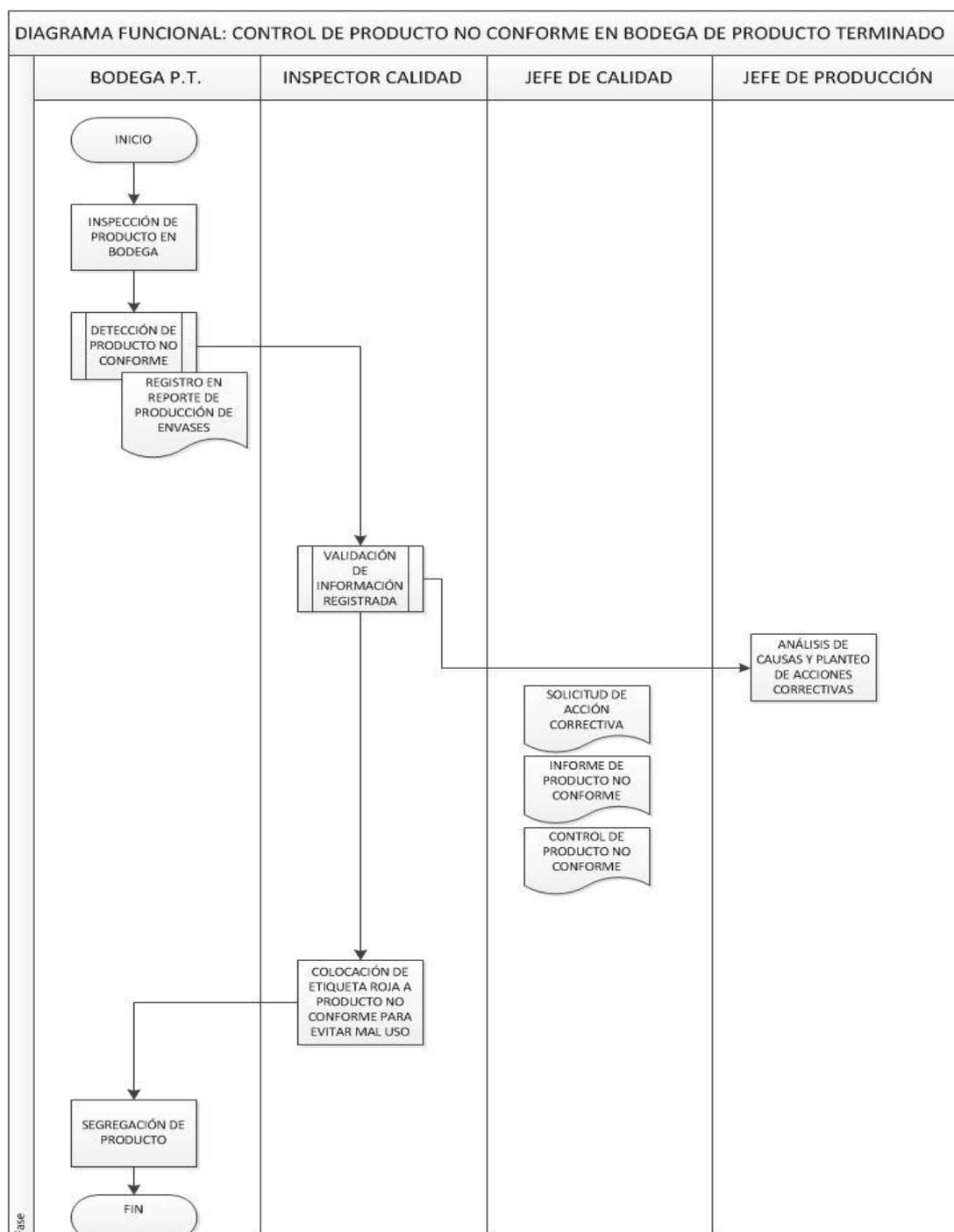
OBSERVACIONES:	_____	_____
	INSPECCIONADO POR (F)	APROBADO POR (F)
	_____	_____
	FECHA DE INSPECCIÓN (F)	FECHA DE APROBACIÓN (F)

