

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

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

Implementación de una Metodología de Mejora de Calidad y  
Productividad en una PYME

**PROYECTO DE GRADUACIÓN**

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIEROS INDUSTRIALES**

Presentada por:

Carmen Gisella Trujillo León

Israel Camilo Macías Camacho

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO: 2010

## AGRADECIMIENTO

A Dios, a mis padres y a todas las personas que hicieron posible el desarrollo de este proyecto, y en especial a los Hnos. Hoyos y la Sra. Norma Garaycoa por la oportunidad brindada en su compañía para la realización del mismo.

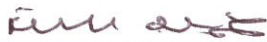
## DEDICATORIA

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

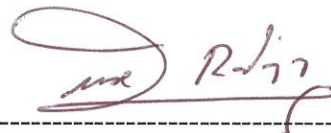
A MIS AMIGOS

## TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



---

Ing. Francisco Andrade S.  
**DECANO DE LA FIMCP**  
**PRESIDENTE**



---

Ing. Denise Rodríguez Z.  
**DIRECTOR DE TESIS**

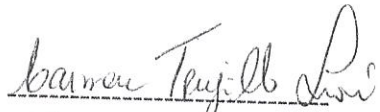


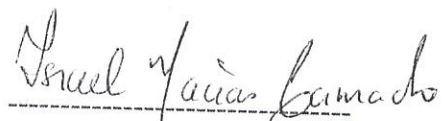
---

Ing. Marcos Tapia Q.  
**VOCAL**

## DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, nos  
corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la  
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

  
Carmen Trujillo León

  
Israel Macías Camacho

## **RESUMEN**

Este proyecto fue realizado en una compañía del sector de Plástico de Guayaquil. El plástico se utiliza para casi todo los objetos que son parte de la vida cotidiana, es un producto que tiene una larga durabilidad y no se lo puede reemplazar fácilmente por otros materiales, las materias plásticas son utilizadas por el sector industrial de nuestra economía para obtener un producto terminado utilizado posteriormente como componente de otro producto con mayor valor agregado. Los problemas de productividad que enfrentan las industrias plásticas en nuestro país se deben principalmente al incremento de los costos de las resinas, principal producto para la elaboración de los plásticos y la escasez de las mismas, inventarios innecesarios, bajos niveles de calidad, altos niveles de desperdicio, tiempos de producción elevados, etc.

El objetivo principal de este proyecto es el de implementar técnicas de mejora continua en una empresa del sector plástico con el fin de mejorar sus niveles de calidad y productividad.

Para alcanzar este objetivo, se realizó un diagnóstico de cómo se encuentra la empresa para que de esta manera se pueda conocer los problemas o

debilidades de la misma y se seleccionaron los indicadores adecuados para llegar a la estrategia de la empresa.

Luego se implementó el método de mejora que consiste en 1) Organizar el puesto de trabajo, 2) Conocer al cliente, 3) Integrar producción y ventas y 4) Mejorar la calidad. Dentro de este método, las técnicas que se utilizaron son 5S, Control Visual, Mapeo de Expectativas, Mapeo del Trabajo, 7 herramientas básicas de calidad y Control estadístico de calidad.

Al final de este proyecto, la empresa logró implementar estas técnicas de mejoramiento continuo de la producción, las cuales ayudaron a combatir los problemas críticos de la compañía mejorando sus procesos en cuanto a calidad y producción se refiere.

# ÍDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN .....	II
ÍNDICE GENERAL .....	III
ABREVIATURAS .....	IV
ÍNDICE DE FIGURAS .....	V
ÍNDICE DE TABLAS .....	VI
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO 1	
1. GENERALIDADES	
1.1 Problema .....	3
1.2 Alcance .....	4
1.3 Objetivos .....	4
1.4 Metodología .....	6
1.5 Estructura de la Tesis .....	9
CAPÍTULO 2	
2. MARCO TEÓRICO .....	12
2.1 Indicadores de Gestión .....	12



2.2 Técnica de Mejora Continua .....	13
2.3 Organizar el Puesto de Trabajo .....	15
2.4 Interacción con los Clientes .....	19
2.5 Integración de Ventas con Producción .....	22
2.6 Mejorar la Calidad .....	29

### CAPÍTULO 3

3. Descripción de la Industria .....	60
3.1 Antecedentes de la Empresa .....	60
3.2 Descripción General de la Compañía .....	61
3.3 Organigrama .....	62
3.4 Productos .....	63
3.5 Planeación de la Producción .....	66
3.6 Descripción del Macroproceso .....	67
3.7 Descripción del Proceso de Productivo .....	69
3.8 Datos Históricos .....	76
3.9 Indicadores de Gestión .....	78
3.10 Evaluación Inicial .....	84
3.11 Medición en Grupos (GTT) .....	87

## CAPÍTULO 4

4. Implementación de la Metodología del Proyecto .....	97
4.1 Lanzamiento del Proyecto .....	97
4.2 Indicadores de Gestión .....	99
4.3 Grupo de Mejora y Reuniones .....	108
4.4 Organizar el Puesto de Trabajo .....	109
4.5 Conocimiento del Cliente .....	122
4.6 Integración de Ventas con Producción .....	131
4.7 Mejorar la Calidad .....	141
4.8 Resultados .....	182

## CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	197
5.1 Conclusiones .....	197
5.2 Recomendaciones .....	200

## APÉNDICES

## BIBLIOGRAFÍA

## ABREVIATURAS

<b>Kg</b>	Kilogramos
<b>CO</b>	Característica de Operación
<b>n</b>	Tamaño de muestra
<b>k</b>	Relación entre la desviación estándar y la diferencia de los Límites de especificación de un proceso cualquiera
<b>u</b>	Media de la muestra
<b>LSE</b>	Límite Superior de Especificación
<b>LSI</b>	Límite Inferior de Especificación
<b>S<sup>2</sup></b>	Varianza Muestral
<b>C<sub>p</sub></b>	Índice de Capacidad
<b>PPM</b>	Partes Por Millón
<b>SPC</b>	Statistic Process Control (Control Estadístico de Proceso)
<b>R&amp;R</b>	Repetitibilidad y Reproducibilidad
<b>ANOVA</b>	Analysis of Variance (Análisis de Varianza)
<b>VAN</b>	Valor Actual Neto
<b>TIR</b>	Tasa Interna de Retorno
<b>ROI</b>	Return of Investment (Retorno de la Inversión)

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Metodología del proyecto .....	6
<b>Figura 2.1</b>	Relación Cliente – Marketing – Producción .....	25
<b>Figura 2.2</b>	Proceso de fabricación .....	42
<b>Figura 2.3</b>	Límites de Tolerancia .....	45
<b>Figura 2.4</b>	Histograma para analizar la capacidad del proceso (1) .....	49
<b>Figura 2.5</b>	Histograma para analizar la capacidad del proceso (2) .....	51
<b>Figura 2.6</b>	Representación gráfica del concepto de repetibilidad .....	57
<b>Figura 2.7</b>	Representación gráfica del concepto de reproducibilidad (2) .....	58
<b>Figura 3.1</b>	Organigrama Foamplast S.A .....	62
<b>Figura 3.2</b>	Extrusión de Rollos de Película .....	63
<b>Figura 3.3</b>	Protectores Rentables de 5mm .....	64
<b>Figura 3.4</b>	Producto de la planta de Perfiles .....	65
<b>Figura 3.5</b>	Diagrama del Macroproceso .....	68
<b>Figura 3.6</b>	Mezcla de Materia Prima .....	69
<b>Figura 3.6.1</b>	Mezcla de Materia Prima .....	70
<b>Figura 3.7</b>	Extrusión de la Espuma .....	71
<b>Figura 3.8</b>	Calibración y Almacenamiento de Rollos .....	72
<b>Figura 3.9</b>	Proceso de colocar Rollo en la cortadora .....	73
<b>Figura 3.10</b>	Proceso de troquelaje y deshueso.....	74
<b>Figura 3.11</b>	Proceso de empaque .....	75
<b>Figura 3.12</b>	Comparativo % de kilos vendidos 2008-2009 .....	77
<b>Figura 3.13</b>	Comparativo Scrap Conversión Espuma .....	80
<b>Figura 3.14</b>	Porcentaje de Ocupación de Elementos	

	de Trabajo y no Trabajo para el Grupo de Conversión Espuma .....	93
<b>Figura 3.15</b>	Desglose de las actividades para la elaboración de los bultos de protectores .....	94
<b>Figura 3.16</b>	Desglose de las actividades de Control de Calidad .....	95
<b>Figura 3.17</b>	Desglose de las actividades de Demoras Inevitables .....	96
<b>Figura 4.1.</b>	Grafica de indicadores de Eficiencia y Nivel Scrap simultáneo .....	101
<b>Figura 4.2.</b>	Antes y Después del reemplazo de la nueva cartelera .....	114
<b>Figura 4.3.</b>	Antes del cambio .....	115
<b>Figura 4.3.1</b>	Después de implementar el cambio .....	115
<b>Figura 4.4</b>	Antes y Después de realizar el cambio respectivo .....	116
<b>Figura 4.5</b>	Resumen de calificaciones de Auditorias promedio semanales .....	118
<b>Figura 4.6</b>	Evolución de la primera "S": CLASIFICAR .....	119
<b>Figura 4.7</b>	Evolución de la segunda "S": ORDENAR .....	119
<b>Figura 4.8</b>	Evolución de la tercera "S": LIMPIAR .....	120
<b>Figura 4.9</b>	Evolución comparativa de las 3 primeras "S" .....	120
<b>Figura 4.10</b>	Clientes Potenciales en la compra de protectores .....	124
<b>Figura 4.11</b>	Proceso de Protección del Racimo .....	126
<b>Figura 4.12</b>	Proceso de Transportación del Racimo .....	127
<b>Figura 4.13</b>	Proceso Desflore del Racimo .....	128
<b>Figura 4.14</b>	Diagrama de Flujo proceso del control estadístico .....	145
<b>Figura 4.15</b>	Registro de los datos recolectados en la primera corrida .....	153
<b>Figura 4.16</b>	Prueba de normalidad .....	154
<b>Figura 4.17</b>	Capacidad del proceso de espuma .....	156
<b>Figura 4.18</b>	Diagrama Causa-Efecto .....	158
<b>Figura 4.19</b>	Diagrama de Pareto .....	158
<b>Figura 4.20</b>	Registro de los datos recolectados en la segunda corrida .....	160
<b>Figura 4.21</b>	Prueba de normalidad .....	161
<b>Figura 4.22</b>	Capacidad del proceso de espuma .....	162
<b>Figura 4.23</b>	Gráfica de control Extrusión Espuma .....	165
<b>Figura 4.24</b>	Registro de los datos recolectados en la tercera corrida .....	168

<b>Figura 4.25</b>	Prueba de normalidad .....	169
<b>Figura 4.26</b>	Capacidad del proceso de espuma .....	170
<b>Figura 4.27</b>	Gráfica de control Extrusión Espuma .....	172
<b>Figura 4.28</b>	R&R del Sistema de Medición (Anova) para el espesor .....	179
<b>Figura 4.29</b>	Evolución del Nivel de Scrap durante la ejecución del proyecto (Extrusión Espuma) .....	183
<b>Figura 4.30</b>	Evolución de la Eficiencia durante la ejecución del proyecto (Extrusión Espuma) .....	183
<b>Figura 4.31</b>	Evolución de la Eficiencia durante la ejecución del proyecto (Conversión Espuma) .....	184
<b>Figura 4.32</b>	Evolución del Nivel de Scrap durante la ejecución del Proyecto (Conversión Espuma) .....	184
<b>Figura 4.33</b>	Ordenar las Tiras de plástico para el amarre .....	191
<b>Figura 4.34</b>	Ordenar las escobas .....	192
<b>Figura 4.35</b>	Ordenar las Fundas de empaque .....	192
<b>Figura 4.36</b>	Ordenar Cintas .....	193
<b>Figura 4.37</b>	Ordenar Troqueles .....	193

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b>	Porcentajes de kilos y ventas en el año 2008 .....	76
<b>Tabla 2:</b>	Porcentajes de kilos y ventas en el año 2009 .....	77
<b>Tabla 3:</b>	Porcentajes de Scrap de extrusión y conversión .....	79
<b>Tabla 4:</b>	Resultado Indicadores de cálculo mensual .....	186

## INTRODUCCIÓN

El objetivo principal de este proyecto es el de implementar técnicas de mejora continua en una empresa del sector plástico con el fin de mejorar sus niveles de calidad y productividad. Para poder alcanzar este objetivo, se realizó un diagnóstico para determinar la situación actual de la compañía y de esta forma conocer cuáles eran sus puntos débiles y fuertes; y así poder contar con una base que ayude a implementar de la mejor manera la metodología que propuso la Ing. Denisse Rodríguez.

Una vez conocidos los resultados del diagnóstico de la compañía se trató de buscar la mejor manera de gestionar y direccionar los distintos problemas; los cuales debían ser medidos para poder conocer su impacto y establecer los controles correspondientes, motivo por el cual se seleccionó un grupo de indicadores con el fin de que funcionen como un soporte para el desarrollo de la metodología.

El siguiente paso fue organizar el puesto de trabajo para lo cual se recurrió a la herramienta de mejora continua 5 “S”, donde primero se realizó una minga de limpieza para luego comenzar con la implementación de las tres primeras **S**:



**Clasificar, Ordenar y Limpiar.** Además se establecieron estándares con la ayuda del control visual con el propósito de mantener las tres primeras **S**, adicional a esto se realizan auditorias semanales con el fin de crear una disciplina y costumbre que ayude al mantenimiento de estos estándares y hacer que la implementación de las 5"S" perdure.

En la etapa de interacción con el cliente se programaron visitas de los vendedores y personal de planta con el fin de mejorar la relación; y de esta manera cumplir con las especificaciones del cliente.

Para integrar ventas con producción se realizaron reuniones semanales con el objetivo principal de coordinar la producción es decir; evaluar que pedidos son prioridades para ser entregados a tiempo y así satisfacer a los clientes de una mejor manera.

Para mejorar la calidad se recurrió a la utilización de las 7 herramientas básicas de la calidad donde se implementó el uso de El Diagrama de Causa y Efecto, el cual es utilizado en reuniones de grupo cuando se presentaba un problema de calidad en el proceso. Además se creó un mejor sistema de control de proceso a través de la estadística con la ayuda de los gráficos de control, lo cual contribuyó a reducir la variabilidad del proceso.

# CAPÍTULO 1

## 1. GENERALIDADES

### 1.1 Problema

El problema que enfrentan las Industrias Plásticas en el Ecuador según los analistas de la Industria de los Plásticos, es el elevado precio de las resinas, este problema tiene como origen una combinación de factores y entre ellos los más mencionados son la inestabilidad de los precios del petróleo, la demanda de petróleo y de la incertidumbre sobre la capacidad de producción del mismo.

El costo de los materiales seguirá presionando el precio de los productos terminados aunque, en algunos casos, es difícil trasladar el sobre costo al producto final, por tal razón, los empresarios continuarán absorbiendo el incremento de los costos y reduciendo sus rendimientos por unidad. Esta situación es especialmente preocupante para las pequeñas y medianas empresas ya que los grandes fabricantes tienen la posibilidad de reducir los costos fijos unitarios al estar en capacidad de producir mayores volúmenes.

Por lo tanto estos problemas ameritan que el sector plástico tome medidas mediante estrategias que permitan alcanzar su objetivo: disminuir los costos de producción e incrementar su eficiencia productiva, eso se lo puede realizar mediante la implementación de técnicas de mejora adaptadas a las necesidades del sector productivo.

## **1.2 Alcance**

La empresa en donde se desarrollara este proyecto actualmente cuenta con tres líneas de producción, en la cual solo se enfocará en una determinada línea que es la de Polietileno **ESPUMADO**, se busca reconocer las debilidades de producción, con el fin de mejorar el proceso productivo.

## **1.3 Objetivo**

### **Objetivo General**

Implementar técnicas de mejora en una empresa del sector plástico con el fin de mejorar sus niveles de calidad y productividad.

### **Objetivos Específicos**

- Realizar un diagnóstico actual de las Industrias de Plásticos.
- Identificar los indicadores más adecuados para medir la productividad en las empresas plásticas.
- Organizar el puesto de trabajo
- Mejorar las relaciones con sus clientes.
- Mejorar las relaciones entre ventas y producción
- Mejorar la calidad de los procesos productivos.

## 1.4 Metodología

Para alcanzar los objetivos planeados, se seguirá la siguiente metodología:

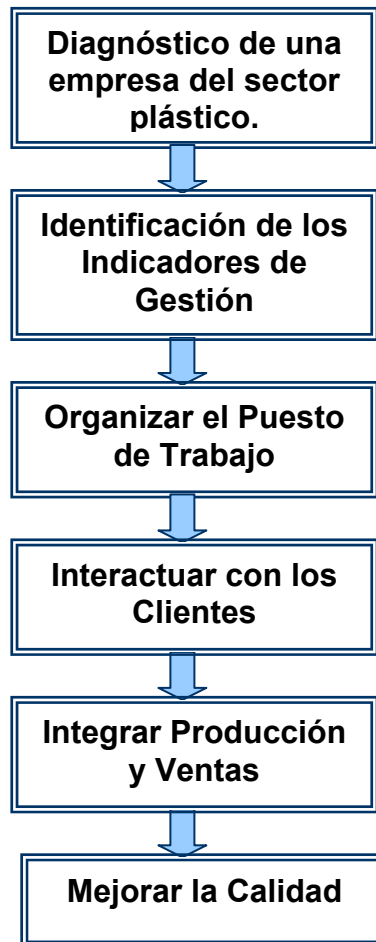


Figura 1. Metodología del proyecto

### **Diagnóstico de la Empresa (Industria Plástica)**

Tiene como objetivo conocer la situación actual o real de la empresa y las perspectivas de evolución para obtener pautas de actuación para su aplicación práctica.

### **Identificación de los Indicadores de Gestión**

Se procedió a identificar las necesidades del área involucrada en cuanto productividad, utilización, calidad, disponibilidad, rentabilidad, los cuales se clasifican dependiendo la naturaleza de los datos y necesidad del indicador. La identificación y desarrollo de estos indicadores son parte fundamental de la evolución de la compañía y forman parte fundamental del mejoramiento y optimización de la misma, debido a que son medios por los cuales se logra identificar el nivel en que se encuentra funcionando la empresa.

### **Organizar el Puesto de Trabajo**

Con la información que se obtiene del diagnóstico de la empresa se procede a implementar las **5'S** (técnica de mejoramiento continuo) en el área de producción, y de esta manera establecer sistemas o controles visuales que permitan identificar los sitios donde se encuentren los

elementos de trabajo para que de esta manera se pueda gestionar fácilmente lo alcanzado.

### **Interactuar con los Clientes**

Mediante la interacción con los clientes se propone poner mayor énfasis en cumplir las necesidades y en la satisfacción de los mismos, se lo realizara mediante la Clasificación de los Clientes, Mapeo del Trabajo y así poder lograr que cada día siga creciendo y aumentando la cartera de clientes en la empresa.

### **Integrar Producción y Ventas**

Mejorar la eficiencia operativa, a través de integrar ventas y producción mediante Mapeo de Expectativas y Mejorar la Comunicación entre departamentos. Todos los departamentos de una empresa deben interactuar armoniosamente para lograr los objetivos generales, cada función de las diferentes áreas ejerce una influencia potencial sobre la satisfacción al cliente.

## **Mejorar la Calidad**

Controlar la calidad efectuada por la maquinaria utilizada y por los propios trabajadores de tal forma que se garantice la calidad del producto. Para alcanzar dichas metas se procederá a mejorar los procesos productivos incorporados o modificando tareas que permitan eliminar causas de defectos en la producción y las técnicas más indicadas para aplicar son las 5´S, Control Visual, Gráficas de Control, Diagrama Causa Efecto (7 Herramientas de la Calidad) y Control Estadístico de Calidad.

## **1.5 Estructura de la Tesis**

### **Capítulo 2**

En esta sección se realiza una revisión de literatura necesaria para el desarrollo de la tesis. Las fuentes bibliográficas fueron obtenidas mediante textos e información de páginas de Internet.

La Información que se encuentra en este capítulo tiene temas variados como: Indicadores de Gestión, Mejora Continua (Kaizen), Las Herramientas de Manufactura Esbelta (5´S), Interacción con los Clientes, Integración de Ventas con Producción, Mejorar la Calidad.



### **Capítulo 3**

Dentro de este capítulo se realiza el diagnóstico actual de la compañía; la selección e identificación de los indicadores de control que faciliten la evaluación de la empresa.

### **Capítulo 4**

En este capítulo trata sobre la implementación de las Técnicas de Producción en los sistemas productivos de la empresa, es decir ejecutar sistemas de control ideales para la compañía como son los Indicadores de Gestión, Gráficas de control, Diagramas de Ishikawa y Estudio R y r (estudio de repetitividad y reproducibilidad).

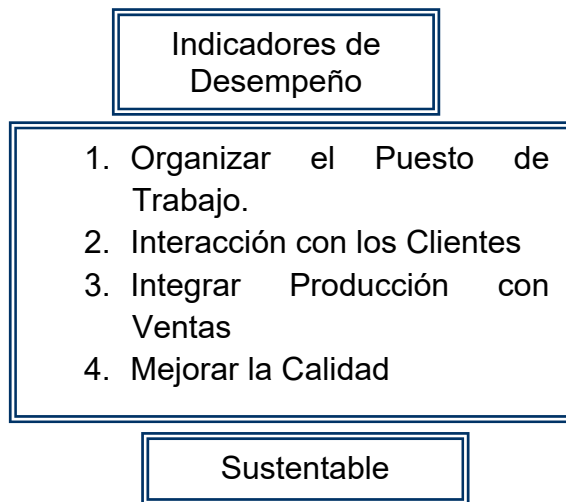
### **Capítulo 5**

En este capítulo se encuentran las conclusiones y recomendaciones del estudio realizado durante la tesis.

# CAPÍTULO 2

## 2. MARCO TEÓRICO

Para la explicación de este Tema se ha tomado como referencia la metodología que fue diseñada por la Ing. Denise Rodríguez para la realización de su Tesis de Doctorado. A continuación se muestra el esquema del método de mejora para la implementación de este proyecto.



## 2.1 INDICADOR DE GESTIÓN

Hace referencia a un determinado signo o señal concreta que pone en evidencia la magnitud o intensidad de un problema. Sirve para observar y medir los cambios cualitativos (positivos o negativos) o cuantitativos (mayores o menores) que se presentan en el comportamiento de las variables en un determinado momento o entre períodos de tiempo. Se puede afirmar también que los indicadores son la cuantificación de los hechos o la observación de las manifestaciones más visibles de un problema. Los indicadores deben ser:

**Válidos:** Deben reflejar las acciones del proyecto y no de factores externos.

**Demostrables:** Deben evidenciar los cambios buscados.

**Fácticos:** Objetivamente verificables.

**Pertinentes:** Deben guardar correspondencia con los objetivos y la naturaleza del proyecto y con las condiciones del entorno social.

### CRITERIOS

Cada medidor o indicador debe satisfacer los siguientes criterios:

- **Medible:** El medidor o indicador debe ser medible. Esto significa que la característica descrita debe ser cuantificable en términos ya sea del grado o frecuencia de la cantidad.

- **Entendible:** El medidor o indicador debe ser reconocido fácilmente por todos aquellos que lo usan.
- **Controlable:** El indicador debe ser controlable dentro de la estructura de la organización.

De acuerdo a los objetivos de la compañía, a las metas, a los servicios, a las actividades, etc., y la disponibilidad de la información, se seleccionan los indicadores. Una vez que se cuenta con la información de fuentes directas o indirectas se obtiene el respectivo cálculo, que se realiza dependiendo del tipo de indicador seleccionado. [1]

## **2.2 TÉCNICA DE MEJORA CONTINUA (KAIZEN)**

Proviene de dos ideogramas japoneses: “Kai” que significa cambio y “Zen” que quiere decir para mejorar. Así, se puede decir que “Kaizen” es “cambio para mejorar” o “mejoramiento continuo” Los dos pilares que sustentan Kaizen son los equipos de trabajo y la Ingeniería Industrial, que se emplean para mejorar los procesos productivos. De hecho, Kaizen se enfoca a la gente y a la estandarización de los procesos. Su práctica requiere de un equipo integrado por personal de producción, mantenimiento, calidad, ingeniería, compras y demás empleados que el equipo considere necesario.

Su objetivo es incrementar la productividad controlando los procesos de manufactura mediante la reducción de tiempos de ciclo, la estandarización de criterios de calidad, y de los métodos de trabajo por operación.

La estrategia de Kaizen empieza y acaba con personas. Con Kaizen, una dirección envuelta guía a las personas para mejorar su habilidad de encontrar expectativas de calidad alta, costo bajo, y entrega en el tiempo continuamente. Kaizen transforma compañías en 'Competidores Globales Superiores'

### **Beneficios de Evento Kaizen**

Los beneficios pueden variar de una empresa a otra, pero los típicamente encontrados son los siguientes:

- Aumento de la productividad, rentabilidad
- Reducción del espacio utilizado, inventario en proceso, tiempo de fabricación, uso del montacargas, costos de producción
- Mejoras en la calidad de los productos, manejo y control de la producción. [2]

## 2.3 ORGANIZAR EL PUESTO DE TRABAJO

### LAS HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA (5'S)

Este concepto se refiere a la creación y mantenimiento de áreas de trabajo más limpias, más organizadas y más seguras, es decir, se trata de imprimirle mayor "calidad de vida" al trabajo. Las 5'S provienen de términos japoneses que diariamente se pone en práctica en la vida cotidiana y no son parte exclusiva de una "cultura japonesa", es más, todos los seres humanos, o casi todos, tienen tendencia a practicar las 5'S, aunque no se pueda dar cuenta. Las 5'S son: [2]

Clasificar, organizar o arreglar apropiadamente: **Seiri**

Ordenar: **Seiton**

Limpieza: **Seiso**

Estandarizar: **Seiketsu**

Disciplina: **Shitsuke**

### Beneficios de las 5'S

La implantación de una estrategia de 5'S es importante en diferentes áreas, por ejemplo, permite eliminar desperdicios y por otro lado permite mejorar las condiciones de seguridad industrial, beneficiando así a la empresa y sus

empleados. Algunos de los beneficios que genera la estrategias de las 5'S son:

- Mayores niveles de seguridad que redundan en una mayor motivación de los empleados
- Mayor calidad
- Tiempos de respuesta más cortos
- Aumenta la vida útil de los equipos
- Genera cultura organizacional y reducción en las pérdidas y mermas por producciones con defectos.

### **Definición de las 5'S**

#### **Clasificar (seiri)**

Clasificar consiste en retirar del área de trabajo todos aquellos elementos que no son necesarios para realizar la labor, ya sea en áreas de producción o en áreas administrativas. Una forma efectiva de identificar estos elementos que habrán de ser eliminados es llamada "etiquetado en rojo". En efecto una tarjeta roja (de expulsión) es colocada a cada artículo que se considera no necesario para la operación. Enseguida, estos artículos son llevados a un área de almacenamiento transitorio.

Más tarde, si se confirmó que eran innecesarios, estos se dividirán en dos clases, los que son utilizables para otra operación y los inútiles que serán descartados.

### **Ordenar (seiton)**

Consiste en organizar los elementos que han sido clasificados como necesarios de modo que se puedan encontrar con facilidad. Algunas estrategias para este proceso de "todo en su lugar" son: pintura de pisos delimitando claramente áreas de trabajo y ubicaciones, tablas con siluetas, así como estantería modular y/o gabinetes para tener en su lugar cosas como un bote de basura, una escoba, etc., es decir, *"Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar."*

### **Limpieza (seiso)**

Limpieza significa eliminar el polvo y suciedad de todos los elementos de una fábrica. Desde el punto de vista del TPM implica inspeccionar el equipo durante el proceso de limpieza, se identifican problemas de escapes, averías, fallos o cualquier tipo de defecto. Limpieza incluye, además de la actividad de limpiar las áreas de trabajo y los equipos, el diseño de aplicaciones que permitan evitar o al menos disminuir la suciedad y hacer más seguros los ambientes de trabajo.



**Estandarizar (seiketsu)**

El estandarizar pretende mantener el estado de limpieza y organización alcanzado con la aplicación de las primeras 3's. El estandarizar sólo se obtiene cuando se trabajan continuamente los tres principios anteriores. En esta etapa o fase de aplicación (que debe ser permanente), son los trabajadores quienes adelantan programas y diseñan mecanismos que les permitan beneficiarse a sí mismos. Para generar esta cultura se pueden utilizar diferentes herramientas, una de ellas es la localización de fotografías del sitio de trabajo en condiciones óptimas para que pueda ser visto por todos los empleados y así recordarles que ese es el estado en el que debería permanecer, otra es el desarrollo de unas normas en las cuales se especifique lo que debe hacer cada empleado con respecto a su área de trabajo.

**Disciplina (shitsuke)**

Significa evitar que se rompan los procedimientos ya establecidos. Solo si se implanta la disciplina y el cumplimiento de las normas y procedimientos ya adoptados se podrá disfrutar de los beneficios que ellos brindan. La disciplina es el canal entre las 5'S y el mejoramiento continuo. Implica control periódico, visitas sorpresa, autocontrol de los empleados, respeto por sí mismo, por los demás y mejora la calidad de vida laboral.

## **2.4 INTERACCIÓN CON LOS CLIENTES**

### **CLIENTE**

Cliente es la persona, empresa u organización que adquiere o compra de forma voluntaria productos o servicios que necesita o desea para sí mismo, para otra persona o para una empresa u organización; por lo cual, es el motivo principal por el que se crean, producen, fabrican y comercializan productos y servicios. [3]

Con respecto al trato con los clientes, existen cuatro tareas claves que pueden usarse como guía para poner en marcha una iniciativa individualizada: Identificar, Diferenciar, Interactuar y Personalizar. [4]

### **2.4.1 MAPEO DE EXPECTATIVAS**

Las expectativas son las "esperanzas" que los clientes tienen por conseguir algo. Las expectativas de los clientes se producen por el efecto de una o más situaciones:

- Promesas que hace la misma empresa acerca de los beneficios que brinda el producto o servicio.
- Experiencias de compras anteriores.

- Promesas que ofrecen los competidores.

En la parte que depende de la empresa, ésta debe tener cuidado de establecer el nivel correcto de expectativas. Por ejemplo, si las expectativas son demasiado bajas no se atraerán suficientes clientes; pero si son muy altas, los clientes se sentirán decepcionados luego de la compra [5].

Un detalle muy interesante sobre este punto es que la disminución en los índices de **satisfacción del cliente** no siempre significa una disminución en la calidad de los productos o servicios; en muchos casos, es el resultado de un aumento en las expectativas del cliente [5] situación que es atribuible a las actividades de mercadotecnia (en especial, de la publicidad y las ventas personales).

En todo caso, es de vital importancia monitorear "regularmente" las "expectativas" de los clientes para determinar lo siguiente:

- Si están dentro de lo que la empresa puede proporcionarles.
- Si están a la par, por debajo o encima de las expectativas que genera la competencia.

- Si coinciden con lo que el cliente promedio espera, para animarse a comprar.

#### **2.4.2 CLASIFICACIÓN ABC**

Es una técnica que permite clasificar cuales son los elementos vitales para la empresa o para un departamento, ya sean estos clientes, productos, proveedores, servicios etc. Se utiliza para hacer una clasificación, dependiendo del volumen de transacciones en términos de cantidad, valor monetario etc. así como el grado de criticidad o importancia. Permite de una manera objetiva libre de subjetividad clasificar cuales son aquellos elementos (clientes, productos, proveedores, servicios) a los cuales la empresa o el departamento debe prestarles mayor atención ya sea para establecer una negociación, hacer una encuesta.

Este esquema permite hacer una clasificación mayor que la conocida como ABC que en combinación con la criticidad nos puede dar una nueva clasificación de clientes. [6]

### **2.4.2 MAPEO DE PROCESO**

En primer lugar debe definirse un **MAPA DE PROCESOS**, que se constituirá en la puerta de entrada al mundo de los procesos dentro de las empresas.

Existen diversas formas de representar la interrelación de los procesos dentro de una organización, pero antes de hacer dicha representación, lo más recomendable es aplicar el enfoque por procesos, utilizando el principio de aplicar un pensamiento de “derecha a izquierda”, es decir, de identificar primero los clientes, los productos, los requisitos que el cliente exige y con esto identificar los procesos que se requieren para producir los bienes y/o servicios. [7]

### **2.5 INTEGRACIÓN DE VENTAS Y PRODUCCIÓN**

La venta es una de las actividades más pretendidas por empresas, organizaciones o personas que ofrecen algo (productos, servicios u otros) en su mercado meta, debido a que su éxito depende directamente de la cantidad de veces que realicen ésta actividad, de lo bien que lo hagan y de cuán rentable les resulte hacerlo.

Según **Allan L. Reid**, afirma que la **venta** promueve un intercambio de productos y servicios. [8]

## **INTEGRACIÓN**

Consiste, en lograr que todos los departamentos laboren de común acuerdo para alcanzar los objetivos planeados; porque, de existir diferencias entre ellos difícilmente pueden llegar al éxito. Todos forman parte de un engranaje y cuando alguno de ellos funciona mal, la maquinaria general deja eficientemente de trabajar.

Por ejemplo, para planear las ventas es necesario conocer la capacidad de producción; el departamento de producción necesita conocer las posibilidades de compra de materia prima, etc., y una vez coordinados todos, compras debe de abastecer a producción para que el departamento de ventas cuente con los productos terminados necesarios para lograr las ventas planeadas.

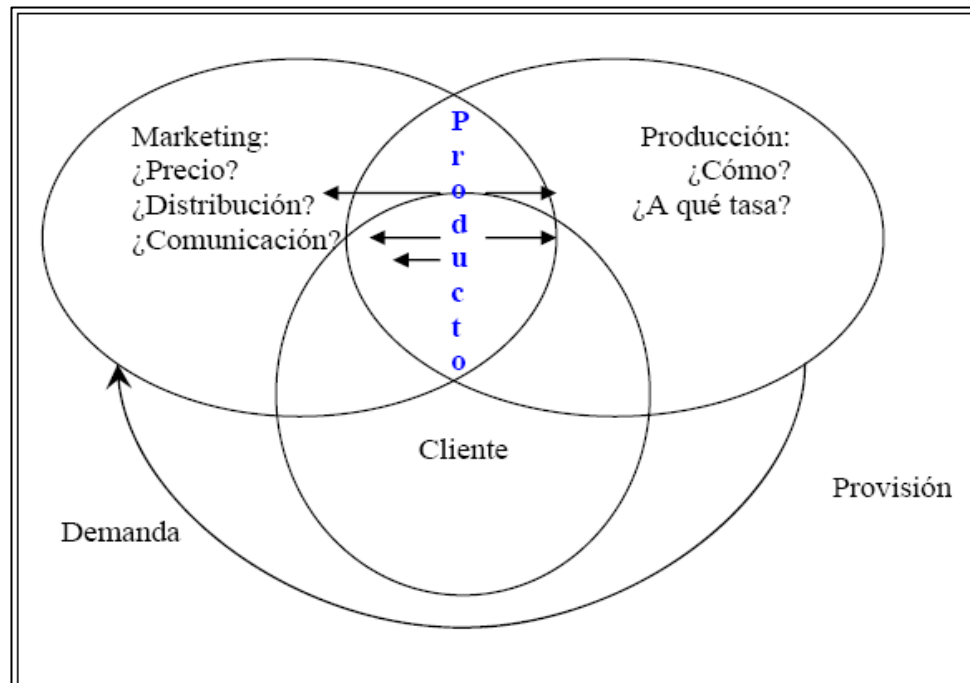
## **RELACIÓN ENTRE MARKETING Y PRODUCCIÓN-LOGÍSTICA**

Shapiro (1997) afirmó que los departamentos responsables por producción (back-office department) y Marketing (front-office department) podían coexistir. Shapiro, indicaba que los departamentos back-office usualmente

se apegaban por la reducción de costos mediante la eficiencia en la producción, mientras los departamentos front-office lo hacían por maximizar el beneficio adaptándose a los requerimientos del consumidor. En este sentido Shapiro daba las bases para uno de los mayores problemas entre estos dos tipos de departamentos, la diferencia de objetivos y metas.

Para lograr la eficiencia en la producción, es necesario tener lotes productivos más largos, logrando economías de escala y curvas de aprendizaje, sistemas de calidad firmes y sencillez en los procesos de producción, generando una sobrecarga al departamento de marketing quien tendría que evitar ceder ante los requerimientos de los clientes y probablemente por este motivo perderlos en el mar de los competidores.

Pero si se quiere una eficiencia en marketing, adaptándose a los requerimientos del consumidor, esto conllevaría entregas en tiempo menor al presupuestado por producción, cambios en el tipo y/o especificaciones del producto, lo cual produciría lotes de producción más pequeños, exigiría modificaciones mayores a último momentos del plan maestro de producción, generando una sobrecarga en dicho departamento y por ende problemas asociados con los procesos productivos y la calidad del producto.



**Figura 2.1 Relación Cliente – Marketing - Producción**

De acuerdo con la teoría de la identidad social (Brewer: 1986 – Brewer y Schneider; 1990) esta teoría propone que los individuos se definen así mismos acorde con los términos del grupo del que son miembros, buscan una identidad social positiva diferenciando el grupo al que pertenecen más positivamente de los demás. Es así como los miembros de determinado grupo se ven así mismos como los buenos y a los de los demás grupos como los malos. Además existen estímulos que refuerzan este tipo de comportamientos, por ejemplo, producción es usualmente recompensado por



la eficiencia y calidad, logística por la planificación y la entrega a tiempo y marketing por la flexibilidad y servicio al cliente.

En el **Apéndice A** se puede observar la tabla donde se recopilan los posibles puntos de conflicto entre marketing y producción.

### **BÚSQUEDA DE INTERRELACIÓN ENTRE DEPARTAMENTOS**

Crittenden (1991), explica cada una de las **4 C** propuestas para el logro de una interrelación enfocada al consumidor/cliente. Lo primero es el centrarse en el cliente. El cliente externo es el receptor de los productos y/o servicios de la empresa y debe de ser el enfoque central de la compañía, su satisfacción es crucial para el éxito. A este punto se debe incluir y recalcar que el cliente interno es la fuente del éxito, así como la satisfacción del cliente externo es el objetivo, el lograrlo depende del cliente interno.

