

PROPUESTA DE MEJORAMIENTO EN EL PROCESO DE IMPRESIÓN SERIGRÁFICA  
PARA LA LÍNEA DE MARCADORES BORRABLES EN LA EMPRESA  
PELIKAN DE COLOMBIA S.A.S

AUTORES:

JENNY PAOLA GARZÓN GONZÁLEZ  
WILFREDO CASTILLO VARGAS  
JUAN RONALD PINTO CASTAÑO

UNIVERSIDAD COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES  
FACULTAD INGENIERIA INDUSTRIAL  
PROGRAMA ESPECIALIZACIÓN EN PRODUCCIÓN Y LOGÍSTICA  
INTERNACIONAL  
BOGOTÁ  
2016

PROPUESTA DE MEJORAMIENTO EN EL PROCESO DE IMPRESIÓN SERIGRÁFICA  
PARA LA LÍNEA DE MARCADORES BORRABLES EN LA EMPRESA  
PELIKAN DE COLOMBIA S.A.S

AUTORES:

JENNY PAOLA GARZÓN GONZÁLEZ COD: 9406  
WILFREDO CASTILLO VARGAS COD: 24621  
JUAN RONALD PINTO CASTAÑO COD: 22725

ASESOR DE INVESTIGACIÓN:

Ing. MIGUEL ANGEL URIAN

UNIVERSIDAD COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES  
FACULTAD INGENIERIA INDUSTRIAL  
PROGRAMA ESPECIALIZACIÓN EN PRODUCCIÓN Y LOGÍSTICA  
INTERNACIONAL  
BOGOTÁ  
2016

Notas de Aceptación

---

---

---

---

---

---

---

---

Orientador 1

---

Jurado 1

---

Jurado 2

---

**Bogotá; noviembre de 2016**

## **RESUMEN**

Esta investigación será desarrollada en la empresa Pelikan Colombia S.A.S., (PCSAS), ubicada en la ciudad de Bogotá, (Zona industrial Montevideo) en el área de producción, proceso de impresión, línea de marcadores borrables.

Pelikan Colombia es una empresa manufacturera dedicada al diseño, fabricación y comercialización de productos, para oficina, escolares y de escritura.

La empresa está organizada de la siguiente manera: gestión de la organización, infraestructura, recursos humanos, comercial, investigación y desarrollo, producción, almacenamiento, distribución, servicio al cliente, gestión de calidad, compras, mantenimiento, sistemas, seguridad y ecología.

El proceso de impresión en la línea de marcadores borrables, objeto de esta investigación, cuenta con dos máquinas de impresión serigráfica tipo UV, las cuales tienen una carga de trabajo de cuarenta y ocho horas diarias durante seis días a la semana, estas máquinas son atendidas, por seis operadores en turnos rotativos de ocho horas.

Esta línea de productos, está dividida en dos referencias o familias, marcadores borrables, para escritura en tableros acrílicos, la impresión de marcadores borrables tiene una participación del cuarenta por ciento (40%) de unidades al año en la producción total de esta línea.

En este proceso se están generando defectos de impresión, como textos no legibles, códigos de barras incompletos, mala adherencia de las tintas, lo cual genera un alto desperdicio, por piezas defectuosas, bajando significativamente la eficiencia e incrementando el costo de producción de esta línea de marcadores.

Como objetivo se plantea generar una propuesta de mejoramiento, que nos permita mitigar el impacto generado, por los elevados costos de los reprocesos y los desperdicios que se están presentando actualmente.

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
<b>1. TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>2</b>
<b>2.1. Descripción del problema.....</b>	<b>2</b>
<b>2.2. Formulación del problema .....</b>	<b>2</b>
<b>2.3. Sistematización del problema.....</b>	<b>2</b>
<b>3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>3.1. Objetivo General .....</b>	<b>3</b>
<b>3.2. Objetivos Específicos .....</b>	<b>3</b>
<b>4. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>4</b>
<b>4.1. Justificación.....</b>	<b>4</b>
<b>5. MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>6</b>
<b>5.1. Estado del Arte .....</b>	<b>6</b>
<b>5.2. Marco teórico.....</b>	<b>11</b>
<b>5.2.1 Calidad .....</b>	<b>11</b>
<b>5.2.2 Historia de la calidad .....</b>	<b>12</b>
<b>5.2.3 Revolución industrial.....</b>	<b>13</b>
<b>5.2.4 Posguerra. ....</b>	<b>13</b>
<b>5.2.5 Evolución de la calidad .....</b>	<b>14</b>
<b>5.2.6 Etapa de inspección .....</b>	<b>15</b>
<b>5.2.7 Etapa del control estadístico de la calidad .....</b>	<b>15</b>
<b>5.2.8 Etapa del aseguramiento de la calidad.....</b>	<b>16</b>
<b>5.2.9 La calidad como estrategia competitiva.....</b>	<b>17</b>
<b>5.2.9.1 Impresión en serigrafía.....</b>	<b>20</b>
<b>5.2.9.2 Impresión en plástico .....</b>	<b>20</b>
<b>5.2.9.3 Preparación de superficies.....</b>	<b>21</b>
<b>5.2.9.4 Pantalla.....</b>	<b>21</b>

5.2.9.5 Máquinas de serigrafía .....	22
5.2.9.6 Máquina de impresión de objetos cilíndricos .....	22
5.2.9.7 Kaizen.....	22
5.2.9.7.1 Eventos Kaizen.....	23
5.2.9.7.2 Implicaciones del control de calidad en KAIZEN .....	23
5.2.9.8 Ocho disciplinas (8D's) .....	23
5.2.9.8.1 Esquematización de la metodología de las 8 disciplinas .....	24
5.2.9.8.2 ¿Qué es un problema? .....	25
5.2.9.8.3 Las 8 disciplinas son: .....	26
5.2.9.8.3.1 D1 Establecer un grupo para la solución del problema .....	27
5.2.9.8.3.2 D2 Crear la descripción del problema.....	27
5.2.9.8.3.3 D3 Desarrollar una solución temporal .....	28
5.2.9.8.3.4 D4 Análisis de causa raíz (RCA).....	29
5.2.9.8.3.5 D5 Desarrollar soluciones permanentes .....	30
5.2.9.8.3.6 D6 Implementar y validar soluciones .....	30
5.2.9.8.3.7 D7 Prevenir la recurrencia .....	30
5.2.9.8.3.8 D8 Cerrar el problema y reconocer contribuciones.....	31
5.3. Marco legal .....	32
6. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	35
7. DISEÑO METODOLÓGICO.....	36
7.1. Fuentes de Información.....	36
7.2. Fases de investigación.....	37
7.2.1 FASE 1: Identificación de impactos y factores en el proceso .....	37
7.2.2 FASE 2: Uso de herramientas de mejoramiento continuo .....	37
7.2.3 FASE 3: Evaluación y puesta a prueba.....	37
8. RESULTADOS.....	39
8.1. Fase 1: Identificación de impactos y factores en el proceso .....	56
8.1.1 D1: Formación del Equipo de Trabajo .....	56
8.1.2 D2: Definición del Problema.....	57
8.2 Fase 2: Uso de herramientas de mejoramiento continuo .....	58
8.2.1 D3: Desarrollar una solución temporal.....	58

8.2.2 D4: Análisis de causa raíz (RCA).....	59
8.3 Fase 3: Evaluación y puesta a prueba .....	59
8.3.1 D5: Desarrollar soluciones permanentes.....	59
8.3.2 D6: Implementar y validar soluciones. ....	60
8.3.3 D7: Prevenir la recurrencia. ....	60
8.3.4 D8: Cerrar el problema y reconocer contribucion. ....	61
9. CONCLUSIONES .....	64
10. RECOMENDACIONES .....	68

## LISTA DE FIGURAS

		<b>Pág.</b>
Figura 1.	Límites de aceptación.	12
Figura 2.	Evolución de la calidad en el tiempo.	15
Figura 3.	Los factores críticos de la competitividad.	18
Figura 4.	Fallas y falencias de los procesos.	19
Figura 5.	Esquematación de la metodología de las 8 disciplinas.	26
Figura 6.	Análisis de causa raíz.	29
Figura 7.	Pasos del análisis del modo y efecto de falla (FMEA).	31
Figura 8.	Máquina Estampadora 1.	40
Figura 9.	Carrusel de pines.	40
Figura 10.	Sistema de flameo.	40
Figura 11.	Sistema de curado.	40
Figura 12.	Máquina estampadora 2.	41
Figura 13.	Plato central de pines.	41
Figura 14.	Sistema de flameo.	42
Figura 15.	Sistema de curado.	42
Figura 16.	Presentación de tintas UV.	42
Figura 17.	Mallas de estampado.	43
Figura 18.	Marcadores borrables.	43
Figura 19.	Marcadores borrables.	44

## LISTA DE FIGURAS

		<b>Pág.</b>
Figura 20.	Estampado defectuoso no legible.	44
Figura 21.	Comparativo con muestra estándar.	44
Figura 22.	Mala adherencia de la tinta.	44
Figura 23.	Comparativo con muestra estándar.	45
Figura 24.	Control unidad de empaque de cuerpos estampados.	45
Figura 25.	Control de producción diaria.	59

## LISTA DE GRÁFICAS

	<b>Pág.</b>
Grafica 1. Costos distribuidos en el producto.	45
Grafica 2. Unidades fabricadas VS eficiencia 2015.	46
Grafica 3. Horas requeridas VS horas empleadas 2015.	47
Grafica 4. Variación de costos estampado 2015.	48
Grafica 5. Unidades fabricadas VS eficiencia año 2016.	49
Grafica 6. Horas requeridas VS horas empleadas año 2016.	50
Grafica 7. Variación de costos estampados año 2016.	51
Grafica 8. Distribución de paros de equipos año 2015.	54

## LISTA DE TABLAS

		<b>Pág.</b>
Tabla 1.	Resumen variación de costos estampado marcadores Borrables (2015-2016).	52
Tabla 2.	Paradas y tiempos reportados (2015-2016).	53
Tabla 3.	Conformación del equipo.	57
Tabla 4.	Acciones correctivas D5.	60
Tabla 5.	Análisis financiero.	62

## **1. TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN**

Propuesta de mejoramiento en el proceso de impresión por serigrafía para la línea de marcadores borrables en la empresa Pelikan Colombia S.A.S (PCSAS).

## **2. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **2.1. Descripción del Problema**

La empresa Pelikan Colombia S.A.S ubicada en la ciudad de Bogotá elabora productos escolares, de oficina y escritura. Esta empresa abarca varias líneas de producción, entre ellas la impresión de marcadores borrables la cual vienen presentando productos no conformes en el momento de la impresión por serigrafía ya que esta no queda legible y esto afecta los indicadores de calidad, genera inventarios de productos defectuosos y se presentan grandes volúmenes de desperdicio de materiales y tiempos.

### **2.2. Formulación del Problema**

De acuerdo al numeral anterior se propone la pregunta problema como se describe a continuación ¿De qué manera se puede diseñar una propuesta de mejoramiento para la línea de marcadores borrables para minimizar las fallas y los sobrecostos de producción en la empresa de Pelikan de Colombia S.A.S?

### **2.3. Sistematización del problema**

¿Cómo se puede saber que problemas se deben resolver con la propuesta de mejoramiento continuo?

1. ¿Cómo se puede reducir los desperdicios de producción?
2. ¿De qué manera se puede determinar las mejoras en el proceso de producción?

### **3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Objetivo General**

Diseñar una propuesta de mejoramiento en la producción para la línea de marcadores borrables que busque minimizar las fallas y los sobrecostos de producción en la empresa Pelikan Colombia S.A.S

#### **3.2. Objetivos Específicos**

1. Identificar los impactos y factores generados en el proceso de impresión en la línea de marcadores borrables de la empresa (PCSAS).
2. Establecer las herramientas de mejoramiento continuo existentes y determinar cuál aplica para la solución al problema identificado en el proceso de impresión en la línea de marcadores borrables en la empresa (PCSAS).
3. Generar un documento de recomendaciones y una lista de chequeo para el mejoramiento de la producción para la línea de marcadores borrables en la empresa (PCSAS).

## 4. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

### 4.1 Justificación

En la empresa Pelikan de Colombia, el proceso de impresión está representando un cuello de botella en el cual la cantidad y los desperdicio en tiempo y recursos generan un sobre costo al producto final, basados en modelos de colas y algunos principios de lean manufacturing, se desea hacer una investigación del por qué se está generando el desperdicio delimitados únicamente por el área de producción por lo cual la compañía parte como principio de que la generación de inventarios y desperdicio o reproceso no son hábitos que mejoren la producción o reduzcan costos; como concepto teórico es necesario utilizar las herramientas de mejoramiento continuo con las cuales se obtendrá un diagnóstico del proceso actual de impresión y que impactos está generando cuantitativamente.

Como beneficios se espera lograr la reducción de desperdicios, reprocesos, tiempos muertos y paralelamente el costo de producción. En la planta de producción se encontró un manejo de inventarios. Los inventarios son de productos terminados, inventarios en proceso e inventarios de materia prima. Para el problema planteado se pretende reducir estos niveles de inventario y poder proporcionar un modelo que se adecue a las variables que afectan la producción, teniendo en cuenta que si se logra optimizar el proceso de impresión, la disminución del plástico desperdiciado y productos defectuosos específicamente “ caso marcadores borrables con defecto de impresión” que tienen como consecuencia los cuellos de botella y que pueden ser mejorados por medio de principios de lean, kaizen, ocho disciplinas (8 D's) y las 5s que conllevan a aumentar la productividad del proceso.

Se han desarrollado proyectos para mejorar la producción uno de ellos es la compra de una máquina de impresión el cual no dio el resultado esperado porque no cumple con la capacidad requerida de producción.

Mediante este proyecto se pretende evaluar y presentar un diagnóstico a la compañía que refleje las posibles causas que están generando dicha problemática y la justificación de su inversión desde un estudio técnico y económicamente viable. Se pretende entrar al detalle estudiando y evaluando estas variables, tal vez los tiempos estándar estén como variables teóricas y no funcionales o transversales a factores del proceso.

El uso de las herramientas nos darán un diagnóstico de la producción, los altos niveles de inventario de productos defectuosos y mejor aún cuál es la tendencia de incumplimiento y niveles de servicio de la producción, se evaluará los resultados con históricos lo que arrojará un ensayo prueba-error, mostrando a la compañía que es necesario un cambio; probablemente la solución de inversión en nuevas máquinas no sea la solución definitiva para el problema, sino por el contrario factores relacionados con ocho disciplinas (8 D's), estadística y control de calidad que puedan mostrar realmente el efecto negativo que están teniendo en la producción para la línea de marcadores borrables de la empresa (PCSAS).