11. DIAGRAMAS FUNCIONALES

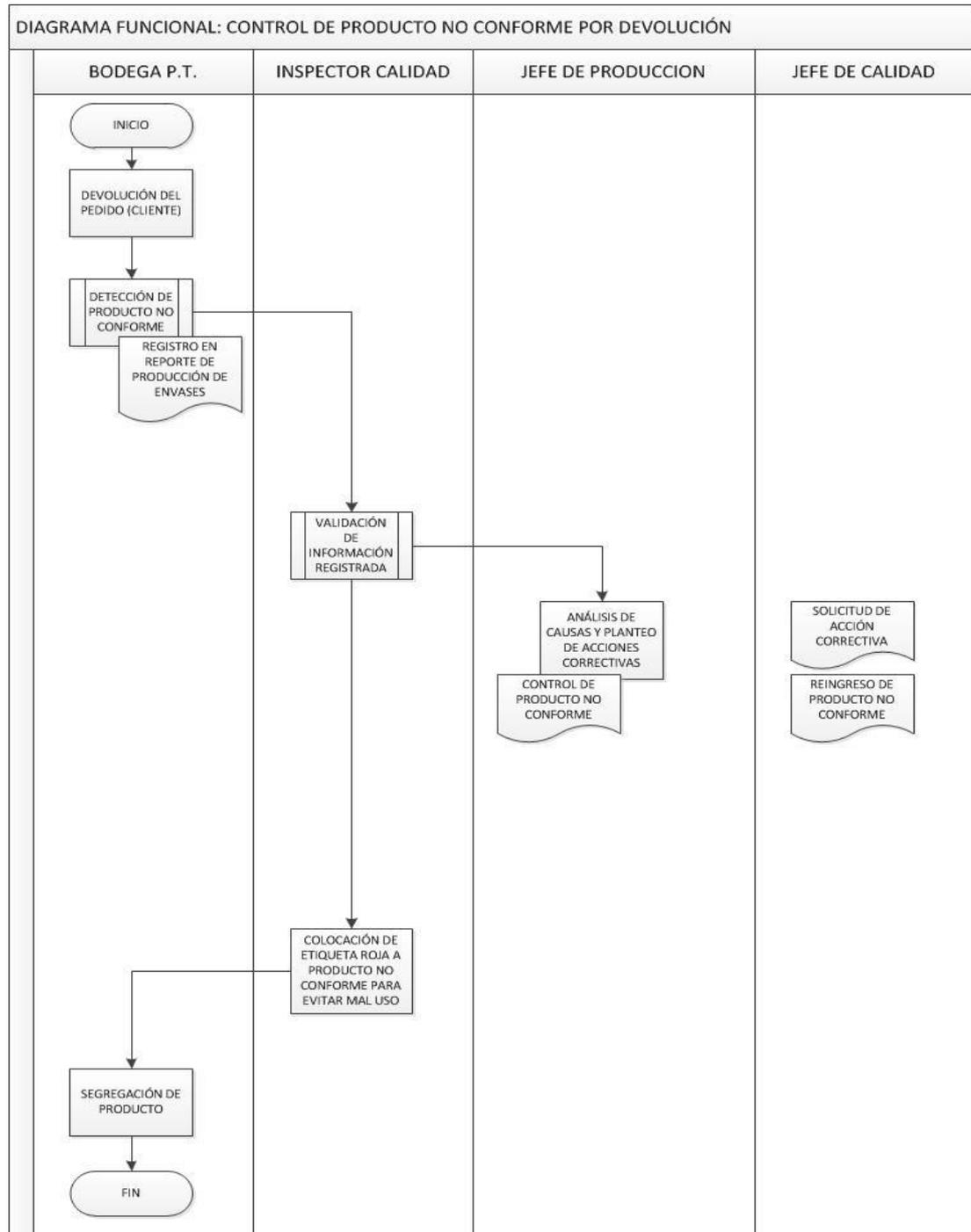
11.1 DIAGRAMA FUNCIONAL: CONTROL DE PRODUCTO NO CONFORME EN LA INSPECCIÓN DEL PROCESO