**La segunda C** son las capacidades competitivas, para desarrollarlas marketing tiene que colaborar tanto a nivel interno como externo con el fin de asegurar que todas las áreas puedan contribuir a proporcionar y cumplir las promesas de la compañía.

**La tercera C** es con respecto a la colaboración entre las áreas. Las interacciones principalmente ocurren en tres principales aspectos: variedad de producto, entrega y asegurar que el producto cumple con las expectativas

del cliente. Mientras la velocidad hacia el mercado es identificada como una capacidad competitiva, los vendedores, en este aspecto, a menudo se involucran en promesas prácticamente imposibles para con sus clientes, motivados en su mayoría por salir delante de la competencia. Para lograr el éxito la organización debe establecer estrategias de colaboración, tanto a nivel interno como externo, a lo largo y ancho de la cadena de abastecimiento.

**La cuarta C**, Conexiones Cíclicas, es un término acuñado por primera vez en 1985 por Bonoma (1985), está definido como un fenómeno que se refiere a la interrelación entre la formulación de la estrategia de marketing y la implementación de la misma. La idea básica es que detrás de esta conexión cíclica, la formulación de la estrategia de marketing será afectada por la misma implementación, la cual afectará la reformulación de la primera creándose una especie de ciclo permanente. [9]

## **LA COMUNICACIÓN EN LAS ORGANIZACIONES**

Actualmente la comunicación se ha convertido en uno de los ejes centrales de una empresa, ya que por medio de ella existe una mejor relación entre empleados y esto se refleja en el trato con los clientes.

Por ello es importante el uso de herramientas de comunicación organizacional, por ejemplo la “**comunicación corporativa**”. Para lograrlo se requiere conocer la estructura esencial de los medios y sistemas de comunicación que existan en la empresa, como boletines, periódicos, revistas, ya sean internos o externos para que sean empleados de manera adecuada, así como el comprender la importancia de la comunicación en la empresa.

Los mensajes que se intercambian en la organización, pueden transmitirse a través de canales interpersonales o de medios de comunicación como memoranda, circulares, boletines o revistas, tableros de avisos y manuales, así como programas audiovisuales, sistemas computarizados, sonido ambiental o también se pueden hacer uso de los medios de comunicación masiva, para de esta manera poder llegar a numerosos públicos externos.

[10]

En la función de producción, la información que se maneja, va dirigida hacia la producción de los empleados, por medio de esta se les comunica como deben realizar su trabajo, incluyendo actividades como de capacitación, orientación, resolución de problemas, establecimientos de objetivos, sugerencias e ideas que mejoren la producción que se genere.

En cuanto a la función de mantenimiento, a través de esta función el empleado se integra y convive más con los demás integrantes del organismo, mediante eventos sociales como: la celebración de un cumpleaños de cualquier miembro, el brindis de fin de año, el aniversario de la empresa, donde se otorga reconocimientos a los empleados más destacados o de más antigüedad, estos entre otros eventos son ejemplos que logran que el desempeño laboral en una compañía se cumpla con éxito. Es necesario que los empleados se sientan realmente parte de la empresa, que se consideren parte importante de ella. [10]

## **2.6 MEJORAR LA CALIDAD**

### **HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS BÁSICAS PARA LA CALIDAD**

Kauru Ishikawa promulgó la utilización de siete herramientas básicas de la calidad:

1. Gráficas de barras e histogramas
2. Listas de verificación
3. Diagramas de Pareto
4. Diagramas de dispersión
5. Diagramas causa-efecto

6. Estratificación

7. Gráficos de control

No obstante, las versiones más actualizadas de las siete herramientas básicas sustituyen la estratificación por los:

8. Diagramas de flujo

A continuación se comenta brevemente en que consiste cada una de las 8 herramientas y se proporciona en algunas un ejemplo sencillo en el que se aplican algunas de ellas.

## **GRÁFICAS DE BARRAS E HISTOGRAMAS**

Las **gráficas de barras** consisten en una serie de rectángulos cuya altura representa la frecuencia con la cual se presentan determinados problemas relacionados con la calidad.

Los **histogramas** resumen los datos medidos sobre una escala, mostrando la distribución de frecuencia de alguna característica de calidad.

## **LISTAS DE VERIFICACIÓN**

Las **listas de verificación** o **listas de chequeo** son formularios que se usan para registrar la frecuencia con la que se presentan las características de ciertos productos o servicios relacionadas con la calidad.

## DIAGRAMAS DE PARETO

Los **diagramas de Pareto** son gráficos de barras en las que los distintos tipos de problemas de calidad se ordenan en el eje de abscisas de forma decreciente por la frecuencia con que aparecen y se señala la frecuencia acumulada.

Los diagramas de Pareto sirven, por lo tanto, para determinar las causas que generan la mayor parte de los problemas. Se basa en la idea de que, en muchos casos, el 80% de los errores están ocasionados por el 20% de los problemas posibles. Luego solucionando un 20 % de los problemas, eliminamos un 80% de los errores y optimizamos el esfuerzo.

## DIAGRAMAS DE DISPERSIÓN

Los **diagramas de dispersión** consisten en una representación gráfica de dos variables que muestra como se relacionan entre si. Se habla de correlación positiva, negativa o nula entre las variables. También se puede reforzar con un análisis de regresión la cual es una técnica estadística que permite estudiar los diagramas de dispersión con mayor exhaustividad que la que proporciona la simple observación.

## **DIAGRAMAS CAUSA-EFECTO**

Los **diagramas causa-efecto** (o **diagramas de espina de pescado** o **diagramas de Ishikawa**) muestran la relación entre un problema de calidad de importancia clave y las posibles causas que lo originan. Primero se determinan las categorías de causas y luego causas específicas en los niveles en que sea necesario.

En el siguiente ejemplo se consideran cuatro categorías de causas: mano de obra, máquinas, materiales y métodos. Dentro de cada categoría se identifican distintas subcategorías. Por ejemplo, dentro de mano de obra se distinguen tres cuestiones: salud, habilidad y espíritu. Dentro de cada una de estas subcategorías se identifican posibles causas concretas. Por ejemplo, en la rama de habilidad se consideran la falta de entrenamiento, la falta de experiencia, y la falta de educación (formación) como posibles causas del problema.

En un primer paso, lo importante es generar el máximo de causas posibles, aunque a priori puedan parecer absurdas. Esto puede hacerse mediante procedimientos de 'lluvia de ideas' entre los encargados de aplicar la técnica. En segundo paso consistirá en ir eliminando las menos probables y quedarse con las que se consideran causas verdaderas del problema.

## GRÁFICOS DE CONTROL

Los **gráficos de control** especifican las variaciones de una cierta dimensión de la calidad en torno al valor deseado conforme pasa el tiempo y si éstas permanecen dentro de unos límites de control (o límites de tolerancia) permitidos.

Se parte de la idea de que no hay dos productos idénticos y que existen variaciones. Algunas variaciones son aleatorias y responden al azar, pero otras son asignables, es decir, se deben a causas específicas identificables y corregibles. Los gráficos de control ayudan a identificar las causas asignables. De hecho son una herramienta fundamental para la aplicación del Control Estadístico de Procesos.

## DIAGRAMAS DE FLUJO

Los **diagramas de flujo** son representaciones gráficas de un proceso en las que se identifican los principales pasos que componen dicho proceso. Pueden ser útiles para identificar donde está el origen de los errores en un sistema productivo.

Se utilizan distintos símbolos y formas geométricas para representar el proceso. Los rectángulos suelen representar operaciones o actividades, los



rombos decisiones, y los círculos el inicio y el final del proceso. No obstante, existen otras posibles notaciones.

Suele resultar beneficioso especificar gráficamente el proceso ideal y, por otra parte, el proceso real, e identificar las diferencias y, de esa forma, los aspectos que deben ser mejorados. [11]

### **LOS 7 GRANDES DESPERDICIOS O MUDAS**

Estas surgen de la clasificación desarrollada por Ohno (mentor y artífice del Just in Time), y comprende:

1. Desperdicio por sobreproducción
2. Desperdicio por inventario
3. Desperdicio por reparaciones / rechazo de productos defectuosos
4. Desperdicios por movimiento innecesarios
5. Desperdicios por Proceso Defectuoso
6. Desperdicios por Tiempo de espera
7. desperdicio por transporte

### **DESPERDICIO POR SOBREPDUCCIÓN**

La misma es el producto de un exceso de producción, producto entre otros factores de: falencias en las previsiones de ventas, producción al máximo de

la capacidad para aprovechar las capacidades de producción (mayor utilización de los costos fijos), lograr un óptimo de producción (menor coste total), superar problemas generados por picos de demandas o problemas de producción. Cualquiera sea el motivo, lo cual en las fábricas tradicionales suelen ser la suma de todos estos factores, el coste total para la empresa es superior a los costes que en principio logran reducirse en el sector de operaciones. En primer lugar se tienen los costos correspondientes al almacenamiento, lo cual conlleva tanto el espacio físico, como las tareas de manipulación, controles y seguros. Pero además debe tenerse muy especialmente en cuenta los costos financieros debidos al dinero con escasa rotación acumulada en altos niveles de sobreproducción almacenados.

### **DESPERDICIO POR INVENTARIO**

Tiene muchos motivos, y en el se computan tanto los inventarios de insumos, como de repuestos, productos en proceso e inventario de productos terminados. El punto óptimo de pedidos, como el querer asegurarse de insumos, materias primas y repuestos por problemas de huelgas, falta de recepción a término de los mismos, remesas con defectos de calidad y el querer aprovechar bajos precios o formar stock ante posibles subas de precios, son los motivos generadores de este importante factor de

desperdicio. En el caso de productos en proceso se forman stock para garantizar la continuidad de tareas ante posibles fallas de máquinas, tiempos de preparación y problemas de calidad. A los factores apuntados para la sobreproducción deben agregarse las pérdidas por roturas, vencimiento, pérdida de factores cualitativos como cuantitativos, y paso de moda.

### **DESPERDICIO POR REPARACIONES / RECHAZO DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS**

Muda de reparación y rechazo de productos defectuosos. La necesidad de reacondicionar partes en proceso o productos terminados, como así también reciclar o destruir productos que no reúnen las condiciones óptimas de calidad provocan importantes pérdidas. A ello debe sumarse las pérdidas generadas por los gastos de garantías, servicios técnicos, recambio de productos, y pérdida de clientes y ventas. Es lo que en materia de Costos de Mala Calidad se denomina costos por fallas internas y costos por fallas externas.

### **DESPERDICIOS POR MOVIMIENTO INNECESARIOS**

Se hace referencia con ello a todos los desperdicios y despilfarros motivados en los movimientos físicos que el personal realiza en exceso debido entre

otros motivos a una falta de planificación en materia ergonómica. Ello no sólo motiva una menor producción por unidad de tiempo, sino que además provoca cansancio o fatigas musculares que originan bajos niveles de productividad.

Una estación de trabajo mal diseñada es causa de que el personal malgaste energía en movimientos innecesarios, constituyendo el sexto tipo de despilfarros. Así por ejemplo situar los departamentos que prestan asistencia al trabajo de valor añadido en oficinas alejadas de las personas productoras de valor agregado aumenta los movimientos innecesarios. Las herramientas, los equipos, los materiales y las instrucciones que se necesitan para realizar el trabajo han de colocarse en el lugar más conveniente para que el operario ahorre energía. En las empresas de categoría mundial el personal de primera línea no ha de ir a buscar ayuda, sino que la reclama para que ésta vaya a ellos.

### **DESPERDICIOS POR PROCESO DEFECTUOSO**

Desperdicios generados por falencias en materia de layout, disposición física de la planta y sus maquinarias, errores en los procedimientos de producción,

incluyéndose también las falencias en materia de diseño de productos y servicios.

### **DESPERDICIOS POR TIEMPO DE ESPERA**

Muda de espera. Motivado fundamentalmente por: los tiempos de preparación, los tiempos en que una pieza debe esperar a otra para continuar su procesamiento, el tiempo de cola para su procesamiento, pérdida de tiempo por labores de reparaciones o mantenimientos, tiempos de espera de órdenes, tiempos de espera de materias primas o insumos. Los mismos se dan también en las labores administrativas. Todos estos tiempos ocasionan menores niveles de productividad.

### **DESPERDICIO POR TRANSPORTE**

Despilfarro vinculado a los excesos en el transporte interno, directamente relacionados con los errores en la ubicación de máquinas, y las relaciones sistémicas entre los diversos sectores productivos. Ello ocasiona gastos por exceso de manipulación, lo cual lleva a una sobre-utilización de mano de obra, transportes y energía, como así también de espacios para los traslados internos.

En primer lugar superar estos despilfarros requiere de una mejora tanto en la calidad, como así también en las labores de mantenimiento, mejora en los procedimientos de preparación (los altos plazos de preparación llevan a excesos de inventarios de productos en proceso), la mejor selección y contratación a largo plazo con los proveedores, y un mejor recorrido de los insumos y partes durante el proceso productivo. Por otro lado se requiere de un continuo proceso de simplificación, para lo cual es fundamental mejorar de manera constante los niveles de calidad y productividad vía la mejora continua. A su vez la mejora continua requiere si o si de una proceso de capacitación y entrenamiento que permita al personal comprender, entender y tomar conciencia de los distintos tipos de despilfarros y la forma en cada uno de ellos debe ser combatido. Para todo ello es de fundamental importancia tanto la mejora en los procesos de planificación, como así también la aplicación del benchmarking. [12]

### **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS (C.E.P)**

El CEP es una herramienta estadística que se utiliza en el puesto de trabajo para conseguir el producto adecuado y a la primera. Los gráficos de control constituyen el procedimiento básico del C.E.P. Con dicho procedimiento se pretende cubrir 3 objetivos:

- Seguimiento y vigilancia del proceso
- Reducción de la variación
- Menos costo por unidad

Todo proceso presenta una variabilidad aunque se encuentre muy bien controlado, la misma que es de carácter natural del proceso. Cuando esta variabilidad es relativamente pequeña se puede afirmar que proviene de un “Sistema aleatorio de causas” las cuales no pueden ser asignadas a algún problema en específico por lo tanto bajo estas condiciones se dice que el proceso está bajo control estadístico.

Por el contrario, existen otras causas de variabilidad que pueden estar, ocasionalmente, presentes y que actuarán sobre el proceso. Estas causas se derivan, fundamentalmente, de tres fuentes:

- Ajuste inadecuado de las máquinas
- Errores de las personas que manejan las máquinas
- Materia prima defectuosa.

A estas causas se las denominan “**causas asignables**” y las cuales pueden originar problemas graves. Bajo estas condiciones se dice que el proceso se encuentra fuera de control estadístico. Por lo tanto lo que se busca es

eliminar las causas asignables para luego una vez estabilizado el proceso buscar realizar un diseño de experimentos para hacer mas eficiente el proceso.

## **GRÁFICOS CEP**

### **GENERALIDADES**

Los gráficos de control o cartas de control son una importante herramienta utilizada en control de calidad de procesos. El control estadístico de procesos nos provee de información útil ya que nos puede ayudar a distinguir si la variabilidad se produce por fluctuación natural del proceso o porque el mismo ya no está funcionando bien.

Todo proceso de fabricación funciona bajo ciertas condiciones o variables que son establecidas por las personas que lo manejan para lograr una producción satisfactoria.





**Figura 2.2 Proceso de fabricación**

Cada uno de estos factores está sujeto a variaciones que realizan aportes más o menos significativos a la fluctuación de las características del producto, durante el proceso de fabricación. Los responsables del funcionamiento del proceso de fabricación fijan los valores de algunas de estas variables, que se denominan variables controlables. Por ejemplo, se fija la temperatura de fusión del plástico, la velocidad de trabajo, la presión del pistón, la materia prima que se utiliza (Proveedor del plástico), etc.

### **PROCESO BAJO CONTROL ESTADÍSTICO**

Hay que tener en cuenta que las variaciones provocadas por un sistema de aleatorio de causas se denominan causas no asignables y aquellas que pueden ser atribuidas o detectadas se denominan causas asignables.

**Causas Asignables:** Son causas que pueden ser identificadas y que conviene descubrir y eliminar, por ejemplo, una falla de la máquina por desgaste de una pieza, un cambio muy notorio en la calidad del plástico, etc. Estas causas provocan que el proceso no funcione como se desea y por lo tanto es necesario eliminar la causa, y retornar el proceso a un funcionamiento correcto.

**Causas No Asignables:** Son una multitud de causas no identificadas, ya sea por falta de medios técnicos o porque no es económico hacerlo, cada una de las cuales ejerce un pequeño efecto en la variación total. Son inherentes al proceso mismo y no pueden ser reducidas o eliminadas a menos que se modifique el proceso.

Cuando el proceso trabaja afectado solamente por un sistema constante de variables aleatorias no controlables (Causas no asignables) se dice que está funcionando bajo Control Estadístico. Cuando, además de las causas no asignables, aparece una o varias causas asignables, se dice que el proceso está fuera de control.

Una vez que se encuentran identificadas las causas asignables con los gráficos realizados se debe revisar si hay pocos puntos fuera de control (2 ó 3), estos se eliminan, se recalculan la media, desviación Standard y límites de control con los restantes, y se construye un nuevo gráfico de

prueba. Cuando las observaciones no siguen un patrón aleatorio, indicando la existencia de causas asignables, se hace necesario investigar para descubrirlas y eliminarlas. Una vez hecho esto, se deberán recoger nuevas observaciones y calcular nuevos límites de control de prueba, comenzando otra vez con la primera etapa.

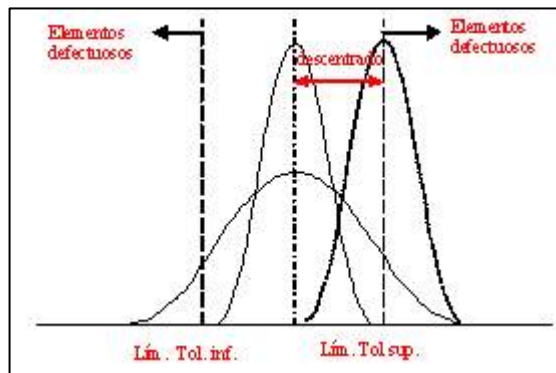
En la 2ª etapa, las nuevas observaciones que van surgiendo del proceso se representan en el gráfico, y se controlan verificando que estén dentro de los límites, y que no se produzcan patrones no aleatorios. Una vez eliminadas las causas del problema, se puede continuar con la producción normal.

Estos límites de control se escogen de forma que si el proceso está bajo control, prácticamente todos los puntos del gráfico estarán contenidos entre dichos límites. En tanto los puntos estén dentro de los límites no será precisa ninguna acción correctora porque se supone que el proceso esté bajo control. Sin embargo, un punto fuera de los límites de control se interpreta como una evidencia de que el proceso está fuera de control debiendo investigarse la naturaleza de la causa o causas asignables presentes a fin de eliminarlas, adoptando la oportuna medida correctora.

Si el proceso está bajo control, además de situarse los puntos dentro de los límites de control, todos los puntos del gráfico presentarán una

posición originada por el azar sin la presencia de patrones especiales de variabilidad.

**IMPORTANTE:** No hay que confundir los límites de control con los límites de tolerancia.



**Figura 2.3 Límites de Tolerancia**

**Los límites de tolerancia** son los valores de una determinada característica que separan valores correctos e incorrectos de la misma (fijados normalmente por el proyectista para que el producto funcione adecuadamente)

**Los límites de control** son aquellos entre los cuales el estadístico considerado (sean valores individuales, medias, medianas, recorridos desviaciones típicas, sumas acumuladas, etc.) tiene una probabilidad muy

alta de situarse cuando el proceso está bajo control (no hay causa asignable). Cuando un proceso (se supone que sigue una distribución Normal) se desplaza respecto a sus valores nominales o aumenta su dispersión, genera más elementos defectuosos (más elementos fuera de los límites de tolerancia).

### EFICACIA DE LOS GRÁFICOS $\bar{X}$ , R

La eficacia de estos gráficos se describe a través de las curvas ARL (Longitud de racha media) y curva característica.

#### A) calculo de las curvas características y ARL del gráfico

##### - Curva característica

Se asume que la desviación típica es conocida y constante. Si la media cambia desde el valor objetivo  $\mu_0$  hasta otro  $\mu_1 = \mu_0 + K \cdot \sigma$ , la probabilidad de no detectar el cambio en la primera muestra que se tome será:

$$\beta = \text{prob}[LCI \leq X \leq LCS] \text{ cuando } \mu = \mu_0 + K \cdot \sigma$$

con :

$$\bar{X} \approx N\left(\mu, \frac{\sigma^2}{n}\right) ; \quad LCI = \mu - \frac{Z_{\alpha/2} \cdot \sigma}{\sqrt{n}} ; \quad LCS = \mu + \frac{Z_{\alpha/2} \cdot \sigma}{\sqrt{n}}$$

por lo cual :

$$\beta = \Phi\left(\frac{LCS - (\mu_o + K\sigma)}{\sigma/\sqrt{n}}\right) - \Phi\left(\frac{LCI - (\mu_o + K\sigma)}{\sigma/\sqrt{n}}\right) \Rightarrow$$

$$\beta = \Phi\left(\frac{\mu_o + \frac{Z_{\alpha/2}\sigma}{\sqrt{n}} - (\mu_o + K\sigma)}{\sigma/\sqrt{n}}\right) - \Phi\left(\frac{\mu_o + \frac{Z_{\alpha/2}\sigma}{\sqrt{n}} - (\mu_o + K\sigma)}{\sigma/\sqrt{n}}\right) \Rightarrow$$

$$\beta = \Phi(Z_{\alpha/2} - K\sqrt{n}) - \Phi(-Z_{\alpha/2} - K\sqrt{n}) \quad \text{Curva Característica}$$

Normalmente se elige  $\alpha = 0,0027$  (Error tipo I)  $Z_{\alpha/2} = 3$ . Esta curva (Probabilidad de que el siguiente punto caiga dentro de los límites de control en función del Descentrado del proceso) viene representada (con  $\alpha = 0,0027$ ), para distintos tamaños de muestra ( $n$ ). Esta gráfica puede ser vista en Apéndices **ANEXO B y ANEXO C**

Para un  $\alpha$  determinado (error tipo 1) y dando valores a  $\alpha$  (variación en la dispersión del proceso) se obtienen los valores de  $\beta$ .

La curva ARL la obtenemos mediante la fórmula $1/(1-\beta)$	Aumento de dispersión en el proceso	Curva característica	Curva ARL
	$\sigma'/\sigma$	$\beta$	$1/(1-\beta)$

Esta curva puede ser vista en Apéndice en **ANEXO D**

### Gráficos de control ( $\bar{X}$ , S)

Cuando crece el tamaño de muestra ( $n = 10$  a  $12$ ) el método del rango para estimar  $\sigma$  pierde eficiencia. En este caso es mejor reemplazar los gráficos ( $\bar{X}$ , R) por los ( $\bar{X}$ , S) y calcular para cada subgrupo la media y la desviación típica S.

Aunque,

$$S^2 = \frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n-1}$$

Es un estimador centrado de  $\sigma^2$  S no lo es respecto de  $\sigma$ , ya que realmente estima  $C_4\sigma$  ya que  $E(s) = C_4\sigma$ ;  $C_4$  es una constante que depende del tamaño de muestra.

### CAPACIDAD DEL PROCESO

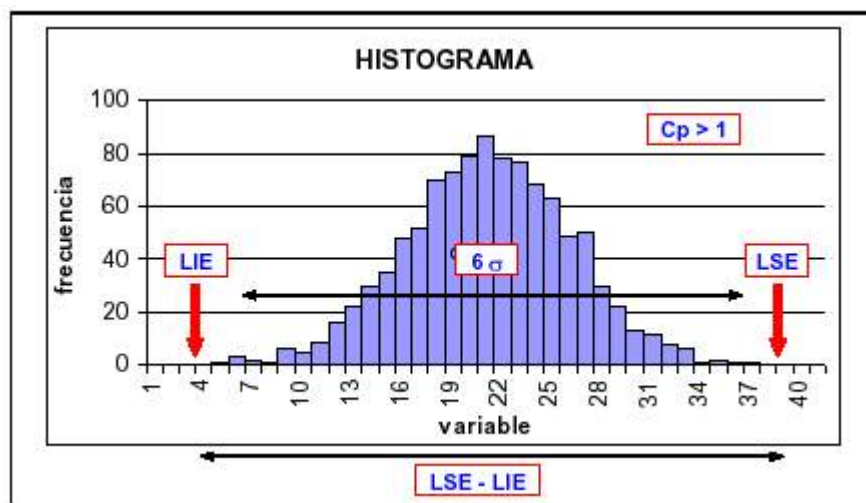
Para cuantificar la Capacidad de Proceso se utilizan coeficientes que permiten comparar el rango de especificaciones con la fluctuación natural del proceso. Uno de ellos es  $C_p$ :

$$C_p = \frac{(LSE - LIE)}{6 * \sigma}$$

Donde LSE y LIE son, respectivamente, el Límite Superior y el límite inferior de Especificación.

Si el proceso tiene capacidad para fabricar el producto, entonces  $C_p > 1$ .

En general se exige  $C_p > 1.30$  para mayor seguridad.



**Figura 2.4 Histograma para analizar la capacidad del proceso (1)**

$C_p$  tiene el inconveniente de que para poder aplicarlo, el centro de gravedad del rango de especificaciones debe coincidir con la tendencia



central de las mediciones del proceso. Cuando esto no ocurre se emplea

el  $C_{pk}$ :

$$C_{pk} = \frac{\Delta}{3 * \sigma}$$

Donde:

$$\Delta = \text{Mínimo}\{(LSE - \bar{X}), (\bar{X} - LIE)\}$$

En la **Figura 2.4** podemos observar que una buena parte del producto está por encima del Límite Superior de Especificación (LSE). Aún así resulta  $C_p > 1$ , indicando erróneamente que el proceso tiene capacidad suficiente.

En este caso se debe usar el segundo coeficiente que muestra claramente que el proceso no tiene capacidad suficiente ( $C_{pk} < 1$ ), tal como se puede observar en el gráfico.

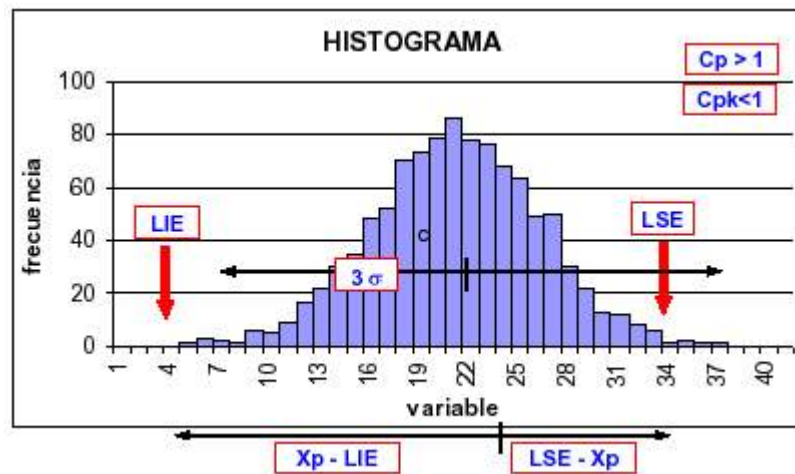


Figura 2.5 Histograma para analizar la capacidad del proceso (2)

Un proceso suele decirse que es apto cuando  $C_p > 1$  ó incluso  $C_p > 1,3$

Modernamente, ha comenzado a utilizarse:

$$CPM = \frac{LES - LEI}{6\sigma'}$$

donde :

$$\sigma' = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - Nominal)^2}{n-1}}$$

siendo :

$$Nominal = \frac{LES + LEI}{2}$$

El uso de un histograma para analizar la capacidad de un proceso tiene la ventaja de que se puede apreciar la forma de la distribución, con lo cual se puede confirmar o rechazar la hipótesis de que la misma es normal. Pero el problema es que no se puede detectar la presencia de patrones no aleatorios, con lo cual no es posible confirmar o rechazar la hipótesis de que el proceso está bajo control estadístico. Si el proceso no está bajo control estadístico los resultados del análisis de la capacidad de proceso no serán válidos y pueden llevar a conclusiones equivocadas.

### **ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DEL PROCESO USANDO GRÁFICOS DE CONTROL**

Los gráficos de control son muy útiles para medir la capacidad potencial del proceso y deben ser considerados la técnica principal en los análisis de capacidad.

En los análisis de capacidad pueden usarse los gráficos de control por variables y los gráficos de control por atributos aunque son preferibles los primeros por la mayor información que suministran.

Los gráficos  $\bar{X}$ , R permiten estimar la variabilidad instantánea (capacidad del proceso a corto plazo) y la variabilidad a lo largo del tiempo (capacidad del proceso a largo plazo). La variabilidad instantánea viene dada por  $s = R/d_2$ , donde  $d_2$  es un valor tabulado en función del tamaño de muestra  $n$ .

No debe estimarse la capacidad del proceso a corto plazo cuando se presenta una situación fuera de control ya que previamente habría que encontrar las causas asignables y poner el proceso bajo control.

Cuando se utilizan gráficos  $\bar{X}$ -R, en el gráfico de  $\bar{X}$  se representan los promedios de subgrupos, es decir, promedios muestrales. No debe confundirse la desviación Standard del proceso con la desviación Standard de los promedios muestrales. Si la desviación Standard del proceso es  $s$  y cada subgrupo tiene  $m$  mediciones, la desviación Standard entre subgrupos es:

$$\sigma_m = \frac{\sigma}{m}$$

Si se utiliza por error la desviación Standard entre subgrupos para calcular los coeficientes de capacidad del proceso, se obtendrán

valores más altos que los que corresponden a la verdadera capacidad del proceso. [13]

## **ESTUDIO r y R**

Un estudio r y R esta conformado por la repetibilidad y reproducibilidad de los datos que se hayan medidos.

### **Repetibilidad de los resultados de las mediciones**

Cercanía entre los resultados de mediciones sucesivas de la misma magnitud por medir, efectuadas en las mismas condiciones de medición.

Notas.

1. Estas condiciones se llaman condiciones de repetibilidad.
2. Las condiciones de repetibilidad incluyen: El mismo procedimiento de medición, el mismo observador, el mismo instrumento de medición utilizado en las mismas condiciones, el mismo lugar y repetición dentro de un período de tiempo corto.
3. La repetibilidad se puede expresar en forma cuantitativa, en función de las características de dispersión de los resultados.

### **Reproducibilidad de los resultados de mediciones**

Cercanía entre los resultados de las mediciones de la misma magnitud por medir, efectuada bajo condiciones de medición diferentes.

Notas:

1. Para que una expresión de la reproducibilidad sea válida, es necesario especificar las condiciones que cambian.
2. Las condiciones que cambian pueden ser entre otras: El principio de medición, el método de medición, el observador, el instrumento de medición, el patrón de referencia, el lugar, las condiciones de uso y el tiempo.
3. La reproducibilidad se puede expresar en forma cuantitativa, en función de las características de dispersión de los resultados.
4. Los resultados considerados aquí son generalmente los resultados corregidos. [14]

### **APLICACIÓN DE LOS ESTUDIOS DE r&R**

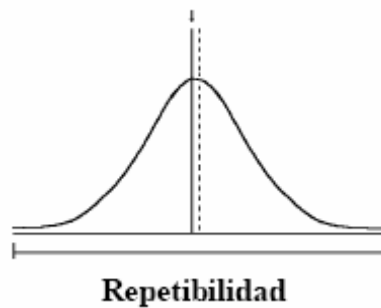
En metrología las aplicaciones de los estudios de repetibilidad y reproducibilidad encuentran aplicación en los procesos de

evaluación, validación y análisis de las mediciones, estas aplicaciones son entre otras:

- Evaluación de ensayos de aptitud
- Validación de métodos de calibración,
- Análisis de comparaciones inter-laboratorio,
- Evaluación de la incertidumbre de medición
- Evaluación de cartas de control,
- Conocer la variabilidad de mediciones e instrumentos (GRR según MSA),
- Evaluación de la deriva (estabilidad) de instrumentos [14]

### **ESTUDIO DE REPETIBILIDAD Y REPRODUCIBILIDAD**

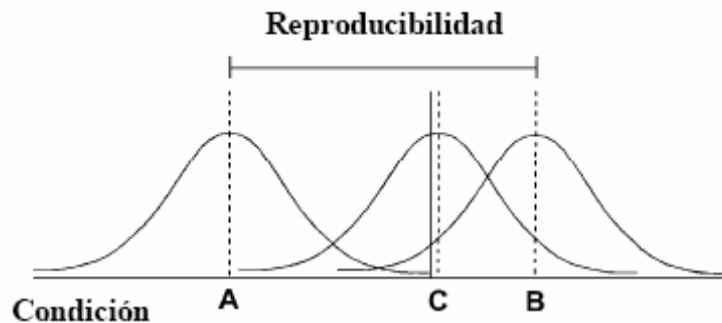
La repetibilidad puede ser expresada cuantitativamente en términos de la dispersión característica de los resultados. En la Figura 1 se muestra el concepto de repetibilidad.



**Figura 2.6 Representación gráfica del concepto de repetibilidad**

Teniendo en cuenta que la reproducibilidad es la proximidad de concordancia entre los resultados de mediciones sucesivas del mismo mensurando bajo condiciones de medición que cambian, ésta se puede expresar en forma cuantitativa, en función de las características de la dispersión de los resultados; en la Figura 2 se observa una representación gráfica del concepto de reproducibilidad. [14]





**Figura 2.7 Representación gráfica del concepto de reproducibilidad(2)**

### **MÉTODOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL r&R**

Los métodos para determinar la repetibilidad y la reproducibilidad de las mediciones están basados en la evaluación estadística de las dispersiones de los resultados, ya sea en forma de rango o su representación como varianzas o desviaciones estándar. Los métodos que se utilizan son: Rango, Promedio y Rango, y ANOVA (análisis de varianza) [14]

### **ANOVA (análisis de varianza)**

Las ventajas de la técnica de ANOVA comparada con el método de *Promedio y Rango* son:

Es posible manejar cualquier arreglo o estructura experimental,

Es posible estimar las varianzas más exactamente,

Se obtiene mayor información de los datos experimentales,  
Permite conocer la interacción entre la repetibilidad y la  
reproducibilidad. [14]

### **CRÍTERIO DE DECISIÓN DEL METODO ANOVA**

- Si  $\%R \& R < 10\%$  el sistema de medición es aceptable.
- Si  $10\% \leq \%R \& R < 30\%$  el sistema de medición puede ser aceptable según su uso, aplicación, costo del instrumento de medición, costo de reparación.
- Si  $\%R \& R > 30\%$  el sistema de medición es considerado como no aceptable y requiere de mejoras en cuanto al operador, equipo, método, condiciones, etc. [13]

# CAPÍTULO 3

## 3. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

### 3.1 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

La compañía **FOAMPLAST S.A** en la cual se desarrolla este proyecto tuvo sus inicios en el año de 1991, ubicada en “Mapasingue Este calle 1era callejón cuarto “. La empresa comenzó con la línea de enfunde de banano (Película de Baja densidad y Alta densidad), en ese tiempo la compañía contaba solo con 1 extrusora, 1 picadora y 1 desembobinadora, en el transcurso de 3 años se adquirió una nueva extrusora y selladora para hacer fundas para las cajas de banano.

En el año de 1996 la compañía cambio de lugar y se ubico en el Km. 19.5 vía a la Costa donde dispone de un terreno propio de 7251 m<sup>2</sup>. Entre el año de 1996 y 2005 la compañía adquiere 3 nuevas extrusoras y 3 selladoras.

En el 2005-2006 **la empresa** sigue creciendo, fortaleciéndose y de esta manera fue incrementando la compra de maquinarias para el área

de sellado y sobre todo la creación de 2 nuevas líneas de producción: polietileno espumado y área de reciclado.

### **3.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA COMPAÑÍA**

La Empresa se inicio como compañía en el año de 1991, la cual se dedica a la fabricación y comercialización productos plásticos a partir del **POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD Y ALTA DENSIDAD.**

#### **MISIÓN:**

Ofrecer soluciones plásticas con alto valor agregado que mediante su aplicación permitan a sus usuarios eficientizar sus procesos productivos y obtener una satisfacción total de sus necesidades.

#### **VISIÓN:**

Ser para el año 2013 una empresa conocida por su capacidad innovadora, que le ofrezca al mercado nacional e internacional soluciones plásticas novedosas y eficientes, con el fin de obtener un beneficio integrador entre sus clientes, colaboradores y accionistas.