## 5. MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACIÓN

### 5.1. Estado del Arte

En la investigación a realizar se espera encontrar cierta cantidad de desperdicios en tiempo, inventario, costos que el cliente no está dispuesto a pagar, es necesario identificar qué aspectos negativos se generan en el proceso y a su vez la importancia que tiene en el mercado los marcadores borrables, de investigaciones similares que generan impacto, por ejemplo en España que es el segundo mayor productor de cerdos entre los 25 países de la Unión Europea, el consumidor tiene una importancia relevante debido a la tradición cultural del consumo de carne, reflejada en la gastronomía de todas las regiones de España. Cataluña forma parte de las seis regiones europeas más productoras de cerdos y representa aproximadamente un tercio de la producción española **(Pérez, 2009)**

En Centroamérica investigaciones han encontrado que en (PYMES) del estado mexicano de Tamaulipas se ha podido incrementar la competitividad a través de nuevas estrategias para realizar mejoras en sus procesos y generar el valor que sus clientes están buscando. Six Sigma y Lean (Manufactura Esbelta), ocho disciplinas (8 D's) son estrategias aplicadas en organizaciones que en su mayoría son grandes y cuentan con recursos, sistemas y una visión para implementarlas, sin embargo, en este trabajo se involucran a las universidades para acercar el conocimiento y las mejores prácticas de estas metodologías y adaptarlas a las PYMES Tamaulipecas que no las conocen o simplemente no las aplican. **(Barbosa, E, 2012)**

Estudios muestran que el dinamismo visual de un producto lenticular genera mayor fuerza en el mensaje y retiene más la atención del espectador. La impresión lenticular es una tecnología de impresión que utiliza un plástico transparente compuesto de micro lentes muy finas para producir imágenes con ilusión de profundidad, movimiento y 3D. Esta tecnología fue creada en la década de los 40, pero ha evolucionado en los últimos años para mostrar más movimiento y mayor profundidad.

Hoy en día, los productos y la comunicación visual con aplicaciones de lenticulares 3D están ganando cada vez más mercado. La razón detrás es que está comprobado que el tiempo de atención de un consumidor observando una imagen lenticular 3D dura entre cinco y seis veces más que el empleado para una imagen bidimensional.

Se puede imprimir directamente sobre el plástico mediante tecnología UV (Offset y Digital) o sobre un soporte estable de papel que después se ha de laminar en frío junto al plástico y un adhesivo transparente de doble cara (Inkjet).

En la impresión plana y serigrafía tienen la capacidad de producir casi la misma imagen. Para un ojo inexperto, la reproducción de imágenes puede ser insignificante, pero las impresoras planas de datos de la imagen son muy superiores a los matices del proceso de serigrafía. Cuando la investigación se dá, una vez dominado el mercado de impresión de la imagen transmitida en los carteles y tela, la impresión digital de superficie plana mejora el color y el detalle mucho mejor que su predecesor.

La práctica de la serigrafía desarrollada en China ha existido durante siglos. Negocios pequeños y de aficionados comenzaron a hacer la selección de una empresa comercial,

mediante la aplicación de colores de luz (rojo, verde y azul), en productos porosos, tela de madera, papel. Con su relativo bajo costo y la flexibilidad en la estructura de diseño de la puesta en marcha, la serigrafía en mucho tiempo, puede conducir a exceso de residuos y la limpieza requiere mayor tiempo, y el secado de la tinta a adherirse al medio.

Impresión digital de superficie plana abrió todo un nuevo campo para la industria gráfica; flatbeds utilizan tintas cian sustractivas, magenta, amarillas y negras con la tecnología de inyección de tinta sobre sustratos, o medios que la serigrafía no se puede tocar. También utiliza imágenes digitales para crear reproducciones espectaculares de fotografía, imagen mejorada y mural. El proceso tiene un costo, camiones de plataforma y sus tintas son de gama alta de puesta en marcha, pero son muy precisos y se secan rápidamente.

Ser más competitivos en el mercado de marcadores borrables producto clave en la compañía (PCSAS), ha sido una visión que por medio de este proyecto se puede contribuir alineándolo a lo que realmente quiere la compañía, investigaciones como implementación de 5S, se ha traducido en drásticos cambios en la competitividad y una tendencia a estructurar la producción en torno a cadenas mundiales de valor. En este contexto, se puede afirmar que cualquier empresa involucrada en esta dinámica, ha tenido que pasar por un proceso de mejora continua. Principalmente Toyota, en Japón, fue pionera en enseñar al mundo cómo alcanzar niveles de competitividad y calidad excepcionales, con su indudable factor de éxito, las personas, quienes han dado lo mejor de sí y han puesto al servicio de la empresa los principios y valores que les han transmitido de generación en generación, gracias a la tradición derivada de sus aspectos culturales. La experiencia fue utilizada por empresarios

occidentales, de manera que muchos conceptos originarios en Japón se han extendido a lo largo y ancho del mundo.

Sin embargo, en la gran mayoría de los casos tan sólo se han apropiado en el “concepto” y no la filosofía subyacente, por estar ligada a la cultura de ese país. Este es el caso de la metodología de las 5S, muy difundida en el ámbito industrial y de servicios es considerada como el primer paso para que cualquier organización pueda iniciar el camino de mejora. Pero muchas organizaciones se enfrentan al fracaso de su implantación al desligar la técnica de la filosofía. Entonces vale preguntarse si ésta, como otras técnicas es efectiva sólo en su país de origen, Japón. Parece más bien que en occidente se necesite tener un enfoque, que, incorporando los mismos conceptos, se ajuste a las características culturales propias de este contexto.

Este es precisamente el objetivo de este proyecto, basado en un análisis bibliográfico y la experiencia de un estudio de empresas en Japón, de donde se extraen los factores claves de éxito en la implantación de las 5S. A partir de todo ello se desarrolla un nuevo programa, especialmente diseñado y orientado a la persona, con la intención de alcanzar los mismos resultados que se obtienen en las empresas japonesas, sin necesidad de partir de una situación cultural como la japonesa. En otras palabras, se ha desarrollado un nuevo programa que incorpora los “principios” que hacen parte de la metodología de las 5Ss, pero a partir de un enfoque científico **(Dorbessan Jose Ricardo, 2006)**

Este tipo de producción se basa en el principio de producción implementado por Toyota, donde se producen pieza por pieza, pero sobre un pedido o lote ya establecido, de esta manera se produce exactamente lo que el cliente solicita y es exactamente lo que se va a vender, menos desperdicio y menos costos de almacenamiento. Una vez que se concluye un

pedido, es posible comenzar otro pedido distinto.

Nuestro proyecto puede traer cambios tanto en la planeación de la producción como en su cadena logística, tesis doctorales han logrado encontrar una relación entre la planeación y métodos lean. Se desarrolla y se valida una metodología de planificación de la red de distribución de cadenas de suministro de la industria de consumo masivo de alimentos envasados, que se ha estructurado tomando como base los conceptos lean y agile, desarrollados por diferentes autores en los últimos veinte años. Se define, también, las ventajas y limitaciones al aplicar esta metodología y compararla con la metodología de planificación tradicional, a fin de determinar si da mayor valor al cliente de este tipo de industria. El tema concluye con la validación de tres hipótesis, que validan la aplicabilidad de la metodología desarrollada y de los conceptos lean y agile en la industria de alimentos envasados, con ciertas limitantes establecidas en el desarrollo de la investigación.

**(Hernández C A, 2010)**

Otro punto importante es que pilares fundamentales y prácticas como justo a tiempo (JIT) requieren un estudio más profundo y un análisis que presenta un procedimiento exacto basado en ramificación y acotamiento para la resolución del problema de equilibrado de líneas de montaje simples. **(Bonilla M, 2104)**

Mediante los siguientes artículos se espera tener como principios algunos métodos propuestos como lo son 5s, six sigma, lean manufacturing, JIT y Ocho disciplinas (8 D's) para poder llegar a una propuesta que supla la necesidad del área de impresión y a su vez a las partes interesadas.

Es importante para el desarrollo del proyecto poder evaluar que tan efectivo ha sido la

adopción de técnicas y filosofías japonesas estudios de manufactura esbelta en Medellín en sectores específicos como la confección han arrojado resultados interesantes en los cuales no siempre las culturas lean se adapta a cualquier tipo de empresa.

Por otro lado, los modelos de inventario son fundamentales en el desarrollo del proyecto en modelos en los cuales el vendedor controla el inventario del proveedor han dado resultados muy eficaces en los cuales por medio de alianzas estratégicas se obtiene una mayor productividad y visión de la cadena de valor más eficiente.

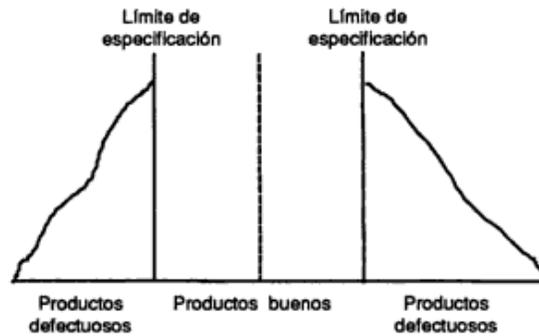
## **5.2. Marco teórico**

Para el desarrollo de este proyecto se investigaron varias fuentes bibliográficas, en su mayoría libros y cartillas de autores mexicanos y españoles. Debido a que el proyecto se basa en el mejoramiento de la producción en el área de impresión por serigrafía, se consultan temas de calidad, su evolución y la estrategia competitiva de la calidad; es importante resaltar que la información de impresión, por serigrafía para polímeros con geometrías cilíndricas es limitada, sin embargo, se encuentra una guía donde se conceptualiza este proceso.

### **5.2.1 Calidad**

La calidad son las características y propiedades de un producto que satisface las necesidades del consumidor, la calidad se enfoca casi exclusivamente a las especificaciones o requerimientos tanto del cliente como de la empresa. Dentro de estos criterios es común que se establezcan límites, si el producto se encuentra dentro de estos límites, se le considera como bueno, si está afuera es un producto defectuoso. **(Gutiérrez M. , 2004)**

**Figura 1.** Límites de aceptación



**Fuente:** (Gutiérrez M. , 2004)

La calidad es satisfacer las necesidades de los clientes e incluso superar las expectativas que estos tienen puestas sobre el producto o servicio, un producto o servicio es de calidad si cumple con las especificaciones que se han propuesto. **(Alcalde P, 2009)**

La calidad está asociada no solo con los productos o servicios, también con la forma en que la gente trabaja, la forma en que las máquinas son operadas y la forma en la que se tratan los sistemas y procedimientos; incluye todos los aspectos del comportamiento humano.

**(Iman M, 1999)**

## 5.2.2. Historia de la calidad

### Etapa artesanal

En la edad media los artesanos eran quienes hacían todos los productos que necesitaba la sociedad; ellos diseñaban, fabricaban y vendían sus productos asegurándose de que fuesen de buena calidad y además trataban directamente con el cliente. Justo a mediados del siglo XVIII se inicia con la producción en grandes cantidades de artículos que estaban compuestos por numerosas piezas, estas eran fabricadas por diferentes personas y luego las ensamblaban según el diseño propuesto. Con este modelo de producción se crea la necesidad de fabricar piezas con

unas medidas específicas y unas normas que estaban previamente acordadas.

Se emplean máquinas, se inicia con una producción en línea y a pesar de los controles impuestos una gran cantidad de productos eran defectuosos ya que no se consideró los efectos producidos por las variaciones en los procesos. **(Alcalde P, 2009)**

### **5.2.3 Revolución industrial.**

Dado el nuevo modelo de producción se dio el paso a la revolución industrial. A principios del siglo XX Frederick W. Taylor planteó la idea de separar las diferentes tareas dentro del sistema de producción. Mientras unos organizaban y planificaban la producción, otros se encargaban de realizar el trabajo, para ejecutar esta idea tuvieron que contratar un número elevado de inspectores que se encargaban fundamentalmente de separar los productos buenos de los malos. Con el control de la calidad las empresas consiguieron productos de una calidad aceptable, pero los costos se elevaron. **(Alcalde P, 2009)**

### **5.2.4 Posguerra.**

En los años cincuenta y setenta se considera a los productos de Japón de mala calidad, mientras que los de Estados Unidos de buena de calidad a pesar de que presentaran deficiencias.

Esta etapa se caracteriza, por dos hechos importantes, la conciencia del aseguramiento de la calidad y la implementación del concepto de calidad en Japón. Durante esta etapa nace el programa cero defectos y se distinguió, por darle la importancia a quienes iban a implementarlo. Martín Company, artículo, una filosofía según la cual el único estándar aceptable de calidad es cero defectos, para lograr este propósito entreno y capacito a sus trabajadores.

**(Gutiérrez M, 2004)**

### 5.2.5 Evolución de la calidad

En búsqueda de hacer las cosas más rápido y a menor costo, por medio de tres componentes: innovación, control y mejora, esta estrategia ha provocado cambios tanto en los conceptos como en los métodos de calidad, esto se ve claramente en la tabla 1 donde se muestra que a través del tiempo se exponen mejores etapas y la mezcla de mejores métodos. **(Gutiérrez H, 2010)**

**(Gutiérrez H, 2010)**, muestra también la evolución de la calidad e indica que esta, ha cambiado su orientación hacia la satisfacción del cliente. Esta inició con una necesidad de controlar e inspeccionar hasta convertirse en un elemento fundamental y clave para las empresas. La evolución de la calidad ha estado llena de estudios y puesta en marcha de sus temas de gestión, herramientas y técnicas, impulsados por los autores de la calidad.

**Figura 2.** Evolución de la calidad en el tiempo



**Fuente:** (Miguel A. , 2009)

### 5.2.6 Etapa de inspección

Desde la época artesanal, cuando la calidad del producto se establecía a través de la relación directa con el cliente, el cliente era quien revisaba si el producto cumplía con las especificaciones y características deseadas. Junto con la era industrial y la producción masiva se corta el vínculo fabricante y el cliente, creándose la necesidad de instaurar procedimientos, para atender la calidad de los productos masivos, esto crea la necesidad de tener inspectores para que evalúen la calidad de los productos. En el siglo XX la inspección por estándares fue clave en la línea de ensamble de Henry Ford y en el sistema administrativo propuesto por Frederick W. Taylor. Bradford (1922) vincula formalmente la inspección al control de la calidad. **(Gutiérrez H, 2010)**

### 5.2.7 Etapa del control estadístico de la calidad

**(Gutiérrez H, 2010)** y **(Miguel A, 2009)** indican que en la década de los treinta Walter A.

Shewhart, de Bell Telephone Laboratories, dio un fundamento científico a la calidad mediante la

publicación del libro *Economic Control of Quality of Manufactured Product*. Dieron a conocer las cartas de control y el estudio de la calidad mediante variables que hay que estudiar, estas establecen que la realización de los estudios estadísticos pueden usarse para tener un mejor control en la calidad, con estos estudios y análisis podían tener una mejor fiabilidad y confianza de que el producto cumple con las especificaciones dadas.