11.2. DIAGRAMA FUNCIONAL: CONTROL DE PRODUCTO NO CONFORME EN BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO

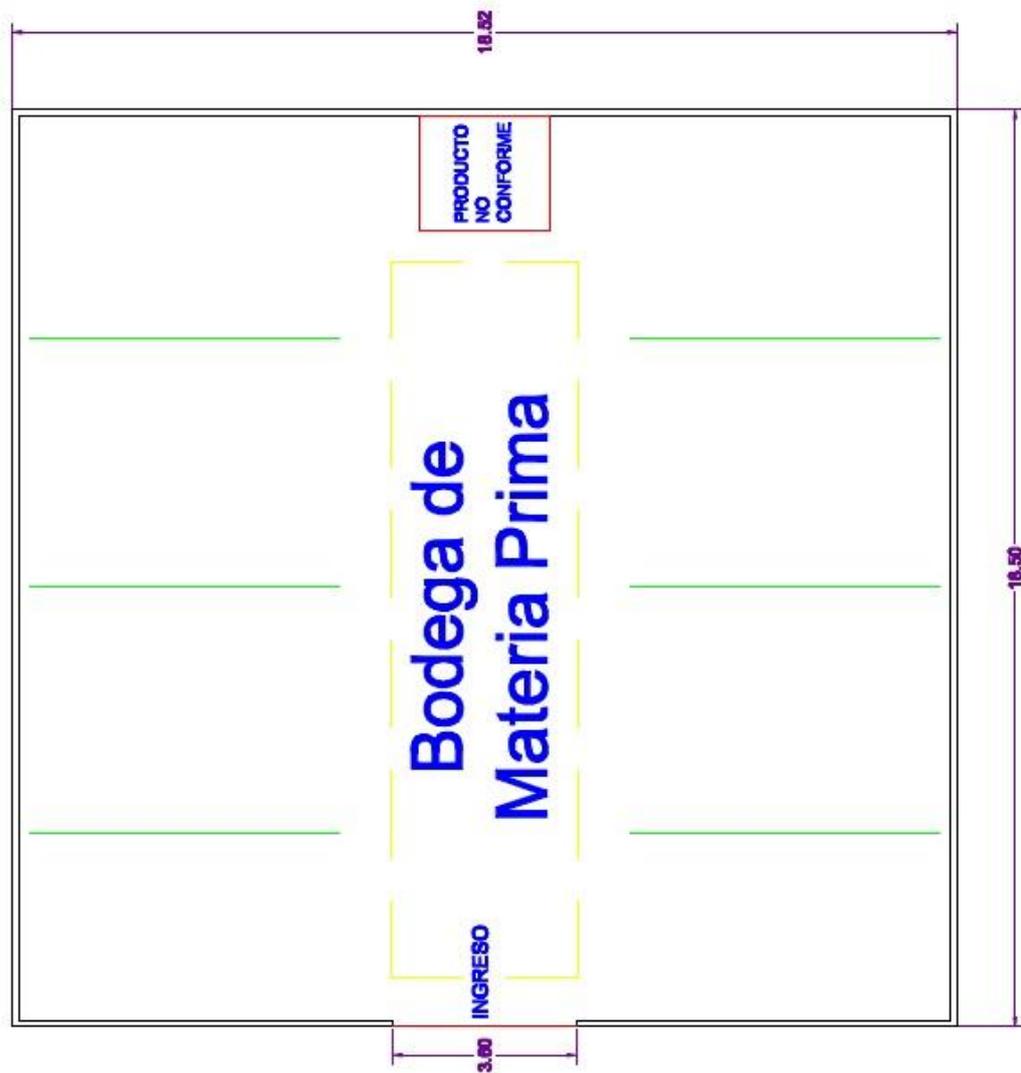


11.3. DIAGRAMA FUNCIONAL: CONTROL DE PRODUCTO NO CONFORME EN LAS DEVOLUCIONES

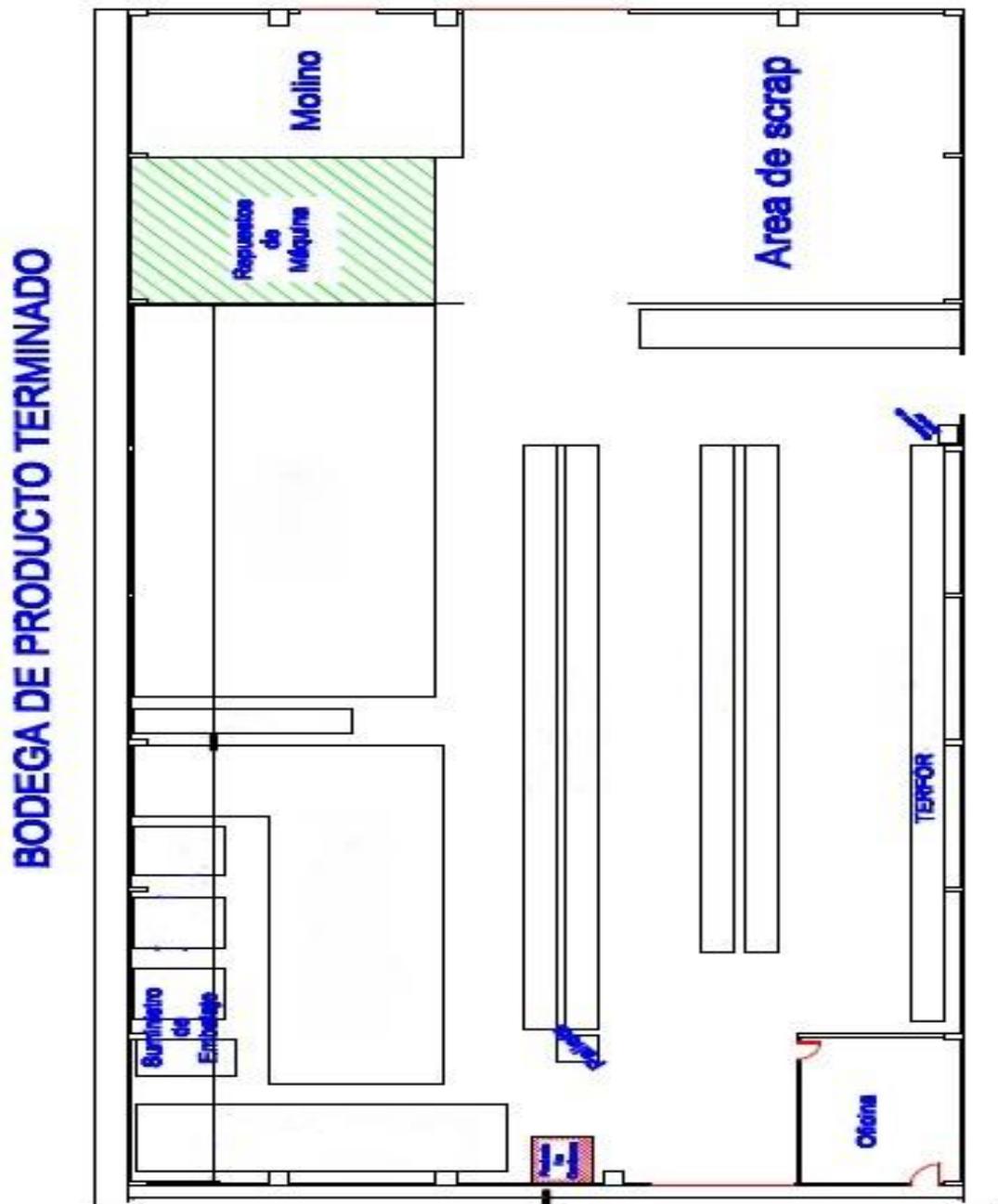


12. PLANOS

PLANO 1: Plano de Ubicación de áreas de Productos No Conformes en Bodega de Materia prima.



PLANO 2: Plano de Ubicación de áreas de Productos No Conformes en Bodega de Producto Terminado.



APÉNDICE G

PROCEDIMIENTO DE ATENCIÓN A RECLAMOS

1. OBJETIVO

Establecer una metodología para la recolección de la información relativa a reclamos de clientes que devuelven productos, por error o no estar satisfechos, con el fin de realizar su seguimiento y establecer las acciones correctivas adecuadas para garantizar y alcanzar el mejor nivel de servicio posible.

2. ALCANCE

Este procedimiento aplica a todos los reclamos realizados por los clientes.