### 3.3 ORGANIGRAMA DE FOAMPLAST S.A

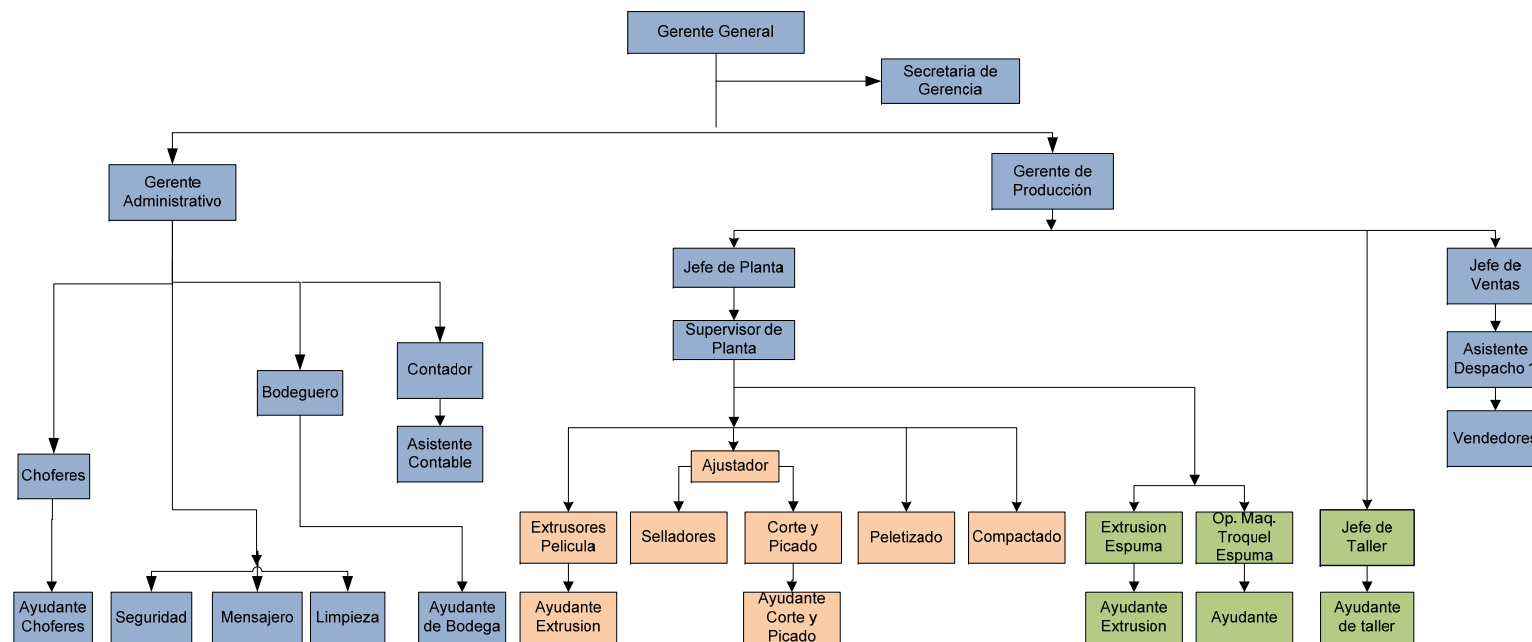


Figura 3.1 Organigrama Foamplast S.A

### 3.4 PRODUCTOS

La empresa cuenta con 3 líneas de producción:

- Planta 1: Se dedica a la producción de Película
- Planta 2: Producción de Espuma
- Planta 3: Reciclado – producción de perfiles

La planta de **Película** realiza la producción de Rollos (mangas), fundas (bolsas) de polietileno de baja y alta densidad en toda medida y espesor, usado para embalajes industriales, las unidades de medidas se las trabaja en pulgadas.



**Figura 3.2 Extrusión de Rollos de Película**

La planta de **Espuma** realiza la producción de Rollos espumados para la fabricación de **Protectores Rentables**, usado para la protección del racimo de banano, las unidades de medidas se las trabaja en centímetros y el espesor en milímetros.



**Figura 3.3 Protectores Rentables de 5mm**

La planta de **Reciclado** realiza la producción de ángulos o perfiles a base de Polipropileno molido, pigmento negro y fundas usadas de alta densidad (fundas desechadas por las bananeras) material principal para la elaboración de dichos perfiles.



**Figura 3.4 Producto de la planta de Perfiles**

El personal que labora en esta compañía, esta conformada por 74 personas, de los cuales, 18 corresponden al personal administrativo, y 56 operadores de planta. La jornada de trabajo es de 8 horas por turno rotativo más sobretiempo, con dos turnos al día.

**Para la realización de una metodología de mejora de calidad y productividad se escogió para este proyecto la planta 2 de espuma, a continuación se muestra la distribución del personal y los diferentes procesos productivos de la planta de Espuma.**



## PLANTA 2 DE ESPUMA

### ÁREA DE EXTRUSIÓN

# PERSONAS	CARGO	NIVEL ESTUDIO
1	Extrusor	PRIMARIA
1	Ayud. Extrusor	SECUNDARIA
1	Extrusor	SECUNDARIA
1	Ayud. Extrusor	BACHILLER

### ÁREA DE CONVERSIÓN

# PERSONAS	CARGO	NIVEL ESTUDIO
2	Conversión	BACHILLER
9	Conversión	SECUNDARIA

### 3.5 PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

La producción del polietileno espumado es constante debido a los altos pedidos de PROTECTORES RENTABLES que se tiene al mes; por lo tanto se planea la producción de la siguiente manera:

1. Producción se extrusa en base a un pronóstico de ventas mensuales (kilos vendidos), estos pedidos ya están confirmados en el mes por el Dpto. de Ventas.

2. En base a la demanda de pedidos el Dpto. Producción considera el trabajar los 7 días de la semana o el mes completo, de esta manera siempre se asegura que haya la suficiente cantidad de rollos para ser convertidos en producto terminado para de esta manera cubrir todos los despachos del producto a los diferentes clientes.
3. El Dpto. de Producción siempre establece un día de la semana preferiblemente se determina los fines de semana para hacer otro tipo de producto de la espuma que son las láminas.

### **3.6 DESCRIPCIÓN DEL MACROPROCESO**

Para que se inicie el proceso de producción debe haber un pedido previo solicitado por el cliente, es el sistema de funcionamiento llevado a cabo por esta empresa y éste se maneja de la siguiente manera: además de tener su departamento de ventas quienes se encargan de buscar clientes, estos también vienen por medio de anuncios publicitarios especialmente de la guía telefónica. Los pedidos son receptados por el asistente de ventas por fax, personal o telefónicamente, luego van a gerencia de ventas para su respectivo análisis y cotización (kilos por dólares), si este pedido merece una revisión de crédito va al Gerente Financiero, caso contrario se realiza

la orden de producción con la autorización correspondiente y se ordena la producción. El jefe de planta recibe la orden de producción numerada y la programa para su inmediata ejecución. Previo a esto revisa si en la planta tiene la materia prima necesaria para su extrusión, o sino la solicita al jefe de bodega.

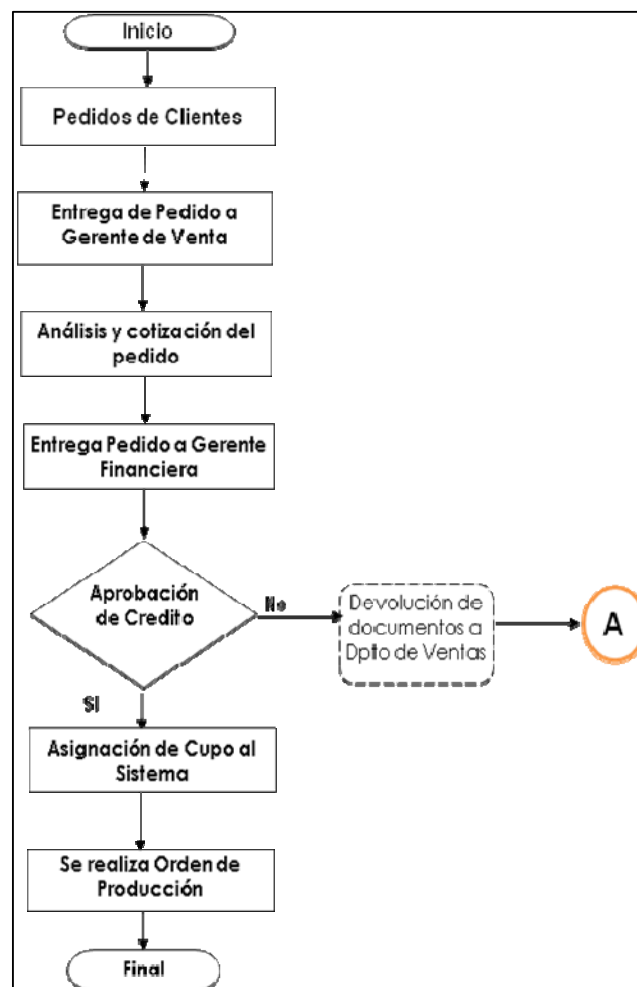


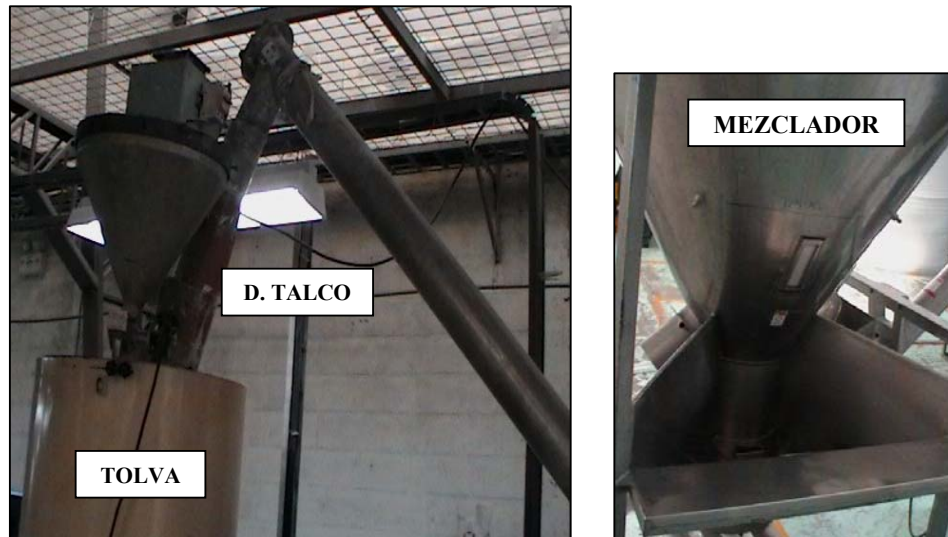
Figura 3.5 Diagrama del Macroproceso

### 3.7 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO

El proceso de fabricación de rollos de espuma de polietileno comienza sacando la materia prima de bodega y colocándola a lado de la línea de extrusión, estos sacos son abiertos uno por uno con la ayuda de una cuchilla para luego ser vaciada la resina a una mezcladora automatizada por unos 20 a 25 minutos, la mezcla pasa directamente a la tolva, y en la cual tiene instalado un dosificador de talco que pasa directamente al túnel.

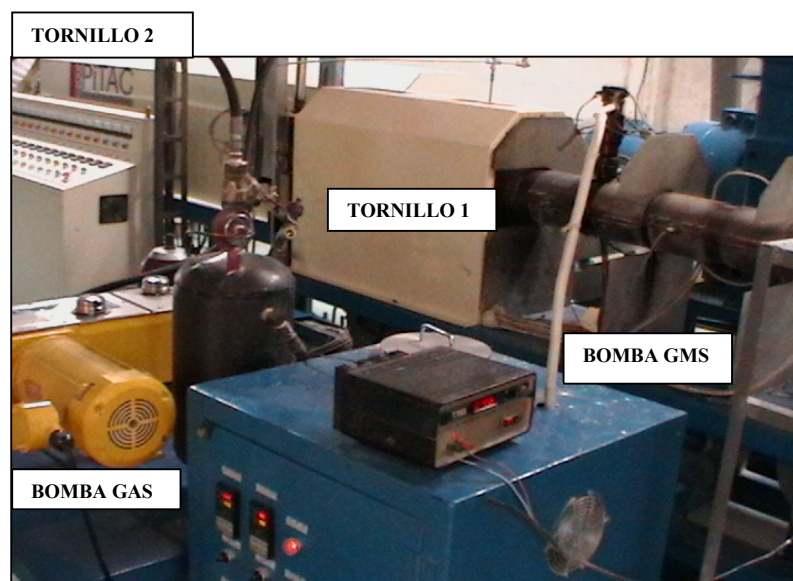


**Figura 3.6 Mezcla de Materia Prima**



**Figura 3.6.1 Mezcla de Materia Prima**

La extrusora es una máquina que cuenta con 2 tornillos, la cual en el 1er tornillo tiene una conexión directa a la bomba de gas y GMS.





**Figura 3.7 Extrusión de la Espuma**

En el interior de este túnel se encuentra el tornillo sin fin que gira impulsado por el motor principal, el material plástico ya fundido pasa por un filtro que lleva el material directamente al segundo tornillo en la cual se introduce en la entrada del molde o cabezal, entonces el polietileno plastificado y espumado va saliendo en forma tubular, mientras tanto se verifica la uniformidad del flujo ajustando la presión, temperaturas, r.p.m. del motor principal, velocidad de tornillo 1 y 2, etc.

Se toma una muestra para la verificación del espesor, textura, color etc. para finalmente terminar en un rollo con un peso de acuerdo a lo solicitado.



**Figura 3.8 Calibración y Almacenamiento de Rollos**

Este rollo es sacado de la bobina de enrollamiento para llevarlo a pesar y colocar la etiqueta de control de calidad, dichos rollos se almacenan por fechas para darle el suficiente tiempo de maduración (desgasificación) entre 6 a 8 días.

Terminado el proceso por parte de extrusión los rollos de espuma ya elaborados para hacerlos PROTECTORES se los lleva a las máquinas cortadoras y troqueladora. El rollo es colocado en el porta rollo de la máquina cortadora que se encuentra en la parte anterior de la misma, esta película o espuma se la pasa por medio de los rodillos y balancines, los mismos que sirven para darle la tensión a la espuma y queda listo para dar marcha a la máquina, una vez accionada se calibra la velocidad, de esta manera la máquina corta láminas que se agrupan de 5 unidades y se la deposita en la mesa del producto en proceso.



**Figura 3.9 Proceso de colocar Rollo en la cortadora**

El operador recoge dichas láminas y las coloca en la máquina troqueladora, esta máquina tiene 4 moldes que le da la forma del protector, el operador saca las láminas troqueladas (20 unidades) y las coloca en la mesa de trabajo en donde hay 2 personas que deshuesa



o saca la rebaba del producto, los operadores agrupan las 20 unidades y amarran dichos protectores con una tira de plástico.



**Figura 3.10 Proceso de troquelaje y deshueso**

En el área de empaque se encuentran 2 personas: 1 persona se encarga de recoger el desperdicio o scrap del producto y la segundo operador se encarga de colocar 10 paquetes de protectores en una

funda o empaque (bulto de 200 unidades), por último se le coloca la etiqueta de control de calidad donde especifica el cliente, medida, etc. se los pesa en una balanza electrónica y se anota dichos pesos en el reporte de conversión y después son almacenados para entregarlos luego a sus respectivos cliente.



**Figura 3.11 Proceso de empaque**

Cabe anotar que tanto de la máquina extrusoras como de las cortadoras y troqueladora suele salir material defectuoso llamado desperdicio, este material es recogido y pesado para enviarlo a la sección de reprocesado para reciclarlo por medio de la máquina peletizadora y enviarlo nuevamente a la bodega de materia prima.

### 3.8 DATOS HISTORICOS DE LA PLANTA DE ESPUMA

La planta de espuma cuenta con 2 clases de productos que son: Protectores Rentables de 4, 5 milímetros y Láminas de espuma de 1,5 milímetros de espesor. Para determinar cuál es el mayor impacto de ventas en porcentaje de estos 2 productos se procedió a realizar un análisis de **ABC** para determinar cuál es el producto más requeridos por los clientes (sector agrícola).

A continuación se muestra la información correspondiente a todos los meses del año 2008, en la cual se muestra los porcentajes en kilos vendidos por producto y los respectivos porcentajes de ventas.

#### ACUMULADO DEL MES DE ENERO A DICIEMBRE 2008

PRODUCTO	% KILOS	% VENTAS	TIPO
PRS 5MM	81,3%	78,9%	<b>A</b>
LAMINAS	14,8%	17,9%	<b>B</b>
PRS DE 4 MM	3,9%	3,3%	<b>C</b>
<b>TOTAL</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	

**Tabla 1: Porcentajes de kilos y ventas en el año 2008**

### ACUMULADO DESDE ENERO A JULIO 2009

PRODUCTO	% VTAS	% KILOS	TIPO
PRS 5MM	84,5%	75,7%	A
LAMINAS	12,4%	20,6%	B
PRS 4 MM	3,1%	3,7%	C
TOTAL	100,0%	100,0%	

Tabla 2: Porcentajes de kilos y ventas en el año 2009

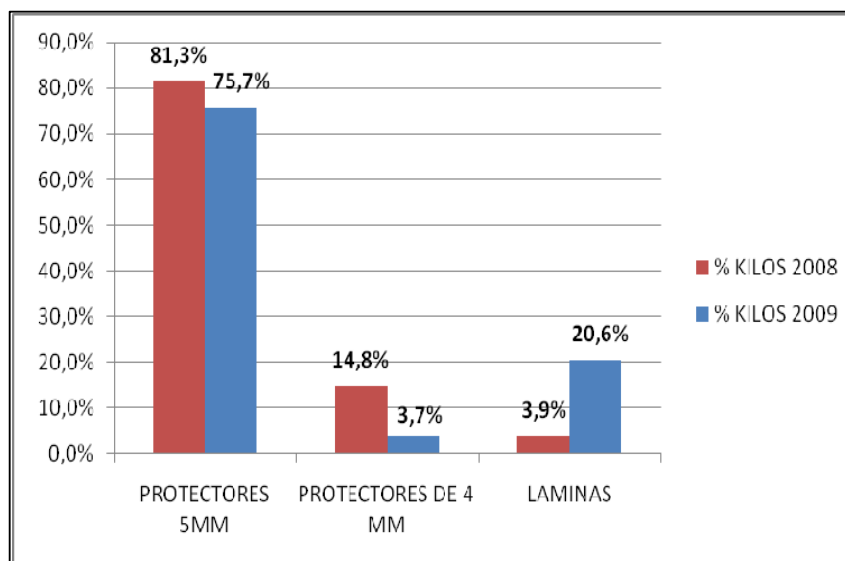


Figura 3.12 Comparativo % de kilos vendidos 2008-2009

### ANÁLISIS

Realizando el estudio **ABC** para determinar que producto de la espuma es el más vendido, se puede observar que el producto con

mayor salida al mercado de acuerdo a la figura 3.12 es el PROTECTOR DE RACIMO DE 5MM con un 81.3% en el año 2008 y con un 75.7% en los 7 primeros meses del 2009.

Esta información nos ayuda a determinar cual producto de la espuma tiene mayor acogida por los productores bananeros y de esta manera enfocar nuestro proyecto netamente en la producción de los **PROTECTOR RENTABLE DE 5MM** y así poder ayudar a la empresa en presentar nuevas formas para mejorar la calidad del protector de racimo del banano y de esta manera poder aumentar los volúmenes de ventas para la compañía ya que la venta de los 7 meses del 2009 se ha ido incrementando satisfactoriamente ya que en relación con el 2008 lleva el 67% de las ventas.

### 3.9 INDICADORES DE GESTIÓN

Para determinar los cálculos de los indicadores de gestión de la planta de espuma, se tomó información correspondiente al año 2009.

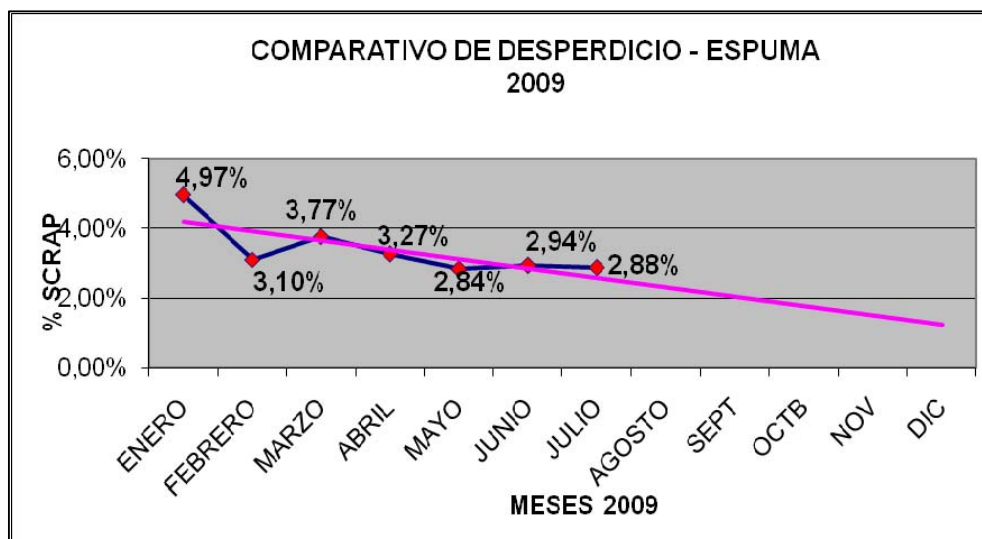
En el área de extrusión la capacidad de producción estándar de la planta de espuma (extrusión) son aproximadamente 95 kilos/horas en la máquina **PITAC**. A continuación se muestra las producciones desde

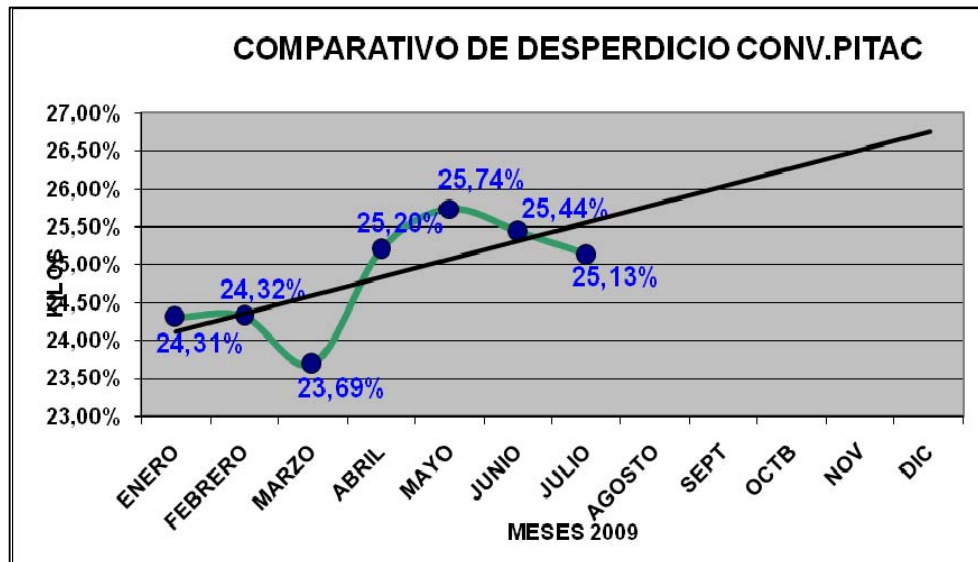
enero a julio del 2009 en la cual nos indica los porcentajes de scrap en el área de extrusión y conversión.

EXTRUSION ESPUMA 2009							
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
% Scrap	4,97%	3,10%	3,77%	3,27%	2,84%	2,94%	2,88%
CONVERSION ESPUMA 2009							
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
% Scrap	24,31%	24,32%	23,69%	25,20%	25,74%	25,44%	25,13%

**Tabla 3: Porcentajes de Scrap de extrusión y conversión**

### CUADROS COMPARATIVO: EXTRUSIÓN Y CONVERSIÓN ESPUMA





**Figura 3.13 Comparativo Scrap Conversión Espuma**

Las metas en porcentajes correspondientes a cada área de trabajo se muestran de la siguiente manera:

**Eficiencia** tiene una meta:  $\geq 85 \%$

**Scrap extrusión espuma** tiene una meta:  $< 2.5\%$

**Scrap conversión espuma** tiene una meta:  $< 23 \%$

### **ANÁLISIS**

Realizando el estudio de los kilos producidos del 2009 se puede observar que en el área de extrusión se ha incrementado la producción considerablemente debido a la mejora de la calidad del producto e incremento de las ventas y esto a su vez ha reducido el

scrap del 10% que se tenía en el 2008 a un 3% en el 2009, pero con las metas de los indicadores establecidos se puede observar que el desperdicio se encuentra sobre la meta con un 2.5%.

Por lo tanto al obtener un aumento de producción obviamente hay incremento en lo que se refiere a producto terminado y esto implica tener mayor control en el proceso de producción lo que nos permite trabajar en una mejor estrategia para eliminar el porcentaje de scrap en esta área de trabajo.

Los indicadores que se utilizan con mayor frecuencia en la Planta de Espuma son los siguientes:

**1. Indicador:** Índice de Utilización (%).

**Forma de medición:** Capacidad utilizada / Capacidad disponible.

**Descripción:** Mide la relación entre la capacidad utilizada y la disponible.

**Impacto:** Permite evaluar el aprovechamiento de los recursos de producción.

**2. Indicador:** Índice de desperdicio (%).

**Forma de medición:** (kg. de material inútil/kg. Producidos) X 100



**Descripción:** Mide los kg. Defectuosos sobre el total producido

**Impacto:** Permite tener una idea del porcentaje de kilos que se están produciendo con defectos, lo que permite mantener el control sobre los defectos evitando reproceso.

3. **Indicador:** Índice de rendimiento (Kg).

**Forma de medición:** (Producción neta / # horas trabajadas).

**Descripción:** Mide la producción neta sobre las horas trabajadas.

**Impacto:** Permite determinar los kilos por horas de las máquinas.

4. **Indicador:** Índice de Aporte de producción (%).

**Forma de medición:** (Producción neta / Producción total)

Por medio de los indicadores ya mencionados se pudo establecer nuevos parámetros de medición que van a ser utilizados en este proyecto con el objetivo de ser evaluados y comparados (mensual y semanalmente).

## 3.9.1 CÁLCULOS DE INDICADORES DEL MES DE JULIO DEL 2009

<b>Indicador Scrap</b>		
<b>% Costo Scrap</b>	<b>Extrusión</b>	<b>Consumo</b>
Kg. Consumo	68135,6	63428,3
kg. Scrap	1962,9	15940,74
Costo por Kg.	2,1	2,04
% Scrap	2,88%	25,13%
Total Costo	4122,09	32519,11

<b>Porcentaje de Reclamos</b>	
# de reclamos	0
# Pedidos Facturados	106
% Reclamos por pedido facturado	0

<b>Ventas por Empleado</b>	
Total Ventas en Dólares Facturados	178272,6
Total Ventas en Kg. Facturados	46393,14
# de Empleados Espuma	36
Ventas de Empleados en dólares	4952,02

<b>Sugerencias por Empleado</b>	
# Sugerencias por mes	65
# de Empleados Espuma	36
Sugerencias por empleados	1,81

<b>Porcentaje de Sugerencias Implementadas</b>	
# Sugerencias implementadas	0
# de Sugerencias por mes	36
% Sugerencias por implementadas	0

<b>Porcentaje de Empleados Trabajando en Grupos</b>	
# Empleados Trabajando en Grupos	12
# de empleados en total	36
% Empleados trabajando en grupos	33,33%

### **3.10 EVALUACIÓN INICIAL**

#### **CALIFICACIÓN DE NIVEL DE MADUREZ**

Para obtener un diagnóstico o estado de la compañía se procede hacer un análisis en base a un método de mejora Kaizen propuesto en la Tesis Doctoral de la Ing. Rodríguez en la cual contiene 4 etapas con 5 niveles de maduración que son: Organizar el puesto de trabajo, Interactuar con los clientes, Integrar Producción y Ventas y Mejorar Calidad.

Este método ayudará a determinar en qué fase se encuentra la empresa y a partir de ello se comenzará un proceso de mejoras en función de las prioridades establecidas: niveles de calidad, productividad, satisfacción de clientes (internos o externos), tiempos de respuestas, corroborando de forma periódica las mejoras realizadas y de esta forma reformular los procesos o actividades para mejorar consistentemente los niveles de respuesta.

Según las cuatro etapas de la evaluación inicial se pueden determinar en qué niveles se encuentra la planta de espuma:

1) Organizar el puesto de trabajo: **Nivel 1**

La planta se encuentra en el primer nivel debido a la falta de organización en el puesto de trabajo, esto indica que el personal no está totalmente comprometido en mantener el orden y limpieza en su respectiva área debido a que el proceso de corte de la espuma genera demasiado desperdicio; y solo se realiza la limpieza al final del turno ya que el scrap por el proceso de amarre va directamente al piso y dicho material obstaculiza el paso y se pierde continuidad en el proceso, generando paras de 1 hora para recoger el scrap y empacar producto acumulado por la falta de espacio ocasionando que el proceso productivo se vuelva **ineficiente** por lo que se está buscando la mejor opción para disminuir el desperdicio y de esta manera realizar menos paras no programadas.

2) Interactuar con los clientes: **Nivel 1 y 2**

La compañía mantiene buena relación con sus clientes potenciales pero le hace falta hacer seguimiento a lo que se refiere satisfacción del cliente debido que solo se manejan por órdenes de pedido y ayudarlos cuando necesitan de forma inmediata una orden y la relación solo queda por vía

telefónica o mail y no se los visita para verificar si el producto llega en optimas condiciones para ser utilizado en su proceso productivo o si se tiene que mejorar en despachos, calidad, especificaciones del producto, etc.

3) Integrar Producción y Ventas: **Nivel 1 y2**

Entre estos dos departamento existe un nivel de interacción medianamente aceptable en cuanto a producción de órdenes generadas se refiere, pero se pierde esta afinidad en el momento que se retrasa un pedido por daño generado por máquina, como el Dpto. de Ventas no conoce muy bien el proceso de producción no se llega a un entendimiento razonable acerca de estos inconvenientes y como su objetivo es vender no les interesa el problema solo quieren su producción a tiempo.

4) Mejorar la Calidad: **Nivel 1**

Con respecto a la calidad el Dpto. de Producción no cuenta con un sistema de control de calidad ya que se realiza el control informalmente esto quiere decir que se soluciona un problema que se presente sobre la marcha y esto ocasiona muchas veces que se incremente el nivel de desperdicio.

### 3.11 MEDICIÓN DE TIEMPOS EN GRUPOS (GTT)

#### Propósito del Estudio

- Determinar la carga de trabajo de los operadores en el área de conversión de espuma.
- Elaborar un diagnóstico del estado actual de actividades del área productiva, definiendo los elementos de trabajo y de no trabajo; y realizando las observaciones.
- Calcular el porcentaje de elementos de trabajo.
- Calcular el porcentaje de elementos de no trabajo.

#### Descripción del área de estudio

El área de estudio es la Planta de Polietileno Espumado, la cual consta de dos procesos: Extrusión y Conversión de Espuma. El primero trata de un proceso realizado en una **Maquina Extrusora Llamada PITAC** donde las actividades realizadas por los dos operarios que se encuentran en este proceso por turno pueden ser consideradas como actividades que no agregan valor. Por lo que para realizar el GTT este estudio se concentrará en el Proceso de conversión.

En esta área se cuenta con dos equipos de trabajo los cuales se detallan a continuación:

Grupo 1	Grupo 2
Mariuxi Lozano	Carlos Peralta
Gary Mero	Andres Pacheco
Jorge franco	Carlos Morán
Darwin Paz	Esther Lozano
Erwin Medina	David Valencia

En esta área se cuenta con dos máquinas cortadoras denominadas: “Weist” y “Plaza”, y una troqueladora identificada como **K5**.

### **Método de registro de datos**

El proceso de registro de datos se llevó a cabo con dos observadores o analistas. Cada observador o analista se encargó de un equipo de trabajo y tomó observaciones de cada uno de los operadores.

### **Definición de Elementos**

#### **Elementos de Trabajo (ET)**

Son las actividades que realiza el operador como parte de su trabajo en el proceso productivo.

En el proceso conversión de espuma se identificaron los elementos de trabajo descritos en este punto. Algunos elementos de trabajo han sido agrupados para facilitar el análisis. Por lo tanto se tiene:

**1. Setups****2. Calibraciones**

Realizar calibraciones / ajustes a la maquina

**3. Elaboración del Protector**

Esperar cortado de 5 láminas.

Troquelar Láminas

Deshuesar, Agrupar y Amarrar

Empacado

**4. Control de Calidad**

Calibración de Película

Inspeccionar por observación

Cortar material defectuoso

Ingresar reporte

Elaboración de etiquetas de control de calidad

Embalar, etiquetar, pesar y registrar datos en el reporte.

**5. Pre-almacenamiento y Almacenamiento final.****6. Montaje de Rollo**

Bajar rollos

Acomodar los rollos bajados

Buscar rollo a ser cortado



Montado de rollo e iniciado de cortado

## **7. Orden y Limpieza de Planta**

Sacar y botar material defectuoso

Recoger desperdicios, ordenar y limpiar

## **Elementos de No Trabajo (ENT)**

Son aquellas actividades que no agregan valor al producto y se consideran demoras en el proceso.

### **1. Demoras evitables**

Estar parado/Esperar algo

Caminar

Realizar reparaciones

### **2. Demoras inevitables**

Buscar herramientas/materiales/equipos/pallets

Hablar con otra persona sobre asuntos de la máquina

Ir al baño/tomar agua

Distraerse

## **Intervalo para toma de datos**

En este caso se toma el intervalo de toma de datos de un minuto debido a que el área de conversión se encuentra conformada por dos

equipos de trabajo (6 personas cada grupo) y lo cual permitió a cada analista enfocarse en un grupo respectivamente para anotar las observaciones de los operadores de manera simultanea.

### **Duración del estudio**

Para calcular el número total de observaciones, se empleó la siguiente fórmula, la cual se utiliza en la planeación y evaluación de los estudios de la GTT, y es válida al 95% del nivel de confianza:

$$N = \frac{6400 \times i \times C_a \times t}{r^2 \times t_a^2}$$

Donde:

**N**= Número total de observaciones

**i**= tamaño del intervalo

**t**= tiempo para un ciclo de trabajo

**C<sub>a</sub>**= Número de eventos durante un ciclo de trabajo

**r**= error relativo para t<sub>a</sub> con un nivel de confianza del 95%

**t<sub>a</sub>**= tiempo para un evento de la actividad a (el menor tiempo)

Datos para la ecuación:

**i**= 1 minuto

**t**= 40 minutos

**C<sub>a</sub>**= 1

$$r = 10$$

$$t_a = 1 \text{ minuto}$$

Reemplazando en la ecuación se obtuvo:

$$N = \frac{6400 \times 1 \times 1 \times 40}{10^2 \times 1^2}$$

$$N = \frac{256000}{100}$$

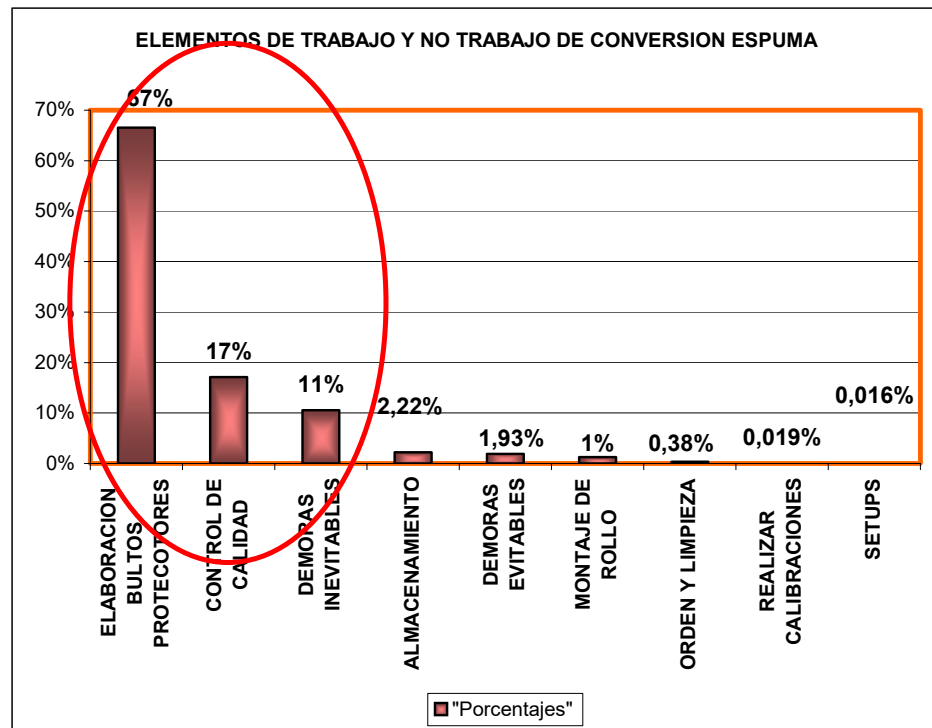
$$N = 2560$$

El estudio se realizó en un período de 2 semanas, y se tomaron datos de los turnos de la mañana y tarde para ambos grupos.

Las observaciones fueron tomadas en horas normales de trabajo, tomando en cuenta tiempos de inicio de turno, durante operación de rutina y finalización de los turnos.

## ANÁLISIS DEL ESTUDIO

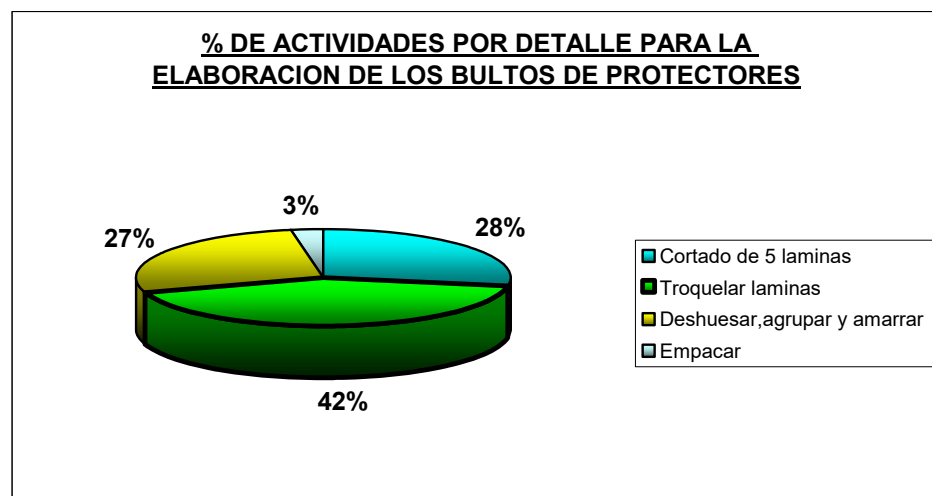
### Elementos de Trabajo y no Trabajo



**Figura 3.14 Porcentaje de Ocupación de Elementos de Trabajo y No Trabajo para el Grupo de Conversión Espuma**

De acuerdo a la **Figura 3.14** el diagrama de Pareto denota que la mayor cantidad de actividades que los operadores realizan en su turno de trabajo se concentran en: **Elaboración de los bultos de protectores, Control de Calidad y Demoras Inevitables**. Dichas actividades representan el 91% del total del tiempo de ocupación.