Shewahrt fue el primero en reconocer que en toda producción industrial se da la variación en el proceso. Esta variación debe ser estudiada con los principios de probabilidad y estadística, observo que no puede producirse dos partes con las mismas especificaciones, lo cual se debe entre otras cosas a las diferencias que se encuentran en la materia prima y las diferentes habilidades de los operadores y las condiciones en que se encuentra el equipo de trabajo, dentro de todo este estudio es viable que las variaciones se dan aún más en las piezas producidas por un mismo operador y con una misma maquinaria. **(Gutiérrez M, 2004)**

### **5.2.8 Etapa del aseguramiento de la calidad**

Esta etapa se caracteriza, por la conciencia, por parte de la administración del papel que corresponde al aseguramiento de la calidad y la implantación del nuevo concepto de control de calidad en Japón, como se nombraba en la etapa anterior, la atención se centraba en el control estadístico del proceso ya que era una de las formas de medir y prevenir los defectos durante el proceso. Sin embargo, era claro que se tenía que tener profesionales que se dedicaran al aseguramiento de la calidad. Y es así donde aparece la partida presupuestal que se dedicara solo a tener programas de calidad, pero esto dependía del costo de cada proceso. **(Gutiérrez M, 2004)**

En 1950, dos de los maestros de la calidad: Armand Feigenbaum y Joseph Juran empezaron a introducir el concepto de costos de calidad, que proporcionó un poderoso fundamento económico

al movimiento por la calidad, con esto se supo que la mala calidad cuesta mucho y que al mejorar se reducen los costos de no calidad. **(Gutiérrez M, 2004)**

### **5.2.9 La calidad como estrategia competitiva**

Uno de los factores más importantes es que la calidad empieza a ser una estrategia competitiva, solo si se aplican métodos estadísticos o controles para el proceso de elaborar productos con cero defectos si no se tiene un mercado estipulado. La calidad pasa a ser una estrategia competitiva cuando la alta gerencia toma como estrategia los requerimientos del consumidor, la idea es planear toda actividad de la empresa de tal forma que se entreguen a los clientes artículos que correspondan a sus requerimientos y que tengan valores agregados diferentes de sus competidores. **(Gutiérrez , 2004)**

La competitividad se entiende como la capacidad de una empresa para generar un producto o servicio mejor que la de sus competidores. Esta es la base para entrar a los mercados globalizados. De esta manera las empresas que ofrecen productos o servicios que compiten por sus clientes independientemente en el área en el que se este. **(Gutiérrez H. , 2010)**

**Figura 3.** Los factores críticos de la competitividad



**Fuente:** (Gutiérrez H. , 2010)

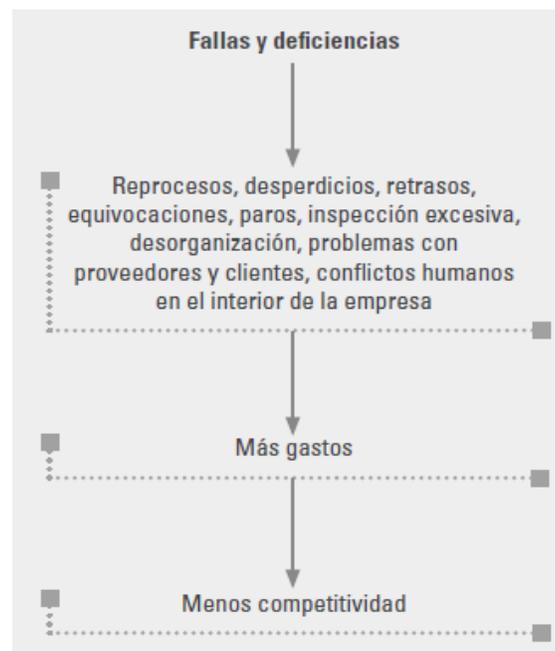
La calidad esta dada, por las características, los atributos y la tecnología; el precio es lo que el consumidor final paga por el bien y la calidad del servicio la determina la forma en que el cliente es atendido, por la empresa y la rapidez de entrega del pedido. Hay compañías concientes que producir con buena calidad los costos totales son más bajos, mientras que el producir con mala calidad tiene costos totales más altos, generalmente cuando no hacemos un adecuado control en la calidad del producto se presentan fallas y errores como:

- a) Reprocesos y retrasos, pagar por elaborar productos malos
- b) Fallas en el proceso (fallas en facturación, programación de productos)
- c) Desperdicios (espacios, materiales, movimientos, actividades, productos)
- d) Una inspección excesiva para tratar de que los productos de mala calidad no salgan al mercado

- e) Reinspección y eliminación de rechazo
- f) Más capacitación, instrucciones y presión a los trabajadores
- g) Gastos, por servicios de garantía, por fallas del producto y por devoluciones o reclamos
- h) Problemas con proveedores
- i) Clientes insatisfechos y pérdidas de ventas
- j) Problemas, diferencias y conflictos humanos en el interior de la empresa

Estas fallas generan más gastos y menos ingresos, la mala calidad no solo acarrera clientes insatisfechos sino también mayores costos y por lo tanto no se puede competir ni en calidad ni en precios mucho menos en tiempos de entrega, ya que un proceso con mal funcionamiento e inestable o se puede predecir. **(Gutiérrez H. , 2010)**

**Figura 4.** *Fallas y falencias de los procesos*



**Fuente:** (Gutiérrez H. , 2010)

### 5.2.9.1 Impresión en serigrafía

La serigrafía es un proceso de impresión utilizado para la reproducción de imágenes sobre cualquier material, el cual consiste en la transferencia de tinta a través de una malla. La serigrafía es un proceso de impresión repetitivo correcto del primer modelo impreso, esta puede ser repetida miles de veces sin perder calidad ni definición. **(Redondo M, 2014)**

La impresión serigráfica se hace con una plantilla que actúa como enmascaramiento, sujeta a una trama fina tensada en un bastidor. La tinta se hace pasar a través de esta trama, imprimiendo la imagen de una superficie colocada debajo. **(Dawson J, 1996)**

La serigrafía es una técnica de impresión sencilla y económica, es muy utilizada en las botellas de policloruro de vinilo (PVC), polietileno (PE) y en piezas planas, que consiste en forzar el paso de la tinta a través de un tejido de hilos de acero inoxidable con un trama muy fina que cubre los huecos de una plantilla, colocada sobre el material a imprimir o rotular mediante un rodillo impregnado en tinta. **(Melo, 2014)**

### 5.2.9.2 Impresión en plástico

La impresión en serigrafía para plásticos es un área bastante estudiada debido a que esta impresión en polímeros, se ve afectada, por su adherencia, la viscosidad, los ligantes o agentes filmógenos que proporcionan adherencia a la película y otros aditivos como los antioxidantes, agentes antiestáticos, etc., que proporcionan unas características fisicoquímicas necesarias en las tintas.

En la impresión para plásticos se ha estudiado la activación de estas superficies para aumentar así la adherencia de la tinta. A continuación, se mencionan los principales tratamientos usados.

- a) Tratamiento corona, proceso mediante el cual se oxida la superficie del plástico mediante descarga de electrones.
- b) Tratamiento de plasma, sometiendo el plástico a descarga eléctrica en una cámara de vacío cerrada.
- c) Tratamiento químico donde se sumerge la pieza de plástico en un baño con reactivo químico adecuado.

Se han estudiado dos métodos de impresión en plástico muy usados, como son la serigrafía y la tampografía.

### **5.2.9.3 Preparación de superficies**

La adherencia de una tinta en una superficie polimérica, no depende de la naturaleza del sólido y del líquido de contacto, si no depende del estado físico de la superficie, es decir de la actividad superficial del polímero, la cual depende de su naturaleza y de su estado fisicoquímico, que puede variar, por medio de tratamientos que se aplican a las piezas en fabricación o montaje, existen dos tratamientos principales que son comúnmente usados en tratamientos mediante procesos químicos. (Melo, 2014)

### **5.2.9.4 Pantalla**

La pantalla es la base de la serigrafía y está formada, por un tejido tensado especialmente confeccionado. Las pantallas de fibras sintéticas se agrupan en poliamidas (nailón) y poliésteres, las cuales son fibras de muy poco espesor, lo que permite que se elaboren mallas con una alta resistencia a la abrasión de los productos utilizados en pos-tratamientos, como los disolventes.

### **5.2.9.5 Máquinas de serigrafía**

Las máquinas de serigrafía eran sencillas, pero debido al amplio mercado en los últimos tiempos se han perfeccionado haciéndose cada vez más complejas.

### **5.2.9.6 Máquina de impresión de objetos cilíndricos**

Este modelo de máquinas, toma el objeto cilíndrico a imprimir, el cual está sujeto, por la parte inferior con unas sujeciones de rodillo. Su principio se basa en que la pantalla se va deslizando, por el objeto que se desea imprimir y este va rodando, donde la racleta situada en el interior de la pantalla, fuerza el paso de la tinta. (Melo, 2014)

### **5.2.9.7 Kaizen**

El Kaizen significa “mejora” sin embargo recibió el término de “continua”, cuando sus principios empezaron a ser adoptados por la cultura occidental, kaizen es una herramienta para hacer mejoras en todos los niveles de la organización, la base de Kaizen radica en su aplicación gradual y ordenada que abarca todas las personas de la empresa para hacer cambios a bajo costo. (Socconi, 2010)

El Kaizen es el concepto más importante en la administración japonesa, es la clave del éxito competitivo japonés. Kaizen significa mejoramiento en marcha, e involucra a todos desde la alta administración, gerentes y trabajadores en Japón, muchos trabajadores han sido desarrollados para hacer a la administración y a los trabajadores concientes del Kaizen (Imai, 1999)

#### **5.2.9.7.1 Eventos Kaizen**

Los eventos Kaizen son efectivos para mejorar rápidamente un proceso mediante la implementación de herramientas, las cuales ayudan a reducir los desperdicios, mejora la calidad y reduce la variabilidad y mejora las condiciones de trabajo. El objetivo del evento Kaizen es finalizar cada proyecto y que la empresa vea mejoras, eliminando perdidas en este caso de fabricación, la implementación del Kaizen toma cinco días en llevar a cabo cada evento Kaizen. Pero para que se ejecute en este tiempo se debe tener cronogramas, actividades definidas y estipuladas. (Socconi L, 2010)

#### **5.2.9.7.2 Implicaciones del control de calidad en KAIZEN**

Todo estudio de calidad se encuentra en asuntos de cómo definir la calidad en el proceso en que se encuentra, pero no importa la definición de calidad lo importante se basa en la necesidad de reconocer un cambio y un mejoramiento debido a que los ajustes o mejoras, se basaran en calidad y productividad. En consecuencia, el KAIZEN enfatiza en el reconocimiento del problema y proporciona herramientas para la identificación. El termino mejoramiento como se usa en el contexto occidental con mucha frecuencia significa mejoramiento en equipo, excluyendo los elementos humanos, KAIZEN puede adaptarse a todas las actividades.

**(Imai, 1999)**

#### **5.2.9.8 Ocho disciplinas (8D's)**

Originalmente desarrollado por Ford Motor Company, la metodología de las 8 D's fue introducida en 1987 dentro del manual titulado "Team Oriented Problem Solving" (TOPS - "Equipo Orientado Resolución de Problemas"). Este curso fue escrito a petición de la alta

dirección de la Power Train organization del fabricante de automóviles, que se enfrentaba a una creciente frustración debido a la presencia repetitiva de los mismos problemas año tras año. El objetivo de este sistema consistía en utilizar este enfoque en un ambiente de equipo. Los equipos deben ser multifuncionales e incluyen miembros tanto de las áreas de producción como de ingeniería de diseño. La metodología 8 D's es más efectiva cuando se trata de problemas crónicos recurrentes, principalmente defectos o problemas con la garantía. Nunca tuvo la intención de reemplazar o establecerse como un sistema de calidad sistémico. El enfoque de la 8 D's fue hacer frente a problemas y así identificar las debilidades en los sistemas de gestión que permitieron que el problema se presentara por primera vez. El beneficio real vendría al poder reconocer cómo las decisiones gerenciales permitieron que el problema ocurriera. El problema no es más que un síntoma de un problema de gestión más sistémico.

#### **5.2.9.8.1 Esquematización de la Metodología de las 8 disciplinas**

El área productiva o de fabricación es el proceso de mayor generación de valor agregado en cualquier organización. Los sistemas productivos han sido el eje de los procesos de desarrollo de las empresas de manufactura e industria alrededor del mundo. Hoy por hoy, suele subestimarse el alcance de los sistemas productivos en el proceso de obtener una ventaja competitiva, dado a que distintos factores y prácticas de vanguardia como la innovación, la optimización de los flujos logísticos y la implementación de nuevos sistemas de información están dando resultados muy positivos. No obstante, los sistemas de producción son totalmente susceptibles de ser optimizados en materia de innovación, flexibilidad, calidad y costo, además de ser integrados a funciones tan importantes como la participación en el diseño y el mejoramiento continuo del producto, lo cual es totalmente compatible.

8D es una metodología Sistemática para identificar, corregir y eliminar problemas. 8D significa 8 Disciplinas (8 pasos + Disciplina =8D), que Permite desarrollar ventajas competitivas al solucionar rápida y efectivamente los problemas, mantener a los clientes por el buen servicio y la calidad en los productos que se proveen, disminuir la cantidad de problemas dentro de la organización.

Las Ocho disciplinas para la resolución de problemas (en inglés Eight Disciplines Problem Solving) es un método usado para hacer frente y resolver problemas. También se conoce de forma más abreviada como 8D, Resolución de problemas 8-D, G8D o Global 8D.

**(Rambaud Laurie, 2006)**

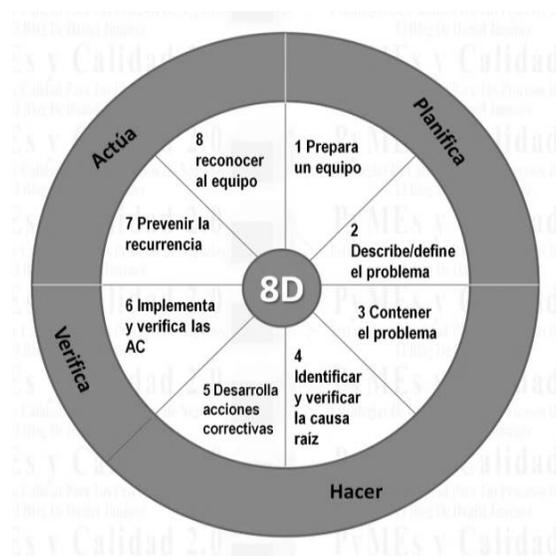
El gobierno de los EEUU primero utilizó un proceso parecido al 8D durante la segunda guerra mundial, refiriéndole como el estándar militar # 1520 (sistema de acción correctiva y disposición del material no conforme). Ford Motor Company primero documentó el método 8D en 1987 en una resolución de problemas orientada al equipo, titulado manual del curso. Este curso fue escrito a petición de la alta gerencia de la organización de autogestión Power Train, que estaba frustrada por tener problemas recurrentes año tras año. **(Ford Motor Company Top 8D, 1987)**

#### **5.2.9.8.2 ¿Qué es un problema?**

Es la diferencia existente entre una situación deseada (estándar) y una situación actual (Real). Un problema suele ser un asunto del que se espera una rápida y efectiva solución, generalmente se observa que los problemas son los síntomas, la metodológica permite encontrar la causa raíz para darle el debido tratamiento.

### 5.2.9.8.3 Las 8 Disciplinas son:

**Figura 5.** Esquematización de la Metodología de las 8 disciplinas



Fuente: [www.pymesycalidad20.com](http://www.pymesycalidad20.com)

1. D1 Establecer un grupo para solución del problema
2. D2 Crear la descripción del problema
3. D3 Desarrollar una solución temporal
4. D4 Análisis de causa raíz
5. D5 Desarrollar soluciones permanentes
6. D6 Implementar y validar soluciones
7. D7 Prevenir la recurrencia
8. D8 Cerrar el problema y reconocer contribuciones

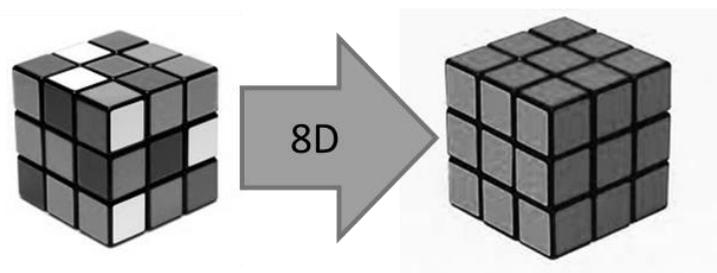
### 5.2.9.8.3.1 D1 Establecer un grupo para la solución del problema



Para empezar el proceso de solución de problemas siguiendo los pasos del (8D's) se debe establecer un equipo de investigación multidisciplinario, en donde todos los integrantes tengan la experiencia para entender el problema y autoridad para implementar soluciones, tengan la disposición y el tiempo para pertenecer al grupo y tengan diferentes competencias que permitan ver los diferentes aspectos que pueda tener el problema.