3. DEFINICIONES

Concepto de Reclamo.- Se llamará “reclamo” a toda forma de expresión unilateral manifestada por un cliente insatisfecho por los productos y que le afecta en el valor invertido para la adquisición del producto, esperando una solución inmediata.

Normalmente se presenta con un impacto económico, positivo o negativo, para la empresa.

Concepto de Queja.- Es toda expresión manifestada por un cliente insatisfecho por el servicio recibido por parte del personal de la empresa o por los productos que ligeramente no se encuentran acorde a lo solicitado

por el cliente, pero que no afecta el compromiso adquirido. Corresponden a comentarios o solicitudes de mejoras realizadas también.

3.1. Clasificación de Reclamos

Una vez que el producto ha sido entregado al cliente, puede generarse algún tipo de reclamo, entre lo más comunes son los siguientes:

3.1.1. Reclamos de Calidad (A):

Son aquellos reclamos que están relacionados directamente con la calidad del producto.

3.1.2. Reclamos Comercial (B):

Son aquellos reclamos que están relacionados con la comercialización (diferencia en cantidades despachadas, medidas, colores solicitados por el cliente, datos personales, facturación, pedidos elaborados por vendedor, entre otros).

3.1.3. Reclamos por Almacenamiento (C):

Son aquellos reclamos que están relacionados específicamente con el Proceso de Almacenamiento y Bodega como son: por falta de identificación del producto, por embalaje, diferencia en el despacho de las medidas solicitadas por el cliente, por daños en los productos ocasionados por manipuleo en el transporte interno y/o externo.

3.1.4. Reclamos por Usuario (D):

Son aquellos reclamos ocasionados por el cliente

3.1.5. Modificación de Pedido por Usuario (E):

Son aquellos reclamos ocasionados por el cliente debido a que solicitan una modificación al pedido inicial, cambio de razón social, alterando la facturación original.

3.2. Codificación de los Reclamos.

Con el fin de identificar rápidamente los reclamos y para facilitar su tabulación, se codifican según el siguiente cuadro:

Reclamos de Calidad Tipo (A):

Propiedades Mecánicas.
Dimensiones.
Acabado.
Incumplimiento de características en Ficha Técnica.

Reclamos Comerciales Tipo (B):

Errores en la Facturación.
Problemas en Sistema Transaccional (desajuste en inventario).
Error en la toma de pedido del Vendedor Técnico.
Demora en comunicación telefónica.
Falta de Atención al Cliente por el Vendedor Técnico.
Demora en Atención por Ventanilla.

Reclamos por Almacenamiento Tipo (C):

Diferencia en cantidad despachada.
Demora en tiempo de entrega vía Directa/Cooperativa (incumplimiento de plazo).
Entrega fuera de tiempo por falta de stock de producto.
Producto sin identificación.
Empaque deteriorado ó malogrado.
Daño en transporte, por fragilidad de productos.
Demora en atención de la Bodega.

Reclamos por Usuario Tipo (D):

No cumplimiento en el acuerdo pactado (pagos).
Perdió negocios con terceros.
No aceptación del pedido a pesar de confirmación previo a factura realizada.

Modificación de Pedido por Usuario (E)

Equivocación en medida solicitada.
Equivocación en cantidad.
Equivocación en color.
Cambio de Razón Social (RUC).

4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA.

Ficha Técnica y Ficha Comercial del producto a considerar, registro de atención de reclamos, registro de inspección de reclamos, reingreso de producto terminado.

5. POLÍTICAS

Las disposiciones relacionadas con los reclamos deben ser tomadas por el Responsable del Área involucrada en los mismos.

6. RESPONSABLES

- Gerente Comercial,
- Analista Comercial y,
- Asistente de Ventas. Suplente: Coord. de Ventas Institucionales

7. EQUIPOS Y MATERIALES

N / A

8. PROCEDIMIENTO

Medios de recepción de reclamos:

De forma escrita por medio de: Carta, email, memorándum, formato establecido por la empresa para el efecto.

De no contar en ese momento con las herramientas necesarias para formalizar el reclamo, se puede realizar el reclamo de forma telefónica, quedando a la espera del comunicado formal mediante uno de los medios anteriormente expuestos.

El personal disponible para receptor el reclamo sería: Asistente de Ventas, Facturadora, Coordinador de Ventas Institucionales, Vendedores Técnicos, Supervisor de Cuenta Claves, Supervisor de Ventas Generales.

8.1.Recolección de la Información:

La Asistente de Ventas recabará la documentación pertinente y verificará con el cliente el inconveniente presentado; luego del análisis pertinente presentará el caso al Gerente Comercial, quien designará el tipo de reclamo.

8.1.1. Los reclamos son informados por los clientes en forma escrita (carta, e-mail, memos) ó por llamada telefónica en un lapso no mayor a los 15 días luego de haber recibido el producto, salvo ciertas excepciones que deberán ser autorizadas por el Gerente Comercial.

Todos nuestros productos tienen un sello de calidad, donde se indica el nombre del producto, fecha de fabricación, orden de producción y quien lo elaboró.

Siempre que el cliente cuente con este sello, en el momento de la devolución, se procederá a recibir la mercadería producto del reclamo.

8.1.2. La Trazabilidad para los productos que fabrica Poliplástica S.A.:

Se la realiza con el fin de rastrear la historia de un producto. En este caso, el personal de Ventas solicita a los clientes que preserven las etiquetas y papeletas de identificación de los productos y/o que suministren la información impresa en el producto, según corresponda, ante cualquier reclamo para ayudar y conocer la fecha de fabricación del producto.