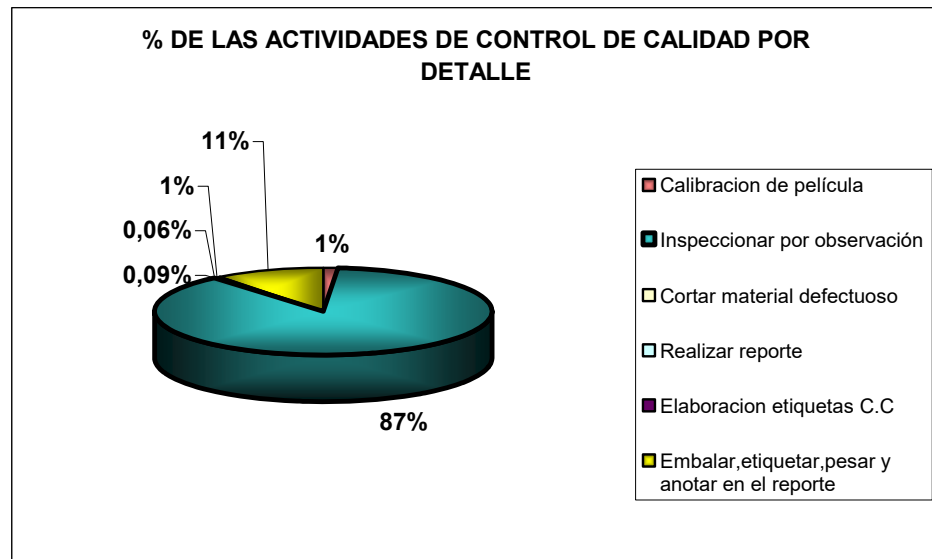
A continuación se analizará cada una de las tres variables que recibieron mayor ponderación en el Pareto mostrado en la **Figura 3.15**, donde se podrá observar el desglose de las actividades que generan mayor ocupación por parte de los operarios.



**Figura 3.15** Desglose de las actividades para la elaboración de los Bultos de Protectores

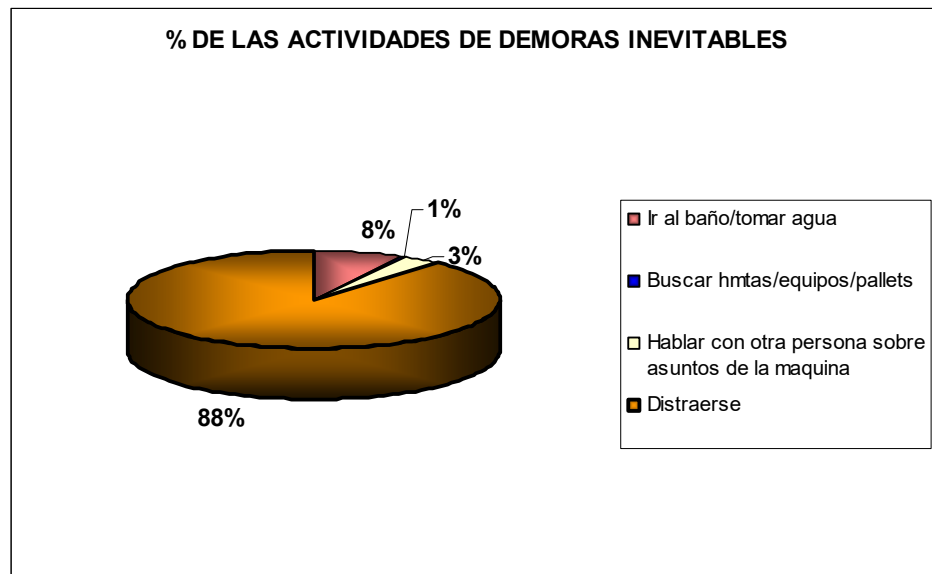
Como se puede apreciar en la **Figura 3.15** las actividades para la **ELABORACIÓN DE LOS BULTOS DE PROTECTORES** se concentran básicamente en el Corte de Láminas, Troquelado de las Láminas y en el Deshuesado, Agrupación y Amarre de los paquetes de protectores. Todas estas actividades realizadas en línea, donde cada operación depende de la anterior

## CONTROL DE CALIDAD



**Figura 3.16** Desglose de las actividades de Control de Calidad

Como se puede apreciar en la **Figura 3.16** en las actividades de Control de Calidad que el mayor porcentaje de ocupación se encuentra en **Inspeccionar por Observación** debido a que la mayoría de los operarios se encuentran atentos de encontrar algún tipo de defecto en los rollos o en los protectores ya convertidos antes de que lleguen al consumidor final. Seguido de actividades como **Calibración de Película**, de actividades como **Embalar, Etiquetar, Pesar, Registrar en el reporte de Producción, Corte de material Defectuoso** y por último se tienen actividades como **Elaboración de etiquetas de control de calidad**.



**Figura 3.17 Desglose de las actividades de Demoras Inevitables**

Por último; como se puede observar en la **Figura 3.17** que en el desglose de las actividades de **Demoras Inevitables** se concentran mayormente en las **Distracciones** por parte del personal, las cuales como el nombre lo dice son inevitables pero a medida que se trate de ir culturizando al personal con respecto a la importancia que implica estar concentrados en el puesto de trabajo se podrá romper ese paradigma y se logrará disminuir ese porcentaje de manera favorable.

# CAPÍTULO 4

## 4. PROYECTO KAIZEN

### 4.1 LANZAMIENTO

Para la realización de este proyecto de graduación, previamente se recibió una capacitación por parte de ASEPLAS; el curso tuvo una duración de 15 horas por parte de la Ing. Denise Rodríguez y el Ing. Marcos Buestán. La capacitación se realizó con el fin de reforzar conocimientos en temas como 5S, control visual, conocimiento del cliente, integración de ventas con producción y otras metodologías de mejora en las cuales se iba apoyar este trabajo para luego capacitar al personal de la empresa. La empresa esta compuesta por tres líneas de producción cada una en un galpón diferente, la planta en donde se enfocará este proyecto es la Planta de Espuma.

Las primeras semanas (Julio-2009) fueron para capacitar a los operadores clave del área de extrusión y conversión de espuma, quienes después serían los encargados de reforzar el conocimiento de sus compañeros con las herramientas y la metodología con las que se planeaba trabajar en la compañía, ya que se intentaba implementar en la empresa una metodología de mejora, sugerida por



la Ing. Denisse Rodríguez, 2009. La metodología se basa en cuatro pilares: organizar el puesto de trabajo, conocer al cliente, integrar producción y ventas, y mejorar la calidad. Junto con los componentes de definición de indicadores de desempeño al inicio y el componente de soporte de la metodología al final. La implementación se basó en capacitaciones continuas con personal de planta y aplicación de lo aprendido. Las herramientas que se utilizaron para organizar el puesto de trabajo incluyen: 5S, control visual, y Gung-Ho (técnica gerencial para aprovechar el potencial de las personas en la empresa).

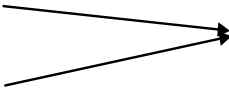
Para conocer al cliente las técnicas de apoyo fueron: clasificación ABC de los clientes, visitas de los clientes, mapeo del trabajo, mapeo de expectativas.

En cuanto a fomentar la integración entre producción y ventas se siguieron estos pasos: definición de políticas con apoyo de la alta gerencia y publicación de las mismas, mapeo de áreas de trabajo, mejoramiento en la comunicación y definición de medidas de desempeño. Finalmente, en el punto de mejorar la calidad se tomaron conceptos de las siete grandes pérdidas, las siete herramientas básicas de calidad, eventos Kaizen, y definición de un proceso de control estadístico de calidad.

Para lograr este cometido se realizó el lanzamiento oficial del proyecto, lo cual sucedió el día 1 de Agosto del 2009 en presencia de todos los colaboradores de la compañía incluyendo tanto a la gente de planta como la de administración, haciendo una breve explicación de todos los puntos citados en los párrafos anteriores.

#### **4.2 INDICADORES**

Para el desarrollo de este proyecto se registrarán indicadores semanales y mensuales adicionales a los que la empresa reporta mensualmente, indicados en el CAPÍTULO 3. Los siguientes indicadores serán comparados mensualmente, tomando en cuenta datos del área de Extrusión y Conversión o en conjunto según sea el caso, estos son los siguientes:

- Porcentaje de Eficiencia
  - Porcentaje de Scrap
  - Costo de Scrap
  - Porcentaje de Reclamos
  - Porcentaje de Devoluciones
  - Ventas por Empleado
  - Sugerencias por Empleados
  - Porcentaje de Sugerencias Implementadas
  - Beneficios Experimentados por las Sugerencias
  - Porcentaje de Empleados Trabajando en Grupos
- 
- Indicadores grupales

### **Indicadores grupales**

Estos indicadores se manejan por grupo ya que en el área de extrusión de espuma se tienen dos grupos de trabajo, cada uno compuesto por dos personas (el extrusor y su ayudante). Así mismo en el área de conversión se tienen dos grupos cada uno compuesto por 6 personas (cortador, troquelador, amarradores y empacadores). Estos indicadores abarcan solamente el monitorio de la Eficiencia y el % Scrap. Estos dos indicadores se los analiza en las reuniones

semanales de manera simultánea en una misma gráfica, esto se lo hace con el fin de que los operadores al ver su desempeño hagan consciencia de que hay que llevar un equilibrio entre los mismos, para evitar el hecho de que por subir su eficiencia descuiden su nivel de desperdicio o viceversa.

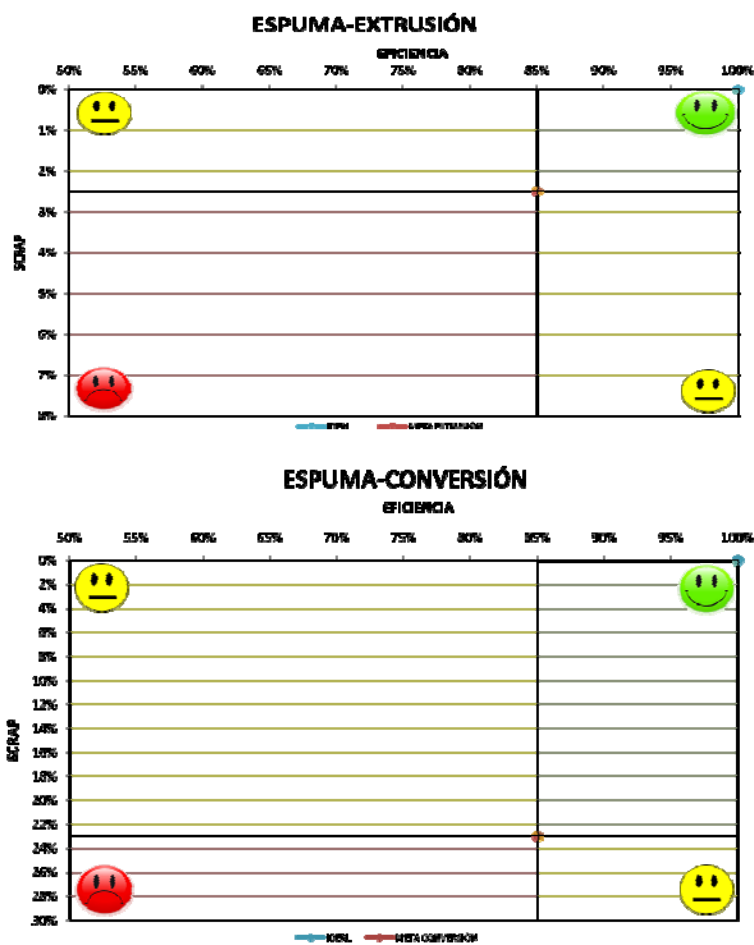


Figura 4.1. Gráfica de indicadores de Eficiencia y Nivel Scrap simultáneo

Tal como se puede observar en la **Figura 4.1** se identifican cuatro áreas en la gráfica, las cuales para facilidad de apreciación tienen colocadas caras felices, serias o tristes. El área verde con la **Cara Feliz** es el área en la que se cumple con ambas metas, el área roja con la **Cara Triste**, con alto desperdicio y baja eficiencia y las áreas amarillas con la **Cara Seria** que es un área donde el operario no está ni tan bien ni tan mal, es como una alerta ya que si el obrero se descuida cae en el área roja o si pone empeño caerá en el área verde. A continuación la descripción de cada uno de estos indicadores:

### **EFICIENCIA**

#### **Objetivo:**

Medir la capacidad que tienen los operarios para desarrollar una tarea específica en el menor tiempo posible.

#### **Frecuencia:**

Revisión semanal

#### **Meta:**

Obtener al menos el 85%

Esta meta fue fijada con este valor simplemente para poder contar con una valor referencial ya que era la primera vez que se iba

calcular el mismo en la compañía, recién se iba a comenzar a recolectar este tipo de información, por lo que se necesitaba un punto de partida para poder tener un mejor análisis comparativo en general.

**Forma de cálculo:**

Unidad	Fórmula	Frecuencia de cálculo
%	$\frac{\text{Producción Real}}{\text{Producción Nominal}} \times 100$	Semanal

Cabe resaltar que la unidad de media de este indicador está dada por bultos producidos

Como se pudo leer anteriormente, este indicador divide la producción real sobre la estándar, donde la producción por las condiciones del puesto de trabajo viene dada de la siguiente manera:

<b>CONVERSIÓN ESPUMA</b>	
<b>PROTECTORES (35cmx50cm)</b>	
No personas	Bultos/Hora
6	23
5	19
4	15

## **NIVEL DE DESPERDICIO O SCRAP**

### **Objetivo:**

Medir la relación de la cantidad de material inútil conforme se va transformando el producto.

### **Frecuencia:**

Revisión semanal

### **Meta:**

- Para el área de extrusión  
Menor o igual al 2,5%
- Para el área de conversión  
Menor o igual al 23%

Estas metas fueron fijadas con esos valores ya que se analizaron los valores históricos del nivel de desperdicios resultantes del año actual tomando en cuenta el periodo enero-julio donde se notó que los porcentajes mínimos alcanzados en algún momento por diversas razones fueron esos en cada área respectivamente.

### **Forma de cálculo:**

Unidad	Fórmula	Frecuencia de cálculo
% y Dólares	$\text{Costo Desperdicio} = \text{Desperdicio (kg)} \times \text{Costo por Kg}$ $\% \text{ Desperdicio} = \frac{\text{Desperdicio (kg)}}{\text{Consumo (kg)}} \times 100$	Semanal

## INDICADORES SOLO DE CÁLCULO MENSUAL

### Porcentaje de Reclamos

#### Objetivo:

Controlar los reclamos que se reciben de los productos vendidos respecto a los pedidos facturados mensualmente, obteniendo un nivel de satisfacción de los clientes.

#### Forma de cálculo:

Unidad	Fórmula	Frecuencia de cálculo
%	$\frac{\text{Número de Reclamos}}{\text{Número de Pedidos Facturados}} \times 100$	Mensual

#### Método de recolección de datos

Por escrito los reclamos de los clientes han sido muy pocos por lo que no se ha llevado un control exhaustivo de este tipo de información. Sin embargo, para la realización de este proyecto de graduación se han implementado formatos que ayuden a contabilizar los reclamos o inconformidades del cliente y a su vez plantear el análisis y posteriores acciones preventivas y correctivas según sea el caso.

Este formato fue entregado a los encargados del despacho de productos ya que ellos mantienen contacto directo en la etapa final de la venta del producto.



## Porcentaje y Costo de Devoluciones

### Objetivo

Monitorear los datos de devoluciones en kg y en valor monetario, obteniendo así un nivel de satisfacción del cliente y a su vez las pérdidas que representan dichas devoluciones.

### Forma de cálculo:

Unidad	Fórmula	Frecuencia de cálculo
% y Dólares	$\% \text{ Devoluciones} = \frac{\text{Kg de Devoluciones}}{\text{Kg de Productos Vendidos}} \times 100$ $\text{Costo Desperdicio} = \text{Devoluciones (kg)} \times \text{Costa per Kg}$	Mensual

### Método de recolección de datos

Los datos no se han venido registrando formalmente, sin embargo hay información cuando se genera una devolución por lo que se puede calcular el indicador. En cuanto al costo, se usan los valores del reporte mensual del departamento de contabilidad.

## Ventas por Empleado

### Objetivo

Registrar el monto de dólares y kg facturados en el mes relativo al número de empleados de planta y administrativos del área de espuma, observando cuanto se vende por trabajador

**Forma de cálculo:**

Unidad	Fórmula	Frecuencia de cálculo
Dólares y Kg	$\text{Ventas por empleada} = \frac{\text{Ventas mensuales}}{\text{Número de empleadas}}$ $\text{Ventas en Kg por empleada} = \frac{\text{Kg facturadas}}{\text{Número de empleados}}$	Mensual

**Método de recolección de datos**

Los datos se extraen del reporte mensual del departamento de ventas. Allí se detallan el número de pedidos facturados y el monto de los mismos por vendedor. El número de empleados incluye tanto los administrativos como los operativos, la cantidad de personas varía cuando alguno cesa sus actividades en la empresa o alguien es contratado.

**Porcentaje de Empleados Trabajando en Grupos****Objetivo**

Reconocer el porcentaje de personas que trabajan en los grupos de mejora en relación al número total de empleados.

**Forma de Cálculo:**

Unidad	Fórmula	Frecuencia de cálculo
%	$\frac{\text{Número de empleadas en grupos}}{\text{Número de empleadas}} \times 100$	Semanal y Mensual

### **Método de recolección de datos**

Cada grupo de mejora lleva un cuaderno donde la secretaria anota la asistencia a las reuniones. En las actas de las reuniones de grupos de mejora se registran semanalmente cuantos asistieron y participaron. Así mismo en sesiones extraordinarias de reunión se registra en el acta a los participantes.

### **4.3 GRUPOS DE MEJORA Y REUNIONES**

Luego del lanzamiento del proyecto se recurrió a la formación de los diferentes grupos de mejora en la planta de polietileno de espuma del cual resultaron cuatro grupos: 2 por el área de conversión (uno por turno) y 2 por el área de extrusión (uno por turno).

Una vez establecidos los grupos de mejora se eligieron a los líderes de cada uno de los grupos mencionados anteriormente con el fin de proporcionarles una capacitación personalizada referente a los temas que se iban a tocar como parte de la implementación del proyecto con el fin de que ellos sirvan de guía para sus grupos. Para esto se coordinaron reuniones de capacitación de una vez a la semana con una duración de 1-2 horas durante un mes.

Una vez finalizada la capacitación de los líderes se comenzó la capacitación de los demás miembros de los grupos de mejora en reuniones coordinadas como las anteriores. La primera etapa de estas reuniones tenía el objetivo de recolectar la mayor información posible tal como ideas, necesidades de mejora en los diferentes sitios de trabajo, inconformidades, etc., lo cual fue de gran ayuda para armar el correspondiente plan de acción a seguir a lo largo del proyecto. Para esto se recurrió la ayuda de talleres, proyección de videos, etc.

Luego de esto básicamente el tema central de las reuniones era la retroalimentación a medida que se iban implementando las ideas que se iban generando por parte de los propios operarios a lo largo del desarrollo del proyecto.

#### **4.4 ORGANIZAR EL PUESTO DE TRABAJO**

Para organizar el puesto de trabajo se recurrió al apoyo de la implementación de las 3 primeras “S”: Clasificar, Ordenar y Limpiar. Con el personal previamente entrenado en el tema en primer lugar se realizó un **Safari 5 “S”** el cual consistió en colocar tarjetas rojas en los sitios donde se veía una oportunidad de mejora, donde se podría hacer algún cambio relacionado con las tres primeras “S” y mejoras en general, por lo que cada una de las ideas iban siendo

debidamente registradas en un block de notas, información que iba a servir para la realización de un plan de acción. Para hacer el registro formal de todos estos datos se recurrió a la elaboración de un formato el cual se lo denominó **Plan de Acción 5 "S"**.

Para poder comenzar con la implementación de las **5"S"** se coordinó y se ejecutó una minga de limpieza el domingo 16 de Agosto del 2009 la cual consistió en sacar todo lo que no se usaba y no servía, para luego comenzar a limpiar la planta y una vez hecho esto, comenzar a ordenarla priorizando por frecuencia de uso, es decir; lo más usado se lo colocaba lo más cercano al puesto de trabajo y lo que no, se lo colocaba en otro lugar más alejado, todo con el fin de reducir algún movimiento innecesario, por lo que se asignó un lugar para cada cosa .

Luego de la minga, con el objeto de estandarizar y mantener cada cosa en su lugar, se hizo uso del control visual, además de las consideraciones que se incluyeron en el plan de acción las cuales contribuían a la causa mencionada anteriormente, tales como delimitar áreas de almacenamientos con líneas amarillas, colocación de letreros acrílicos para identificar áreas, lugares, máquinas, etc., se establecieron mínimos y máximos de almacenamiento, los cuales se detallan y se explican a continuación:

## 1. ROLLOS EN PROCESO DE CORTE:

- Para un turno de 10 horas de trabajo se tiene que:

**Mínimo:** 1 Rollo

**Máximo:** 35 rollos

Se estableció como mínimo un rollo ya que mientras cortan un rollo el resto de los operarios tienen el tiempo suficiente para ir en la búsqueda de otros.

El espacio designado para colocar estos rollos tiene capacidad como para 45 rollos, y en el turno del día se consumen de 65-70 rollos según las condiciones de trabajo por lo que se estableció que el máximo de almacenamiento fuera 35 rollos con un punto de reabastecimiento a mitad del turno.

- Para un turno de 12 horas se tiene que:

**Mínimo:** 1 Rollo

**Máximo:** 40 Rollos

Se estableció como mínimo un rollo ya que mientras cortan un rollo el resto de los operarios tienen el tiempo suficiente para ir en la búsqueda de otros.

El espacio designado para colocar estos rollos tiene capacidad como para 45 rollos, y en el turno de la noche

se consumen de 78-80 rollos según las condiciones de trabajo por lo que se estableció que el máximo de almacenamiento fuera 40 con un punto de reabastecimiento a mitad del turno.

2. ROLLOS PARA EL DESPERDICIO:

**MÍNIMO:** 1 Rollo

**MÁXIMO:** 3 Rollos

Un rollo es suficiente para trabajar una semana completa considerando ambos turnos, pero para tratar de establecer un adecuado manejo de los mismos y por espacio se decidió establecer como mínimo y máximo las cantidades mencionadas anteriormente.

3. BULTOS DE FUNDAS DE EMPAQUE:

**MÍNIMO:** 1 bulto (150 fundas de empaque)

**MÁXIMO:** 10 bultos (1500 fundas de empaque)

Se estableció un mínimo de 1 bulto, ya que estas fundas solo pueden ser selladas en una máquina y generalmente ésta tiene una carga de producción grande y continua.

Se debe tener en cuenta que la cantidad establecida como máxima(1500 fundas) cubre tres días de trabajos completos y se determinó como tal para que el pallet donde se colocan

estos bultos no esté tan recargado de fundas para evitar así el desorden.

Una vez realizado esto y con la información debidamente filtrada y registrada en el **Plan de acción 5 “S”** que se puede observar en Apéndice en el **ANEXO H**, el personal de producción y los operarios; comenzaron a ejecutar poco a poco las diferentes ideas en coordinación con gerencia que era quien facilitaba la compra de materiales a través de su aprobación.

A continuación se presentan las evidencias de antes y después de los diferentes cambios:

#### **Lugar: Cartelera de Anuncios**

Había un playwood que se lo utilizaba a manera de cartelera el mismo que por su forma no permitía una buena distribución de las publicaciones.

Se procedió a cambiar por una pizarra de corcho forrada de plástico para evitar que se ensucie. Se colocaron letreros y títulos.



**ANTES****DESPUÉS**

**Figura 4.2. Antes y Después del reemplazo de la nueva cartelera**

**Lugar: Área de Rollos de Empaque y Fundas de Empaque**

Se encontraban rollos de empaque en tamaños y cantidades indistintas, estorbando el tránsito normal y quitando espacio.

Se estableció el espacio para rollos de empaque con un máximo de tres rollos, y un mínimo de uno. Se acomodó el tacho de basura de manera que sea accesible. De esta manera el pasillo se encuentra más despejado.

**ANTES****Figura 4.3. Antes del cambio****DESPUÉS****Figura 4.3.1 Después de implementar el cambio**

### **TROQUELES PARA HACER LÁMINAS**

Existen dos troqueles los cuales se los utiliza para hacer las perforaciones cuando se lo requiere en los diferentes tipos de láminas, los mismos que luego de ser utilizarlos eran colocados en cualquier sitio. Se procedió a asignar un lugar para los mismos con la debida identificación.

**ANTES**



**DEPUÉS**



**Figura 4.4 Antes y Después de realizar el cambio respectivo**

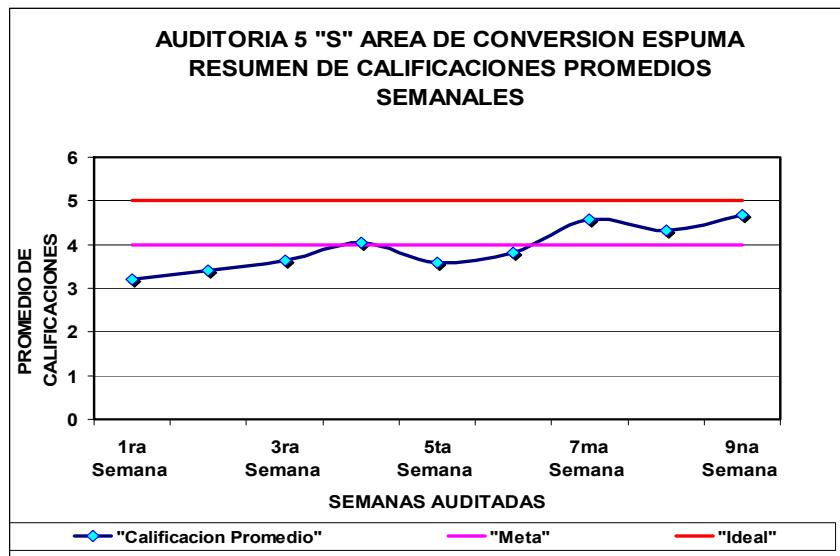
Con el propósito de crear una disciplina y mantener involucrados en este proceso a todos los trabajadores se implementaron las Auditorías 5 "S" para garantizar que los cambios se mantengan en el tiempo y es así como se elige a tres colaboradores de la compañía los cuales por no pertenecer

de manera directa al área en transformación poseían un punto de vista diferente, lo cual sirvió de mucha ayuda para seguir encontrando oportunidades de mejora en el área de trabajo.

Estas personas fueron:

1. Silvana Murillo (Área de Ventas)
2. Katty Romo (Área de Contabilidad)
3. Leandro Ríos ( Área de Bodegas)

Al inicio se hicieron recorridos en conjunto con los auditores a manera de capacitación para que sus calificaciones sean más objetivas. Y es que luego cada auditor se hacía responsable de recorrer la planta y calificar bajo los parámetros que se les fue dados en las hojas de Auditorias 5 “S”, los mismos que constaban en un formato creado justamente para cumplir este objetivo, el cual puede ser visto en Apéndice en el **ANEXO I**. Los auditores también tenían la obligación de reportar las evidencias, anomalías y recomendaciones pertinentes según fuese el caso.



**Figura 4.5 Resumen de calificaciones de auditorías  
promedios semanales**

En la **Figura 4.5** se puede observar la evolución de las 9 semanas continuas de auditorías con las calificaciones promedio de las tres primeras **S** para cada semana, donde se puede apreciar el progreso y desempeño semanal. El cual inicialmente tenía un promedio muy bajo, luego fue mejorando hasta llegar a valores cercanos a la meta e inclusive superándola casi estando cerca de llegar a los valores ideales.

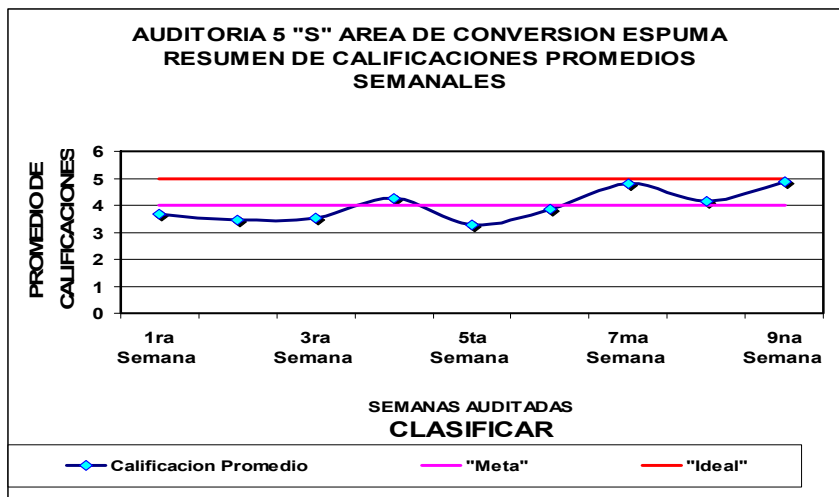


Figura 4.6. Evolución de la primera “S”: CLASIFICAR

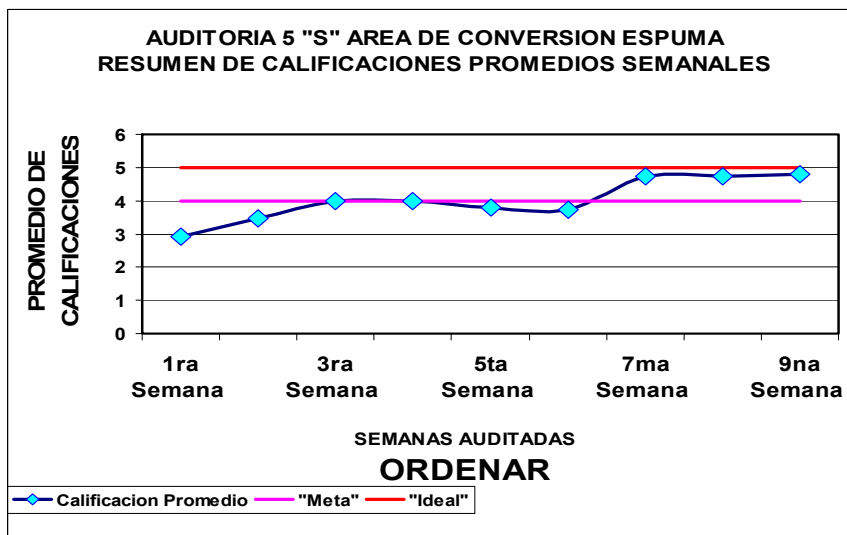


Figura 4.7 Evolución de la segunda “S”: ORDENAR

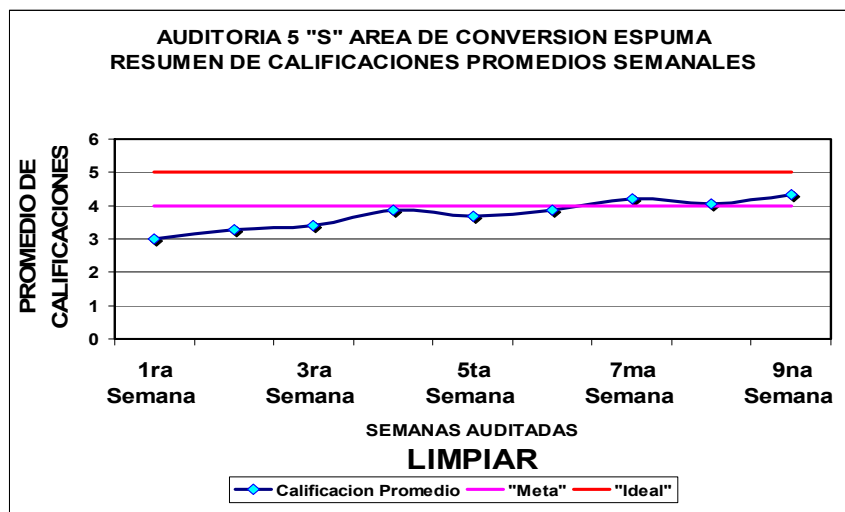


Figura 4.8 Evolución de la tercera "S": LIMPIAR

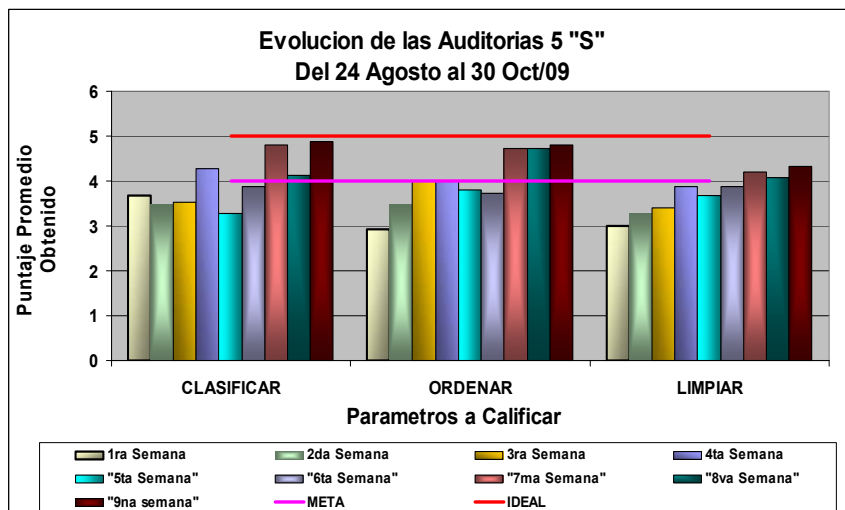


Figura 4.9 Evolución comparativa de las 3 primeras "S"

Tal como se observa en las **Figuras 4.6, 4.7 y 4.8** se puede apreciar que los tres parámetros han tenido un desempeño favorable a lo largo de la realización de las auditorías, pero la **Figura 4.9** muestra que el parámetro que tiene calificaciones más bajas es la Limpieza. Por lo que en las reuniones semanales se trató de hacer concientizar a los operarios de lo importante que es mantener el área de trabajo limpia, poniendo como una política interna de que el grupo de trabajo saliente debía dejar todo ordenado y limpio. Para garantizar esto, al líder de cada grupo de trabajo se le asignó la tarea de revisar toda el área de trabajo cada vez que reciba su guardia. Y si encontraba algo fuera de su lugar o sucio, debía de comunicar de inmediato al supervisor de planta para tomar las acciones correctivas del caso. Pero no solo se hizo hincapié en la limpieza al finalizar el turno de trabajo sino que también durante el turno ya que las auditorías eran hechas en cualquier día y a cualquier hora. De esta manera se logró reforzar este parámetro que como se puede observar en la gráfica fue subiendo poco a poco.



#### 4.5 CONOCIMIENTO DEL CLIENTE

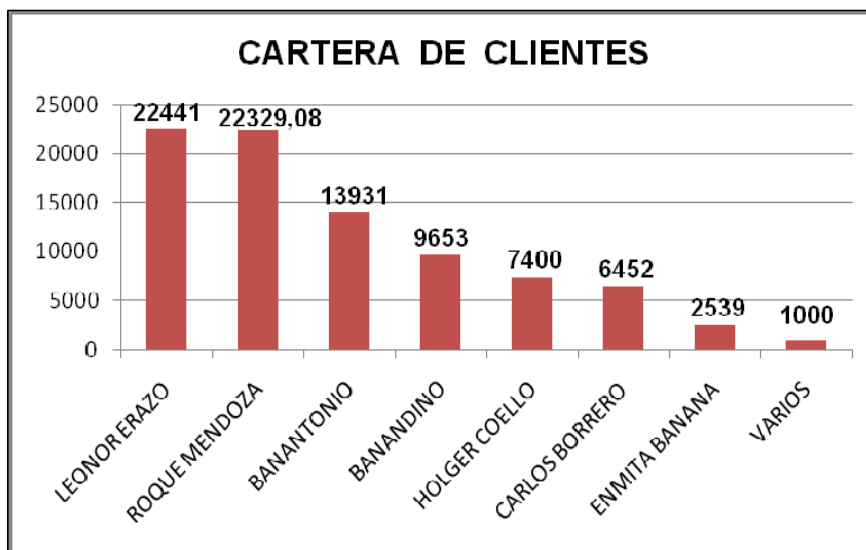
Un **cliente interno** puede ser cualquier operador del área de producción dentro de la compañía al que se le debe poner mucha atención para obtener un buen funcionamiento en dicha área. El trato a los clientes internos empieza por el lugar de trabajo ya que de esta manera si el entorno laboral es agradable, seguro, y está provisto de buenos equipos y herramientas, se puede obtener buenos resultados en calidad, productividad y eficiencia. El **cliente externo** son todas las personas ajenas a la compañía que requieren los productos.

**Relación Cliente-Proveedor en el proceso productivo:** El proveedor interno que realiza la elaboración del polietileno espumado en el área de extrusión debe satisfacer las necesidades del cliente interno, que en este caso es el área de conversión espuma, ya que en dicha área se recibe el producto (rollos) a procesar y son ellos que verifican, si el rollo cumple o no con las especificaciones de calidad que se requieren y estos son básicamente espesor, color y textura, y al no cumplir con dichas especificaciones los rollos van directamente al desperdicio ocasionando pérdida de tiempo en el proceso productivo.

En el caso de la conversión espuma, ellos como proveedor deben cumplir con los requisitos del área de bodega ya que el bodeguero confirma que el producto terminado sea el correcto en cantidad de bultos y productos; quiere decir láminas o protectores y de esta manera entregar un producto en excelentes condiciones al cliente final.

#### **4.5.1 CLASIFICACIÓN DE LOS CLIENTES**

Para realizar la clasificación de los Clientes se tomó información correspondiente a todo un año y así poder realizar un estudio ABC para determinar cuáles son los clientes potenciales que compran con mayor frecuencia los Protectores Rentables de 5mm y se obtuvo la siguiente información:



**Figura 4.10 Clientes Potenciales en la compra de protectores**

### **ANÁLISIS**

Realizando el estudio **ABC** para determinar cuáles son los clientes que adquiere los protectores rentables, se puede observar de acuerdo a la figura 4.10 que uno de los clientes potenciales es **Leonor Erazo**, ya que este cliente es un distribuidor de la zona de la MANA, seguido del cliente **Roque Mendoza** que pertenece a la zona de QUEVEDO, ambos clientes pertenece a la Provincia de los Ríos. Los clientes que son distribuidores nos ayudan a dispersar el producto a lugares que son difíciles de llegar para la compañía y esto nos permite

que el producto tenga mayor acogida con los productores bananeros.