El equipo debe tener un líder quien debe manejar la información de la investigación, debe mantener informado al grupo y a las personas involucradas con el problema, partes interesadas (stakeholders) y es quién debe hacerse responsable por que se cumplan los objetivos establecidos por el grupo 8D.

### 5.2.9.8.3.2 D2 Crear la descripción del problema



En este paso se debe crear una descripción del problema que contenga información clara,

concisa, que contemple varios aspectos del problema. Esta información debe ser obtenida preguntando a las personas que están directamente involucradas, es decir quienes trabajan en el área o proceso objeto del problema.

La descripción del problema se debe basar en hechos reales, es decir que el grupo 8D debe ir al lugar real (Gen-ba) y ver que está sucediendo (Genchi Genbutsu).

Para completar la descripción del problema se deben contestar preguntas como: ¿aparentemente cuál es el problema?, ¿Que está pasando? VS ¿qué debería de estar pasando?, ¿En dónde está pasando?, ¿Cuando está pasando?, ¿Cuando no está pasando?, ¿Quiénes están involucrados? ¿y cuál es el alcance del problema en cuanto a costos, calidad, seguridad, daños, etc.?

#### **5.2.9.8.3.3 D3 Desarrollar una solución temporal**

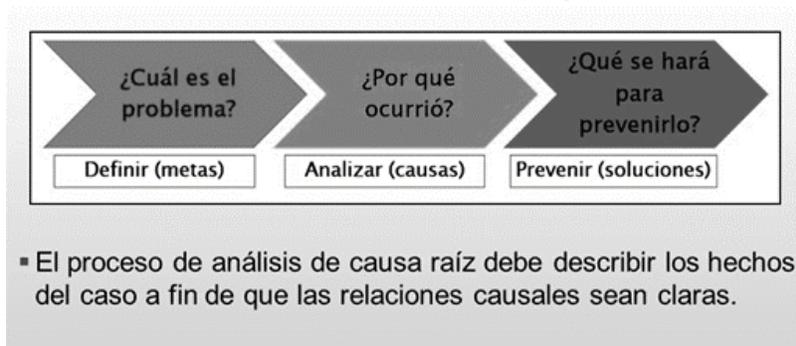
En algunos casos es necesario implementar una solución temporal para controlar los efectos que pueda tener un problema, esto para dar tiempo a encontrar la causa raíz del problema y dar una solución definitiva al mismo.

Es importante que la solución sea evaluada y probada antes de su implementación y que se documente muy bien para poder ser removida en su totalidad cuando sea implementada la solución final a la causa raíz del problema. Esta solución temporal se debe poner en consideración de las personas involucradas en el proceso y que puedan verse afectadas por los efectos que pueda tener.

No debe olvidarse que esta solución es para remediar temporalmente los efectos que cause el problema en cuestión, mas no es la solución final, por lo que el grupo 8D debe continuar trabajando en las siguientes disciplinas hasta cerrar el caso.

#### 5.2.9.8.3.4 D4 Análisis de causa raíz

**Figura 6.** Análisis de causa raíz



**Fuente:** <http://www.rcasoftware.com/> Acceso en noviembre de 2004

En esta disciplina se deben identificar la causa o causas de los síntomas que se están presentando. Cabe anotar que el problema que se define en la D2 (Crear la descripción del problema) en principio es la consecuencia o síntoma de una o varias cosas que lo han ocasionado.

En la mayoría de los casos no es tan evidente la causa raíz por lo cual se debe hacer un análisis que conduzca a encontrarla. Para esto primero es necesario observar detenidamente el proceso que contiene el problema, obtener información directamente de las personas que tienen la experiencia y de datos reales obtenidos.

Después de tener una o varias causas se debe utilizar la metodología de los 5 porqué hasta obtener las causas iniciales. La causa raíz se identifica comprobando que al eliminarla el problema no debe tener recurrencia.

#### **5.2.9.8.3.5 D5 Desarrollar soluciones permanentes**

Una vez encontrada la causa raíz del problema se deben plantear soluciones permanentes que la ataquen directamente. Estas soluciones deben probarse hasta comprobar que efectivamente la causa raíz ha sido detectada y eliminada.

Es probable que al implementar la o las soluciones permanentes se vean buenos resultados, pero si el problema persiste se deben buscar más soluciones hasta que este sea eliminado en gran medida.

#### **5.2.9.8.3.6 D6 Implementar y validar soluciones**

Después de haber desarrollado y probado la o las soluciones permanentes se debe planear y realizar la implementación, y posteriormente verificar que funcione correctamente, es decir que no se presente recurrencia.

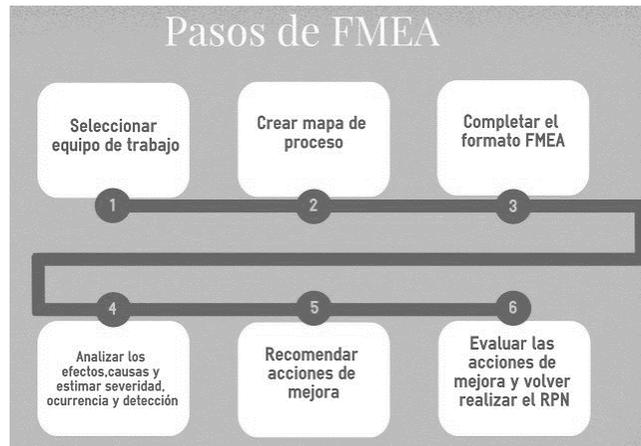
Se recomienda tomar mediciones para saber si las acciones realizadas son efectivas y saber en qué momento reaccionar cuando se den medidas descontroladas.

#### **5.2.9.8.3.7 D7 Prevenir la recurrencia**

La información obtenida de un 8D es tal vez lo más importante de todo este proceso. Porque permitirá que los logros obtenidos en la solución de un problema en un área de trabajo se puedan trasladar a otra área en donde se presenten problemas similares, y sea una manera eficiente de que el trabajo de un grupo sea de ayuda para que otros grupos puedan llegar más rápida y efectivamente a soluciones permanentes a situaciones no deseables que se estén presentando. De igual manera tomar acciones preventivas a situaciones que se puedan presentar en los diferentes lugares de trabajo.

Para prevenir la recurrencia puedes hacer análisis de modo y efectos de falla (AMEF-FMEA), Cambio de políticas, procedimientos, estándares, Poka Yoke.

**Figura 7.** Pasos de AMEF



**Fuente:** <http://aaq.auburn.edu/node/387>

- a) Revisando del historial de problema
- b) Identificar las políticas y prácticas que permitieron que este problema ocurriera
- c) Desarrolle un plan de acciones de prevención

Es importante en este punto del 8D realizar auditorías para asegurarse de que la solución implementada está funcionando de acuerdo a lo esperado.

#### **5.2.9.8.3.8 D8 Cerrar el problema y reconocer contribuciones**

Una vez un problema ha sido auditado y se ha determinado que su solución es efectiva debe ser cerrado oficialmente. En este punto se debe remover la solución temporal que se dio en el paso D3, a menos de que se considere parte de la solución permanente.

Para finalizar el proceso el grupo debe preguntarse que estuvo bien y que no, revisar las responsabilidades de los miembros y el líder del grupo, las expectativas de los stakeholders, si

los procedimientos pueden ser aplicados en algún otro lugar, si se encontraron problemas adicionales, que se aprendió y si finalmente se resolvió el problema.

Es importante reconocer la contribución de cada uno de los miembros del equipo, ya que toda la organización se beneficia por las actividades que contribuyen al mejoramiento continuo.

### **5.3. Marco legal**

Dada la carencia de normas en el sector de impresión, por serigrafía, se presentan los principales lineamientos de la política pública para el comercio interno en Colombia.

El proceso de serigrafía, perteneciente a la industria de artes gráficas de la producción y comercialización de materiales impresos no está regulado por normas específicas, diferentes de aquellas establecidas para el sector de comercio interno, dentro del cual se enmarca dicha actividad. Como todas las actividades comerciales la reproducción y comercialización de materiales impresos está regida por lo dispuesto en el Código de Comercio, el cual se expidió mediante el decreto 410 de 1971 el cual se ha modificado según las exigencias del sector.

#### **(Decreto 410 , 1971)**

Al igual que otros sectores, el comercio interno, ha sufrido numerosas transformaciones durante la última década, la principal está en la constitución de 1991 en la cual se establece un cambio estructural dado el nuevo modelo económico a seguir. La constitución de 1991 en los artículos 58 y 61 garantiza la propiedad privada y propiedad intelectual, esta última compuesta por marcas, lemas, nombres y enseñas comerciales.

Las Normas ISO 12647 desarrolladas para la estandarización del proceso gráfico, es la norma que establece las especificaciones técnicas y tolerancias para la reproducción del color para

impresión offset, huecograbado, serigrafía, flexografía e impresión de pruebas digitales. La norma ISO 12647 busca implantar las especificaciones básicas que condicionan las características visuales del impreso y su rango de tolerancias, con el fin de asegurar una separación de cuatricromía adecuada, una correspondencia entre prueba e impreso y finalmente la correcta comunicación del color entre cada fase del proceso productivo.

En Colombia el sector de las Artes Gráficas es conocido en la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU) como sector editorial e impresión, que a su vez incluye las actividades de edición con los códigos que van del 2211 al 2219 y actividades relacionadas con impresión con los códigos 2231 a 2240. **(INCONTEC, 2010)**

Según la Superintendencia de Sociedades (2009) en Colombia en el año 2008, este sector aportó el 3.6% de la producción de la industria, y la industria aportó el 14.8% del PIB nacional.

En la actualidad las PYMES de artes gráficas de Bogotá trabajan con base en estas normas estándar, aunque aún son muy pocas las empresas certificadas en ISO 12647, la gran mayoría de las grandes, medianas y pequeñas empresas siguen estos lineamientos y están en proceso de implementación. **(NTC)**

El requerimiento para que el proceso de serigrafía sea más compacto y predecible ha exigido un medio de normalización del producto con el fin de garantizar el trabajo entre las diversas partes involucradas en su producción, para ello el propósito de la norma NTC ISO 2846 es describir aquellos parámetros que afectan las características colorimétricas de tal manera que cualquier fabricante de tintas pueda suministrar una amplia gama de colores estándar de tintas a cualquier impresor que pueda entonces suministrar impresiones a un comprador confiando en el color elaborado. **(NTC ISO 12647, 2014)**

Esta parte de la norma NTC-ISO 2846 permitirá a los impresores de serigrafía obtener diferentes juegos de tintas que producirán un color similar cuando se impriman sobre el mismo sustrato (papel, cartón, plástico, tela, etc.). **(NTC ISO 2846)**

La industria de artes gráficas, en los procesos de impresión serigráfica, según el señor Richardson (1998), asume un rol importante y para que alcance un desarrollo económico acorde con las necesidades de protección del medio ambiente, debe cumplir con la legislación ambiental, códigos de conducta voluntarios, e instrumentos económicos. Además, se debe mejorar la disposición y aptitud de las empresas para desarrollar estrategias activas que mejoren el uso de sus recursos. Y se debe tratar de reducir al máximo el consumo de energía y recursos naturales. Es debido a lo anterior que la industria de las artes gráficas no es ajena a la preocupación por la gestión ambiental; actualmente, tanto a nivel nacional como mundial son muchas las organizaciones pertenecientes a este gremio que llevan tiempo con la certificación ISO 14001. Es importante resaltar que las normas ISO 14001 no fijan metas ambientales para la prevención de la contaminación, ni se involucra en el desempeño ambiental a nivel mundial, por el contrario, establecen herramientas y sistemas enfocados a los procesos de producción al interior de una empresa u organización y de los efectos que estos generen al medio ambiente. **(Alcaldía mayor de Bogotá, 2008)**

## 6. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación que se desarrollará en el trabajo es cuantitativo y descriptivo, debido a que contiene información y datos estadísticos que se verán reflejados en resultados cuantitativos y cualitativos tales como: Gestión de costos, de calidad, de tiempos y de servicio para evaluar la situación actual y las falencias que se están dando, se compara con los datos que se obtengan y las mejoras que se propongan en el proceso de impresión.

Se realizará investigación descriptiva analizando mediante pruebas un plan de mejora que permita mostrar cuantitativamente los resultados. Este plan permitirá hacer las respectivas recomendaciones que ayuden a dar solución a las diferentes problemáticas analizadas en esta investigación.

## 7. DISEÑO METODOLÓGICO

Para la elaboración del proyecto, se realizará una formulación por fases, destacando en cada una de ellas el procedimiento que se realizará. En este caso se tomará en cuenta tres fases clave, desarrollando un proceso lógico del proyecto.

### 7.1. Fuentes de Información

En esta propuesta se indagará tres tipos de fuente:

**Fuente primaria:** Como fuente primaria de información se cuenta con el apoyo de los coordinadores de turno quienes son los responsables del cumplimiento de la productividad del área y los operadores del proceso de impresión por serigrafía quienes cuentan con un gran conocimiento y una vasta experiencia en este proceso lo que los hace una fuente confiable de información.

**Fuente secundaria:** Para el desarrollo de esta segunda fuente se tomará toda la información suministrada, por la empresa que permita tener una trazabilidad del comportamiento del proceso como, formatos, registros, controles y todo tipo de evidencias que permitan hacer un análisis detallado de tal manera que se definan los mejores procedimientos y propuestas para el plan de mejoramiento continuo.

**Fuente terciaria:** Para el desarrollo del proyecto se investigaron varias fuentes bibliográficas en su mayoría libros y cartillas. Debido a que el proyecto se basa en el mejoramiento de la producción en el área de impresión en serigrafía, se investigan temas de: calidad y su evolución, la estrategia competitiva de la calidad, son de autores mexicanos y españoles, se investigó sobre la impresión en serigrafía debido al campo de aplicación requerido; es importante resaltar que la información de impresión en serigrafía en polímeros cilíndricos es limitada sin embargo se

encuentra una guía donde se conceptualiza este proceso.

## **7.2. Fases de investigación**

### **7.2.1 FASE 1: Identificación de impactos y factores en el proceso**

Identificar los impactos y factores generados en el proceso de impresión en serigrafía, con lo cual se quiere observar que inconvenientes se presentan durante la impresión, porqué se presentan productos defectuosos y analizar por qué su rendimiento no es acorde a los estándares establecidos por la compañía.

### **7.2.2 FASE 2: Uso de herramientas de mejoramiento continuo**

La segunda etapa, es determinar por medio de las herramientas de mejoramiento continuo existentes y aplicarlas en el proceso actual de impresión para la línea de marcadores borrables, según los resultados de las distintas herramientas planteadas se podrá realizar un plan de mejora.

### **7.2.3 FASE 3: Evaluación y puesta a prueba**

La tercera etapa, es generar un documento de recomendaciones y una lista de chequeo para el mejoramiento de la producción para la línea de marcadores borrables en la empresa (PCSAS) después de evaluar los impactos, utilizando una herramienta de mejoramiento continuo en tiempo real que pretende generar un documento donde se especifique que pasos y recomendaciones se deben seguir para que el proceso aumente su productividad y rendimiento, implementando una lista de chequeo donde permita evaluar las condiciones del proceso desde el inicio de la actividad hasta la finalización de la misma para disminuir las fallas presentes en el proceso de impresión

**Materiales:** Para el desarrollo de la investigación se utilizarán las herramientas de mejoramiento continuo conocidas como las 8 disciplinas (8D)

**Población:** la población a estudiar es la planta de impresión en serigrafía de (PCSAS).

**Muestra:** se tomará como muestra los inventarios, productos defectuosos y tiempos estándar

**Técnicas:** las técnicas a emplear son un muestreo estadístico de materia prima, análisis de tiempos aleatorios, análisis cuantitativo del proceso, valoración de la impresión en serigrafía, diagramas de flujo, diagrama de proceso, modelos matemáticos del proceso actual vs propuesta.