8.1.3. El Cuadro adjunto define las responsabilidades en caso de receptor el Reclamo del cliente.

TIPO DE RECLAMO	RESPONSABLE DEL ÁREA
Calidad	Jefe de Calidad
Comercial	Gerente Comercial
Almacenamiento	Supervisor de Bodega
Usuario	Gerente Comercial

El Asistente de Ventas o persona responsable de reclamos, debe llenar el Registro de Atención de Reclamos adjuntando la información pertinente (documentos/soportes según listado ó caso tratado). En caso que el reclamo sea puesto por vía telefónica, la persona que recepte dicho reclamo deberá

detallar en un e-mail lo indicado por el cliente, a fin de que sirva de soporte para dar inicio al proceso respectivo, con los siguientes datos:

- Nombre del cliente
- Fecha de Facturación
- Fecha de Entrega de Mercadería
- Motivo del reclamo

8.1.4. Posterior a la definición del tipo de reclamo y en caso de ser necesario, el Gerente Comercial asigna fecha para inspección en Guayaquil, Si el reclamo se origina fuera de Guayaquil, y requiera de una visita de inspección, se tomarán las medidas necesarias para cumplir con dicha actividad.

Estas Inspecciones deben ser realizadas por los Vendedores Técnicos, salvo se considere la necesidad de que dicho tema sea tratado por el Jefe de Calidad o alguien que se asigne a dicha tarea.

De no aceptarse el reclamo, la Asistente de Ventas elaborará una carta al cliente indicando los motivos por los cuales el reclamo no procede.

Luego de la definición del tipo de reclamo, el Asistente de Ventas procede a notificar al cliente la aceptación del reclamo y la fecha para la inspección respectiva y retiro del producto, de ser pertinente. El retiro se hará mediante transporte tercerizado por cuenta del cliente sí así lo requiere él, ó solicita a Bodega la ayuda para el retiro del producto, utilizando los camiones de la fábrica según su recorrido habitual.

Así mismo, también deberá hacer seguimiento a Bodega y/o Calidad para que el trámite sea lo más ágil posible, de suscitarse algún inconveniente menor el Asistente de Ventas deberá tomar la decisión más conveniente para la empresa y el cliente.

8.1.5. Si el producto debe ser revisado por el departamento de calidad, el Jefe de Calidad designará una persona, quien, llenará el registro de inspección de reclamos, emitiendo su criterio, el cuál será avalado con la firma del Jefe de Calidad. Luego de ello será entregada la documentación a Bodega, que tras recabar las firmas respectivas en el reingreso de producto terminado, lo devuelve a Asistente de Ventas para que se informe al Gerente Comercial. Este último, ordenará el retiro del Producto o se implemente la acción correctiva necesaria.

8.1.6. En caso que se presente una situación como la mencionada en el literal 8.1.1 y el cliente insista en que se le acepte el reclamo, se procedería a aceptar el reclamo con aprobación del Gerente Comercial. En este caso, el Asistente de Ventas emite una carta a nuestro cliente donde indica que la solicitud fue aceptada como un servicio al cliente más no como un reclamo.

8.1.7. En la ficha de “Registro de Atención de Reclamos” se asignará un código a cada reclamo, de tal manera que se pueda diferenciar a que cliente corresponde cada reclamo ingresado y se lleve un orden cronológico de los mismos. Esta codificación estará registrada en un cuaderno que maneja la

Asistente de Ventas y a su vez será ingresado como ASUNTO principal en el modulo de Casos del Sistema Transaccional.

El formato del código es el siguiente: REC, Nombre Cliente, Fecha (AA,-MM-DD).

- REC resulta de las primeras tres letras de la palabra “Reclamo”, para diferenciarlo del SAC,
- ###, numeración de tres dígitos en orden secuencial,
- Nombre Cliente, puede ser una abreviación legible,
- Fecha de reclamo en el siguiente formato AAAA-MM-DD y
- Ejemplo: 001 MABE 2008-12-29.

8.1.8. La Asistente de Ventas solicita al cliente indicar si requiere la reposición o cambio del producto o la entrega. Se debe elaborar la Nota de Crédito correspondiente para reingresar las unidades facturadas.

8.1.9. Asistente de Ventas elabora un memorándum dirigido al Asistente de Créditos y Cobranzas, para proceder a elaborar la respectiva nota de crédito al cliente.

8.1.10. Una vez resuelto el reclamo, el Asistente de Ventas se contacta con el cliente para indicarle que su reclamo ya está solucionado. La nota de crédito se envía por Servicio de Courier y/o vendedor, de darse el caso, y en proceso de cierre.

8.1.11. De requerirse, se debe emitir una nueva factura con los cambios solicitados por el cliente.

8.1.12. Una vez que el departamento de Créditos y Cobranzas emite la Nota de Crédito, el original se entrega al Asistente de Ventas, quien debe enviársela al cliente (por correo, a través del vendedor o por bodega); la copia rosada va a contabilidad y la verde es para archivo de crédito y cobranzas.

8.1.13. Todo reclamo clasificado como tipo "A" deberá contar con una Solicitud de Acción Correctiva (SAC) levantada por el Gerente Comercial al departamento de Calidad o Producción. Esta irá adjunto al reclamo y con un reporte que analice el problema y la solución propuesta por el Jefe de Calidad.