#### **4.5.2 MAPEO DEL TRABAJO**

Se organizó una visita a uno de los clientes de la compañía que actualmente adquieren el Protector Rentable de 5mm, dicho cliente se encuentra ubicado en Milagro en la Finca Enmita del Rocío del Grupo Cabrera Rojas, en dicha visita se pudo conocer el proceso del banano y el uso del protector, en el cual se detalla a continuación.

1. Se realiza el deschive (limpieza de la bellota) del racimo, se enfundan, se coloca el corbatín tratado (con insecticida) y la cinta de edades de varios colores; después de 1 a 2 semanas que estén fuerte las manos y el tallo (grueso) se realiza la colocación del Protector.
2. Luego de haber colocado el protector, su proceso de protección dura 12 semanas para ser cortado el racimo de banano.



**Figura 4.11 Proceso de Protección del Racimo**

3. Al cortarlo se lo realiza con 2 jornales, el 1ero lo corta y el 2do lo recibe en la cuna para que no se estropee las puntas y dedos de los cluster, aunque el protector también realiza su labor de protección ya que no permiten que se rallen entre dedos.
  
4. Se los coloca en una garrucha para transportarlos por las líneas funiculares y llevarlos hasta la planta de proceso.



**Figura 4.12 Proceso de Transportación del Racimo**

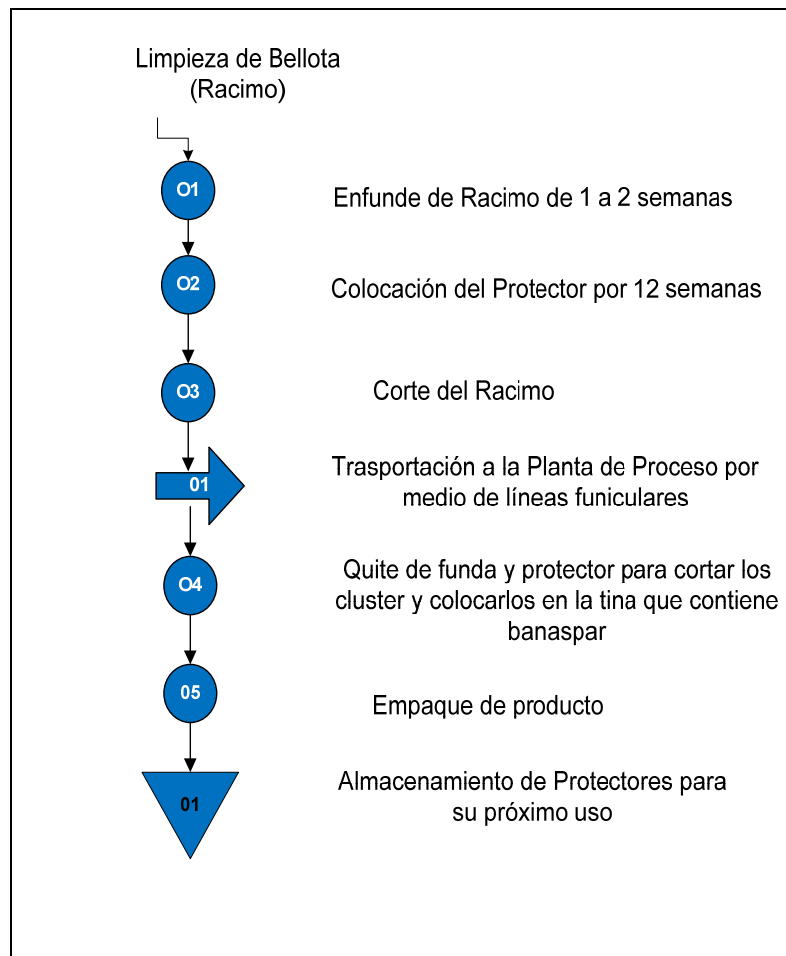
5. Una vez en la planta se procede a quitar la funda de banano y los protectores, se comienza a desflorar el racimo para cortar los cluster y ponerlos en la tina que contiene banaspar y fungaflor para contrarrestar la mancha de látex.



**Figura 4.13 Proceso Desflore del Racimo**

6. Después de haber terminado el proceso del corte y empaque hay dos jornales que se dedican a la recolección de protectores para realizar la limpieza correspondiente del mismo con la finalidad de reutilizarlo al menos 4 veces.

## 1. DEFINIR



## 2. LOCALIZAR

Dentro del proceso productivo del banano, los protectores de 5mm son colocados después de las 2 primeras semanas del enfunde del racimo.



### **3. PREPARAR**

Se coloca el Protector en el Racimo por 12 semanas antes de ser cortado y comprobar que el protector hizo su trabajo de evitar que se estropeen los cluster del racimo.

### **4. CONFIRMAR**

Los operadores proceden a quitar la funda de banano, los protectores y desflorar el racimo para verificar que el producto este en buen estado.

### **5. EJECUTAR**

Luego del corte, empaque y distribución, se dedican a la recolección de protectores para ser reutilizados nuevamente.

### **6. MONITOREAR**

Para asegurar que el producto tenga el nivel de calidad requerido por el cliente se cuenta con muestras de producción para una mejor trazabilidad del producto, en el que se puede detectar con que materia prima se trabajó, cuando se lo produjo, cuando se lo despacho y así poder determinar si el producto que el cliente tiene en su hacienda pertenece a la compañía ya que no es el único proveedor de polietileno espumado.

### **7. MODIFICAR**

Observando el proceso de cómo utilizan el protector en su hacienda no existe una propuesta de mejora para su proceso.

## **8. CONCLUIR**

Con un manejo cuidadoso y una buena limpieza del protector de 5mm que consiste en la inmersión en agua con ácido cítrico al 5 % y luego frotar con una esponja suave, dejar secar, almacenarlos y empacados en aéreas cubiertas, se puede reutilizar el protector las 4 veces que la compañía da de garantía y de esta manera su proceso sería más productivo ya que aumenta la rentabilidad del productor bananero hasta en un 25%.

## **4.6 INTEGRACIÓN DE PRODUCCIÓN Y VENTAS**

Para fomentar la integración de ventas con producción, se propuso a la compañía establecer políticas de Producción y Logística con el fin de establecer procedimientos para evitar conflictos entre los departamentos.

### **4.6.1 POLÍTICAS DE PRODUCCIÓN**

Para tener una buena relación entre los departamentos de Producción – Ventas, primeramente se debe establecer o crear políticas en las cuales cada departamento se comprometa a seguir y cumplirlas sin modificar el procedimiento correspondiente. Como el protector rentable de 5mm es un

producto que se fabrica masivamente debido al incremento de las ventas y por la aceptación del producto en el sector bananero se procede a proponer las siguientes políticas en el área de Logística y Producción.

## **LOGÍSTICA**

### **1. Políticas de Transporte:**

a. El producto puede ser enviado a diferentes lugares de la Provincia de los Ríos, Guayas y parte del Oro, siempre y cuando se cumplan con la capacidad total del camión que pueden ser:

- Capacidad de 5 toneladas con remolque= 800 kilos (170 bultos)
- Capacidad de 2,5 toneladas= 830 kilos (180 bultos)
- Capacidad de 2 toneladas= 500 kilos (120 bultos)

b. El tiempo estimado de entrega tiene un periodo máximo de 3 días laborables ya que este producto siempre se mantiene en inventario debido a la demanda de mercado.

c. Solo se puede realizar 2 entregas al día en la zona del Guayas debido a la corta distancia de las haciendas.

## **2. Políticas de Entrega:**

**a.** La salida de los transportes es máximo a las 08:00 a.m. debido a las distancias que tienen que realizar durante el día, cada vehículo tiene por lo menos 2 entregas a diferentes clientes.

**b.** Las entregas dobles se programan cuando están en la misma ruta, para aprovechar la capacidad máxima del transporte.

**c.** El conductor deberá regirse estrictamente con las direcciones asignadas en cada guía, en caso de que exista un cambio de dirección, el Dpto. de Logística, se deberá comunicar inmediatamente con el conductor asignado para notificarle los respectivos cambios.

**d.** Los vendedores de cada zona no tienen la autorización para hacer cambios de rutas sin antes haberlo coordinado con el Dpto. de Logística.

**e.** Las entregas que están fuera del perímetro tanto de las Provincias de Los Ríos, Guayas y El Oro se utilizan transportes de terceros como por ejemplo; Transportes

CHASQUIS ( Sto. Domingo), TRANSDIR (QUITO),  
CENTINELA DEL ORO (Machala “Capacidad mínima”).

### **3. Políticas de devoluciones**

**a.** Si la mercadería devuelta presenta daños y se demuestra que no es producto del proceso de producción si no por mal manejo de limpieza por parte del cliente, la compañía no está en la obligación de asumir dicha responsabilidad.

**b.** Cuando el cliente confirma que tiene producto en mal estado se realiza el retiro desde sus instalaciones para ser ingresado a la bodega de la compañía y efectuar la trazabilidad correspondiente y según el resultado se procede al canje por producto nuevo.

## **PRODUCCIÓN**

### **4. Políticas de producción**

**a.** La extrusión de la lámina de espuma tiene que cumplir con los parámetros de calidad ya establecidos: espesor (mínimo 5 mm), peso (máximo 19 kilos), color, textura.

**b.** Se realizará la fabricación de protectores de 5mm de lunes a viernes y en el fin de semana se hará la producción de

láminas con el objetivo de no interrumpir el proceso de extrusión debido al almacenamiento de rollos que se los coloca por días ya establecidos, se puede cambiar la fabricación del protector a láminas, en casos esporádicos y en la cual se debe tener coordinación con el Dpto. ventas para la ejecución del mismo.

c. La planificación de trabajo en el área de Espuma (Extrusión y Conversión) se coordinará de acuerdo a la gestión que realice el Dpto. de Ventas con el desalojo de los protectores es decir; normalmente se trabajara 8 horas más el sobretiempo en el área de conversión y extrusión en temporadas en donde la demanda del producto es altísima y de esta manera cumplir con las producciones establecidas para sus respectivos despachos, caso contrario se laborara turnos de 8 horas.

Las políticas que se mencionaron con anterioridad todavía no han sido aprobadas completamente por la Gerencia debido a que se está realizando una revisión de cada una de ellas con el fin de crear registros y procedimientos en cada departamento.

#### 4.6.2 MAPEAR ÁREAS ENTRE PRODUCCIÓN Y VENTAS

##### PUNTOS CRÍTICOS ENTRE LAS ÁREAS

PROBLEMAS	VENTAS	PRODUCCION
Cambios en la línea del producto	Cambios drásticos en la línea de producción	Cambios planeados, solos los necesarios
Planificación de la capacidad	Aceptar todas las ordenes	Evaluación de las ordenes
Entrega	Entrega inmediata	Tan rápido como sea posible
Control de Calidad	Altos Estándares	Controles específicos

##### VENTAS

Se realizó una entrevista con la Asistente de Ventas acerca de cómo se elabora los pedidos de los clientes y cuáles son los problemas más comunes que resultan de dichos pedidos y se obtuvo la siguiente información.

En el área de ventas los pedidos se hacen directamente con el vendedor en el cual se llenan los siguientes requisitos para realizar la compra, esta información básicamente se obtiene del diagrama del macroproceso productivo que se encuentra en Capítulo 3: figura 3.5

1. Llenar informe comercial y adjuntar RUC, nombramiento del representante legal, cédula del representante legal y referencia bancaria. Dichos documentos los revisa el gerente de ventas y pasa al Dpto. de crédito que se encarga de revisar su historial crediticio por el sistema del buró, solicita referencias comerciales y referencia bancaria y de acuerdo a todo esto se le agrega el cupo y el crédito de 15 a 30 días.
2. Para dar el cupo al cliente por quince días deberá tener por lo menos 4 cifras altas y para el crédito de 30 días deberá tener 5 cifras bajas, medias o altas.
3. Una vez aprobado el cliente se procede a comunicar al vendedor para que le notifique al cliente su cupo y tiempo de crédito
4. Confirmado el proceso al cliente realiza su pedido de acuerdo al cupo y tiempo asignado.
5. Cuando el cliente emite su orden de pedido se realiza el siguiente paso: Se elabora una solicitud de producción adjuntado la orden del cliente para recoger las firmas del gerente de ventas, y de la gerente financiero, para luego entregarla al departamento de producción. Una vez que se hizo todo este proceso, el departamento de logística procede



al despacho correspondiente de acuerdo a la capacidad de los camiones y pedido del cliente.

6. Se programan los viajes de acuerdo a las prioridades de los Clientes.

### **PROBLEMAS COMUNES (VENTAS)**

#### **Punto 1**

Solicitud comercial incompleta: falta de referencias comerciales números de teléfonos, cédula y principalmente la referencia bancaria y con todo esto se retrasa el proceso, el crédito solo se otorgará a clientes que tenga buenas referencias en el buró y banco, caso contrario se niega el crédito.

#### **Punto 2**

Los clientes que tengan menos de tres cifras bajas solo podrán comprar al contado y pago anticipado

#### **Punto 3**

Los clientes que se pasan de sus días de crédito por más de tres ocasiones se les cerraran automáticamente el crédito.

#### **Punto 4**

Los cliente que tengan facturas vencidas y requieren un nuevo pedido no se le podrá despachar hasta que cancelen las respectivas facturas.

**Punto 5**

Los clientes solo podrán exceder su cupo después de seis meses de compras consecutivas sin atraso alguno en las mismas o haya realizado por lo menos 8 compras de volúmenes grandes al contado. El cliente no podrá excederse de su cupo de crédito y si existiera el caso, el cliente tendrá que realizar esa compra al contado ya que esta fuera de su cupo asignado.

**Punto 6**

Falta de coordinación de los vendedores con el Dpto. de Logística con respecto al lugar de entrega.

**PROBLEMAS COMUNES (PRODUCCIÓN)**

Como ya se explicó con anterioridad en el Capítulo 3, el protector rentable es un producto que se lo elabora para stock por la demanda de mercado que existe, en la cual se encontró los siguientes problemas en dicha área.

- Falta de equipos en producción por mantenimiento o por mal funcionamiento.
- Falta de un programa de Mantenimiento Preventivo de las máquinas de la planta.
- Cambios drásticos en los programas de producción.
- Mal manejo de materias primas y materiales.

- Desconocimiento de los factores técnicos y complejidad de la maquina extrusora PITAC.
- Problemas en el espesor y deterioro de la espuma.

#### **4.6.3 MEJORAR LA COMUNICACIÓN**

El cliente, como consumidor final e indispensable en todas las acciones de la empresa, se ve afectado por todo lo que pasa al interior de esta, para lograr cumplir con las necesidades que requiere el cliente, se necesita de una buena comunicación entre departamentos. La satisfacción del cliente está influenciada básicamente por las relaciones internas entre ventas y producción, es decir mientras se pueda establecer una mejor organización o coordinación entre las áreas, mayor será el desempeño y productividad en la elaboración del producto y en consecuencia la satisfacción del consumidor final.

Para establecer vías de comunicación entre Ventas y Producción, se propone realizar las siguientes tácticas:

- Reuniones semanales entre producción y ventas para coordinar la producción de protectores y establecer prioridades con los pedidos de los clientes pendientes.
- Realizar actividades deportivas mensuales entre las áreas para tener una mejor integración entre los integrantes de cada departamento.
- Charlas de motivación personal para mejorar el desempeño laboral.
- Charlas de relaciones interpersonales para mejorar el clima laboral.

#### **4.7 MEJORAR CALIDAD**

La mejora de la calidad es un proceso que requiere la participación de toda la compañía y, en la mayoría de los casos, conduce a cambios en los hábitos de trabajo e incluso en la organización. Por lo tanto, se enfocará a los diferentes procedimientos, actividades de calidad que se realizan en el área de extrusión de espuma para involucrar e incentivar a las personas al proceso continuo de la eliminación de defectos.

#### 4.7.1 APLICACIÓN DE 7 HERRAMIENTAS BÁSICAS DE CALIDAD

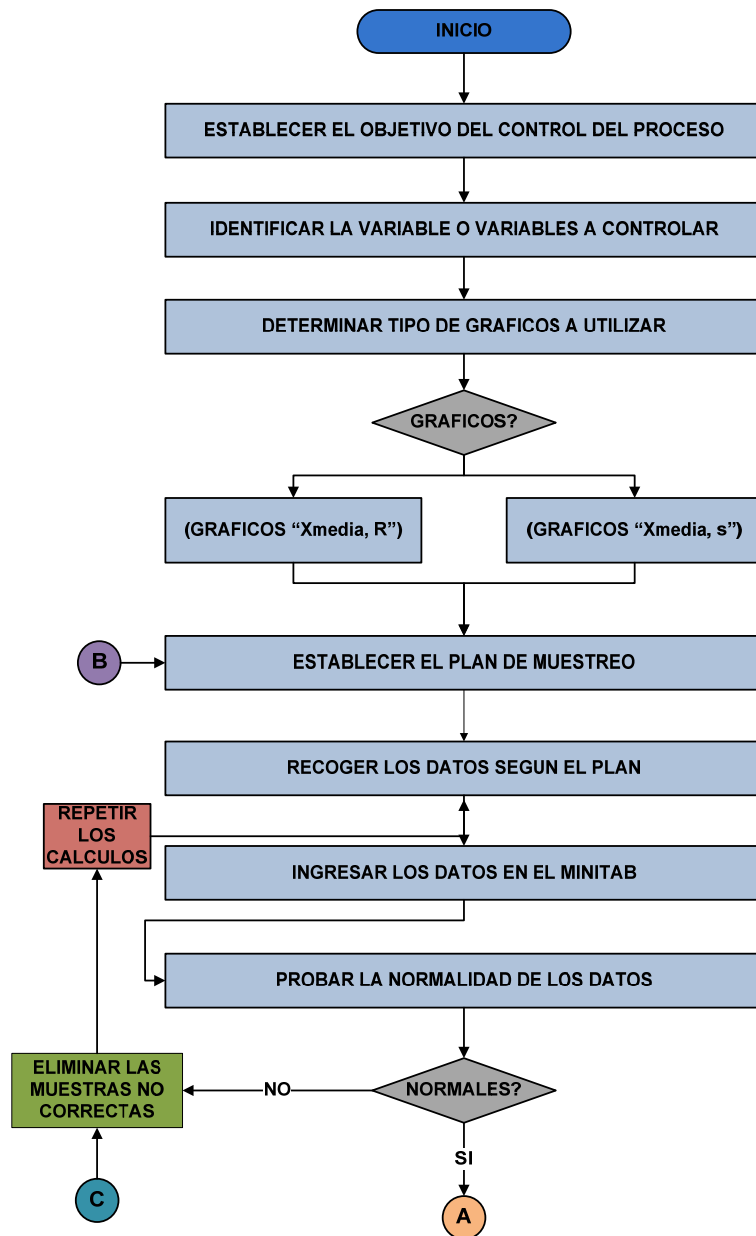
Habiendo capacitado al personal con los conceptos básicos y acerca de la utilización de las 7 herramientas de calidad en las distintas reuniones que se realizaban semana a semana, al mismo tiempo buscando la manera de involucrar más a la gente en el proceso de producción y en el proyecto, se comenzaron a realizar eventos kaizen de los diferentes problemas de calidad por los que pasaba la compañía y se decidió en especial enfocarse en un problema de calidad por el cual estaba atravesando el área de extrusión el mismo que afectaba tanto a su cliente interno como a su cliente final.

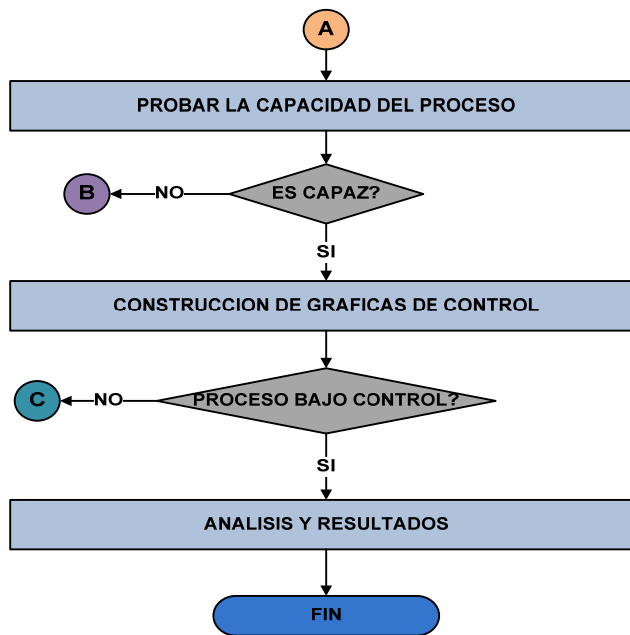
Este problema consistía en que la máquina extrusora de rollos no estaba fabricando rollos que se encontraran dentro de las especificaciones del proceso lo cual estaba generando pérdida de tiempo y pérdida de dinero. Y para atender a este problema se recurrió al uso de una de las herramientas de la calidad, el cual fue **El Diagrama de Causa-Efecto** con su respectivo **Plan de acción** los mismos que se aplicaran más adelante en el punto **4.7.2**.

#### **4.7.2. CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD**

##### **IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

En las reuniones semanales cuando se estuvo tratando acerca de las 7 herramientas básicas de calidad y las 7 grandes pérdidas los operarios de extrusión de espuma siempre mencionaban que tenían dificultades de mantener estable la máquina PITAC (extrusora) lo cual estaba provocando que trabajaran con rollos fuera de especificaciones, donde se notaba la falta de un control de calidad formal para dicha área que al mismo tiempo les proporcionara información para una mejor toma de decisiones. Por lo que se llegó a la conclusión que la mejor herramienta que podría manejar esa situación son las gráficas de control por variables. A continuación se muestra el diagrama de flujo a seguir para la implementación de las mismas.





**Figura 4.14 Diagrama de Flujo proceso del control estadístico**

#### **Objetivo del control del proceso.**

A través del control estadístico y las gráficas de control se quiere lograr estabilizar el proceso de extrusión de espuma reduciendo en lo posible la variabilidad del estado de los diferentes factores que influyen en dicha inestabilidad.



**Identificación de la variable o variables a controlar**

En el proceso de extrusión de espuma se manejan algunas variables tales como temperaturas, presiones, velocidades las cuales son controladas a través de los dispositivos visuales de la maquina PITAC (extrusora) y variables como espesor, ancho que son controladas en el producto a medida que se lo va extrusando.

La compañía, la cual dentro de su línea de producción de espuma, vende protectores, los mismos que son utilizados por empresas del sector bananero, la cual, en meses anteriores tuvo un reclamo y devolución de su producto debido a que los protectores se encontraban con el espesor por debajo de los 5mm, parámetro que es prometido al momento de realizar negocios con el cliente. Pero además de satisfacer a nuestro cliente externo, también se debe atender al cliente interno, el cual es conversión de espuma. Cliente del cual se recibe el mayor número de quejas, las cuales se centran en la conversión de rollos con bajo espesor, es decir que se encuentran por debajo de los 5mm.

Según el diagrama de pareto mostrado en el capítulo 3 se pudo concluir que la compañía lo que más vende son

protectores de 5mm y en bajas cantidades protectores de 4mm y laminas. Por lo tanto cuando los rollos que pasan por el proceso de conversión son detectados por los operarios que se encuentran finos, estos pierden tiempo en la calibración de los mismos para garantizar que el despacho sea de protectores de 5mm.

Por lo tanto para poder cumplir con el objetivo establecido anteriormente este estudio se va a centrar en el espesor de la película espumada, ya que esta variable depende de un adecuado manejo de las temperaturas, velocidades y presiones de la máquina. Por lo tanto para obtener el espesor se lo consigue extrusando adecuadamente el polietileno, encontrando la combinación más acertada de las variables ya mencionadas. Cabe resaltar que la materia prima pasa primero por un primer tornillo que es donde se funde la misma, la cual pasa a un segundo tornillo para continuar con el proceso de mezcla pero es en donde el material se va a ir enfriando para luego salir por un molde, en forma de película espumada, y para que este proceso se de, de la mejor manera posible las presiones en el primer tornillo deben de ser las suficientes para lograr pasar el

material al segundo tornillo, lo cual se realiza manipulando de cierta manera las velocidades y temperaturas para ayudar a que el material se haga mas liquido o mas viscoso según las conveniencias del caso.

### **Determinación del tipo de gráfico a utilizar**

Se sabe que la desviación estándar de la muestra del subgrupo en la gráfica de “**X media, s**” se calcula empleando todos los datos, no solo los valores superior e inferior, como en el caso de la gráfica “**X media, R**”. Por lo tanto, una gráfica S es más precisa que una R, pero como se está tratando con un tamaño de subgrupo menor a 10, ambas gráficas mostrarán la misma variación, en el caso de que el tamaño de los subgrupos hubiera sido mayor a 10 o más, los valores extremos tendrán una injustificada influencia en la gráfica R.

Por lo tanto considerando los aspectos mencionados en las líneas anteriores y que no se cuenta con mucho tiempo para realizar este estudio vamos a trabajar con los gráficos de control de “X media, R”, ya que también su cálculo y su interpretación son mucho más sencillos.

### **Elaboración del Plan de Muestreo (Tamaño de muestra, frecuencia de muestreo y número de muestras)**

Para poder determinar las “n” observaciones con las que se va a construir las gráficas de control el estudio se va a centrar en la curva CO para lo cual se debe contar con el valor de K y el de Beta para obtener n.

Con respecto al Beta se decidió trabajar con un beta de 0,05 con el propósito de minimizar la ocurrencia de rechazar un rollo que se encuentre en buenas condiciones ya que este producto es el producto estrella de la compañía y por cada rollo que se deje de vender se está dejando de percibir un buen margen de ganancias.

Para determinar el K se va a tomar una muestra de 100 observaciones tomadas aleatoriamente de donde se obtendrá la desviación estándar de las mismas. Estos datos generaron los siguientes resultados y son mostrados a continuación:

$$u = 5,661$$

$$\text{Desv. Est.} = 0,3231$$

Con estos datos y sabiendo que los límites de especificación son LSE=5,5 y el LIE=5, se procede a calcular  $k$  con la siguiente fórmula:

$$K = \frac{\text{Desviación Estandar}}{(LSE-LIE)}$$

$$K = \frac{0,2869}{0,5}$$

$$K = 0,5738$$

Por lo tanto con un  $\beta = 0,05$  y un  $K = 0,574$  en la gráfica de CO se tiene que el “ $n$ ” recomendado para trabajar es un “ $n$ ” mayor a 20.

Pero según el libro de Montgomery **Editorial Iberoamérica, 1991** dice que trabajar con valores moderados de  $n$ , digamos  $n \geq 10$ , la amplitud pierde rápidamente su eficiencia, pues no toma en cuenta toda la información en la muestra  $X_{\max}$  y  $X_{\min}$ . Sin embargo para los valores pequeños de tamaños muestrales que se usan a menudo en los diagramas de control de variables ( $n = 4$ ,  $n = 5$  y  $n = 6$ ), es del todo satisfactorio.

Si el tamaño de la muestra es relativamente pequeño, el método de la amplitud produce un estimador de la varianza casi tan bueno como el estimador cuadrático casual (la varianza muestral  $S^2$ ). La eficiencia relativa del procedimiento de la amplitud, con respecto a  $S^2$ , se expone a continuación para varios tamaños muestrales:

<b>n</b>	<b>Eficiencia</b>
2	1.000
3	0.992
4	0.975
5	0.955
6	0.930
10	0.850

Debido a lo expuesto anteriormente el tamaño de muestra "n" será pequeño ( $n = 5$ ) y constante. Se hicieron 100 mediciones individuales, es decir que fueron 20 muestras.

Estas muestras fueron tomadas en dos turnos correspondientes a un día normal de trabajo. En cada turno se tomaron 10 muestras, cada una de ellas fue tomada cada 30 min de los rollos extrusados y los espesores fueron medidos aleatoriamente en 5 puntos

distintos, resaltando que ambos turnos trabajaron con un mismo lote de materia prima.

### **Recolección de Datos (Primera Corrida)**

Las unidades de cada muestra serán recogidas de forma consecutiva para que ésta sea homogénea y representativa al momento de la toma de datos. A continuación se indican las hojas donde se recogieron los datos, con todas las informaciones y circunstancias que sean relevantes en la toma de los mismos.

<b>FECHA:</b> 09/11/2009					<b>TURNO:</b> A - B				
<b>OPERARIO:</b> UFREDO ALAY - JUAN PILAY									
<b>SUPERVISOR:</b> JUAN PEREZ									
<b>MUESTRA1</b>		<b>MUESTRA2</b>		<b>MUESTRA3</b>		<b>MUESTRA4</b>		<b>MUESTRA5</b>	
5,33	5,26	5,57	5,83	5,39	5,85	5,09	5,91	5,26	5,19
5,26	6,05	5,83	6,45	5,39	5,11	5,09	5,47	5,19	5,19
5,6	5,27	5,99	5,79	5,22	5,32	5,61	5,3	5,75	5,75
5,27		5,79		5,32		5,3		5,75	
<b>MUESTRA 6</b>		<b>MUESTRA 7</b>		<b>MUESTRA 8</b>		<b>MUESTRA 9</b>		<b>MUESTRA 10</b>	
5,83	5,24	6,12	5,74	5,89	5,55	5,95	5,87	5,83	5,77
5,24	6,19	6,12	5,45	5,89	5,65	5,95	5,87	5,83	5,94
5,97	5,91	5,3	5,71	5,91	5,96	5,78	5,65	6,11	6,32
5,91		5,71		5,96		5,65		6,11	6,32
<b>MUESTRA 11</b>		<b>MUESTRA 12</b>		<b>MUESTRA 13</b>		<b>MUESTRA 14</b>		<b>MUESTRA 15</b>	
5,97	5,92	5,95	5,45	6,13	5,43	5,08	5,25	5,85	5,75
5,97	5,25	5,95	5,52	6,13	5,57	5,08	5,85	5,85	5,05
5,56	5,56	5,65	5,68	5,69	5,32	5,69	5,39	6,62	6,27
5,56		5,68		5,32		5,39		6,27	
<b>MUESTRA 16</b>		<b>MUESTRA 17</b>		<b>MUESTRA 18</b>		<b>MUESTRA 19</b>		<b>MUESTRA 20</b>	
5,85	5,62	5,7	5,5	5,7	5,1	5,6	5,6	5,5	5,6
5,85	6,61	5,7	5,6	5,7	5,5	5,6	5,4	5,5	5,5
5,85	5,57	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,6	5,5	5,5
5,57		5,7		5,7		5,3		5,6	

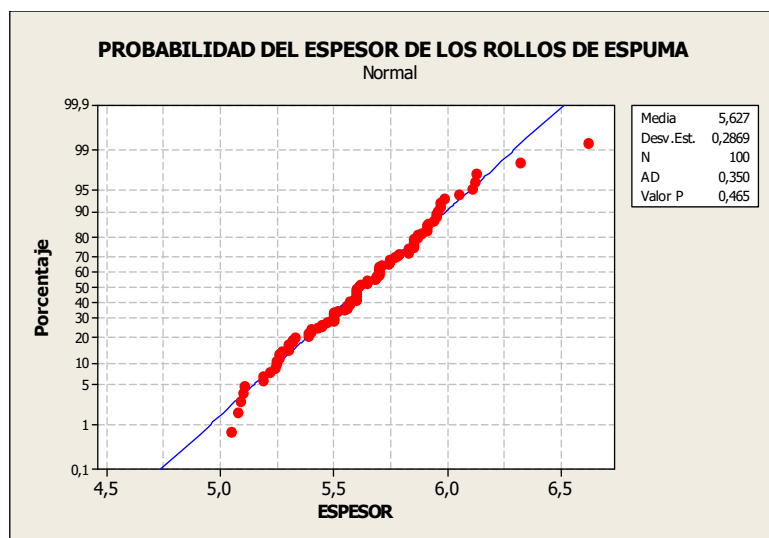
**Figura 4.15 Registro de los datos recolectados en la primera corrida**

Una vez tomados los datos de la manera como corresponde se procede a ingresarlos al software para probar la normalidad de los mismos y poder continuar con el proceso de la construcción de las gráficas, para poder obtener el resultado deseado se trabajó con la



mayor exactitud al momento de tomar los datos se tomaron en cuenta hasta dos decimales.

Para decir que los datos siguen una distribución de probabilidad normal se debe cumplir la siguiente la siguiente hipótesis:  $P > 0,05$ .



**Figura 4.16 Prueba de normalidad**

Como se puede apreciar en la **Figura 4.16** el valor del P es de 0,465 por lo tanto se cumple el anunciado anterior y se puede afirmar que los datos siguen una distribución probabilística normal.

Sabiendo esto de inmediato se procede a probar la capacidad que tiene el proceso para responderles a sus

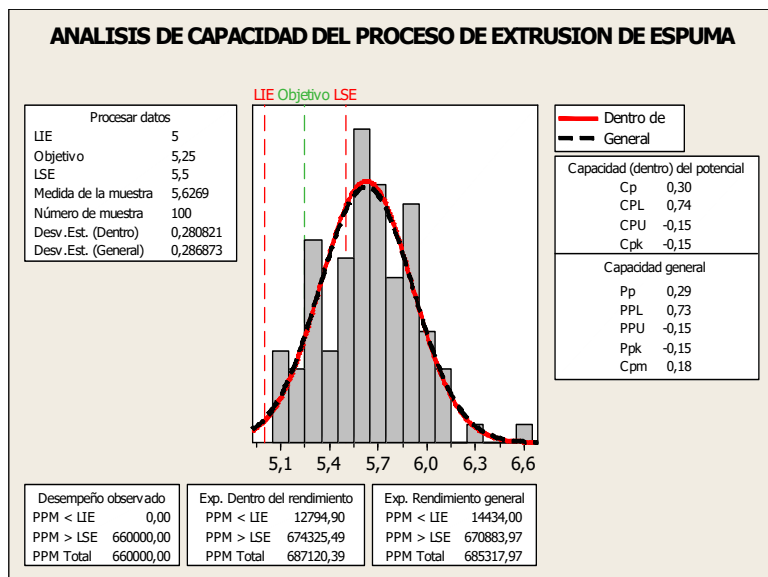
clientes los cuales desean recibir un producto de buena calidad y con un espesor mínimo de 5mm, cuando el cliente habla de un máximo de aceptación del espesor, para él no hay limitantes. Pero actualmente la compañía se maneja con un espesor máximo de 5,5mm lo cual es lo máximo que puede ofertar a sus clientes, acuerdo que fue aceptado por ambas partes ya que para la compañía el hecho de entregar el producto fuera de esos términos podría representar que los rollos que se están extrusando salgan un poco mas pesados lo que significaría pérdida para la compañía ya que la empresa vende protectores por unidades y no por kilos, lo que quiere decir que ellos aunque un protector esté mas pesado ellos lo seguirán vendiendo al mismo precio, lo que ocasionaría un aumento en su costo de venta.

Por lo tanto a continuación se analizará si la compañía actualmente está en la capacidad de poder cumplir con el objetivo expuesto anteriormente con el cual se complace al cliente y al mismo tiempo se vela por los intereses financieros de la empresa.

Como ya fue probada la normalidad de los datos estos ya pueden ser ingresados al software donde se hará uso de

la herramienta de calidad “**ANÁLISIS DE CAPACIDAD NORMAL**”.

Se dice que el proceso esta en la capacidad de cumplir con la característica de calidad dentro de los rangos exigidos por el cliente se debe cumplir la siguiente hipótesis:  $C_p > 1$ .



**Figura 4.17 Capacidad del proceso de espuma**

Como se puede observar en la **Figura 4.17** el valor de  $C_p$  es de apenas 0,30, lo cual no cumple con el enunciado anterior y se puede afirmar que en dichas condiciones el proceso no está en la capacidad

suficiente para responder al objetivo planteado anteriormente, donde la media actual del espesor es de **5,63** la cual esta por encima de 5,5. Al momento de generar esta gráfica se planteó como objetivo llegar a una media de 5,25 para garantizar que con la variabilidad del proceso el espesor se encuentre siempre dentro de las especificaciones.

La misma figura muestra que las PPM > LSE es de 660.000,00, lo cual me indica que el 66% de la producción que se realiza actualmente en la máquina extrusora PITAC se encontrará fuera de especificaciones por encima del Límite Superior de especificación.

Lo que conllevó a indagar un poco más en el proceso para ver lo que esta estaba sucediendo, donde se conversó con los cuatro operarios encargados del proceso de extrusión y comentaron que antes de una semana de realizar la toma de datos se había cambiado el primer tornillo de la máquina PITAC, motivo por el cual se ejecutó un evento kaizen donde se realizó un diagrama de causa y efecto con ellos, con los mandos medios y con el Gerente de Desarrollo, el cual puede ser visto a continuación.