**Procedimientos:** Para el diagnóstico se desarrollará el levantamiento de procesos especificado en la línea de producción de marcadores borrables por medio de diagramas de flujo, diagramas de procesos, análisis de indicadores y trazabilidad a dos (2) años, se diseñará un modelo actual del proceso de impresión con las herramientas de mejoramiento continuo.

## 8. RESULTADOS

El subproceso de impresión, por serigrafía de la empresa Pelikan del área productiva de la línea de marcadores borrables tiene la siguiente infraestructura y la situación actual se describe a continuación:

El proceso de impresión o estampado cuenta con dos máquinas estampadoras por serigrafía en las cuales se imprimen todas las referencias de marcadores permanentes, resaltadores y marcadores borrables línea objeto de este estudio.

La capacidad de producción de estas dos máquinas en tiempo disponible es el 84% de los requerimientos anuales de producción.

**Estampadora 1:** Esta máquina está provista de un carrusel de pines ubicados de manera vertical los cuales se encargan de recibir los cuerpos en blanco y hacer el respectivo transporte de estos haciéndolos pasar, por las diferentes etapas del proceso, alimentación, flameo, impresión, curado, entrega de producto terminado.

**Figura 8. Máquina estampadora 1**

**Fuente:** Pelikan Colombia

**Figura 9. Carrusel de pines**

**Fuente:** Pelikan Colombia

Adicional a esto, cuenta con un sistema de flameo y un sistema de curado, el sistema de flameo es el encargado de preparar la superficie generando una serie de micro poros para el anclaje, (adherencia) de la tinta y el sistema de curado se realiza por medio lámparas UV, encargadas de hacer reaccionar las tintas para alcanzar un secado inmediato.

Es importante tener en cuenta que los cuerpos impresos son fabricados en polipropileno una resina de material plástico y las tintas utilizadas en este proceso son fabricadas con vehículos a base UV.

**Figura 10.** *Sistema de flameo*

**Fuente:** Pelikan Colombia

**Figura 11.** *Sistema de curado*

**Fuente:** Pelikan Colombia

**Estampadora 2:** Esta máquina está provista de un plato central el cual contiene pines que se encargan de recibir los cuerpos en blanco y hacer el respectivo transporte de estos, haciéndolos pasar por las diferentes etapas del proceso, alimentación, flameo, impresión, curado, entrega de producto terminado.

**Figura 12.** *Máquina estampadora 2*

**Fuente:** Pelikan Colombia

**Figura 13.** *Plato central de pines*

**Fuente:** Pelikan Colombia

Adicional a esto como se menciona anteriormente cuenta con un sistema de flameo y un sistema de curado, el sistema de flameo es el encargado de preparar la superficie generando una serie de micro poros, para el anclaje (adherencia) de la tinta y el sistema de curado se realiza por medio lámparas UV, encargadas de hacer reaccionar las tintas para alcanzar un secado inmediato.

**Figura 14.** Sistema de flameo



**Fuente:** Pellikan Colombia

**Figura 15.** Sistema de curado



**Fuente:** Pellikan Colombia

### Tintas UV.

Las tintas empleadas en el proceso de impresión serigráfica para la estampación de los marcadores borrables es de origen alemán y su fabricación está hecha de vehículos reactivos a los rayos UV, con el fin de tener un secado de manera inmediata y hacer más eficiente este proceso, la gama de colores utilizados en este proceso son:

Negro, Azul, Rojo, Verde, Violeta, Fucsia, Naranja y Verde claro.

**Figura 16.** Presentación de tintas UV



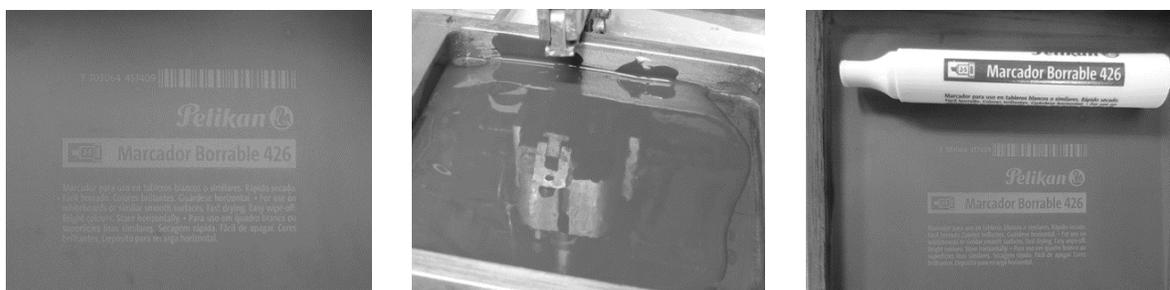
**Fuente:** Pellikan Colombia



## Mallas de estampación.

Las mallas empleadas en el proceso de impresión de los marcadores borrables en Pelikan, juegan un papel muy importante en la calidad de impresión ya que esta es altamente exigente, por el número de detalles que contiene, por esta razón se emplean tejidos de fibras naturales como la seda que cumple con características de flexibilidad de la tela, la uniformidad del diámetro de los hilos que la constituyen, su capacidad de tensión y resistencia mecánica.

**Figura 17.** Mallas de estampado



**Fuente:** Pelikan Colombia

## Marcadores Borrables.

La línea de marcadores borrables fabricados por la empresa Pelikan de Colombia tienen una aplicación para tableros en vidrio, en acrílico blanco o similares son de rápido secado, fácil borrado y cuenta con una gama de ocho colores.

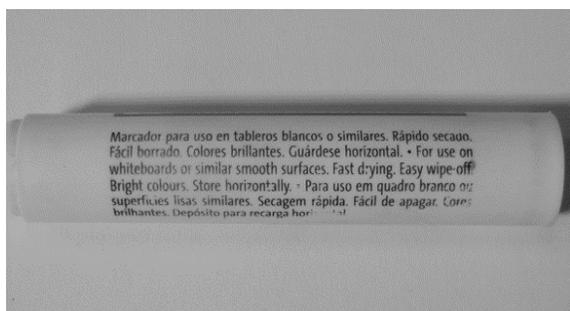
**Figura 18.** Marcadores borrables



**Fuente:** Pelikan Colombia

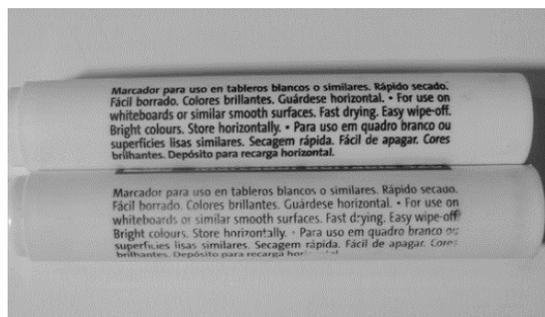
En las fallas más recurrentes y los defectos de calidad encontrados en el producto terminado, se observa el desprendimiento de las tintas (falta de anclaje) textos borrosos o poco legibles y sombras (fantasmas) en la definición de los logos, textos y tramas.

**Figura 19.** *Estampado defectuoso no legible*



**Fuente:** Pellikan Colombia

**Figura 20.** *Comparativo con estándar*



**Fuente:** Pellikan Colombia

**Figura 21.** *Mala adherencia de la tinta*



**Fuente:** Pellikan Colombia

**Figura 22.** *Comparativo con estándar*



**Fuente:** Pellikan Colombia

Como apoyo a este proceso se cuenta con herramientas de control como son los estándares de comparación para el control visual de color, legibilidad y definición de los textos, logos y tramas, cinta adhesiva para el control de las pruebas de adherencia o anclaje de la tinta, galgas pasa no pasa para el control de la distribución del estampado en los cuerpos lectores de códigos de barras, tableros de control de las eficiencias por turnos y basculas contadoras para la verificación de la unidad de empaque.

**Figura 23.** Control unidad de empaque



**Fuente:** Pelikan Colombia

**Figura 24.** Control de producción diaria

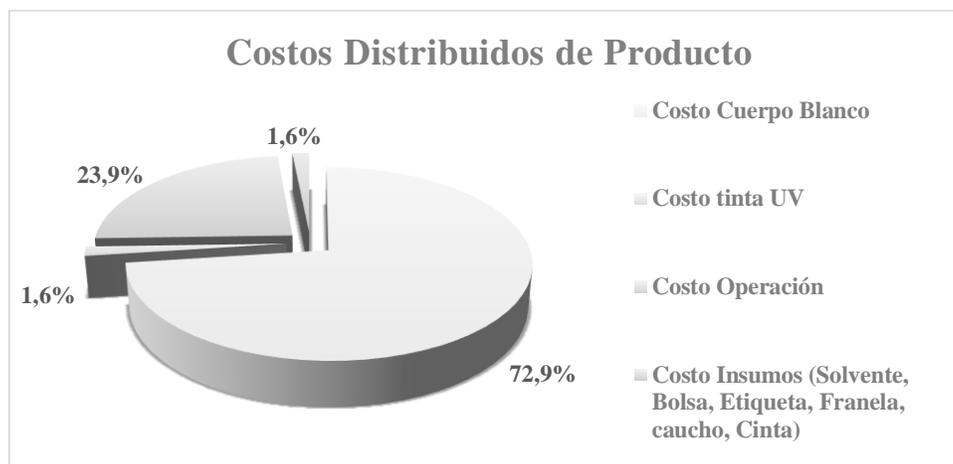
PRODUCTO		TIEMPO DE CICLO (seg)					CANTIDADES	
NO. ORDEN	CANTIDAD	ESTANDAR	REAL	TOTALES	ACTIVAS	%		
		LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
1								
2								
3								

**Fuente:** Pelikan Colombia

### Costos de un cuerpo estampado

La siguiente gráfica muestra la distribución de los costos en porcentaje (%) para los diferentes componentes que intervienen en la fabricación de un cuerpo estampado marcador borrable

**Gráfica 1.** Costos distribuidos en el producto



**Fuente:** Los autores

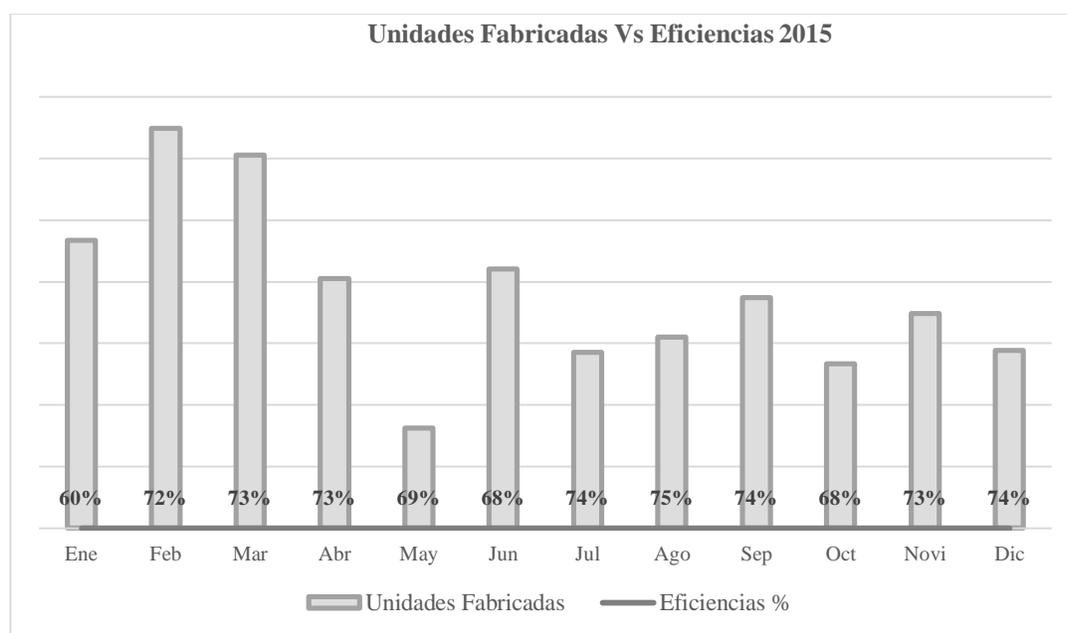
En la gráfica se observa que el mayor costo lo representan el cuerpo blanco y el costo del proceso de estampado.

## Comparativo de eficiencias 2015 – 2016

La siguiente gráfica muestra el comportamiento del proceso de estampado en la línea de marcadores borrables para el año dos mil quince (2015) y las eficiencias obtenidas de acuerdo al estándar de fabricación.

Los estándares de fabricación en este proceso están establecidos para un cumplimiento mínimo del noventa y cinco por ciento (95%).

**Gráfica 2.** Unidades fabricadas vs eficiencia 2015



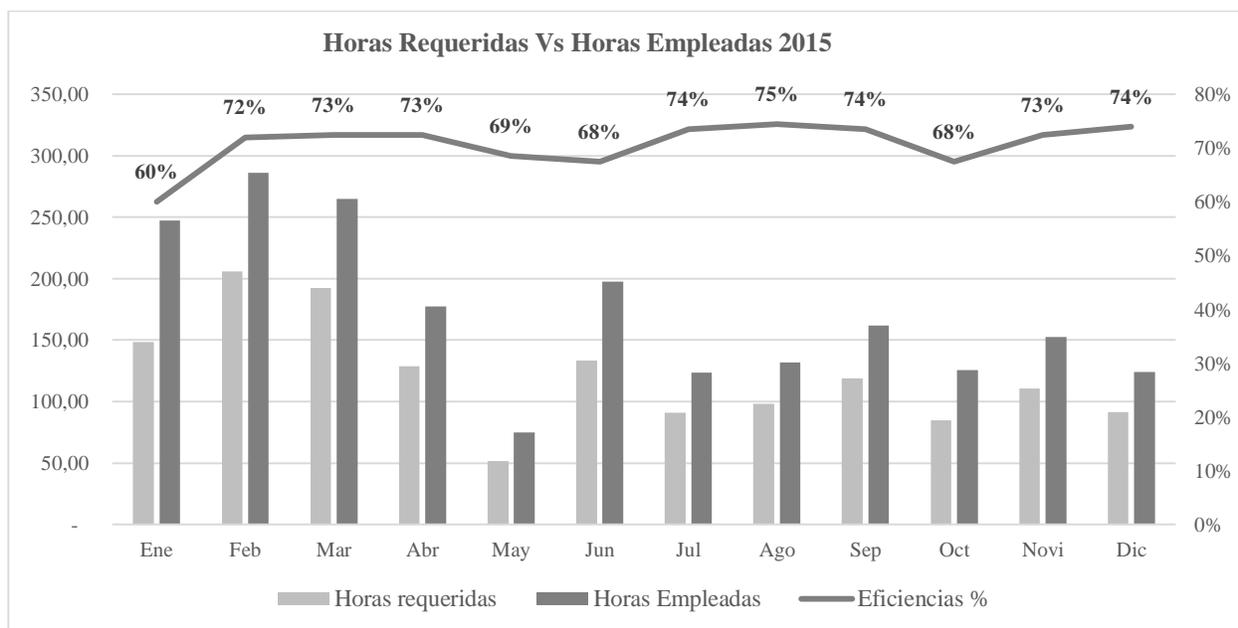
**Fuente:** Los autores.