8.2. Reclamos Tipo A:

Un reclamo Tipo A no es aceptado cuando al momento de hacer la trazabilidad se presentan algunos de los inconvenientes que se detallan a continuación:

8.2.1. Cuando el cliente ha considerado devolver productos que no son de producciones recientes o entregas que estén fuera de los 15 días de gracia que permite este procedimiento. (La decisión final queda a consideración del Gerente Comercial).

8.2.2. Cuando en la oficina del cliente o en sus bodegas se ha estropeado el producto (comprobado con un informe presentado por el área de Calidad o la persona que haya hecho la inspección).

8.2.3. Cuando el producto presenta daños ocasionados por la mala manipulación de los productos, por parte del Cliente (comprobado con un informe presentado por el área de Calidad o la persona que haya hecho la inspección).

8.2.4. Cuando por falta de venta de producto el cliente desea devolver la mercadería.

8.3.Reclamos Tipo B, C, D, E:

8.3.1. Se siguen los mismos pasos de los numerales del 8.1.1 en adelante

8.3.2. Para los reclamos Tipo B, C, D y E se dará un lapso de 15 días laborables para dar trámite al reclamo y cerrarlo siempre que se cuente con toda la información necesaria.

8.3.3. Para el Reingreso en Bodega se deben seguir los numerales 8.1.4 y se sigue con el procedimiento antes visto.

8.3.4. Los reclamos (A-B-C-D-E) deberán ser ingresados al cuadro de “Reclamos Cuantitativos e indicadores” para poder llevar un seguimiento estadístico a la evolución de reclamos y el cumplimiento de indicadores del área Comercial.

8.3.5. Los reclamos tipo E deberán ser cuantificados de manera mensual dentro del cuadro de “Reclamos Cuantitativos e indicadores” sin que estos alteren el total de reclamos mensuales obtenido pues corresponden a modificaciones de pedidos puestos por el cliente mas no un reclamo en sí.

8.4. Procesamiento de la Información:

8.4.1. Mensualmente, el Asistente de ventas tabula la información de los reclamos en el registro denominado “Reclamos Cuantitativos e Indicadores”

Este recuadro proporcionara información para medir la Satisfacción del Cliente con relación al servicio en general. Además se presta para la elaboración de distintos índices de medición.

8.5. Análisis de Reclamos recurrentes:

Paralelo al registro de control denominado: “Reclamos Cuantitativos e Indicadores”, la Asistente de Ventas deberá trabajar en un cuadro de análisis que acumula de forma estadística mensual aquellos reclamos según su recurrencia.

Este cuadro se lleva con la finalidad de medir la eficiencia de este procedimiento en su análisis de causa y efecto para determinar soluciones a aquellos reclamos o quejas que se dan con mayor repetitividad.

Se deberá presentar las novedades y hallazgos de este análisis según se considere prioritario, pero el ámbito de trabajo para incluir tareas correctivas que partan de este cuadro, será el informe trimestral de Satisfacción al Cliente.

9. INGRESO DE INFORMACIÓN EN EL SISTEMA

El ingreso del reclamo será hecho a través del sistema Polisoftware por la Asistente de Ventas, ingresando en el Menú Principal, opción Registro Postventa. Esta información se ingresará al final de cada mes.

Para ingresar una nueva incidencia se escoge “Agregar”.

Se ingresa los siguientes datos: Cliente, persona que realiza el reclamo, vía o medio, tipo de incidencia de acuerdo a la clasificación de los reclamos, descripción del reclamo incluyendo números de facturas.

Si se trata de un artículo se ingresa el código del producto. Si son varios artículos se indica en la descripción. Se indica la persona que atendió o presenta el reclamo y se marca Pendiente de Respuesta.

Luego de que la Asistente de Ventas confirma el reclamo, se genera automáticamente el número y mediante tarea se da seguimiento hasta la culminación del reclamo. La Asistente de Ventas inicia la gestión, una vez concluido este, edita el registro, desactiva Pendiente de Respuesta y coloca la resolución aprobada por el Gerente Comercial, indicando la vía de respuesta al cliente y la fecha de cierre del reclamo.

El cierre del reclamo, considerando su fecha de cierre, vía de respuesta y las resoluciones, deberán ser ingresado al sistema Polisoftware (programa que maneja Poliplástica S.A. para generar reportes, realizar ventas y contabilizar inventario) al final de cada mes conforme el cuadro correspondiente de “Reclamos Cuantitativos e indicadores”, para que el cierre del reclamo conste en su registro físico y en el sistema.

10. CÁLCULOS

N / A

11. REGISTROS

- Reclamos Cuantitativos e indicadores.
- Registro de Atención de Reclamos.
- Registro Inspección de Casos.

REGISTRO DE ATENCIÓN DE RECLAMOS		Código Página
FECHA DE RECLAMO:		
FACTURA:		
CODIGO DE RECLAMO:		CIUDAD:
CLIENTE:		VENDEDOR:
PRODUCTO:		
MOTIVO DEL RECLAMO:		
PERSONA QUE ATIENDE RECLAMO		
NOMBRE:		FIRMA:
DEFINIR COMO RECLAMO TIPO:		
A__ B__ C__ D__ E__		
EL RECLAMO FUE ACEPTADO?		SI__ NO__
TRAZABILIDAD		
FECHA DE ELABORACIÓN DEL PRODUCTO:		
PERSONA QUE REALIZO EL TRABAJO:		
FECHA DE REVISIÓN DE CALIDAD:		
SEGUIMIENTO Y CIERRE DEL RECLAMO		
ACCIONES A TOMAR:		
EL RECLAMO FUE SOLUCIONADO?		SI__ NO__
F.GERENTE COMERCIAL	FECHA	#DIAS EN RESOLVER