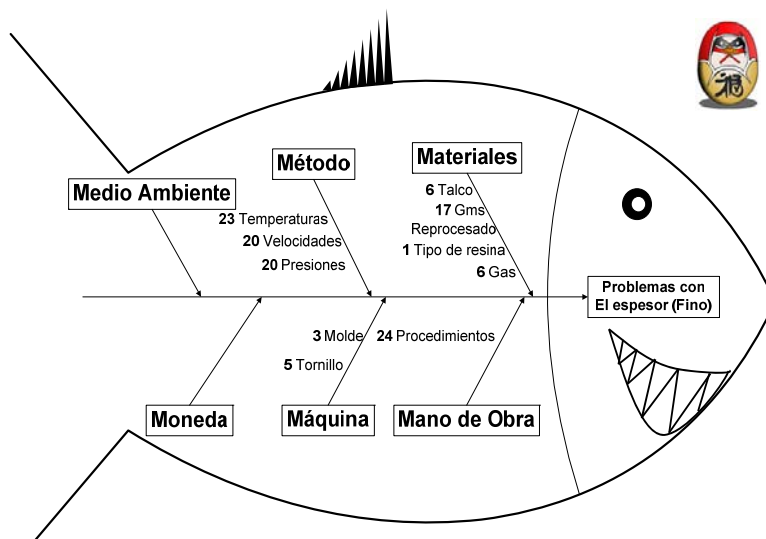


Figura 4.18 Diagrama Causa-Efecto

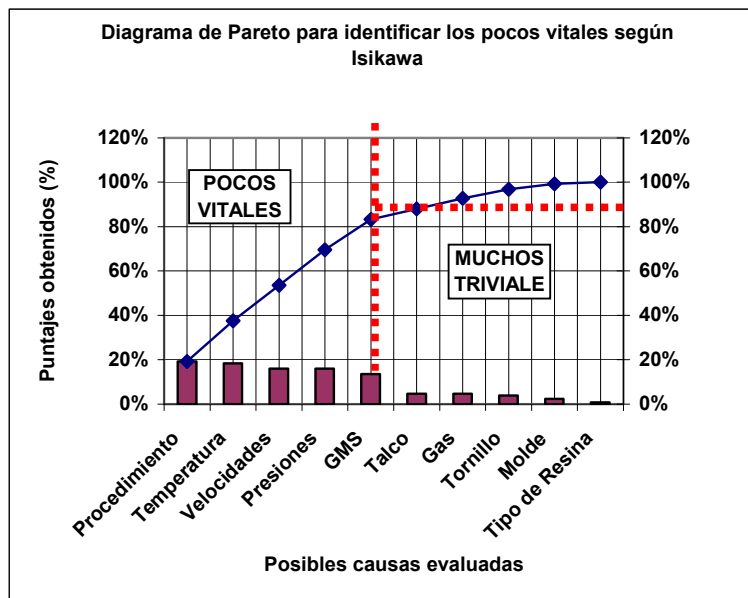


Figura 4.19 Diagrama de Pareto

Tal como se aprecia en la **Figura 4.19** luego se procedió a la realización del respectivo Diagrama de Pareto para la identificación de los pocos vitales y muchos triviales. Información que sirvió para realización del correspondiente Plan de Acción el mismo que puede ser encontrado en Apéndice en el **ANEXO J**.

Una vez con la información que se logró obtener del plan de acción. De inmediato se programó una segunda reunión solo con los operarios del área con el fin de mostrarles y explicarles las gráficas obtenidas, recalcándoles que el proceso estaba fabricando rollos con más del 50% fuera de especificaciones del Límite Superior de Especificación y que la compañía estaba perdiendo dinero.

Se coordinaron y se programaron reuniones de capacitación los días lunes de cada semana dirigidas por el gerente de desarrollo con el fin de profundizar ciertos aspectos de la máquina y aclarar dudas del proceso de extrusión, para luego en el transcurso de la semana poner en práctica lo aprendido. Este proceso se realizó durante dos semanas.

Al término de esto se volvió a tomar los datos, los cuales se muestran a continuación:

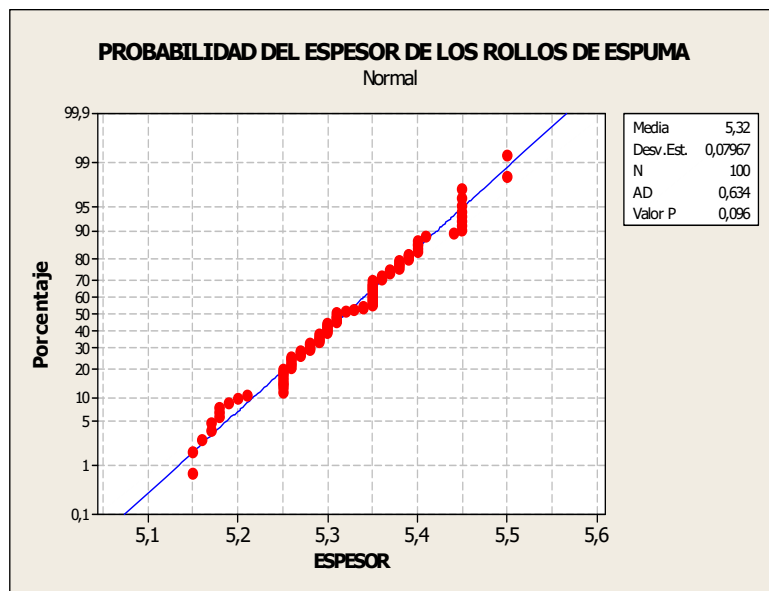
### Recolección de Datos (Segunda Corrida)

FECHA: 23/11/2009		TURNO: A - B		
OPERARIO: UFREDO ALAY - JUAN PILAY				
SUPERVISOR: JUAN PEREZ.				
<b>MUESTRA1</b>	<b>MUESTRA2</b>	<b>MUESTRA3</b>	<b>MUESTRA4</b>	<b>MUESTRA5</b>
5,28	5,31	5,18	5,17	5,37
5,36	5,27	5,28	5,26	5,34
5,39	5,29	5,37	5,26	5,31
5,25	5,38	5,38	5,27	5,26
5,38	5,37	5,29	5,25	5,39
<b>MUESTRA 6</b>	<b>MUESTRA 7</b>	<b>MUESTRA 8</b>	<b>MUESTRA 9</b>	<b>MUESTRA 10</b>
5,41	5,29	5,29	5,25	5,45
5,25	5,29	5,25	5,28	5,35
5,38	5,18	5,33	5,17	5,35
5,28	5,16	5,34	5,18	5,35
5,4	5,19	5,26	5,35	5,35
<b>MUESTRA 11</b>	<b>MUESTRA 12</b>	<b>MUESTRA 13</b>	<b>MUESTRA 14</b>	<b>MUESTRA 15</b>
5,35	5,35	5,3	5,35	5,31
5,25	5,3	5,35	5,3	5,36
5,45	5,4	5,3	5,4	5,44
5,4	5,3	5,5	5,35	5,3
5,35	5,3	5,2	5,39	5,31
<b>MUESTRA 16</b>	<b>MUESTRA 17</b>	<b>MUESTRA 18</b>	<b>MUESTRA 19</b>	<b>MUESTRA 20</b>
5,5	5,21	5,35	5,45	5,45
5,31	5,45	5,45	5,35	5,27
5,4	5,25	5,25	5,45	5,15
5,36	5,35	5,32	5,26	5,31
5,26	5,45	5,35	5,25	5,15

**Figura 4.20 Registro de los datos recolectados en la segunda corrida**

Una vez con la segunda toma de datos se procede a ingresarlos al software para probar la normalidad de los mismos y poder continuar con el proceso de la construcción de las gráficas de control.

Para decir que los datos siguen una distribución de probabilidad normal se debe cumplir la siguiente la siguiente hipótesis:  $P > 0,05$ .



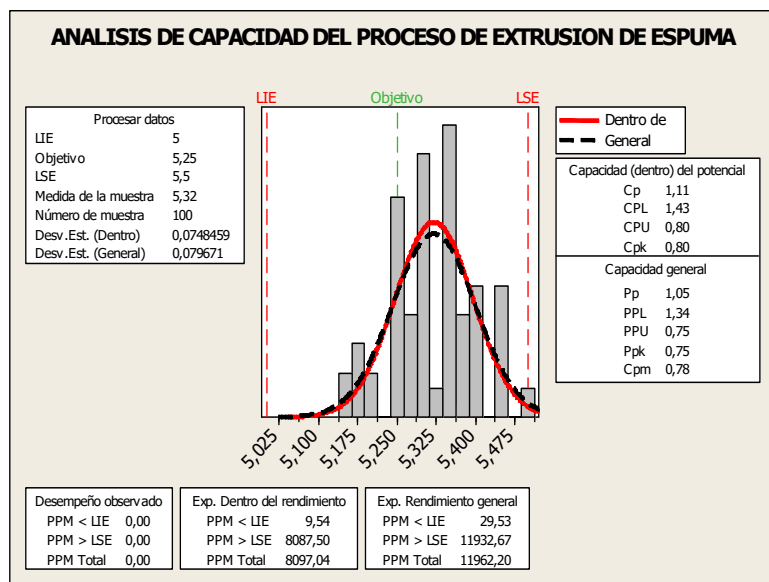
**Figura 4.21 Prueba de normalidad**

Como se puede apreciar en la **Figura 4.21** el valor de P es de 0,096 por lo tanto se cumple el anunciado anterior y se puede afirmar que los datos siguen una distribución probabilística normal.



Por consiguiente los datos presentados en la tabla anterior pueden ser ingresados al software donde se hará uso de la herramienta de calidad “ANÁLISIS DE CAPACIDAD NORMAL”

Se dice que el proceso esta en la capacidad de cumplir con la característica de calidad dentro de los rangos exigidos por el cliente cuando se cumple la siguiente hipótesis:  $C_p > 1$ .



**Figura 4.22 Capacidad del proceso de espuma**

Como se puede observar en la **Figura 4.22** el valor de  $C_p$  es de 1,11 lo cual perfectamente cumple con el enunciado anterior y se puede afirmar que el proceso se

encuentra en la capacidad de responder al objetivo planteado anteriormente, donde la media actual del espesor es de **5,32** la cual está por encima y se encuentra dentro de las especificaciones y esta más cerca de nuestro objetivo que era llegar a un 5,25.

Se puede observar en el gráfico que las  $PPM > LSE$  y los  $PPM < LIE$  son de "0", lo cual indica y garantiza que si se sigue trabajando con los parámetros adecuados la máquina **PITAC** no producirá rollos fuera de especificaciones.

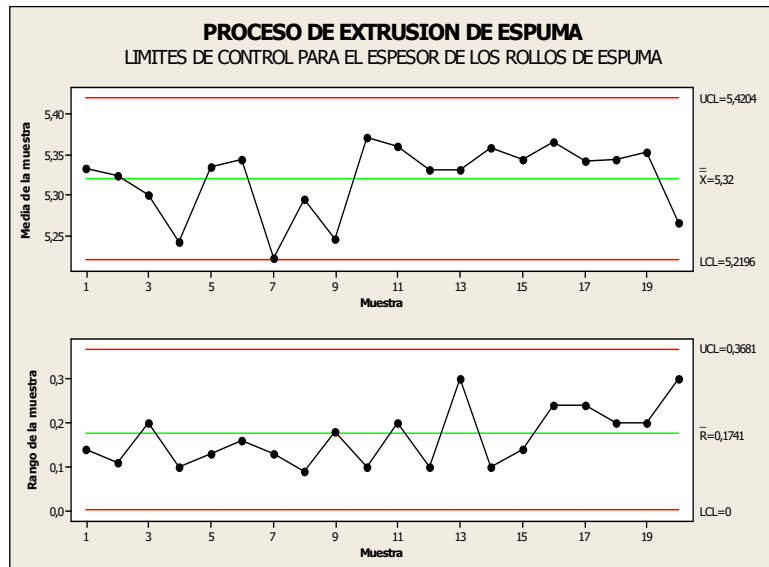
En esta corrida de datos el cambio es notorio y se ha mejorado alcanzando un poco más los objetivos planteados, ya que a pesar de que todos los valores se encuentran dentro de las especificaciones, al verificar el rendimiento descrito en la gráfica se puede ver que el **EXP. RENDIMIENTO GENERAL** dice lo siguiente:

<b>PPM &lt; LIE</b>	29,53	→	0,0030%
<b>PPM &gt; LSE</b>	11.932,20	→	1,19%

Aunque las cifras no son tan alarmantes, pero si se observan los porcentajes expuestos anteriormente se

puede ver que la producción de rollos tenderá a salir con valores cercanos al Límite Superior de Especificación, aunque anteriormente se dijo que la empresa estaba en la capacidad de entregar protectores con espesores hasta de 5,5mm se puede trabajar con el **EXP. RENDIMIENTO GENERAL de las PPM < LIE** con el fin de aumentar su porcentaje con lo cual se lograría ayudar a la compañía a lograr su objetivo el cual también es reducir el costo de venta, como ya fue explicado en párrafos anteriores.

Una vez que se probó normalidad y se comprobó la capacidad del proceso, se sigue con el siguiente paso que es la generación de las gráficas de control. Los datos presentados anteriormente se los introduce nuevamente al software pero para esta vez utilizar la opción **“GRÁFICAS DE CONTROL” - “GRÁFICAS DE VARIABLES PARA SUBGRUPOS” - “X barra-R”**, donde se obtuvo la siguiente gráfica:



**Figura 4.23 Gráfica de control Extrusión Espuma**

Según la **Figura 4.23** lo primero que se observa es que ningún punto se encuentra fuera de los **Límites de Control del Proceso** y que además los mismos se encuentran dentro de los **Límites de Especificación**, lo que permite afirmar que el proceso se encuentra bajo control; al observar en la misma gráfica “**X-R**” se puede apreciar que la curva presenta variabilidad a lo largo de todo el proceso de producción.

La variabilidad que se observa en la gráfica de “**Xbarra**” y la gráfica **R**, ya que como se dijo en párrafos anteriores es que el espesor depende de tres variables que son controladas desde la máquina extrusora **PITAC** las

cuales son temperatura de los tornillos, velocidades de los tornillos y presiones del primer tornillo y el molde de salida, parámetros que se encuentran en constante cambio, el operario debe de jugar con los mismos durante todo el turno de trabajo para tratar de mantener el espesor deseado, lo que una repentina caída de presión afecta inmediatamente a la estabilidad de la máquina lo que a veces toma horas regresarla a su estado normal lo cual puede verse perfectamente reflejado en los 10 puntos que se encuentran por encima del límite central de **“Xbarra”** y así mismo los puntos que se encuentran por encima del límite central y que luego bajan y vuelven a subir en la misma gráfica de **“Xbarra”**. Lo mismo se ve en la gráfica **“R”**, lo cual puede ser explicado de la misma manera, pero se debe considerar también que debido a que la distribución del material dentro de los túneles de los diferentes tornillos no es uniforme a lo largo de los mismos y que la salida del material por el molde tampoco lo es, el operador debe estar ajustando durante toda la jornada de trabajo el molde para garantizar la mayor uniformidad posible de las ondas del rollo es por eso que a veces en la gráfica

de “R” se observan puntos que bajan y suben, es decir hay mucha diferencia entre los espesores de la toma de datos aunque se encuentren dentro de los límites de control del proceso.

Teniendo mucho en cuenta lo que se dijo anteriormente se conversó con los operarios del área correspondiente para determinar cuales eran las causas de estas variaciones donde ellos dijeron que era por los siguientes aspectos:

- Desgaste del primer tornillo
- Problema de recalentamiento con las resistencias
- Problemas de inyección de la bomba de gas
- Problemas con el sistema de enfriamiento de agua
- Variaciones en el rango de temperatura
- Variaciones en los rangos de velocidad
- Variaciones en los rangos de presión

Luego se plantearon las posibles soluciones para tratar de mantener más estable el proceso y las ondas más uniformes, y se determinó cambiar todas las resistencias que se detectaron como dañadas, se hizo una limpieza de las tuberías de inyección de la bomba de gas y se procedió hacer el cambio del primer tornillo, el cual ya se

había programado hace algunos meses atrás antes de comenzar este proyecto.

Luego se procedió a la toma de nuevos datos para una última corrida de gráficas. Donde se obtuvo la siguiente tabla de datos:

### Recolección de Datos (Tercera Corrida)

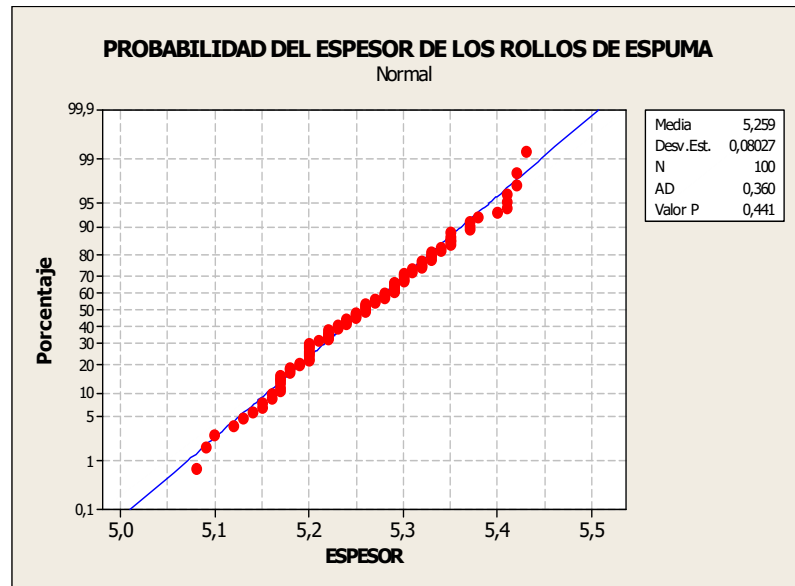
FECHA:		30/11/2009	TURNO:		A - B
OPERARIO:		UFREDO ALAY - JUAN PILAY			
SUPERVISOR:		JUAN PEREZ.			
<b>MUESTRA1</b>	<b>MUESTRA2</b>	<b>MUESTRA3</b>	<b>MUESTRA4</b>	<b>MUESTRA5</b>	
5,17	5,16	5,34	5,18	5,35	
5,17	5,14	5,13	5,21	5,25	
5,19	5,17	5,22	5,29	5,29	
5,25	5,24	5,18	5,28	5,22	
5,37	5,27	5,19	5,27	5,22	
<b>MUESTRA 6</b>	<b>MUESTRA 7</b>	<b>MUESTRA 8</b>	<b>MUESTRA 9</b>	<b>MUESTRA 10</b>	
5,3	5,16	5,42	5,1	5,32	
5,26	5,25	5,25	5,35	5,17	
5,33	5,15	5,12	5,29	5,26	
5,41	5,3	5,23	5,29	5,28	
5,37	5,3	5,26	5,33	5,18	
<b>MUESTRA 11</b>	<b>MUESTRA 12</b>	<b>MUESTRA 13</b>	<b>MUESTRA 14</b>	<b>MUESTRA 15</b>	
5,27	5,24	5,23	5,32	5,2	
5,32	5,17	5,15	5,37	5,22	
5,41	5,35	5,2	5,35	5,23	
5,2	5,22	5,3	5,24	5,2	
5,17	5,42	5,43	5,28	5,34	
<b>MUESTRA 16</b>	<b>MUESTRA 17</b>	<b>MUESTRA 18</b>	<b>MUESTRA 19</b>	<b>MUESTRA 20</b>	
5,41	5,4	5,2	5,3	5,09	
5,28	5,2	5,33	5,38	5,08	
5,29	5,24	5,22	5,33	5,35	
5,31	5,2	5,26	5,29	5,26	
5,2	5,2	5,31	5,2	5,32	

**Figura 4.24 Registro de los datos recolectados en la tercera corrida**

Una vez tomados los datos de la manera como corresponde se procede a ingresarlos al software para probar la normalidad de los mismos y poder continuar con el proceso de la construcción de las gráficas.



Para decir que los datos siguen una distribución de probabilidad normal se debe cumplir la siguiente la siguiente hipótesis:  $P > 0,05$ .



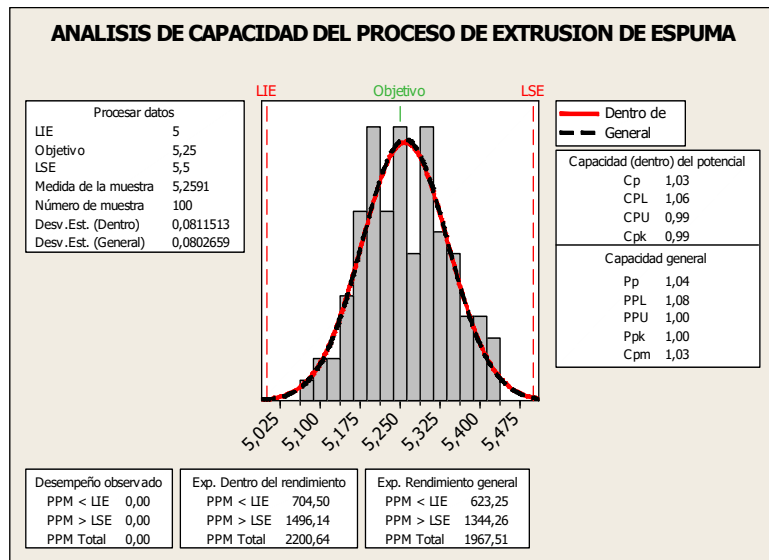
**Figura 4.25 Prueba de normalidad**

Como se puede apreciar en la **Figura 4.25** el valor del P es de 0,441 por lo tanto se cumple el anunciado anterior y se puede afirmar que los datos siguen una distribución probabilística normal.

Por consiguiente los datos presentados en la tabla anterior pueden ser ingresados al minitab donde se hará

## uso de la herramienta de calidad “ANÁLISIS DE CAPACIDAD NORMAL”

Se dice que el proceso está en la capacidad de cumplir con la característica de calidad dentro de los rangos exigidos por el cliente cuando se cumple la siguiente hipótesis:  $C_p > 1$ .



**Figura 4.26 Capacidad del proceso de espuma**

Como se puede apreciar en la **Figura 4.26** el valor de **Cp** es de **1,03** lo cual perfectamente cumple con el enunciado anterior y se puede reconfirmar que el proceso continúa con la capacidad de responder al objetivo

planteado anteriormente, donde la media actual del espesor es de **5,259** la cual esta dentro de las especificaciones y al mismo tiempo cumpliendo con otros de los objetivos el cual era tener la media del proceso en 5,25.

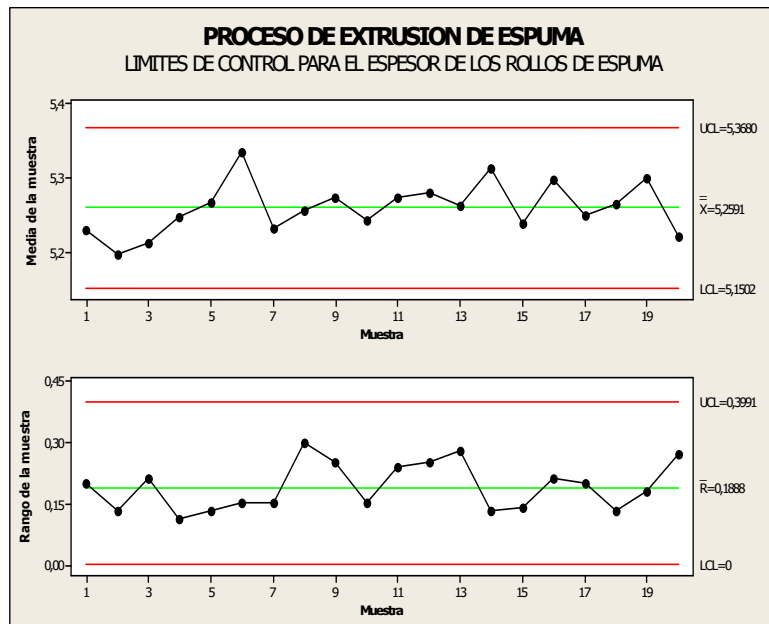
Si se observa en el gráfico se puede constatar que las  $PPM > LSE$  y los  $PPM < LIE$  son de "0", lo cual indica y garantiza que si se sigue trabajando con los parámetros adecuados la máquina **PITAC** no producirá rollos fuera de especificaciones.

En esta última corrida de datos se puede observar que los mismos continúan dentro de especificaciones; pero el rendimiento que se describe en la gráfica (**EXP. RENDIMIENTO GENERAL**) indica lo siguiente:

<b>PPM &lt; LIE</b>	623,25	→	0,0620%
<b>PPM &gt; LSE</b>	1.344,26	→	0,0013%

Lo cual determina que se ha mejorado con respecto a la corrida anterior y a su vez ha logrado mantener una mejor uniformidad en la gráfica y además se puede confirmar que la probabilidad de que el espesor esté cerca del Límite Superior de Especificación es menor, lo

cual denota que la probabilidad de que el espesor esté cercano al límite Inferior se ha incrementado, dando a lugar que la mayoría de los rollos caigan en valores cercanos a la media. Con esto se ha logrado una mejor estabilidad en el proceso. Por lo que a continuación se procede a construir la respectiva gráfica de control. Y se tiene que:



**Figura 4.27 Gráfica de control Extrusión Espuma**

Como se puede apreciar en la **Figura 4.27** la gráfica que generó el software, se puede rectificar lo dicho en los

párrafos anteriores, de que la estabilidad del proceso ha mejorado, los valores de la media de las distintas muestras se encuentran más cercanos al límite central, y lo mismo sucede con la gráfica de **R** la cual muestra mas uniformidad donde los datos también tienden acercarse a la línea central.

### **REPETIBILIDAD Y REPRODUCIBILIDAD**

Los datos presentados son una representación del proceso. Por lo tanto se necesita asegurar la fiabilidad de su recogida para poder realizar cualquier estudio de capacidad, control estadístico de proceso (SPC), etc., de una manera más confiable. Si no se cuenta con un sistema de medición validado, se pueden llegar a conclusiones erróneas y actuar sobre el proceso de manera equivocada. Por ello, es necesario asegurarse de que la variación registrada no es debida, al menos en su mayor parte, a los sistemas de medición utilizados, por lo que se buscó un método para evaluar la repetibilidad y la reproducibilidad del sistema, el cual es explicado a continuación.

## **PROCEDIMIENTO**

- 1.** El calibrador analógico se lo envió a calibrar con el proveedor antes de comenzar con la toma de datos.
- 2.** Fueron elegidos 3 operarios, 2 operarios del área de extrusión de espuma y uno del área de conversión de espuma.
- 3.** Se sacaron 10 partes (muestras) las cuales tenían una medida de 107cmx30cm. Cada muestra fue tomada de un rollo diferente de varios turnos de trabajo dentro de una semana. A cada una de las partes se le puso una pequeña etiqueta donde tenía escrita una numeración a manera de código de barras. Esta etiqueta fue colocada en la parte inferior de la muestra para que de cierta manera no fuera vista por el operario y no se sintiera influenciado al momento de realizar las mediciones ya que cada uno debía de hacer 3 mediciones por cada parte de manera aleatoria.
- 4.** Se marcaron con puntos negros cada una de las ondas de las muestras para asegurar de que midan el mismo sitio.
- 5.** Se capacitó previamente a los operadores en la forma como debían realizar las mediciones, como debían

tomar el instrumento, como debían encerrarlo indicándoles que tenían que hacerlo cada 10 mediciones.

6. Se realizaron las mediciones y se recolectaron los datos en un hoja electrónica que generó tres tablas de datos que se encuentran en Apéndice en el **ANEXO K**

En donde:

- a. La columna **CÓDIGO** contiene el código de barras que se ha tomado de referencia para poder recolectar la información de manera organizada. Y la misma representa las partes para el sistema.
- b. La columna **OPERADOR** contiene números (1, 2 y 3) los cuales representan a los tres diferentes operadores que intervinieron en la toma de datos.
- c. Y finalmente la columna **TOMA**, la cual contiene todas las mediciones realizadas.

7. A continuación se procede a ingresar todos estos datos de la manera como corresponde al **software**. Donde se obtuvo la siguiente información:

### Estudio R&R del sistema de medición - método ANOVA

#### Tabla ANOVA de dos factores con interacción

Fuente	GL	SC	MC	F	P
PARTES	9	0,543028	0,0603364	200,544	0,000
OPERADOR	2	0,001140	0,0005700	1,895	0,179
PARTES * OPERADOR	18	0,005416	0,0003009	0,412	0,980
Repetibilidad	60	0,043867	0,0007311		
Total	89	0,593450			

Alfa para eliminar el término de interacción = 0,25

#### R&R del sistema de medición

Fuente	VarComp	%Contribución (de VarComp)
R&R del sistema de medición total	0,0006318	<b>8,70</b>
Repetibilidad	0,0006318	8,70
Reproducibilidad	0,0000000	0,00
OPERADOR	0,0000000	0,00
Parte a parte	0,0066338	91,30
Variación total	0,0072657	100,00

Fuente	Desv.Est. (DE)	Var. de estudio (6 * SD)
R&R del sistema de medición total	0,0251361	0,150817
Repetibilidad	0,0251361	0,150817
Reproducibilidad	0,0000000	0,000000
OPERADOR	0,0000000	0,000000
Parte a parte	0,0814484	0,48869
Variación total	0,0852389	0,511433



Fuente	%Var. de estudio (%SV)
R&R del sistema de medición total	29,49
Repetibilidad	29,49
Reproducibilidad	0
OPERADOR	0
Parte a parte	95,55
Variación total	100

Número de categorías distintas = 4

### ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

**P** es la probabilidad de que la fuente asociada sea o no significativa estadísticamente como una causa de variación de los datos medidos.

Si  $P < 0.05$ , se puede afirmar que la fuente asociada si es significativamente una causa de variación con un Nivel de confianza del 95%.

Si se observa el resultado que arrojó la Tabla ANOVA de dos factores con interacción, se puede decir que las PARTES es el único factor que cumple con la hipótesis expuesta anteriormente. Los otros dos factores que son OPERADOR y PARTES\*OPERADOR, su **p** se encuentra por encima del 0,05; rechazando la hipótesis planteada, lo cual indica que no son fuentes asociadas significativas estadísticamente que están causando la variabilidad de los datos medidos. Se puede observar también que la

repetibilidad es mayor a la reproducibilidad, lo que indica que la ubicación donde se efectúan las mediciones no es muy uniforme y por lo tanto existe una variabilidad excesiva entre las partes.

Se conoce que el **% Contribución**, es decir % en que contribuye el sistema de medición con respecto a la

$$\% \text{Contribución} = \sigma_{MS}^2 / \sigma_{TOTAL}^2$$

variación total ,

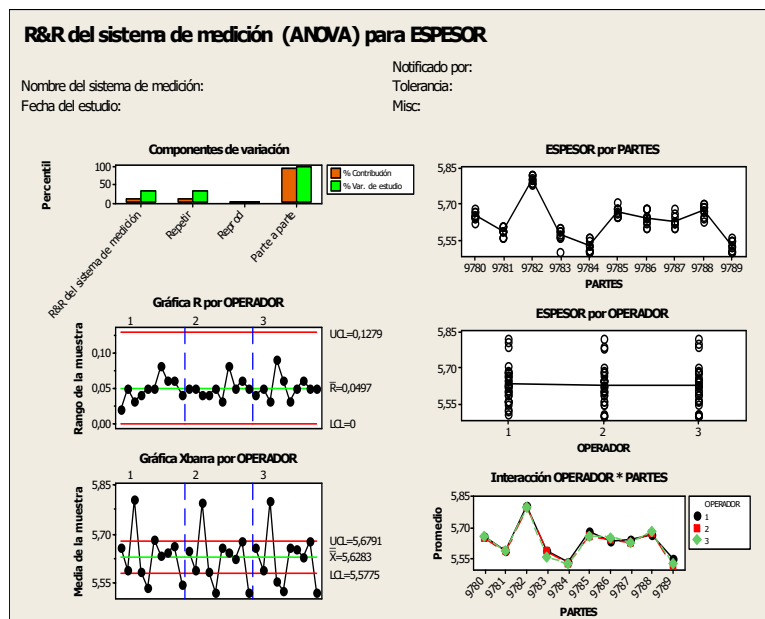
aparece con un valor del 8,70% donde tenemos que:

<b>% Contribución</b>		
<b>&lt; 1 %</b>	<b>1 – 9 %</b>	<b>&gt; 9 %</b>
Excelente	Marginalmente aceptable	Inaceptable. No debe ser utilizado

Por lo tanto se puede decir que la contribución que hace el sistema de medición es marginalmente aceptable y se puede seguir trabajando con los mismos calibradores que se están usando habitualmente para el control del espesor.

Según la tabla (R&R del sistema de medición) indica que el número de categorías distintas entre los datos del proceso del sistema es **4**, es decir que se encuentra en la escala recomendada.

Para poder rectificar todo lo que se ha dicho anteriormente se puede observar la gráfica a continuación de la cual se puede afirmar lo siguiente:



**Figura 4.28 R&R del Sistema de Medición (Anova) para el espesor**

Según la **Figura 4.28** la gráfica que generó el software para el sistema de medición se tiene que:

- Componentes de variación: Se puede ver que la barra **Parte a Parte** es una de las más grandes, lo cual era

de esperarse para poder descartar de que el sistema estaba contribuyendo a la variabilidad del proceso.

- Gráfica Xbarra por operador: La gráfica se encuentra fuera de control por lo tanto se posee un buen sistema de medición. También se puede apreciar que los patrones entre operadores son similares lo que indica que no hay una interacción significativa entre el operador y la parte que se está midiendo (Reproducibilidad).
- Gráfica R por operador: Se puede ver que la gráfica se encuentra bajo control, lo que indica que no existe mayor diferencia entre las medidas tomadas en una misma pieza por un mismo operador y usando el mismo instrumento (Repetibilidad)
- Gráfica Espesor por partes: Como se puede apreciar en la gráfica, las mediciones tomadas por cada operador en sus diferentes réplicas, para cada una de las partes empleadas en las pruebas así como sus promedios presentan un consistente rango de variación. Como ninguna parte muestra una enorme variación con respecto a otra, no se puede asignar que

la variabilidad se deba en su mayor parte al sistema de medición utilizado.

- Gráfica Espesor por Operador: Se puede apreciar que las mediciones entre los operadores son consistentes, la línea que conecta las medias se podría decir que es casi plana, lo que indica que no hay mucha diferencia de operador a operador, lo que permite descartar problemas operacionales como inconsistente uso de las definiciones operacionales o de los instrumentos de medición por parte de los operadores.
- Interacción OPERADOR\*PARTES: Se puede ver que la curva presenta una variabilidad a lo largo de todos los tramos pero se puede apreciar que las líneas que conectan los puntos promedios convergen casi completamente lo que indica que no existe una relación entre el operador y la parte que está siendo medida, lo cual conlleva a decir que la variación de los datos observados en esta gráfica se debe al comportamiento del proceso en sí.

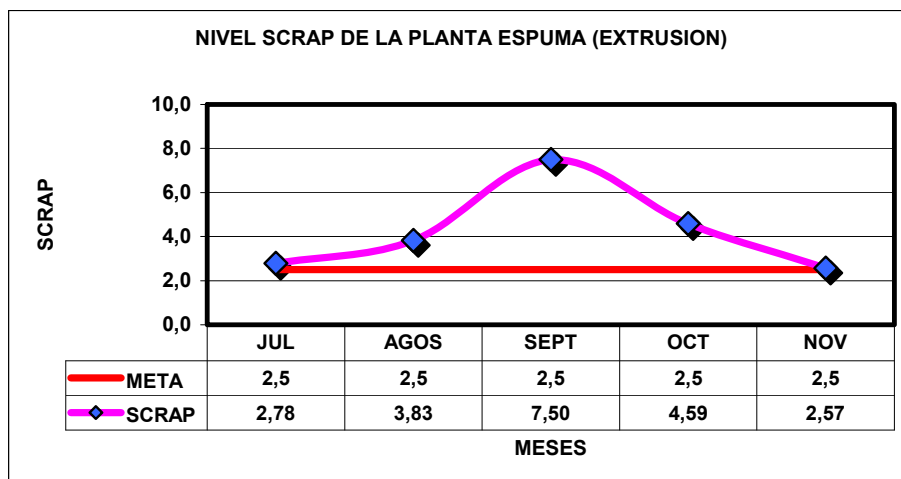
## 4.8 RESULTADOS

### 4.8.1. Cálculo de Indicadores Mensuales

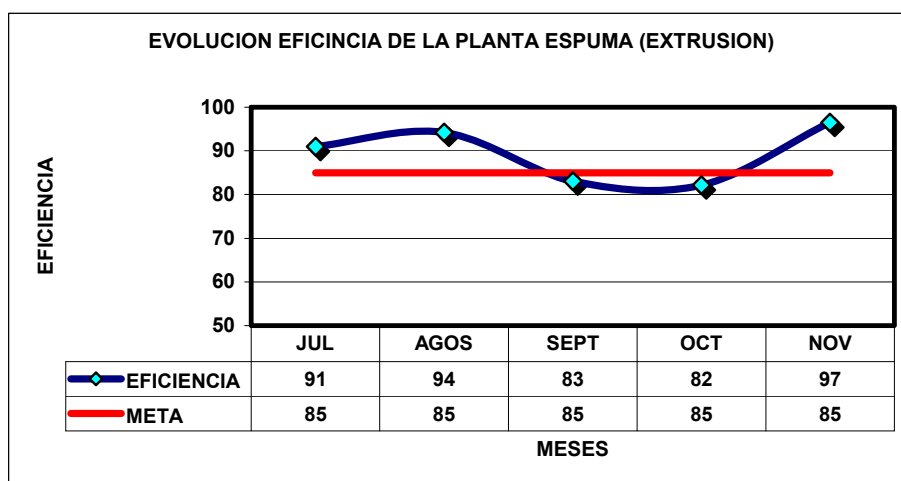
Hay indicadores que se registraban de manera mensual y semanal. Aquellos que se llevaban de manera semanal y por grupo de trabajo, son el de **EFICIENCIA** y el de **NIVEL DE SCRAP** ó **DESPERDICIO**, los cuales eran primero mostrados en las reuniones de grupo para luego ser publicados en una cartelera diseñada para registrar ambos indicadores de manera simultánea como un punto en el plano cartesiano con el objeto de que todas las personas de la planta como las del nivel administrativo pudieran ver quienes se encontraban en la región buena, muy buena o mala de desempeño. Al terminar el mes se les mostraba a los operarios un resumen de los indicadores con los promedios obtenidos en las cuatro semanas en el mismo formato que se puede apreciar en la **Figura 4.1 en la pág. 101**.

Estos indicadores eran actualizados semana a semana y mostrados en las reuniones de grupo y que posteriormente se publicaban en las carteleras de la planta. Así mismo la cartelera era actualizada mes a mes con los promedios de los datos obtenidos de los indicadores calculados semanalmente.

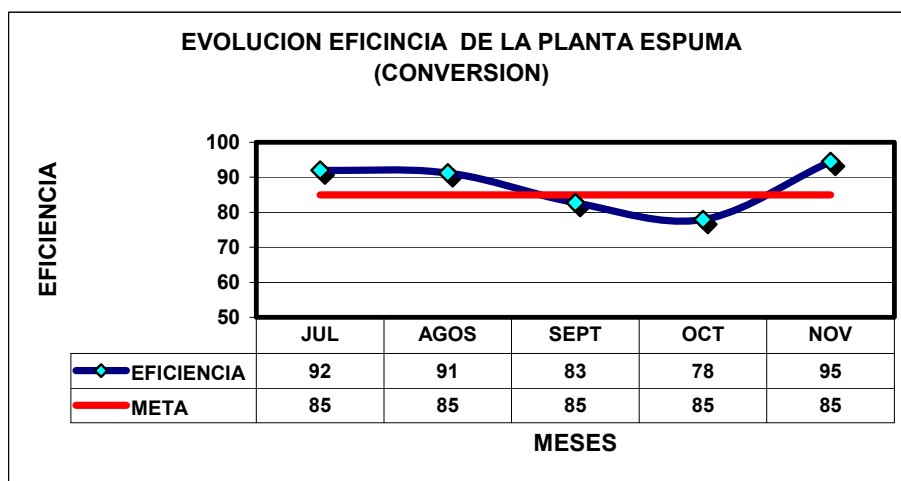
A continuación se muestra el desempeño de los indicadores de Eficiencia y Nivel de Scrap.