La gráfica muestra que en ninguno de los meses se alcanzó dicho cumplimiento.

## Comparativo horas de Producción

En la siguiente gráfica se puede observar el comportamiento en cuanto al número de horas estándar requeridas para la fabricación mensual de las cantidades relacionadas en la gráfica anterior y el número de horas reales utilizadas.

**Gráfica 3.** Horas requeridas vs horas empleados 2015



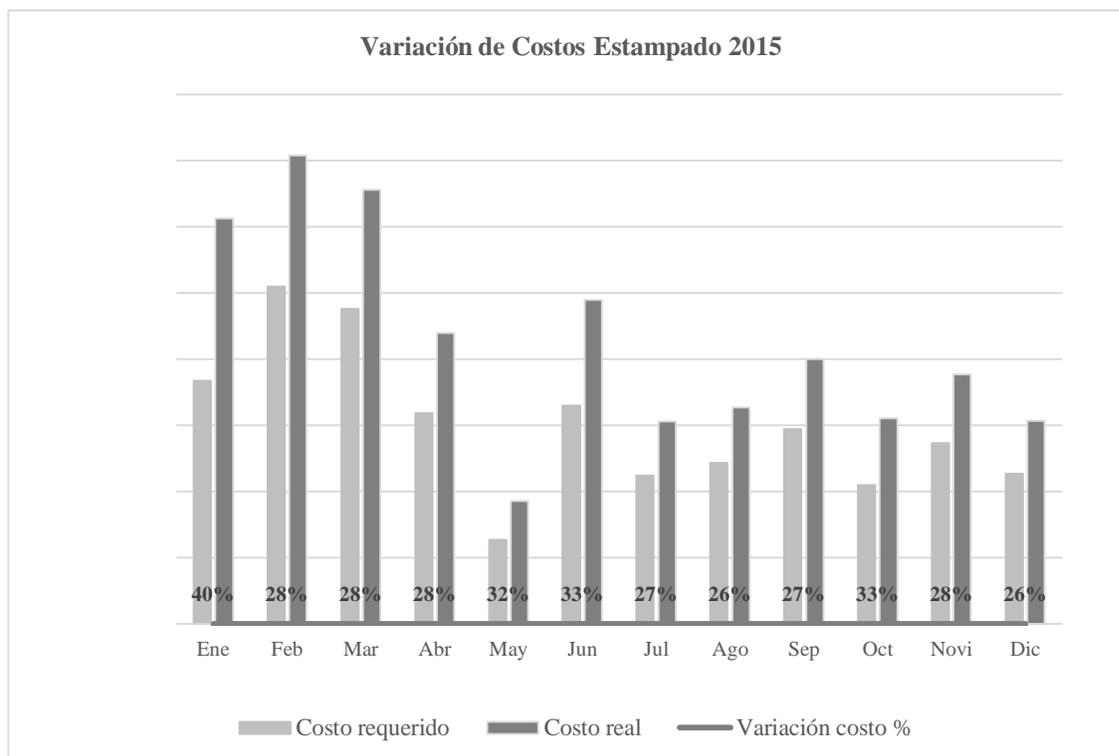
**Fuente:** Los autores

Se observa que este número de horas fue mayor en todos los meses generando una alta ineficiencia.

### Comparativo sobrecosto de producción mensual

La siguiente gráfica muestra la variación de los costos mes a mes en porcentajes, para efectos de los siguientes cálculos se tiene en cuenta el valor de una hora de estampado establecida por la empresa

**Gráfica 4.** Variación de costos estampado 2015



**Fuente:** Autores

La gráfica refleja que en cada uno de los meses del año 2015 hubo un sobrecosto en la fabricación de la línea de marcadores borrables.

### **Eficiencias, proceso de estampado (2016)**

La siguiente gráfica muestra el comportamiento del proceso de estampado en la línea de marcadores borrables para lo corrido del año dos mil dieciséis (2016), las eficiencias obtenidas de acuerdo al estándar de fabricación.

Los estándares de fabricación para este proceso están establecidos para un cumplimiento mínimo del noventa y cinco por ciento (95%), la gráfica muestra que en ninguno de los meses se alcanzó dicho cumplimiento.

**Gráfica 5.** Unidades fabricadas vs eficiencia año 2016



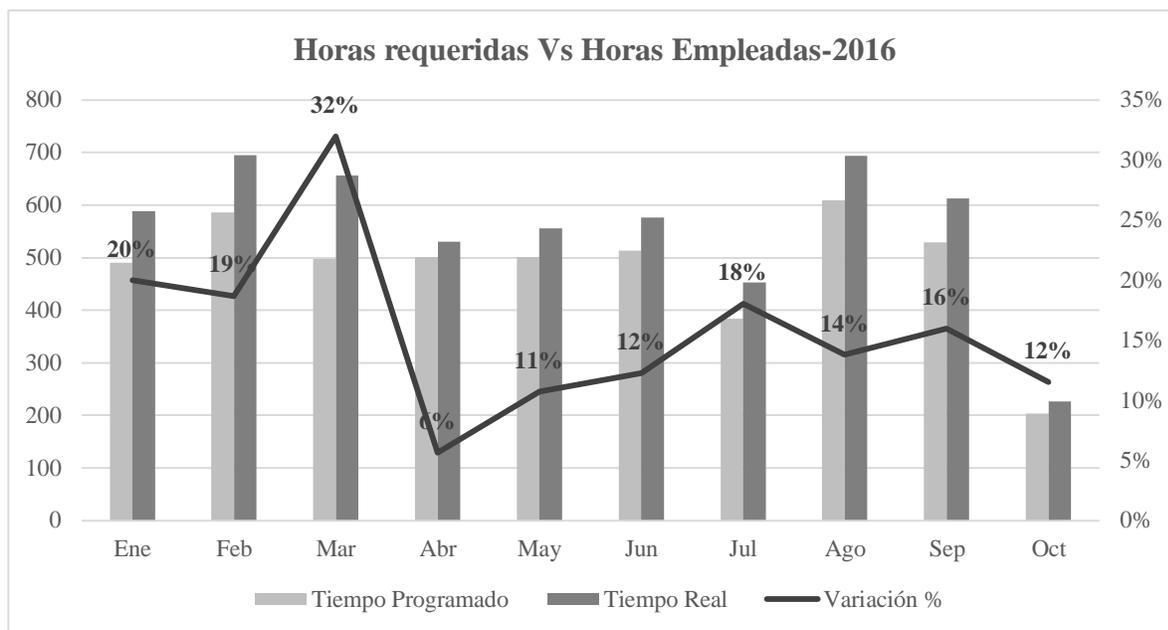
**Fuente:** Los autores

Si comparamos la eficiencia del año dos mil quince (2015) y la eficiencia obtenida en lo corrido del dos mil dieciséis (2016) se observa un incremento de nueve puntos porcentuales (9%) a raíz del ajuste en los tiempos estándar de fabricación, por políticas establecidas en la compañía.

### **Comparativo horas de producción (2016)**

En la siguiente gráfica se puede observar el comportamiento en cuanto al número de horas estándar requeridas para la fabricación mensual y el número de horas reales utilizadas.

**Gráfica 6.** Horas requeridas vs horas empleadas año 2016



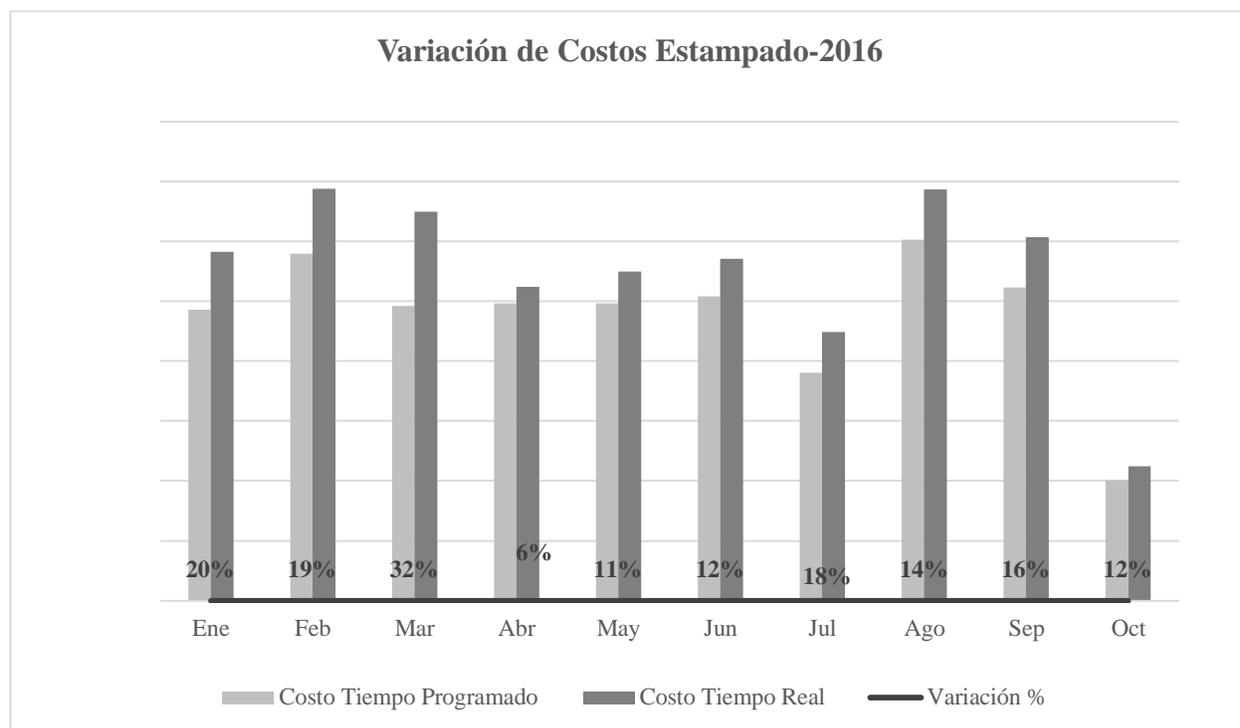
**Fuente:** Los autores

Como podemos observar este número de horas es mayor en todos los meses generando una alta ineficiencia en el proceso.

### Comparativo sobrecosto de producción mensual (2016)

La siguiente gráfica muestra la variación de los costos mes a mes en porcentajes, teniendo en cuenta el valor de una hora de estampado establecida, por la empresa para efectos de los siguientes cálculos:

**Gráfica 7.** Variación de costos estampados año 2016



**Fuente:** Los autores

La gráfica refleja que en cada uno de los meses del año dos mil dieciséis (2016) hubo un sobrecosto en la fabricación de la línea de marcadores borrables.

**Tabla 1.** *Resumen variación de costos estampado (2015-2016)* *marcadores borrables*

Año	Horas Requeridas	Horas Empleadas	Eficiencia Promedio (%)	Variación de Costo (%)
2015	1,455	2,068	70	29
2016	1,124	1,290	80	13

**Fuente:** Los autores

La tabla resume la variación de los costos en porcentajes para los años (2015-2016). Los datos tomados para el año 2016 fueron los consolidados al cierre del mes de octubre de este mismo año.

### **Análisis y diagnóstico de la situación actual.**

Parte de las herramientas utilizadas en la investigación, para la toma de datos y análisis de la información fueron herramientas estadísticas, como espina de pescado y diagrama de Pareto, las cuales básicamente consisten en evaluar los factores estratégicos que inciden directamente en las fallas más críticas presentes en el proceso de estampado, por serigrafía y que afectan la productividad y competitividad de la empresa, partiendo desde su direccionamiento estratégico, producción, recursos humanos, aseguramiento de la calidad, comercialización, parte financiera y gestión ambiental. Cada área en particular tiene una importancia relativa dentro de la situación actual de acuerdo a la evaluación de los factores más críticos encontrados.

Para complementar este análisis se tomó un registro gráfico de los componentes más importantes del proceso de estampado de la empresa Pelikan y así tener una muestra clara de las problemáticas que vienen afectando este proceso en la empresa estudio de este proyecto.

A continuación, se muestran los resultados de las herramientas aplicadas en (PCSAS).