APÉNDICE H

FICHA TÉCNICA DE PRODUCTO EN PROCESO	
Nombre del proceso: Folio para tapa	
ESPECIFICACIONES	
DESCRIPCIÓN	ACABADO
Folio HIPS mate 430x0,70	Mate
Folio HIPS coex 430x0,70	Coextruido
Folio HIPS mate 430x0,39	Mate
La humedad debe ser máximo 0,05%	
Debe tener estabilidad de color	
Folios coextruidos deben poseer una medida de brillo de 75 ± 10	
Folios coextruidos deben tener capa de brillo mínima de 0,069 mm	
El espesor debe ser espesor nominal $\pm 0,04$ mm	
Uso: Folio para termoformar envases	
Folio 430x0,70 en el termoformado de 250, 500 y 1000	
Folio 430x0,39 en el termoformado de 1000 livianas	

APÉNDICE I

FICHA TÉCNICA DE PRODUCTO EN PROCESO	
Nombre del proceso: Folio para tarrina	
ESPECIFICACIONES	
DESCRIPCIÓN	ACABADO
Folio HIPS blanco mate 650x1,05	Mate
Folio HIPS blanco mate 650x1,40	Mate
Folio HIPS blanco coex 650x1,40	Coextruido
Folio HIPS blanco mate 690x1,40	Mate
Folio HIPS blanco mate 690x1,20	Mate
La humedad debe ser máximo 0,05%	
Debe tener estabilidad de color	
Folios coextruidos deben poseer una medida de brillo mínima de 75	
Folios coextruidos deben tener capa de brillo mínima de 0,069 mm	
El espesor debe ser espesor nominal $\pm 0,04$ mm	
Uso: Folio para termoformar envases	
Folio 650x1,05 en el termoformado de 250	
Folio 650x1,40 en el termoformado de 500	
Folio 690x1,40 en el termoformado de 1000	
Folio 690x1,20 en el termoformado de 1000 livianas	

APÉNDICE J

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

Se realizó un análisis costo-beneficio para determinar la conveniencia de realizar el plan de mejoras en el sistema de control de calidad. Se consideraron tres principales beneficios que se podrían obtener si se realizan las inversiones necesarias.

Eliminación de los desperdicios de folio

Para determinar cuál sería el impacto en términos financieros si se eliminan los desperdicios se usó información sobre los precios, ventas y porcentajes de utilidad en cada una de las familias que fabrica la maquina extrusora:

PRODUCTO	PRECIO POR KG	VENTAS NETAS (%)	UTILIDAD NETA (%)
Tarrinas	\$4,63	53%	3%
Producto B	\$3,81	40%	17%
Producto C	\$1,01	7%	30%
	TOTAL	100%	11%

En la tabla se puede apreciar claramente que el folio destinado para las tarrinas es el más fabricado en la actualidad con un 53% del total, sin embargo es el que representa la utilidad más baja de las familias que produce la extrusora.

Posteriormente se usó la información de la tabla 17, la cual nos indica que en el 2013 las tarrinas tendrán un crecimiento del 23% en el volumen de

producción, no obstante no se obtuvieron los datos de los productos B y C por lo tanto para fines del análisis se consideraron que para el 2013 sus ventas se mantendrán constantes.

PRODUCTO	VENTAS FOLIO 2012 (Kg)	PROYECCIONES FOLIO 2013 (Kg)
Tarrinas	70000	84700
Producto B	63000	63000
Producto C	42000	42000

A continuación, se muestra una tabla con el resumen porcentual de los desperdicios que existen en la máquina extrusora. Durante el año 2012 existió un promedio de 1,96% de desperdicio en todas sus familias, una cifra baja en porcentaje pero elevada en términos de dinero.

MES	DESPERDICIO (%)
Enero	1,14%
Febrero	1,63%
Marzo	1,72%
Abril	1,86%
Mayo	1,71%
Junio	2,76%
Julio	1,68%
Agosto	1,91%
Septiembre	1,70%
Octubre	2,89%
Noviembre	2,04%
Diciembre	3,91%
PROMEDIO	1,96%

Al poseer las ventas proyectadas del 2013 en Kg y el porcentaje promedio de desperdicio en Kg, se pudo obtener un estimado del total de pérdida en dólares por desperdicios en los folios, cifra que bordea casi los \$11.000

anuales, si es que no se realizara el restablecimiento de las condiciones básicas de la extrusora.

PRODUCTO	FOLIO DESPERDICIO (Kg)	PERDIDA (\$)
Tarrinas	1660	\$ 7.685,80
Producto B	617	\$ 2.350,77
Producto C	823	\$ 831,23
TOTAL	3100	\$ 10.867,80

Reducción de la variabilidad del espesor del folio

Para esta parte del análisis se recurrió al capítulo 4 de esta tesis, en donde se evaluó el actual sistema de control de calidad de Poliplástica S.A., y se tomó la información de los análisis de capacidad del espesor del folio.

A continuación se presenta el promedio de todos los porcentajes de las partes por millón que sobrepasan los límites superiores, que básicamente indican que porcentaje del total de folio se está yendo en exceso en el producto terminado. Lo cual es un desperdicio de material y dinero para la empresa.