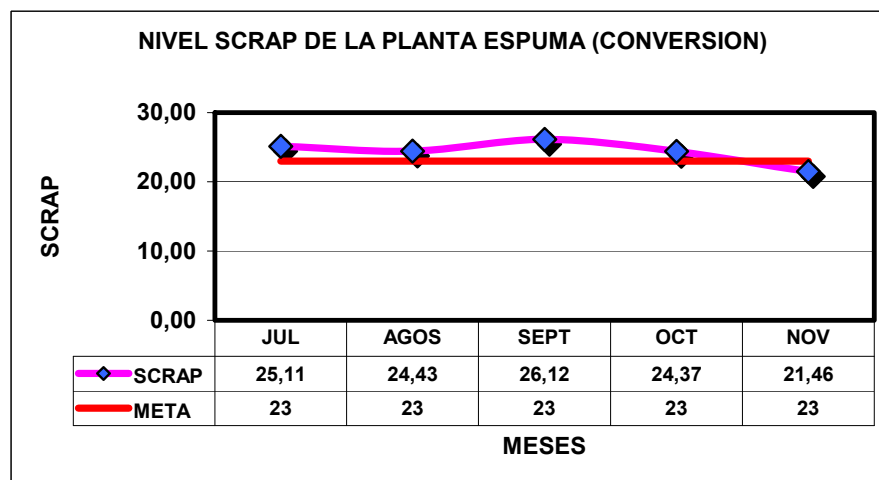
**Figura 4.29 Evolución del Nivel de Scrap durante la ejecución del proyecto(Extrusión Espuma)**



**Figura 4.30 Evolución de la Eficiencia durante la ejecución del proyecto (Extrusión Espuma)**



**Figura 4.31 Evolución de la Eficiencia durante la ejecución del  
Proyecto (Conversión Espuma)**



**Figura 4.32 Evolución del Nivel de Scrap durante la ejecución del  
Proyecto (Conversión Espuma)**



Como se puede observar en las Figuras 4.30; 4.31; 4.32 y 4.33 se puede apreciar en las gráficas que a medida que se fueron implementando las diferentes ideas y a medida que se iba capacitando al personal se ha ido mejorando. Al principio es de esperarse que todo lo que es nuevo representa temor para los operarios, representan cambios y todo cambio al inicio genera resistencia y desperdicio; por lo cual el desperdicio aumenta y la eficiencia decae pero conforme pasan los meses estos dos indicadores mejoran equilibradamente.

#### **RESUMEN DE INDICADORES DE CÁLCULO EXCLUSIVO MENSUAL.**

Los indicadores de reclamos y devoluciones no son representativos al tomarlos mensualmente, por lo que no representan una tendencia negativa. Pero los mismos serán tratados con las herramientas de calidad aplicables como el diagrama Causa-Efecto con su respectivo procedimiento mencionado en el **punto 4.7.1**

INDICADORES	MESES				
	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV
% Scrap Extrusión	2,78	3,83	7,50	4,59	2,57
Costo Scrap Extrusión (\$)	527,63	549,70	728,35	464,83	860,16
% Scrap Conversión	25,11	24,43	26,12	24,37	21,46
Costo Scrap Conversión (\$)	2953,82	3024,76	2814,60	3605,66	3126,14
<b>Costo total Scrap (\$)</b>	<b>3481,45</b>	<b>3574,46</b>	<b>3542,95</b>	<b>4070,49</b>	<b>3986,30</b>
Ventas x empleado(\$)	6256,01	5031,48	2652,88	2746,64	3174,90
Ventas x empleado(Kg)	1629,17	1345,32	699,97	767,22	939,32
% de Reclamos	1%	0%	0%	0%	0%
% de Devoluciones	0%	8,96%	17,31%	0%	0%
Costo de Devoluciones (\$)	0	2337,64	5267,22	0	0

**Tabla 4: Resultado Indicadores de cálculo mensual**

#### 4.8.2 IMPLEMENTACIÓN DE IDEAS DE MEJORA

Durante las reuniones de grupos de mejora se trataron diferentes temas entre ellos sugerencias de los empleados para mejoras en la planta. De estas ideas se pudieron implementar las siguientes:

1. Identificación de áreas con letreros
2. Letreros con Mínimos y Máximos para materia prima, producto en proceso, fundas para empaque, equipos de trabajo, basureros, etc.
3. Establecimiento de formato de registro de ideas de mejora.
4. Colocación de ganchos en la pared en el área de conversión para colocar las fundas de empaque.

5. Colocación de soportes a los lados de la mesa de trabajo para colocar las cintas de embalaje.
6. Colocación de soportes debajo de las mesas para colocar las escobas.
7. Colocación de una bolsa pequeña en cada lado de la mesa de trabajo para colocar las tiras.
8. Se resanó los huecos de las paredes y del piso. Se pintó de blanco las paredes.
9. Se pintó el piso. Además de esto se lo demarcó para delimitar áreas para:
  - a. Rollos en proceso de corte
  - b. Pallet para fundas de empaque
  - c. Delimitar área para colocar los bultos con desperdicio
10. Se asignó un lugar para colocar los equipos de limpieza.
11. Se pintó las maquinas

Aún quedan otras ideas que quedaron de carácter pendiente:

- 1) Crear una cajonera debajo de la mesa para colocar las tiras de plástico.
- 2) Comprar un tacho de basura para el área de conversión de espuma
- 3) Cubrir con mallas las clarabollas para impedir ingreso de bichos y polvo
- 4) Colocar un botiquín
- 5) Colocar un bebedero en la entrada de conversión y reparar el existente para el área de extrusión.
- 6) Identificación de adhesivos rojos para producto rechazado y adhesivos verdes para producto sospechoso y asignación de áreas para colocar los mismos.

### 4.8.3 ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

#### **RESULTADOS CUALITATIVOS**

##### **ACTITUD Y CAPACITACIÓN DE LAS PERSONAS**

Los trabajadores han demostrado interés y entusiasmo respecto a la implementación del Proyecto en la empresa. Se han mostrado activos y dispuestos a colaborar. También han participado en las reuniones semanales. Se ha logrado dar más apertura a los colaboradores para escuchar sus problemas y opiniones mediante las reuniones de grupos de mejora.

El personal se siente motivado a sugerir ideas de mejora. Algunas personas del área administrativa y operativa ya han puesto en marcha algunas sugerencias de 5S y Gung Ho.

Los conceptos para identificar las oportunidades de mejora han sido entendidos, y se aplican en cada taller de capacitación.

##### **Aspecto y estética**

Las personas externas que visiten la planta como auditores, clientes actuales o potenciales se llevan una buena impresión de la empresa, la planta puede constituirse en uno de los factores decisivos para que un determinado cliente desee comprar o continuar comprando en la empresa.

### **Control Visual**

Se han colocado letreros e indicadores visuales de control dentro de la planta. Esto incluye las carteleras de anuncios que son actualizadas periódicamente, nombres de las máquinas, identificación de las áreas de materia prima, producto en proceso, y materiales. Además, se establecieron mínimos y máximos para los rollos en proceso de corte, para las fundas de empaque, rollos para el desperdicio.

### **Recursos financieros**

Se incluyen los costos incurridos para compra de carteleras, letreros, impresiones y materiales para facilitar el control visual dentro de la planta, para el desarrollo de las reuniones de grupos de mejora y para la implementación de las diferentes ideas. Cabe resaltar que en el mes de Julio se incluye los gastos del Lanzamiento Oficial del proyecto.

De acuerdo al reporte de la cuenta de contabilidad, para el Proyecto se han invertido los siguientes valores mensuales:

<b>MES</b>	<b>\$ INVERTIDOS</b>
<b>Julio</b>	<b>1200</b>
<b>Agosto</b>	<b>415,23</b>
<b>Septiembre</b>	<b>1792,2</b>
<b>Octubre</b>	<b>2643,48</b>
<b>Noviembre</b>	<b>98,09</b>
<b>TOTAL</b>	<b>6149</b>

## RESULTADOS CUANTITATIVOS

### Ahorro de tiempo

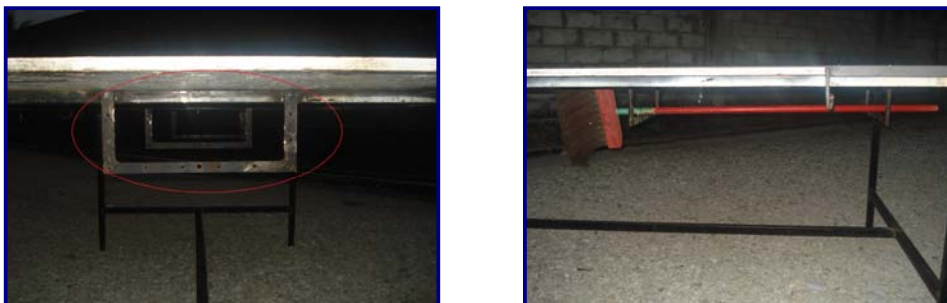
Al mantener el área de trabajo en orden y limpia no se perderá el tiempo buscando materiales o herramientas. Por lo que a continuación se muestran los ahorros en tiempo y en dinero que se lograron con la implementación de algunas ideas de mejora:

IDEA IMPLEMENTADA	AHORRO EN TIEMPO	AHORRO EN \$
Ordenar las Tiras de Plastico para el amarre	Antes tenían que colocar las tiras en una mesa adicional ubicada próxima a la mesa de trabajo. Ahora se colocó un saco en la mesa de trabajo donde ponen las tiras lo que permitió retirar la mesa que estaba de más, ganando mas espacio permitiendo que el d	El ahorro mensual que se hace es de 200 min aprox. Lo que nos representa una producción de 76,67 bultos de protectores. Producto que al venderse ganariamos \$ 1311



**Figura 4.33 Ordenar las Tiras de plástico para el amarre**

IDEA IMPLEMENTADA	AHORRO EN TIEMPO	AHORRO EN \$
Ordenar las Escobas	Antes se demoraban en ir a buscar las escobas 1,5min. Pero ahora con un lugar asignado para colocarlas en conjunto con el tacho de basura y con unos soportes debajo de las mesas para colocarlas ahí mientras hacían limpieza, cuando se disponen a buscarlas	El ahorro mensual que se hace es de 53,2 min aprox. Lo que nos representa una producción adicional de 20,39 bultos de protectores. Producto que al venderse se ganaría \$348,72



**Figura 4.34 Ordenar las escobas**

IDEA IMPLEMENTADA	AHORRO EN TIEMPO	AHORRO EN \$
Ordenar Fundas de Empaque	Antes con los bultos de fundas de empaque desorganizados y colocados por donde sea; se demoraban en buscarlos y tomar las funda durante todo el turno de trabajo 45min pero ahora con los respectivos ganchos para colocar las fundas invierten 43,17 min para	El ahorro mensual que se hace es de 73,2 min aprox. Lo que representa una produccion adicional de 28,06 bultos de protectores. Producto que al venderse ganariamos \$479,83



**Figura 4.35 Ordenar las Fundas de empaque**

IDEA IMPLEMENTADA	AHORRO EN TIEMPO	AHORRO EN \$
Ordenar Cintas	El ahorro es en tiempo. Antes se demoraban en ir a buscar las cintas de embalaje aprox 1min. Pero ahora con un area fija asignada cerca de la mesa de trabajo lo hacen en 0,17 min aprox.	El ahorro mensual que se hace es de 33,2 min aprox. Lo que nos representa una produccion adicional de 12,73 bultos de protectores. Producto que al venderse se ganaria \$217,63





**Figura 4.36 Ordenar Cintas**

IDEA IMPLEMENTADA	AHORRO EN TIEMPO	AHORRO EN \$
<p><b>Ordenar Troqueles</b></p>	<p>Antes se demoraban en ir a buscar los troqueles aprox 5 min. Pero ahora con un area fija asignada cerca del puesto de trabajo lo hacen en 1 min aprox.</p>	<p>El ahorro mensual que se hace es de 16 min aprox. Lo que representa una produccion adicional de 2,67 bultos de laminas de Fupordi .Producto que al venderse se ganaría \$43,12</p>



**Figura 4.37 Ordenar Troqueles**

Como ya se mencionó en párrafos anteriores en la compañía se fueron implementando un sin número de ideas a lo largo del proyecto Kaizen donde la mayoría de ellas consiguieron resultados que beneficiaron a la estética de la planta pero principalmente fueron 5 ideas las mismas que pueden ser observadas en las **Figuras desde la 4.32 hasta la 4.37**, las que lograron generar ahorro de tiempo lo cual se puede traducir en un aumento en los ingresos de la compañía; para comprobar la factibilidad de la implementación de estas ideas se procedió al análisis del VAN, TIR y ROI.

Para el cálculo del VAN y de la TIR se consideraron la inversión inicial, los diferentes desembolsos y los beneficios económicos que se obtendrían a futuro.

Adicional a esto, la tasa referencial que se tomó en consideración es la tasa de interés pasiva efectiva de las operaciones efectuadas del 14 al 20 de enero del 2010 del Banco Central lo cual se lo puede observar en Apéndice en el **ANEXOS L** de donde se tiene que el promedio es % 4,75.

Una vez con toda esa información se generó el respectivo flujo de efectivo donde se tiene que:

4,75%	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
<b>INGRESOS</b>	0	1459,00	1459,00	2505,18	2505,18
<b>EGRESOS</b>	1200	415,23	1792,20	2643,48	98,09
<b>FLUJO EFECTIVO</b>	-1200	1043,77	-333,20	-138,30	2407,09

Tabla 5: Flujo de Caja de los Beneficios de las Ideas Implementadas

Valor Neto	Inversión	VAN Proyecto	TIR del Proyecto
2.571,74	-1.200,00	1.372	38%

Figura 4.38 Resultados obtenidos del Cálculo del VAN y TIR

Como se puede apreciar en la **Figura 4.38** el beneficio esperado es mayor que el costo de inversión y la TIR del proyecto es también mucho mayor a la tasa de interés referencial por lo tanto se puede concluir el proyecto es rentable.

Para soportar este análisis se procede al cálculo del ROI el cual se expresa de la siguiente manera:

$$ROI = \frac{(BENEFICIOS - INVERSION INICIAL)}{INVERSION INICIAL}$$

$$\text{ROI} = \frac{2400,3 - 1200}{1200}$$

$$\text{ROI} = 1,00$$

Observando el resultado de 1 en el ROI se puede decir que la rentabilidad que muestra la TIR y el VAN apenas ha servido para recuperar los valores que se han invertido para el mismo durante el tiempo de la implementación.

Pero una vez finalizada esta etapa de implementación, una vez realizadas las inversiones que fueron necesarias en los meses posteriores si se mantienen estos cambios se obtendrán ingresos dada a la rentabilidad que se vió reflejada en la TIR del proyecto.

# CAPÍTULO 5

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 CONCLUSIONES

Se logró mejorar la relación con los clientes por medio de visitas periódicas tanto de los agentes vendedores como personal de planta; y de esta manera conocer las inquietudes o sugerencias que tengan del producto.

Se mejoró la relación entre ventas y producción a través de programas de interacción con el personal de dichas áreas, es decir; reuniones mensuales en las cuales se programan prioridades de los despachos de los clientes y tiempo de entrega del producto y así se logra una atmósfera de cooperación y coordinación de tareas. Entre mayor sea la conexión entre departamentos mayor será la satisfacción del consumidor y viceversa.

Se logró organizar el puesto de trabajo implementando las 3 primeras S de la metodología 5S, que son Clasificar, Ordenar y limpiar; mediante las cuales se fomentan hábitos de orden y limpieza tanto en la planta, taller y oficinas. Además se introdujo el sistema de calificación a través de auditorías internas semanales con el fin de mantener los estándares que se crearon a través del control visual que se impuso y así mantener la disciplina de tener un área de trabajo organizada.

Se determinó que los indicadores más dinámicos e idóneos para medir la productividad de la planta de espuma eran aquellos que se revisaban de manera semanal en las reuniones ya que estos analizaban el desempeño tanto en la eficiencia como en el nivel de desperdicio que generaba cada grupo de trabajo de dicha área. Al obtener los valores de los indicadores de eficiencia y scrap como un promedio de los grupos conformados de cada área, se pudo observar una mejora en los meses de julio hasta octubre. Los valores en Julio de Eficiencia y Scrap eran de 91% y 2,78% para el área de extrusión; 92% y 25,11% para el área de conversión para luego en el mes de Noviembre terminar en 97% y 2.57%, 95% y 21,46% respectivamente logrando un aumento en eficiencia y disminuyendo el Scrap (desperdicio). Cabe recalcar que gradualmente con el

transcurso de los meses los operadores entendían mejor la manera de llenar los reportes, lo cual favoreció a que los datos de eficiencia y Scrap fueran más acordes a la realidad.

Se logró mejorar la calidad del proceso de la planta de espuma, mediante un control más formal. Para lo cual se introdujo el uso del diagrama de Causa y Efecto para atender los diferentes problemas de calidad que se presentaban a lo largo del proceso. Para llevar un mejor control de la máquina PITAC basándose en la variable espesor, se implementó el uso de las gráficas de control donde se logró mantener el proceso más estable.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- En relación con el Dpto. de Producción se debe primeramente implementar un Plan de mantenimiento preventivo de las máquinas y sobre todo darle el respectivo seguimiento al plan de acción y llevar registro de todos los cambios que se hacen en las diferentes máquinas de la planta.
- Dar constante Capacitación al personal de planta, en temas relacionados con el proceso productivo y de relaciones interpersonales.
- Mejorar la comunicación que existe entre Jefes y Operadores, es decir; buscar que las relaciones entre el personal sean respetuosas, sanas, pues esto afecta a su vez el ánimo y rendimiento de la empresa en general.
- En relación con el departamento de crédito, en caso de que uno de los Clientes solicita que se le despache mercadería aun cuando no haya cancelado sus respectivas facturas, el



Dpto. de Crédito deberá verificar si el cliente ha cumplido por lo mínimo 6 pagos consecutivos sin ningún atraso para incrementar el cupo momentáneamente hasta que el cliente cancele la factura vencida.

- Mantener las reuniones semanales tal y cual como se las han ido realizando desde el inicio hasta la finalización del proyecto proporcionándoles capacitación a los empleados de planta de forma constante.
- Implementar de manera constante las gráficas de control para la regularización del espesor de los rollos espumados.
- En el análisis de capacidad se obtuvo un índice  $< 1.5$  y  $> 1$  lo que nos indica que la compañía corre un riesgo de que si se descuida el control del proceso podría producir fuera de especificaciones, por lo tanto se recomienda tratar de subir el índice mayor a 1.5 con la ayuda de grupos multidisciplinarios los mismos que son formados con los operadores del área y Jefes inmediatos con el fin de mejorar el proceso productivo.

- En el análisis R&r se pudo observar que la mayor parte de la variabilidad no es por el instrumento de medición si no por el manejo del proceso; sin embargo hay pequeña variabilidad que resulta del R&r del sistema de medición, repetitibilidad y reproducibilidad por lo que se recomienda programar capacitaciones del uso y manejo de equipos de medición y calibración de los equipos medición.
  
- Seguir aplicando el formato **“CONTROL DE CALIDAD DE MUESTRAS DE POLIETILENO ESPUMADO”** en el área de extrusión de espuma que se creó para recolectar información de las otras variables (velocidades, temperaturas, presiones etc.) de la cual depende el espesor, seguir haciéndolo de manera diaria. Posteriormente con dicha información tratar de implementar gráficas de control o realizar un estudio multivariado para ver de que manera inciden las otras variables en el espesor; o en su defecto realizar un análisis de diseño de experimento de tal manera que se pueda observar el grado de incidencia de otros factores tales como turno, operador, producto, medida, materia prima, entre otros, en la variabilidad de los datos recolectados.

- Al término de cada semana con la información recolectada a través del formato **“CONTROL DE CALIDAD DE POLIETILENO ESPUMADO”** el cual se lo puede encontrar en la sección Apéndice en el Anexo M, realizar una reunión con los operarios para analizar y determinar las posibles causas de variabilidad del proceso y tomar acciones correctivas de inmediato.
- Realizar los instructivos de trabajo y manuales de especificaciones técnicas tomando en consideración que se trabajan con algunos proveedores de materia prima.
- Seguir realizando las auditorías **5 “S”** de manera semanal y mostrar sus resultados en las reuniones de grupo. Al finalizar el mes realizar una reunión de retroalimentación con los señores auditores con el fin de despedir dudas y mantenerlos al tanto de las cosas para que siempre tengan una calificación veraz y bien crítica.

- Implementar las ideas que quedaron pendientes durante el desarrollo del proyecto las cuales están citadas en el capítulo 4.
- Continuar con el plan de incentivos que posee el área de conversión de espuma el cual solo se basa actualmente en la eficiencia obtenida por los grupos, además se debe hacer que el personal haga consciencia, calculándoles estos incentivos considerando también el indicador de generación de desperdicios para lograr un equilibrio entre ambos. Se debe elaborar un plan de recompensas para las personas que obtengan más altos resultados en pruebas o lecciones y para los empleados que generen el mayor número de ideas. Por el momento se les ha ido entregado en las diferentes reuniones semanales incentivos no monetarios tales como dulces para las personas con la mejoras calificaciones en lecciones tomadas previo a una pequeña capacitación.
- Tratar de cumplir con lo que se les promete a los empleados, pues esto crea una base de confianza y credibilidad de los operadores para con sus jefes inmediatos y gerentes,

generando un mayor grado de compromiso e involucramiento en el proceso de mejora continua.

- Realizar y mantener un constante seguimiento de los planes de acción y de las diferentes actividades asignadas a los distintos responsables para asegurar el proceso de mejora continua.
- Contratar el servicio de un Psicólogo Organizacional para tratar de resolver los problemas que existen entre los diferentes grupos de trabajo de la planta de espuma de la compañía, problemas de enemistades entre compañeros, lo cual afecta de manera directa el ambiente laboral, y como consecuencia a su desempeño también. Aprovechar para hacer un diagnóstico de las necesidades de capacitación tanto como para su crecimiento profesional como para su motivación personal.
- Cuando se termine la implementación del SAM (es un sistema de información para el departamento de contabilidad) hacer que el cálculo de los diferentes indicadores puedan ser

calculados a través de un módulo del sistema para hacer que la publicación de los indicadores en lo posible sea diaria para que las tomas de decisiones sean mejores.

## ANEXO A

### ÁREA DE CONFLICTO ENTRE MARKETING Y PRODUCCIÓN

Área de Problema		Comentarios Típicos	
		Marketing	Producción
1	Planificación de la capacidad y pronóstico de ventas a largo plazo	¿Por qué no se tiene suficiente capacidad?	¿Por qué no se tienen pronósticos de ventas acertados?
2	Programación de la producción y pronóstico de ventas a corto plazo	Se necesita una respuesta más rápida, los tiempos de espera son ridículos	Se necesita un compromiso real de los clientes y pronósticos de ventas que no cambien como cambia la dirección del viento.
3	Entrega y distribución física	¿Por qué no se cuenta nunca con la mercancía correcta en el inventario?	No se puede mantener de todo en el inventario
4	Aseguramiento de la calidad	¿Por qué no se puede tener una calidad razonable a un costo razonable?	¿Por qué se debe siempre ofrecer opciones que son de difícil producción y que ofrecen muy poca utilidad al cliente?
5	Amplitud de la línea de producto	Los clientes demandan variedad	La línea de producto es demasiado amplia todo lo que se tiene es para cortas y poco económicas corridas de producción.
6	Control de Costos	Los costos son tan altos que no se puede competir en el mercado	No se puede proveer una entrega rápida, amplia variedad, respuestas rápidas al cambio y alta calidad a un bajo costo

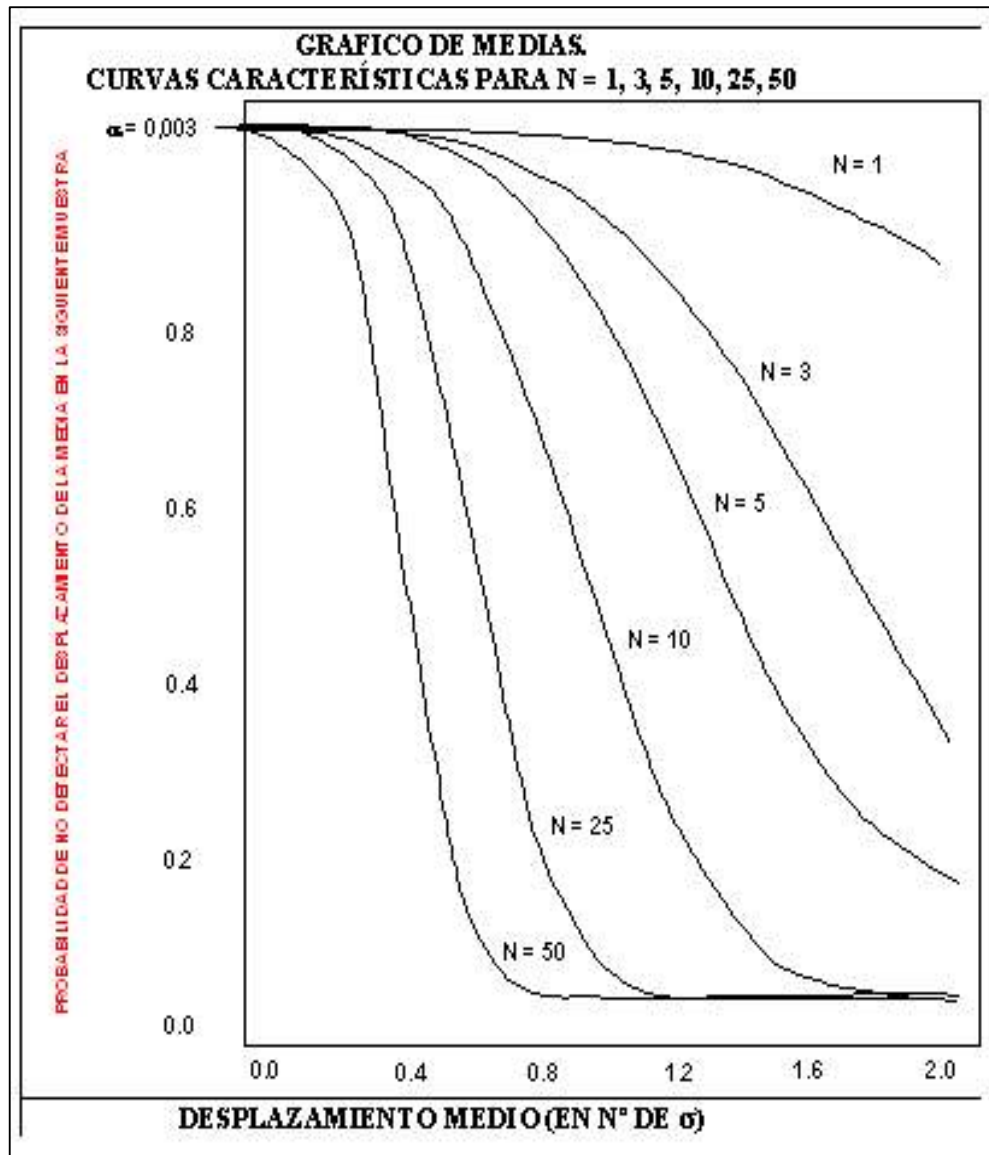
7	Introducción de nuevos productos	Los productos nuevos son sangre vital	Cambios innecesarios en el diseño son prohibitivamente caros
8	Servicios adjuntos como soporte de inventario de partes separadas, instalación y reparación.	Los costos de los servicios de campo son demasiados altos	Los productos están siendo utilizados en formas para las que no han sido diseñados