**Tabla 2.** *Paradas y tiempos reportados-2015-2016*

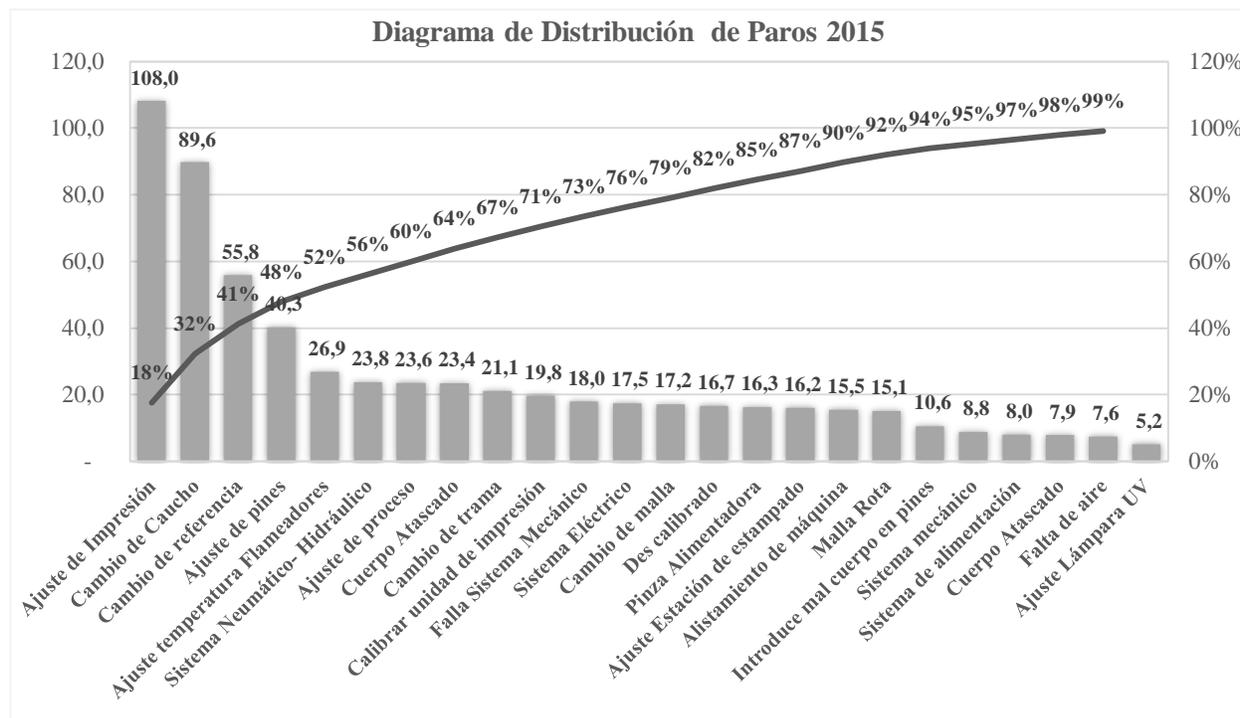
<b>Paros</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>	<b>Total</b>
Ajuste de Impresión	5.3	8.0	6.8	7.2	5.6	9.0	9.8	10.1	12.3	12.9	11.9	9.1	<b>108.0</b>
Cambio de Caucho	7.3	5.8	6.8	6.6	7.1	8.4	9.1	8.7	7.9	8.2	7.2	6.5	<b>89.6</b>
Cambio de referencia	2.3	4.5	1.5	3.0	1.5	2.3	6.2	7.0	7.5	7.7	7.0	5.2	<b>55.8</b>
Ajuste de pines	1.6	1.6	1.1	2.0	1.1	1.6	4.8	4.8	8.1	7.1	4.8	1.6	<b>40.3</b>
Cuerpo Atascado	1.0	1.0	1.0	1.5	1.0	1.0	2.5	3.2	1.3	6.0	3.1	0.8	<b>23.4</b>
Ajuste temperatura	0.5	0.8	1.2	3.6	3.0	2.1	3.6	2.1	3.3	2.9	3.0	0.8	<b>26.9</b>
Ajuste de proceso	0.7	1.0	1.2	2.2	1.2	2.2	2.1	2.5	3.5	3.4	2.1	1.5	<b>23.6</b>
Cambio de trama	1.0	1.8	1.6	2.2	2.3	1.1	1.0	3.8	1.6	1.4	1.7	1.6	<b>21.1</b>
Alistamiento de máquina	1.0	0.2	0.5	0.2	1.1	2.6	1.1	3.1	1.1	1.2	2.0	1.5	<b>15.5</b>
Ajuste Estación de estampado	1.5	0.5	2.2	1.3	0.1	1.8	1.6	2.8	0.1	1.7	2.0	0.5	<b>16.2</b>
Pinza Alimentadora	0.8	1.5	1.0	2.2	1.0	2.3	1.5	1.0	0.1	2.6	1.8	0.5	<b>16.3</b>
Falla Sistema Mecánico	1.8	2.6	1.9	1.2	0.2	0.3	2.5	0.5	1.2	3.6	1.7	0.6	<b>18.0</b>
Sistema Neumático- Hidráulico	0.5	3.5	2.8	1.3	1.1	3.2	1.3	3.4	3.8	1.0	1.6	0.4	<b>23.8</b>
Cambio de malla	0.9	0.1	2.2	2.2	1.2	0.2	1.3	2.2	3.1	2.1	1.3	0.4	<b>17.2</b>
Calibrar unidad de impresión	1.0	1.5	1.8	2.2	3.3	0.6	1.0	1.2	1.1	3.5	2.0	0.6	<b>19.8</b>
Falta de aire	0.6	2.8	0.1	0.1	0.5	0.7	0.8	0.1	0.1	0.4	1.0	0.3	<b>7.6</b>
Malla Rota	0.5	1.1	2.5	1.2	3.2	0.9	0.8	2.0	0.2	1.2	1.0	0.5	<b>15.1</b>
Sistema de alimentación	0.2	1.9	0.2	0.6	0.8	0.9	0.7	0.9	0.5	0.8	0.3	0.2	<b>8.0</b>
Ajuste Lámpara UV	0.3	0.1	0.2	0.3	0.6	0.4	1.0	0.1	0.9	0.7	0.1	0.5	<b>5.2</b>
Sistema mecánico	0.5	0.1	0.1	0.2	1.0	1.1	0.5	0.2	3.2	1.2	0.6	0.2	<b>8.8</b>
Sistema Eléctrico	0.8	3.2	3.1	1.0	1.1	1.6	0.3	2.5	2.8	0.5	0.4	0.1	<b>17.5</b>
Des calibrado	0.1	0.1	2.2	2.2	3.4	0.1	0.1	3.7	3.2	1.2	0.3	0.1	<b>16.7</b>
Cuerpo Atascado	0.2	1.0	1.0	2.2	0.8	0.3	1.1	0.1	0.8	0.1	0.2	0.1	<b>7.9</b>
Introduce mal cuerpo en pines	0.9	3.0	1.9	0.0	3.1	0.1	0.1	1.0	0.2	0.1	0.1	0.0	<b>10.6</b>
	<b>31.3</b>	<b>47.8</b>	<b>44.9</b>	<b>46.7</b>	<b>45.3</b>	<b>44.8</b>	<b>55.0</b>	<b>67.0</b>	<b>67.9</b>	<b>71.5</b>	<b>57.1</b>	<b>33.6</b>	<b>612.9</b>

**Fuente:** Los autores

Los tiempos referenciados en la anterior tabla están dados en horas.

## Pareto de paradas y tiempos reportados (2015-2016)

Gráfica 8. Distribución de paros de equipos año 2015



Fuente: Los autores

La anterior gráfica muestra que el mayor número de horas, por paradas lo causaron tres fallas representativas, los ajustes de impresión, cambios de caucho y cambios de referencia.

### Resultados del análisis.

Una vez realizado el análisis y de observar la manera como se desarrollan las diferentes actividades en el proceso de estampación de marcadores borrables en (PCSAS), es fácil identificar claramente cuál es su situación actual con relación de la práctica de principios y técnicas de la Manufactura Esbelta. Al aplicar este diagnóstico se puede precisar con mayor certeza que aspectos son los prioritarios a atender, tanto en términos de capacitación y formación

del personal como de implementación de técnicas en el proceso de manufactura, tales como (8D's).

Se debe tener en cuenta que la aplicación de las filosofías abarca desde un puesto en la línea de montaje hasta los puestos administrativos. Cualquier organización industrial o de servicio que desee mejorar aplica este método, ya que siempre se pueden evitar ineficiencias, evitar desplazamientos, eliminar pérdidas de tiempo y espacio.

De acuerdo también con los registros fotográficos se puede concluir que la empresa también presenta problemas de carácter operativo, que inciden directamente en la operación como:

Falta de conocimiento técnico del proceso, falta de herramientas de cambio rápido (SMED), mantenimientos preventivos y control de los desperdicios.

En términos generales se puede decir que la empresa (PCSAS), es susceptible al cambio con las herramientas de mejoramiento continuo, para este caso de estudio las ocho disciplinas (8D'S).

### **Aplicación de la herramienta (8D's).**

Antes de realizar un proceso de implementación de la herramienta ocho disciplinas, se debe efectuar primero la fase de sensibilización, en la cual la organización, desde la alta dirección hasta sus operarios, debe conocer, interpretar y entender el compromiso que se adquiere al momento de establecer esta filosofía.

Esta sensibilización tiene por objetivo que todas las personas que se relacionen de manera directa con el proceso estén enteradas de la ejecución del plan de acción, el plan de trabajo, que estará coordinado desde un principio, por el personal de la empresa comprometido con el proyecto, por

tal motivo se debe hacer énfasis en los beneficios que día a día se alcanzan al utilizar esta herramienta.

Se debe tener en cuenta que las mejoras se reflejarán en la reducción de costos que gradualmente se verán disminuidos ya que se mejorarán los tiempos de proceso y de respuesta a la producción, sin desperdicios muy altos.

Se realizará la conformación del equipo de investigación multidisciplinario, que será conformado desde la gerencia de planta, hasta la parte operativa y por medio de una capacitación a todos los involucrados en este proceso en cuanto aspectos fundamentales tales como: Qué es la filosofía ocho disciplinas, cuáles son las herramientas conceptuales que la componen, qué ventajas trae la implementación de esta herramienta, cómo adoptar estas disciplinas y cuáles son sus objetivos. Después de la capacitación se realizará una actividad lúdica, con el fin que los conceptos vistos queden claros y realizar una retroalimentación de la filosofía.

### **Aplicación de las ocho disciplinas (8D's)**

#### **8.1. Fase 1: Identificación de impactos y factores en el proceso**

##### **8.1.1 D1: Formación del Equipo de Trabajo**

El gerente de planta, el jefe de calidad, jefe de mantenimiento y el jefe del área del proceso de estampación de marcadores borrables de la empresa Pelikan, asignarán las personas para llevar a cabo el proyecto de las 8D's. Se recomienda dos (2) integrantes por cada área involucrada con conocimiento del proceso de las máquinas y los equipos, con autoridad y habilidad en las técnicas necesarias para resolver el problema e implementar acciones correctivas permanentes.

**Tabla 3.** *Conformación del equipo*

ÁREA	NOMBRE	RESPONSABILIDAD
Gerencia de planta	Jefe del área y/o Coordinador de turno	Supervisar la ejecución
		Facilitar el desarrollo de las actividades
Calidad	Jefe del área y/o Analista de calidad	Supervisar la ejecución
		Facilitar el desarrollo de las actividades
		Ejecutar las actividades
Mantenimiento	Jefe del área y/o Electromecánico	Supervisar la ejecución
		Facilitar el desarrollo de las actividades
		Ejecutar las actividades
Producción	Coordinador de turno y/o Operador de producción	Supervisar la ejecución
		Facilitar el desarrollo de las actividades
		Ejecutar las actividades

**Fuente:** Los autores

### 8.1.2 D2: Definición del Problema.

En el proceso de estampación de marcadores borrables y según los datos analizados de eficiencia para el año dos mil quince (2015) y lo corrido a la fecha del dos mil dieciséis (2016), se evidencia que se viene presentando un sobre costo en este proceso del veintitrés por ciento (23%) aproximadamente.

La causa son los tiempos muertos y el alto desperdicio de materiales por las diferentes fallas que presenta el proceso.

## **Análisis.**

### **8.2 Fase 2: Uso de herramientas de mejoramiento continuo**

#### **8.2.1 D3: Desarrollar una solución temporal**

Se recomienda como acción temporal o preventiva reducir los tiempos de parada, por causas distintas a algún tipo de falla mecánica de las maquinas, ajustes en el proceso, tiempos de alistamientos y cualquier otro tiempo ocioso que afecte la continuidad del trabajo de las estampadoras.

Informar de manera inmediata cualquier tipo de falla detectada en las maquinas estampadoras, en el proceso, en los materiales y cualquier eventualidad que genere pérdidas de tiempo.

Atender de manera rápida y efectiva el proceso, por parte del o los responsables de acuerdo a la falla presentada.

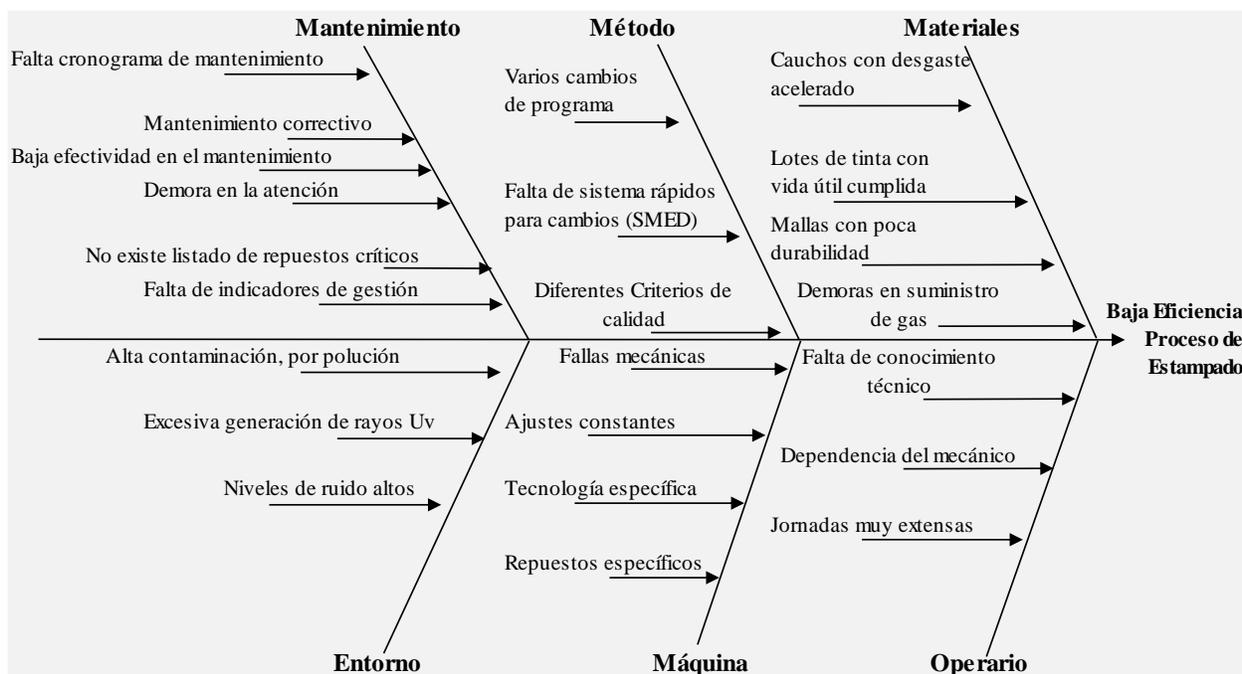
Sensibilizar al personal involucrado directamente con este proceso en la toma de conciencia y la responsabilidad de reducir los tiempos de paradas que afectan la eficiencia del proceso y los sobrecostos que se generan por el no cumplimiento de los tiempos estándar y los desperdicios de materiales.

Tener mayor control en el diligenciamiento de los formatos (HC-128), hojas de control del proceso de estampado, de tal manera que refleje las diferentes causas de paradas y los tiempos tomados por cada causa, adicional a esto reportar las unidades defectuosas en cada turno.

### 8.2.2 D4: Análisis de causa raíz (RCA).

En este punto se realizó una espina de pescado para la identificación de las causas potenciales o reales del problema.

Figura 25. Análisis causa raíz.



Fuente: Los autores.

### Análisis.

## 8.3 Fase 3: Evaluación y puesta a prueba

### 8.3.1 D5: Desarrollar soluciones permanentes.

De acuerdo a los resultados del análisis de causas raíz, se identificaron tres (3) acciones

correctivas permanentes, estas ayudaran a mitigar las causas más relevantes que afectan la eficiencia del proceso y generan los sobrecostos.

**Tabla 4.** *Acciones correctivas D5*

Acciones	Responsable	Fecha
1. Desarrollar un cronograma de mantenimiento, exclusivo para el proceso de estampación, que ataque de manera directa las fallas más recurrentes de tipo mecánico en las máquinas Y/o equipos. Mantenimiento Predictivo, Mantenimiento Preventivo	Gerente de Planta Jefe de mantenimiento Jefe de estampado	Inmediata
2. Capacitación en conocimientos técnicos del proceso de estampación por serigrafía, para el personal directamente involucrado en el proceso	Recursos humanos Jefe de estampado	Inmediata
3. Desarrollo y fabricación interna de insumos críticos (mallas y/o tejidos) de acuerdo a la tecnología empleada y los requerimientos de estampado, tipos y diseños de artes	Gerente de planta Jefe I & D Ingeniería de proyectos Jefe de HSEQ Jefe de estampado	Inmediata

**Fuente:** Los autores

### 8.3.2 D6: Implementar y validar soluciones.

En esta etapa del proyecto se recomienda la planeación y el desarrollo de cronogramas para la implementación de las actividades propuestas en las soluciones permanentes que hace referencia la disciplina ocho (8D's), donde se defina las personas involucradas, las frecuencias, horarios, fechas, responsabilidades, mediciones y seguimientos, que permitan validar si las acciones tomadas son efectivas y poder saber en qué momento reaccionar al tener descontrol en el proceso.

### 8.3.3 D7: Prevenir la recurrencia.

Como medida de prevención se recomienda seguir realizando los respectivos controles de paradas y tiempos muertos en los formatos que utiliza la empresa como se mencionó anterior

mente (*de manera muy detallada*) en las diferentes etapas del proceso para verificar que las fallas críticas atacadas se sigan presentando o si de lo contrario son fallas distintas a las recurrentes.

De presentarse recurrencia en alguna (s) fallas, se puede decir que es un problema potencial el cual se podrá identificar con un análisis de modo y efecto de fallas (AMEF) conjunto de directrices para identificar y solucionar problemas potenciales. Para el desarrollo de este método es muy importante, que los datos tomados en los formatos de control (HC128) se encuentren debidamente diligenciados, por tipo de falla, frecuencia, tiempo. Esto permitirá revisar el historial del problema, identificar las prácticas que permitieron que este problema recurriera y desarrollar un plan de acción.