TIPO DE FOLIO	% PPM >LSE
430 x 0,70 MATE	1,11%
430 x 0,70 COEX	1,23%
430 x 0,39	2,88%
650 x 1,05	0,04%
650 x 1,40	5,12%
690 x 1,40	5,33%
690 x 1,20	9,49%
PROMEDIO	3,6%
DESPERDICIO	2520 Kg
COSTO	\$ 11668

Tomando en cuenta que este análisis de capacidad de espesor se lo realizo para los folios con los cuales se realizan tarrinas, solo se tomó esta familia para determinar la cantidad de desperdicio en Kg que es de 2520; que traducido a términos financieros representan una pérdida de \$ 11668.

Costo de oportunidad por nuevo cliente

En estos momentos Poliplástica S.A. tiene la oportunidad de un nuevo cliente potencial el cual incrementaría las ventas sustancialmente con su producto estrella que son vasos. Pero debido a que es un cliente muy exigente requiere la menor cantidad de defectos de calidad ocasionados por los folios, o se corre el riesgo que este busque otro proveedor.

Para determinar cuál sería la perdida en caso que este nuevo cliente no esté satisfecho con el producto final, primero se analizó las especificaciones del nuevo producto y se comparó con el actual folio de tarrinas, el cual es el mismo para vasos. Se toma como referencia el mismo precio para folio tarrinas debido a que posee el mismo espesor, se usan las mismas máquinas e igual cantidad de operadores para obtener el producto final.

CARACTERÍSTICA DE VASOS	CANTIDAD
Peso promedio	7,5 g
Promedio unidades por Kg de Folio	134 u
Precio unitario	\$ 0,035

Además se tomó en cuenta la proyección de la demanda de vasos solicitada para el 2013 para poder calcular el total de ventas en el 2013 que se

facturaría a este nuevo cliente. Por lo tanto si el cliente no está satisfecho por la baja calidad del producto, Poliplástica S.A. dejaría de vender cerca de \$296.000 anuales.

Proyecciones de Ventas 2013	Unidades	Total Ventas (Kg)	Total Ventas (\$)
VASOS	850000	63750	295162,5

En la siguiente tabla se realiza el análisis costo- beneficio resumido:

COSTO		BENEFICIO	
Restauración de condiciones básicas de máquina extrusora	\$88.000,00	Eliminación de los desperdicios de folio	\$ 10.867,80
		Reducción de la variabilidad del espesor del folio	\$ 11.668,00
		Costo de oportunidad por nuevo cliente	\$295.162,50
TOTAL	\$88.000,00	TOTAL	\$ 317.698,30

La relación del Costo-Beneficio fue de 3,61, por ende al ser mayor que 1 se determina que si es factible realizar los cambios en la máquina extrusora, ya que por cada dólar invertido, se tendrá un beneficio de \$2,61. Este valor, es representativo para la cantidad de cambios que se deben realizar, además de la inversión que esto acarrea.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) Parámetros de las Micro, Pequeñas y Medianas empresas, Cámara de la Pequeña Industrial del Guayas. Disponible en: <http://www.capig.org.ec/>
- (2) Censo Nacional Económico del Ecuador 2010, Instituto Nacional de Estadística y Censo. Disponible en: <http://www.inec.gob.ec/cenec/>
- (3) Encuesta Nacional a PYMES Manufactureras 2007, Ministerio de Industrias y Competitividad. Disponible en http://www.compim.net/stratega/acerca_de.php
- (4) ORTIZ JUAN, “Análisis de la Situación Actual de la Pequeña Industria de Guayaquil: Enfoque de Calidad y Productividad” (Tesis, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2008).

- (5) VAUGHN C. RICHARD, Introduction to Industrial Engineering, Third Edition, The Iowa State University Press, USA, 1986.
- (6) BALLOU H. RONALD, Logística: Administración de la cadena de suministro, Quinta Edición, Pearson Educación, México, 2004
- (7) EVERETT E. ADAM & EBERT J. RONALD, Administración de la Producción y las Operaciones: Conceptos, Modelos y Funcionamiento, Cuarta Edición, Prentice Hall, EE.UU., 1992.
- (8) IBARRA M. SANTIAGO, Sistemas de Planificación y Control de la Producción (SPCP), Universidad Central de las Villas (UCLV), 2005
- (9) CHAPMAN N. STEPHEN, Planificación y Control de la Producción, Primera Edición, Pearson Educación, México, 2006.
- (10) KRAJEWSKI J. LEE, RITZMAN P. LARRY & MALHOTRA K. MANOJ, Administración de Operaciones: Procesos y Cadena de Valor, Octava Edición, Pearson Educación, México, 2008.
- (11) NAVARRETE A. ESTEBAN, Control Estadístico de la Calidad, Editorial Adhara, España, 1998.

- (12) Diagrama Causa-Efecto, Herramienta de Calidad. Disponible en <http://www.eduteka.org/DiagramaCausaEfecto.php>
- (13) LOPEZ I. SOFÍA, “Control Estadístico de la Calidad” (Curso, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2010).
- (14) MONTGOMERY DOUGLAS, Control Estadístico de la Calidad, Tercera Edición, Editorial Limusa Wiley, México, 2004.
- (15) CHASE RICHARD, JACOBS F. ROBERT, AQUILANO NICHOLAS, Administración de la Producción y Operaciones para una Ventaja Competitiva, Décima Edición, Editorial McGraw Hill, México, 2005.
- (16) BREYFOGLE FORREST III, Implementing Six Sigma, Editorial Wiley, Estados Unidos, 1999.
- (17) LANE GREG, Made to order Lean: Excelling in a high-mix, low-volume environment, Estados Unidos, 2007.
- (18) ¿Cómo Hacer una Logística más Lógica?, disponible en: <http://www.revistadelogistica.com/Como-hacer-una-logistica-mas-logica.asp>