Fuente: Adaptado de Shapiro (1977) p.105



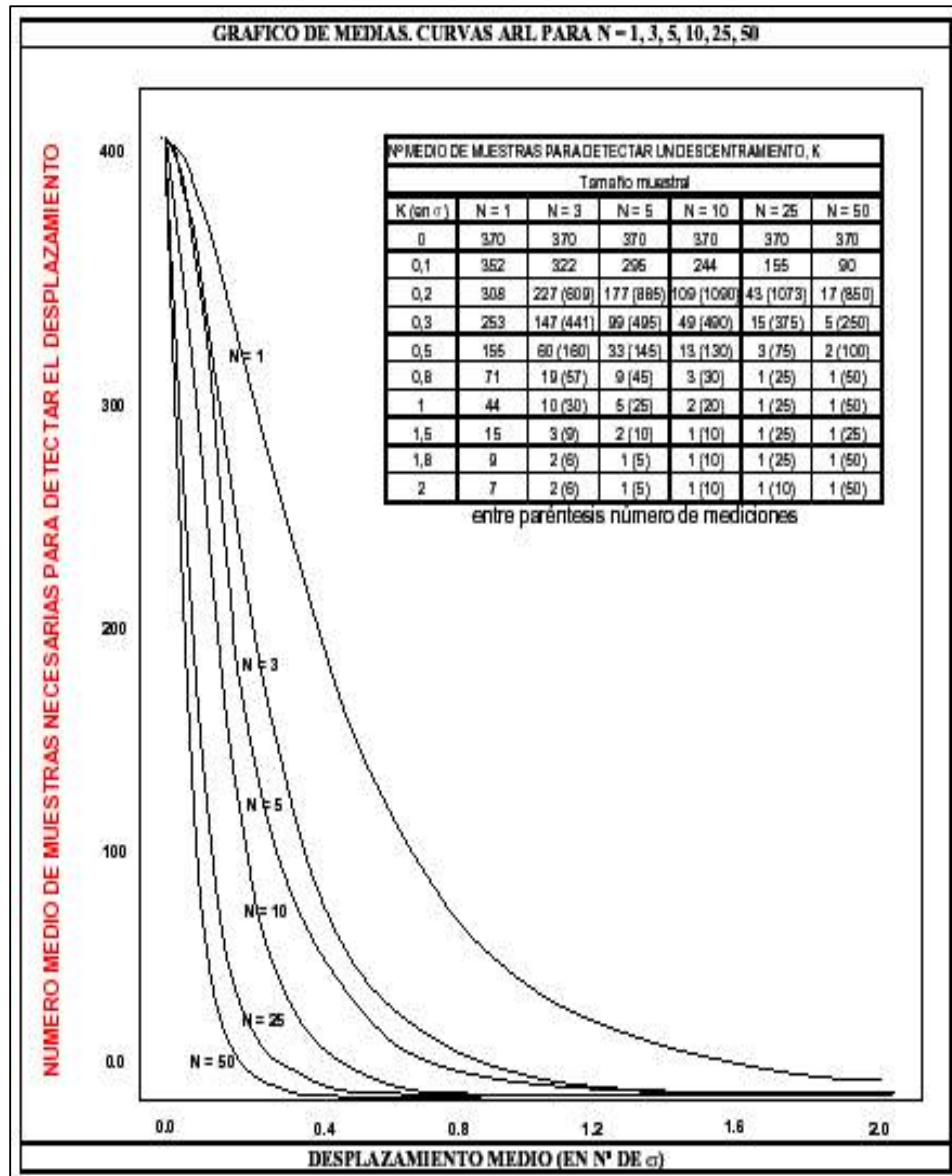
## ANEXO B

### CURVA CARACTERÍSTICA $\alpha$ PARA N



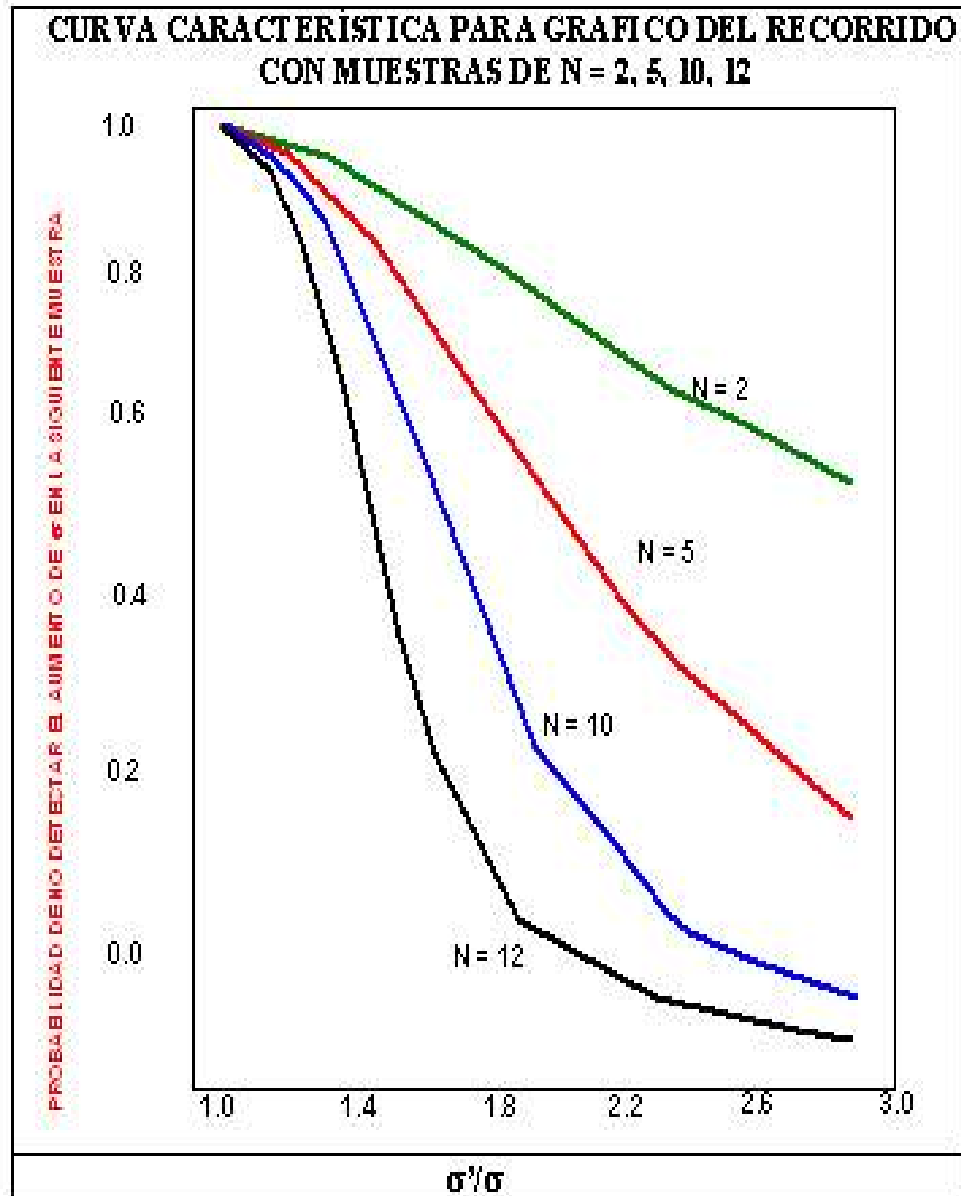
## ANEXO C

### CURVA CARACTERÍSTICA $\beta$ PARA N

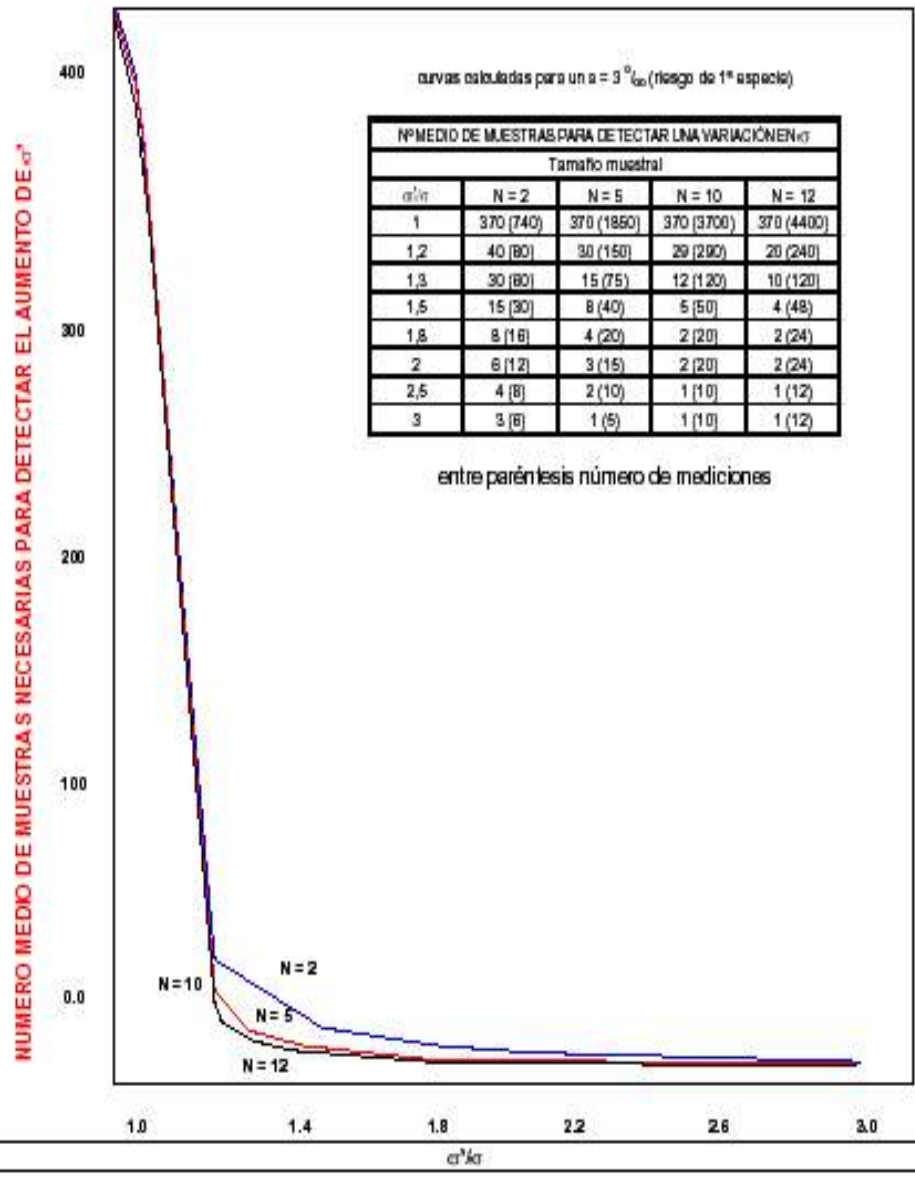


## ANEXO D

### CURVA CARACTERÍSTICA PARA GRÁFICO DEL RECORRIDO

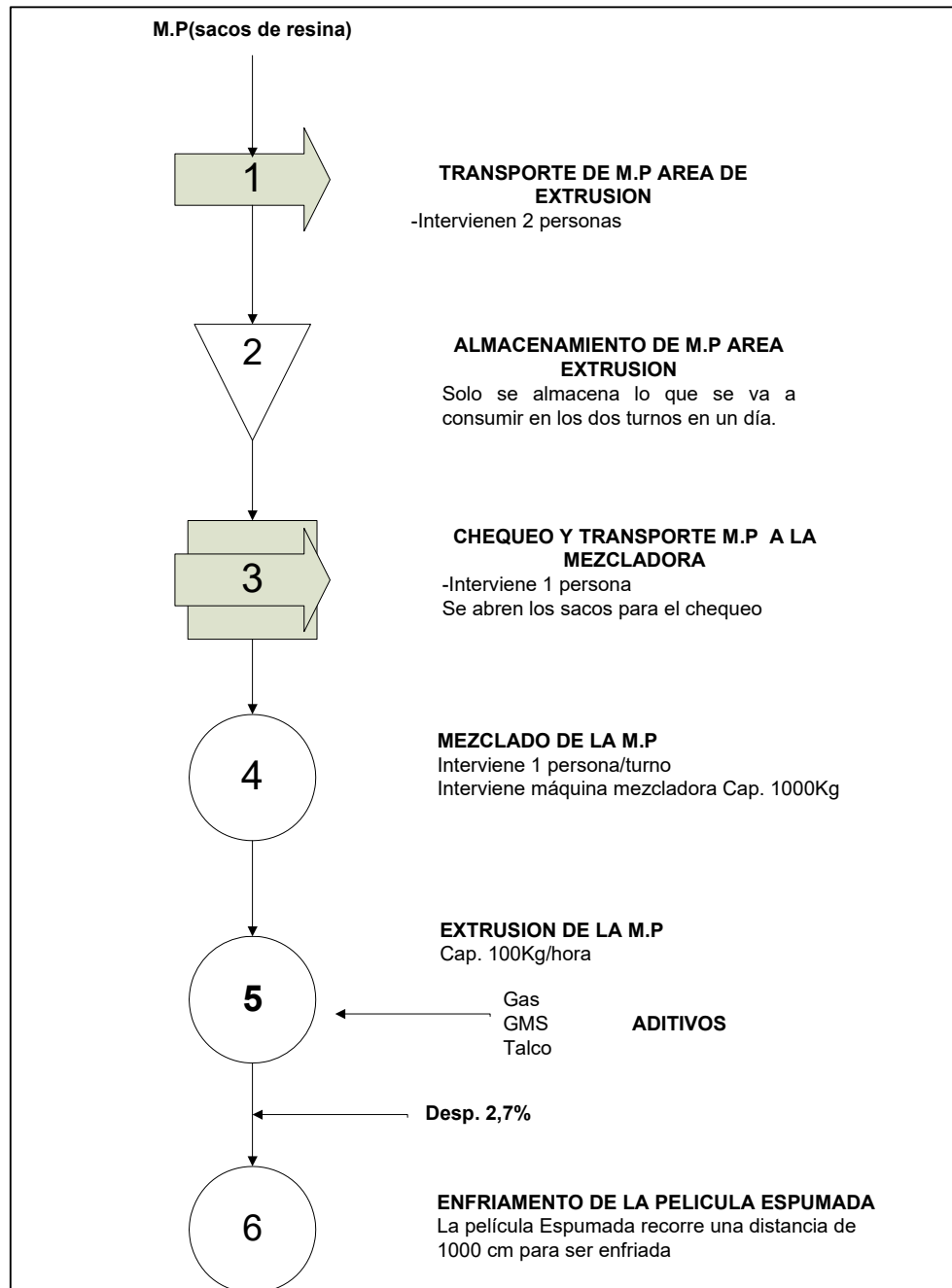


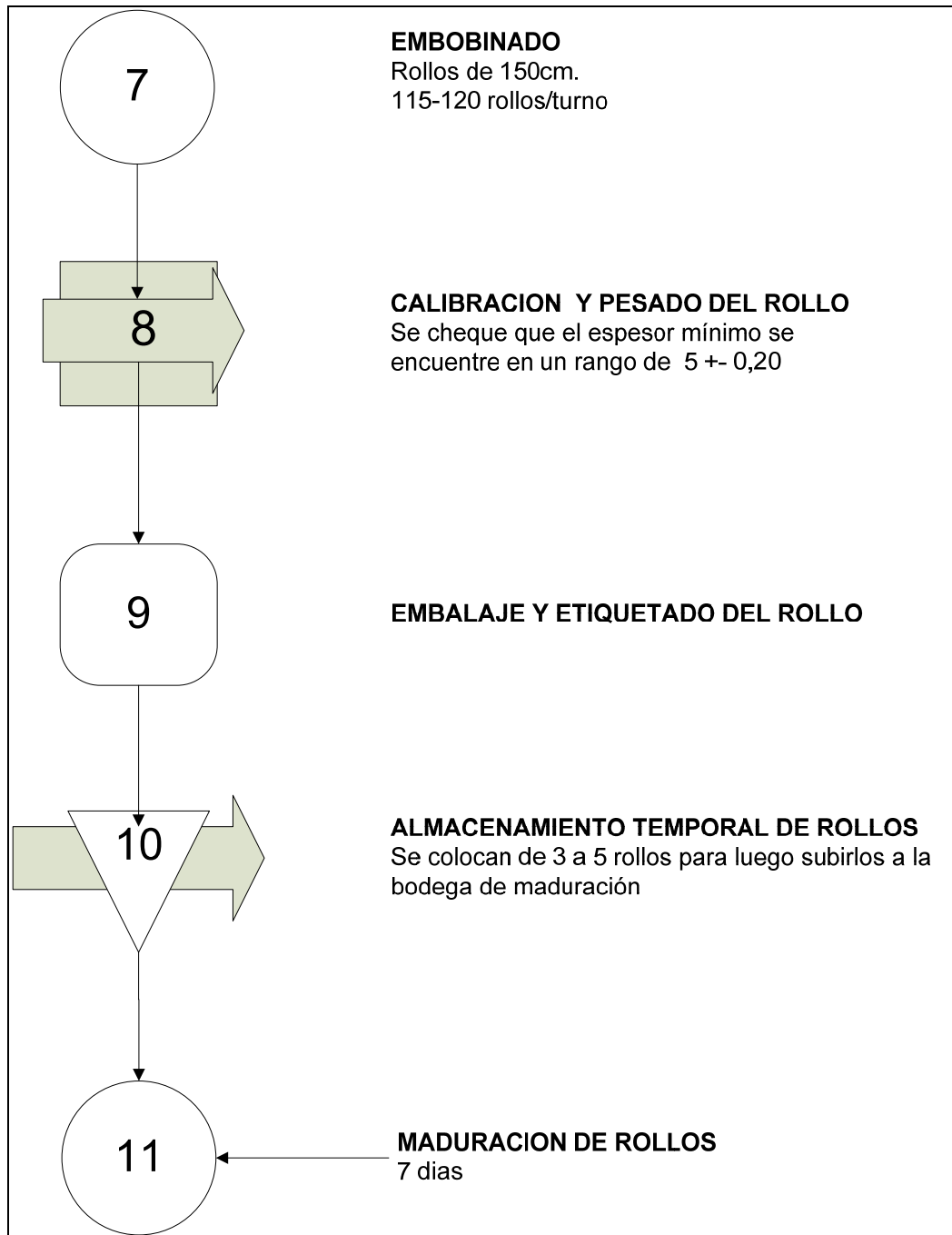
**CURVA CARACTERÍSTICA PARA GRAFICO DEL RECORRIDO CON MUESTRAS DE N = 2, 5, 10, 12**



## ANEXO E

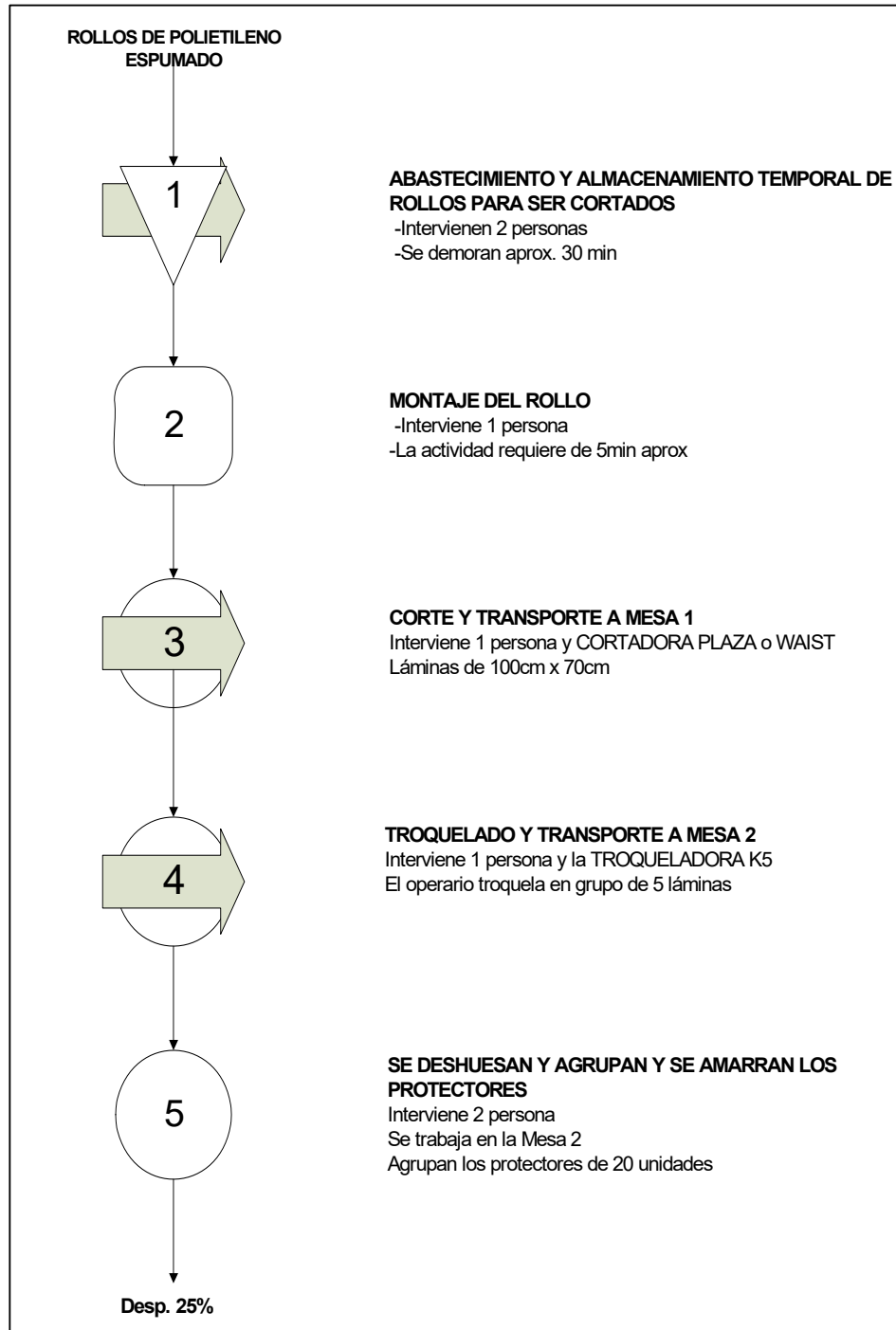
### DIAGRAMA DE FLUJO DE EXTRUSIÓN ESPUMA

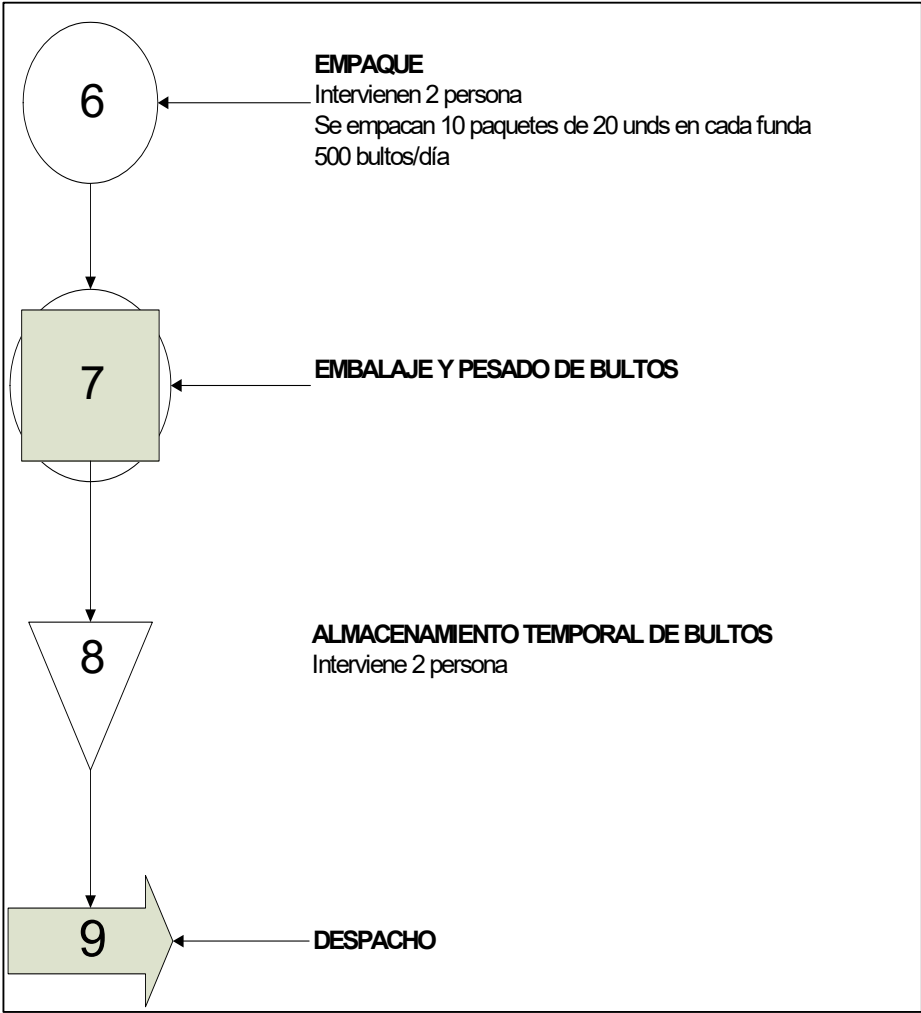




## ANEXO F

### DIAGRAMA DE FLUJO DE CONVERSIÓN ESPUMA







## ANEXO G

### DIAGRAMA DE RECORRIDO DE LA PLANTA DE ESPUMA

A continuación se muestra los colores que se utilizaron para trazar las líneas de recorrido de la planta de espuma.

COLORES	RESPONSABLES
	PERSONAL DE BODEGA
	OPERADORES DE EXTRUSION
	OPERADORES DE CONVERSION

### ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL PROCESO DE EXTRUSIÓN DE ESPUMA

1. Se sacan y se llevan los sacos de M.P. al área de extrusión
2. Se almacenan temporalmente los sacos de M.P antes de la maquina mezcladora
3. Se llevan los sacos de M.P a la mezcladora
4. Se abren los sacos de resina con una cuchilla
5. Se colocan las materias primas en la mezcladora
6. Se mezclan las M.P durante 60 min.

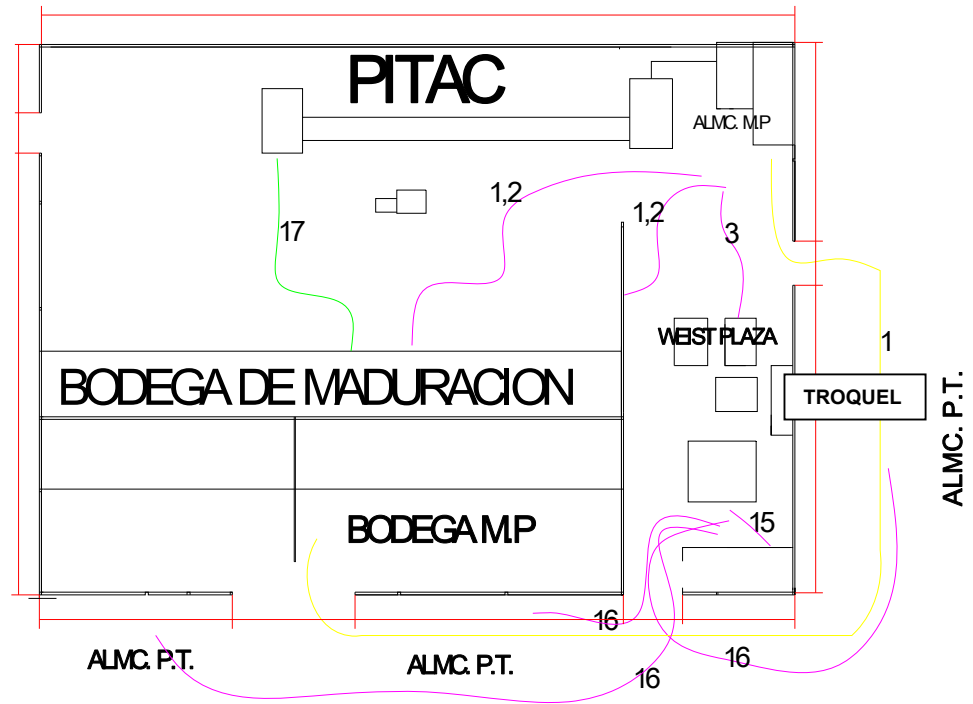
7. Se abre la compuerta para dar salida al material a una pequeña tolva
8. El material cae a una pequeña tolva la cual es continuamente alimentada manualmente
9. Este material es halado a ingresar al primer tornillo por efecto de su arrastre donde es derretido a altas temperaturas
10. Luego la mezcla pasa a un segundo tornillo de arrastre donde el material es enfriado
11. Y por el ultimo la mezcla pasa a un molde o cabezal el cual la expulsa ya en forma de película espumada
12. La película para seguir siendo enfriada recorre cierta distancia hasta llegar al rodillo embobinador.
13. Se embobina el rollo automáticamente
14. Se corta la película espumada para poder separar el rollo.
15. Se calibra el rollo y es llevado a la balanza para ser pesado
16. Se registra el peso y de más datos en el reporte de producción y es debidamente etiquetado.
17. Se llevan los rollos a la zona de almacenamiento temporal y son trepados a la bodega de maduración
18. Se dejan madurar los rollos

## **ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL PROCESO DE CONVERSIÓN DE ESPUMA.**

1. Se bajan los rollos de la bodega de maduración y son llevados al área de conversión
2. Los rollos son temporalmente almacenados para luego ser cortados
3. Se coloca el rollo en un tubo y se lo monta en el caballete detrás de la maquina cortadora
4. Se calibra la maquina
5. Se pasa el rollo por los rodillos de la maquina cortadora
6. Se corta el rollo en forma de laminas de 110 cm x 75 cm
7. Se colocan el grupo de laminas en la mesa 1 a esperar ser troqueladas
8. Se troquelan las láminas
9. Se colocan las laminas troqueladas en mesa para su deshueso
10. Se deshuesan las laminas y se agrupan los protectores
11. Se amarran con tiras plásticas los grupos de protectores y son lanzados al piso a un lado de la mesa
12. Los protectores son empacados en una funda plástica de empaque debidamente identificada
13. Se embalan los bultos y son debidamente etiquetados. (Bultos de 10 paquetes)

14. Se pesan los bultos y se registra el peso en el reporte de producción
15. Se almacenan los bultos temporalmente antes de pasar a B.P.T
16. Se llevan los bultos y se los almacenan en la B.P.T
17. Se despachan los bultos.

# DIAGRAMA DE RECORRIDO DE LA PLANTA DE ESPUMA (ACTUAL)



ANEXO H

**PLAN DE ACCIÓN 5"S" PROYECTO KAIZEN**



AREA: PLANTA DE ESPUMA



Oportunidad de Mejora	Ideas y Soluciones	Período de Ejecución	Responsable
Dejar solo lo que se necesita y sacar lo que no sirve de la planta	Realizar una minga de limpieza	16/08/2009	Todos los de conversion
Un lugar para cada cosa para tener cada cosa en su lugar	Delimitar area para pallets donde se colocan las fundas de empaque	09/10/2009	Ayudante de Taller
	Delimitar area para almacenamiento de producto terminado	?	Gerente de Produccion
	Crear una pequeña vitrina para colocar todas las herramientas que son necesarias en el puesto de trabajo	?	Gerente de Produccion y Jefe de Mantenimiento
Mantener el area de trabajo limpia	Rellenar los huecos del piso	24-30/08/2009	Gerente de Produccion
	Cubrir con mallas las clarabollas para impedir ingreso de bichos y polvo	?	
	Pintar las máquinas	9,10,11/10/2009	Operarios de Planta

Seguridad Industrial	Colocar luces de emergencia en cada entrada/salida del area	<b>9,10/11/2009</b>	Ayudante de Taller
	Colocar un botiquin	?	
	Empotrar correctamente las instalaciones electricas	<b>10/09/2009</b>	Ayudante de Taller
Control visual	Establecer minimos y maximos de almacenamiento de las diferentes areas: bultos de empaque, almacenamiento de producto terminado, rollos a ser cortados, rollos para el desperdicio.	<b>14,15,16/09/2009</b>	Operarios de Planta
	Colocar letreros con los nombres de las diferentes areas, lugares, maquinas, equipos del area de trabajo.	<b>24-29/08/2009</b>	Operarios de Planta
	Asignar un color especifico de etiquetas tanto para producto rechazado como para producto sospechoso	?	

Acceso rapido de las cintas de embalaje	Colocar unos ganchos en las mesas para tenerlas cerca de donde se las necesita	<b>15/10/2009</b>	Ayudante de Taller
Mantener los equipos de limpieza cerca del puesto de trabajo	Colocar unos soportes debajo de las mesas para colocar las escobas para tenerlas cerca al momento de hacer limpieza y colocarlas rapidamente en su sitio luego de usarlas	<b>16/10/2009</b>	Ayudante de Taller
Reducir la cantidad de desperdicio en el piso	Cubrir el piso con fundas plasticas(rollos de desperdicio) alrededor de las mesas de deshueso. Una vez que se tenga una cantidad considerable recogerlas.	<b>21/09/2009</b>	Operarios de Planta
	Colocar unos soportes en las mesas para colocar la boca de las fundas para el desperdicio y mantenerlas abiertas mientras se las llenan	<b>28/09/2009</b>	Operarios de Planta
Acceso rapido a las fundas de empaque	Colocar unos ganchos para colgar las fundas de empaque y tenerlas listas para cogerlas y trabajar en el empackado de los protectores	<b>26/10/2009</b>	Ayudante de Taller
Acceso rapido de cintas de embalaje	Colocar un soporte con dos ganchitos a los lados de la mesa para colocar un par en cada uno .	<b>26/10/2009</b>	Ayudante de Taller
Acceso rapido de tiras de plastico	Colocar unos pequeños sacos al filo de la mesa donde esta trabajando la persona que deshuesa el producto	<b>26/10/2009</b>	Operarios de Planta



## ANEXO I

### FORMATO DE HOJAS DE AUDITORÍA 5 "S"

<b>HOJA DE AUDITORÍA 5 "S"</b>	
Área:	Fecha:
Realizado por:	
5 "S"	1: <i>Muy Mal</i> 2: <i>Mal</i> 3: <i>Promedio</i> 4: <i>Bien</i> 5: <i>Muy Bien</i> 
<b>CLASIFICAR</b>	<b>ELIMINAR LO QUE NO NECESITO</b> Existe materia prima en exceso cerca del puesto de trabajo Existe producto en proceso en exceso cerca del puesto de trabajo Existe producto defectuoso en exceso cerca del puesto de trabajo Existen máquinas y/o equipos innecesarios en la planta Existen materiales innecesarios debajo de las máquinas o junto a ellas
<b>ORDENAR</b>	<b>UN LUGAR PARA CADA COSA Y CADA COSA EN SU LUGAR</b> Están demarcados en el piso los espacios para materiales y máquinas Es fácil reconocer el lugar para cada herramienta de trabajo Están identificados los lugares para los materiales de trabajo Se encuentran las herramientas y materiales dentro de las áreas asignadas Es fácil encontrar los elementos que se requieren para el trabajo
<b>LIMPIAR</b>	<b>PREVENIR SUCIEDAD Y DESORDEN</b> Se ha eliminado el polvo, suciedad y desechos de los pisos y paredes Se ha eliminado el polvo, suciedad y desechos de las máquinas Se ha eliminado el polvo, suciedad y desechos de las mesas de trabajo El ambiente de trabajo es confortable Los artículos utilizados para la limpieza tienen asignados un lugar adecuado
<b>TOTAL de las 3S</b>	
<b>TOTAL Estado</b> 61-75 Clase Mundial ☺☺☺ 46-60 Competitivo ☺☺ 31-45 Aceptable ☺ 16-30 Regular ☹ 0-15 Crítico ☹	
Oportunidades de mejora y recomendaciones:	
<hr/> <hr/>	

## ANEXO J

### PLAN DE ACCION DE LOS PROBLEMAS DE ESPESOR DE LOS ROLLOS DE ESPUMA

PLAN DE ACCION						
FECHA	IDENTIFICACION DE LA SITUACION	CORRECCION INMEDIATA	DEFINICION DE LA CAUSA RAIZ	SOLUCION DEFINITIVA	RESPONSABLE	VERIFICACION
Nov 17/2009	El espesor no alcanza estar dentro de las especificaciones del proceso. Se encuentra por debajo del espesor mínimo que es 5mm	Manejar de manera adecuada las temperaturas, velocidades y presiones de la máquina PITAC	Inadecuados procedimientos operativos . No se cuentan con manuales ni instructivos de trabajo teniendo en cuenta que la materia prima con la que se trabaja no es la misma siempre.	Capacitación constante a los extrusores y ayudantes del área de extrusión acerca del buen manejo de los diferentes parámetros y explicación adecuada de los diferentes elementos	Jefe de Mantenimiento	Realizado del 9 al 27 de Nov/09

## ANEXO K

### TABLA DE DATOS DE LAS MEDICIONES PARA ESTUDIO R Y R

CODIGO	NOMBRE	Toma
9785	1	5,68
9788	1	5,67
9780	1	5,67
9781	1	5,59
9782	1	5,81
9786	1	5,62
9784	1	5,53
9787	1	5,63
9789	1	5,52
9783	1	5,56
9788	1	5,69
9787	1	5,62
9786	1	5,68
9783	1	5,59
9780	1	5,65
9782	1	5,79
9785	1	5,66
9784	1	5,51
9781	1	5,61
9789	1	5,55
9787	1	5,68
9789	1	5,56
9782	1	5,82
9781	1	5,56
9786	1	5,6
9788	1	5,63
9783	1	5,6
9780	1	5,65
9785	1	5,71
9784	1	5,56

CODIGO	NOMBRE	Toma
9785	2	5,65
9780	2	5,65
9786	2	5,65
9781	2	5,61
9787	2	5,6
9789	2	5,5
9782	2	5,82
9783	2	5,59
9788	2	5,64
9784	2	5,5
9783	2	5,56
9788	2	5,69
9784	2	5,55
9785	2	5,65
9787	2	5,62
9782	2	5,78
9780	2	5,62
9786	2	5,68
9781	2	5,59
9789	2	5,55
9780	2	5,67
9782	2	5,79
9789	2	5,5
9781	2	5,56
9788	2	5,7
9784	2	5,51
9786	2	5,6
9785	2	5,68
9787	2	5,65
9783	2	5,6

CODIGO	NOMBRE	Toma
9783	3	5,5
9787	3	5,62
9789	3	5,51
9782	3	5,82
9780	3	5,65
9785	3	5,65
9786	3	5,68
9784	3	5,51
9788	3	5,7
9781	3	5,61
9787	3	5,6
9780	3	5,64
9784	3	5,5
9785	3	5,68
9786	3	5,63
9788	3	5,69
9783	3	5,57
9789	3	5,55
9781	3	5,56
9782	3	5,8
9780	3	5,68
9783	3	5,59
9789	3	5,5
9784	3	5,56
9781	3	5,59
9788	3	5,65
9785	3	5,65
9782	3	5,79
9787	3	5,66
9786	3	5,65

## ANEXO L

### TASAS DE INTERES PASIVAS EFECTIVAS (14 AL 20 DE ENERO DEL 2010)

TASAS DE INTERES PASIVAS EFECTIVAS Y PARTICIPACIÓN EN EL VOLUMEN DE CAPTACIONES POR INSTITUCION FINANCIERA BANCOS PRIVADOS (operaciones efectuadas entre el 14 al 20 de enero de 2010) Depósitos a Plazo Promedio ponderado del periodo								
ENTIDAD	30 - 60		61 - 90		91 - 120		121 - 180	
	TEA	% participación del volumen de depósitos	TEA	% participación del volumen de depósitos	TEA	% participación del volumen de depósitos	TEA	% participación del volumen de depósitos
AMAZONAS	4,88	0,22	4,90	1,15	5,99	1,84	6,09	0,44
AUSTRO	4,48	3,72	4,97	4,42	5,31	8,15	5,47	2,35
BOLIVARIANO	4,09	5,06	4,53	11,44	5,11	12,48	4,48	14,49
CAPITAL	5,23	0,69	5,45	1,11	6,89	0,44	6,57	0,53
CITIBANK	1,51	0,90	3,03	0,44	0,00	0,00	0,00	0,00
COFIEC	4,98	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COMERCIAL DE MANABI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DELBANK	4,63	0,02	4,53	0,02	0,00	0,00	5,24	0,02
FINCA	2,50	0,00	1,74	0,01	2,37	0,04	2,36	0,26
GUAYAQUIL	5,06	24,60	5,00	14,35	4,68	11,53	5,17	8,82
INTERNACIONAL	4,38	12,41	4,93	5,00	5,13	6,02	4,09	20,32
LITORAL	2,53	0,02	0,00	0,00	3,09	0,01	0,00	0,00
LLOYDS BANK	1,56	0,73	3,58	0,71	2,59	7,67	3,43	6,17
LOJA	4,24	0,24	4,62	1,68	5,31	4,95	5,36	0,38
MACHALA	4,24	2,57	4,66	3,80	4,74	1,16	3,70	16,71
PACIFICO	5,23	17,57	4,23	7,29	4,46	6,16	4,28	1,23
PICHINCHA	4,21	11,41	5,45	19,55	5,12	11,33	5,49	11,49
PROCREDIT	4,32	0,37	4,17	2,79	4,29	3,00	6,15	0,15
PRODUBANCO	4,66	7,81	4,65	8,14	5,37	11,72	5,85	8,42
PROMERICA	4,69	5,39	4,92	9,88	6,02	5,81	5,87	0,83
RUMIÑAHUI	5,10	3,92	5,72	3,58	5,66	2,43	5,53	0,30
SOLIDARIO	4,85	1,20	5,44	0,97	6,67	2,31	7,12	3,86
SUDAMERICANO	0,00	0,00	0,00	0,00	5,12	0,01	0,00	0,00
TERRITORIAL	5,58	0,30	6,70	2,25	7,60	0,70	7,59	1,88
UNIBANCO S.A.	4,66	0,82	5,57	1,42	6,23	2,24	7,25	1,34
<b>TOTAL BANCOS</b>	<b>4,70</b>	<b>50,03</b>	<b>4,96</b>	<b>11,68</b>	<b>5,02</b>	<b>14,83</b>	<b>4,75</b>	<b>9,75</b>

(1) comprenden las captaciones de depósitos a plazo fijo, por rangos de plazo.  
 FUENTE: Bancos privados.

## ANEXO M

### FORMATO DE CONTROL DE CALIDAD DE POLIETILENO ESPUMADO

<table border="1" style="display: inline-table; margin-right: 10px;"> <tr> <td style="width: 30px; height: 20px;"></td> <td style="width: 30px; height: 20px;"></td> <td style="width: 30px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td style="font-size: 8px;">DIA</td> <td style="font-size: 8px;">MES</td> <td style="font-size: 8px;">AÑO</td> </tr> </table>						DIA	MES	AÑO	<table border="1" style="display: inline-table;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">TURNO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">A      B</td> </tr> </table>			TURNO		A      B	
DIA	MES	AÑO													
TURNO															
A      B															
DIE ZONE 3 AMP	DIE ZONE 2 AMP	DIE ZONE 1 AMP	SECONDARY ZONE 6 AMP	SECONDARY ZONE 5 AMP	SECONDARY ZONE 4 AMP	SECONDARY ZONE 3 AMP	SECONDARY ZONE 2 AMP	SECONDARY ZONE 1 AMP	CONNECTING TUBE	SCREEN CHANGER AMP	PRIMARY ZONE 5 AMP	PRIMARY ZONE 4 AMP	PRIMARY ZONE 3 AMP	PRIMARY ZONE 2 AMP	PRIMARY ZONE 1 AMP
HORA :															
HORA :															
EMPIEZA HORA :															
														constante 0,92	
PRIMARY PRESSURE	DIE PRESSURE	DIE TEMPERATURE	Hora inicio	Hora Salida	PESO NETO Kg	LARGO Cm	ANCHO Cm	ESPESOR PROM	GAS	GMS	ESPUMADO	OBSERVACIONES			
PRIMARY RPM	SECONDARY RPM	GAS-PUMP-RPM													
PRIMARY PRESSURE	DIE PRESSURE	DIE TEMPERATURE													
PRIMARY AMP	SECONDARY AMP	GAS PUM AMP													
DESPERDICIO (Kg)					CAMBIO MALLA)					MATERIA PRIMA					
										M.P(                      )					
										PELETIZADO B/D					
										PIGMENTO					
										TALCO					
										GAS					
										GMS					
										RECYCLOSOR					
OPERADORES															

## **BIBLIOGRAFÍA**

- 1. FORTUNATO CONTRERAS CONTRERAS, Indicadores de Gestión en Unidades de Información**

[http://eprints.rclis.org/5272/1/1\\_10.pdf](http://eprints.rclis.org/5272/1/1_10.pdf)

- 2. PINEDA MANDUJANO KARLA, “Técnicas de Producción”**

Licencia Creative Commons: [creativecommons.org/licenses/by/2.0/es/](http://creativecommons.org/licenses/by/2.0/es/)

[www.wikilearning.com/que\\_es\\_la\\_manufactura\\_esbelta-wkccp-12502-1.htm](http://www.wikilearning.com/que_es_la_manufactura_esbelta-wkccp-12502-1.htm)

- 3. IVAN THOMPSON, “Definición del Cliente”**

<http://www.promonegocios.net/clientes/cliente-definicion.html>

**4. ESTRATEGIA MAGAZINE, “Satisfacción y servicio al cliente”**

<http://www.gestiopolis.com/administracion-estrategia/estrategia/conocimiento-y-satisfaccion-al-cliente-2.htm>

Consultoría en Marketing, Recursos Humanos y Servicios en Informática - Capacitación Laboral y Empresarial.

**5. PHILIP KOTLER, Dirección de Mercadotecnia, 8va Edición, Págs. 40, 41.**

<http://www.promonegocios.net/mercadotecnia/satisfaccion-cliente.htm>

**6. GRUPO KAIZEN, Selección de clientes**

[http://www.grupokaizen.com/mck/Como\\_seleccionar\\_Clientes\\_Vitales.pdf](http://www.grupokaizen.com/mck/Como_seleccionar_Clientes_Vitales.pdf)

**7. CARLOS HERNANDO CORDOBA TOBON, “4. Mapeo de Procesos”**

<http://gerenciaprosos.comunidadcoomeva.com/blog/index.php?/categories/4-4-Mapeo-de-Procesos>

**8. ALLAN L. REID, Las Técnicas Modernas de Venta y sus Aplicaciones, de Editorial Diana, Pág. 54.**

<http://www.promonegocios.net/mercadotecnia/definicion-concepto-venta.htm>



**9. ALEXANDER VARON SANDOVAL** “Generación de constructos para la investigación de los conflictos interdepartamentales entre Marketing, Producción y Logística”.

Centro: Universidad Autónoma de Madrid

Tutor: Ignacio Redondo Bellón

Fecha: Marzo de 2007

[http://81.92.210.122/listGrantees/teses/t\\_E05M054400CO.pdf](http://81.92.210.122/listGrantees/teses/t_E05M054400CO.pdf)

**10. LAURA MÁRQUEZ MOLINA**, Licenciada en Ciencias de la Comunicación

<http://www.gestiopolis.com/canales/gerencial/articulos/71/comunicorgan.htm>

**11. LEFCOVICH, MAURICIO**, Consultor en Administración de Operaciones y Estrategias de Negocios. Especialista en Kaizen, Seis Sigma, JIT, Calidad, Productividad y Reducción de Costos.

<http://www.ilustrados.com>

**12.** <http://www.matematicasy poesia.com.es/Estadist/ManualCPE07p9.htm>

**13.** Referencia en las normas ASTM E 691, ISO 5725 sobre todo la parte 2 de un total de 6, en la Guía ISO para evaluación de incertidumbres también conocida como GUM y en MSA.

<http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r28900.DOC>

**14.** -Norma NTC-2194. Vocabulario de términos básicos y generales en metrología.

Engineered Software, Inc. Copyright 1999.

<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/849/84903579.pdf>

([www.engineeredsoftware.com/pepers/msa\\_rr.pdf](http://www.engineeredsoftware.com/pepers/msa_rr.pdf)).