#### **8.3.4 D8: Cerrar el problema y reconocer contribucion.**

De acuerdo a la petición de esta disciplina para la etapa final o cierre del problema, se recomienda que el proceso sea auditado para determinar que la solución fue efectiva y poder hacer el cierre oficial, también se debe evaluar las soluciones temporales recomendadas en la disciplina 3 (3D'S) si es necesario retirarlas o de lo contrario se deben mantener si hacen parte de la solución permanente.

Para finalizar este proceso es importante que el grupo organice una reunión de retroalimentación (feedback) donde se pregunte que salió bien, que salió mal, se definan responsabilidades de los líderes y miembros del grupo, las expectativas de los miembros del equipo, identificar si este procedimiento puede ser aplicado a otro proceso, que se aprendió y si finalmente fue resuelto el problema. Es muy importante hacer un reconocimiento a cada uno de los integrantes del grupo, por el apoyo y el compromiso adquirido para contribuir en la solución del problema, pues

finalmente será toda la empresa quien será beneficiada de los resultados obtenidos, por la aplicación de esta propuesta de mejoramiento continuo.

### Costos de implementación propuesta de mejoramiento

**Tabla 5.** *Análisis financiero*

Rubros	Mes 1	Mes 2	Mes 3
Salarios Ingeniero investigador 1	\$1.500.000	\$1.500.000	\$1.500.000
Salarios Ingeniero investigador 2	\$1.500.000	\$1.500.000	\$1.500.000
Salarios Ingeniero investigador 3	\$1.500.000	\$1.500.000	\$1.500.000
Prestaciones Ingenieros investigadores 1,2,3	\$1.800.000	\$1.800.000	\$1.800.000
Salario Técnico en mantenimiento 1	\$1.000.000	\$1.000.000	\$1.000.000
Salario Técnico en mantenimiento 2	\$1.000.000	\$1.000.000	\$1.000.000
Prestaciones Técnicos de mantenimiento 1,2	\$800.000	\$800.000	\$800.000
Salario Supervisor	\$1.200.000	\$1.200.000	\$1.200.000
Prestaciones Supervisor	\$480.000	\$480.000	\$480.000
Salario Operador 1	\$689,500	\$689,500	\$689,500
Salario Operador 2	\$689,500	\$689,500	\$689,500
Salario Operador 3	\$689,500	\$689,500	\$689,500
Prestaciones Operadores 1,2,3	\$827,400	\$827,400	\$827,400
Capacitaciones, Entrenamientos	\$1.000.000		
Materiales, Insumos	\$1.500.000	\$1.500.000	\$1.500.000
Servicios (Agua, Luz)	\$300.000	\$300.000	\$300.000
Papelería y suministros de oficina	\$10,000	\$10,000	\$10,000

**Fuente:** Los autores

La anterior tabla proyecta el presupuesto de los costos y tiempos aproximados necesarios en la implementación de la propuesta de mejora en el proceso de estampado en (PCSAS).

Para efectos del cálculo de los valores relacionados en cada rubro, se tomó como referencia los datos suministrados, por la empresa actualizados a la fecha de realizado el estudio.

El rubro referente a los salarios del equipo investigador (Ingenieros), no se hará efectivo ya que este no se pagará según acuerdo entre la empresa y el equipo investigador.

## 9. CONCLUSIONES

Para la empresa Pelikan de Colombia S.A.S es de vital importancia mantener los estándares de eficiencias, productividad y calidad en sus procesos y productos, definidos en la estructura presupuestable para cada producto el cual debe garantizar el costo estándar.

Este trabajo de investigación se desarrolló con el objetivo de identificar las diferentes causas que generan los sobrecostos en el proceso productivo de estampación en Pelikan, utilizando herramientas de control estadístico, toma de datos y análisis de causas, las cuales dieron como resultado la identificación clara de las fallas potenciales (*ajustes de impresión, cambios de caucho y cambios de referencia*) que afectan el proceso. Fue de vital importancia la información suministrada, por la empresa, la experiencia y conocimiento de los operadores del proceso, utilizados como suministro crítico de entrada a esta investigación.

Se obtuvieron los resultados de los sobrecostos que viene generando el proceso de estampado para la línea de marcadores borrables, a raíz de los tiempos muertos que generan las causas antes mencionadas y estos sobrecostos son de aproximadamente el 23% para esta línea de productos.

Para las organizaciones es de vital importancia su desarrollo y su crecimiento para esto es necesario identificar cada uno de sus procesos y definir si para su control se emplean herramienta de mejora continua como (*Kaizen, Six Sigma, Lean Manufacturing, Jidoka, Smed, 8D etc.*) con la cual se generen acciones, predictivas, preventivas y correctivas que satisfagan las necesidades de sus procesos.

En empresas manufactureras como en este caso, no es fácil analizar fallas o problemas que alteren la calidad de sus procesos y sus productos, por estas razones se debe dar soluciones

rápidas y efectivas porque de lo contrario estas causas llegan a alterar la conformidad de los productos y esto afecta la satisfacción del cliente.

Para el buen desarrollo de la mejora de un proceso, por medio de herramientas o filosofías de mejora continua, se debe cumplir con aspectos importantes de clima organizacional como:

Apoyo en la gestión, retroalimentación (*feedback*), revisión de los pasos para cada proceso, responsabilidad, poder de decisión para los trabajadores, medición de los resultados, procesos bien definidos y documentados, participación activa de los responsables del proceso y la mejora continua debe ser sostenible en el tiempo.

La realización de mejoras en los procesos productivos de las empresas manufactureras del sector gráfico (*estampación, por serigrafía*), se ve reflejado directamente en el incremento de la productividad, en la calidad de los productos y la mejora continua de las empresas, haciéndolas más competitivas frente al mercado.

En la industria de las artes gráficas, la impresión, por serigrafía tiene un papel muy importante en este sector, pues sus aplicaciones son infinitas, decoraciones, marcas, logos, numeraciones etc.

La serigrafía permite realizar muchos trabajos de impresión requeridos, por la industria, el comercio y la publicidad ya que se pueden crear diversos diseños, estampar en diferentes geometrías y materiales como papel, vidrio, madera, telas, cerámica, metal y plástico como es el caso de la empresa Pelikan.

Las máquinas y los insumos utilizados en los procesos de impresión, por serigrafía juegan un papel muy importante para la obtención de una buena imagen en un producto, por esta razón se debe tener en cuenta, que la maquinaria cumpla con las necesidades requeridas en cuanto a capacidad, soporte técnico y respaldo. Los tejidos o mallas, poseen una variedad de

características que es necesario conocer para utilizarlas adecuadamente, estas características y tipos son: Estructura del hilo de la malla, material de los hilos, número de hilos de la malla (*cantidad de hilos por milímetro cuadrado*) tensado y fijado de la malla, estas características nos garantizan mayor definición de las imágenes, minimiza las distorsiones en la impresión, evita las sombras o fantasmas en el estampado y reducen el efecto textura del tejido en el impreso, cabe destacar que estas mallas o tejidos son reutilizables mediante técnicas de limpieza, fotograbado y emulsionado.

Las tintas y los cauchos (*raseros*) utilizados para la estampación en los sustratos (*objetos a estampar*) también cumplen un papel muy importante en el desempeño del proceso, los cauchos o raseros tienen una dureza la cual se debe definir según los requerimientos del estampado, esta dureza está dada en unidades (*shore*) y deben ser resistentes al roce con los tejidos, las tintas y los solventes utilizados.

La tinta es el elemento que definirá la calidad de la impresión, por esta razón debe cumplir con características específicas como viscosidad, adherencia, poder cubriente. Las tintas utilizadas en la estampación de los marcadores borrables en Pelikan son de secado ultravioleta, es decir requieren de rayos UV, para activar su secado (*curado*).

La industria productora de tintas (UV) tiene un amplio portafolio el cual se ajusta a las necesidades de los procesos de impresión por serigrafía, brindado una amplia gama de colores y referencias que se ajustan a las diferentes aplicaciones, entre estas marcas se destacan las de origen alemán.

En el desarrollo de este proyecto como propuesta de mejoramiento para el proceso de estampación en Pelikan, se aplicará la metodología de las ocho disciplinas (8 D's), esta es una

herramienta sistemática para identificar, corregir y eliminar cualquier tipo de problema, son ocho pasos que permiten desarrollar ventajas competitivas al solucionar rápida y efectivamente los problemas. Además, no se requiere de grandes inversiones para llevarlo a cabo, bastará con el compromiso del equipo de trabajo y de los recursos con los que ya cuenta la empresa.

Una vez implementada la herramienta de mejoramiento continuo propuesta en este proyecto, la empresa vera los resultados favorables en cuanto a la reducción de los sobrecostos generados a causa de los altos desperdicios de tiempos y productos defectuosos en un porcentaje aproximado del 90%, este porcentaje dependerá de la efectividad de la implementación de la herramienta y el seguimiento estricto en las diferentes etapas del desarrollo.

La empresa y el equipo involucrado en el desarrollo de esta investigación demuestran gran interés y tuvieron la disponibilidad facilitando los espacios, maquinaria, equipos, insumos y los diferentes recursos requeridos, por el equipo investigador en el desarrollo de este estudio.

El desarrollo de esta investigación se concluyó de manera efectiva, se adquirieron nuevos conocimientos, no se encontraron limitantes significativas que pudiesen haber entorpecido el alcance del objetivo.

Por otra parte, trabajar en equipo con el grupo investigador y el personal de la planta en Pelikan, resultó muy enriquecedor para el desarrollo de la propuesta de mejoramiento, se encontraron oportunidades de mejora en las diferentes áreas de la línea objeto de este estudio.

Los beneficios que trae el mejoramiento de los procesos en las empresas, se ven directamente reflejados cuantitativamente, en algunos casos con mayor fuerza se resaltan los beneficios cualitativos, que son de gran importancia.

## 10. RECOMENDACIONES

Con esta propuesta, la empresa Pelikan de Colombia S.A.S., va a obtener en el eslabón productivo, una mejora sustancial, que le permitirá consolidarse aún más como una de las mejores empresas de manufactura dedicada al diseño, fabricación y comercialización de productos, para oficina, escolares y de escritura del país por su alto nivel de calidad. Sin embargo, debe concentrar ahora sus esfuerzos hacia la línea de producción de marcadores borrables. Las herramientas y los recursos son excelentes por tal motivo deben ser aprovechados al máximo con capacitaciones, estrategias, seguimiento, empoderamiento y liderazgo.

Hacer la implementación de la herramienta ocho disciplinas propuesta para el mejoramiento del proceso de estampación de la línea de marcadores borrables. Dicha implementación se debe de realizar de manera organizada y detallada para cada tema allí propuesto, con el objetivo de cubrir cada uno de los pasos y ajustarlos a las necesidades de la empresa como parte del mejoramiento continuo propuesto en su sistema de gestión integral (HSEQ).

La empresa debe de realizar un comparativo del comportamiento del proceso antes de la implementación de la herramienta y después de implementada esta herramienta, esta medición le permitirá realizar un análisis del comportamiento del proceso, de los resultados y beneficios obtenidos, los cuales se verán reflejados en la reducción de tiempos y costos. Este análisis debe mantenerse como mínimo en el primer semestre una vez se haya implementado la metodología.

Continuar con las mediciones de las diferentes causas que generan las paradas y tiempos improductivos en el proceso de estampado en los documentos de control (reporte de tiempos y paradas) que la empresa utiliza. Estos controles deben de ser claros y detallados ya que la

veracidad de esta información es un insumo crítico para la toma de decisiones y las propuestas de mejora.

Se recomienda explorar otras alternativas de mejoramiento (*lean manufacturing*) ya que estas herramientas son efectivas en la solución de problemas de manufactura y los costos de implementación son muy bajos.

La alta dirección de la empresa y los equipos involucrados con el proceso de estampación, deben de ser informados del desarrollo, los beneficios y los costos que se generaran a raíz de la implementación de la herramienta de mejora. Es responsabilidad de la gerencia de planta facilitar todos los recursos para la puesta en marcha de la propuesta, sensibilizar, incentivar y empoderar al personal que ejecutara las actividades.

La empresa debe de contemplar la posibilidad de adquirir nuevas tecnologías más confiables que tengan mayor presencia, representación y soporte técnico en el país, de manera que le permita tener atención oportuna de personal técnico, repuestos específicos, acompañamiento y respaldo frente a cualquier falla en la maquinaria.

## Bibliografía

Alcalde P. (2009). *Calidad*. Madrid España: Tercera Edición ed.

Alcaldía mayor de Bogotá. (2008). Plan de gestión Ambiental del Distrito capital Decreto 456 de 2008. *Periodico*.

Barbosa, E. (2012). *metología para la integración de Lean y Seis Sigma un enfoque participativo entre la academia y las PyMEs Tamaulipecas*. Recuperado el 10 de agosto de 2016, de [http://buleria.unileon.es/xmlui/bitstream/handle/10612/2681/tesis\\_998027.pdf?sequence=1](http://buleria.unileon.es/xmlui/bitstream/handle/10612/2681/tesis_998027.pdf?sequence=1)

Bonilla M. (2104). *Aportaciones a problemas de secuencias en etornos productivos JIT mediante procedimientos heurísticos, exactos e híbridos*. universitat politecnica de cataluny.

Dawson J. (1996). *Guía completa de grabado e impresoón y materiales*. España: Vol IX Blume Ediciones .

Decreto 410 . (27 de marzo de 1971). por el cual se expide el código de comercio. *El presidente de la República de Colombia*.

Dorbessan Jose Ricardo. (2006). *Las 5S herramientas de cambio*. Editorial Universitaria de la UTN.

Ford Motor Company Top 8D. (1987). *Orientación a la Solución de problemas*. Editorial Quality Council.

Gutiérrez H. (2010). *Calidad total y productividad*. México: Graw Hill Tercera Ed.

Gutiérrez M. (2004). *Administrar para la calidad conceptos administraticos del control total de la calidad*. México: Limusa.

**Hernández C A. (2010).** *Metodología de planificación de cadenas de suministro de productos de consumo masivo envasados, aplicando los conceptos lean y agile.* peru.

**Iman M. (1999).** *Kaizen La clave de la Ventaja competitiva Japonesa.* México: Decima Segunda reimpresión Ed.

**INCONTEC. (2010).** Varios Autores. *Ingeniería Industrial.*

**Miguel A. (2009).** *Calidad.* España: Paraninfo Tercera Ed. .

**NTC ISO 12647. (27 de 10 de 2014).** ESTANDARIZACIÓN. *Es una norma que nos ayuda a definir qué parámetros y requisitos estándar que debe cumplir un sistema de pruebas de impresión. .*

**NTC ISO 2846. (s.f.).** *ESPECIFICA LAS CARACTERISTICAS DE COLOR Y TRANSPARENCIA QUE DEBE CUMPLIR CADA TINTA EN UN JUEGO DE TINTAS DE IMPRESIÓN DESTINADO PARA LA IMPRESIÓN DE PRUEBA Y PRODUCCIÓN USANDO LITOGRAFÍA OFFSET.*

**NTC. (s.f.).** Norma Técnica Colombian. NULL Pág. 33.

**Rambaud Laurie. (2006).** *Resolución de problemas estructurados 8D.*

**Redondo M. (2014).** *Impresión de serigrafía Innovación y cualificación S.L .*

**Socconi L. (2010).** *lean Manufacturing.* Ed. Norma.