

---

---

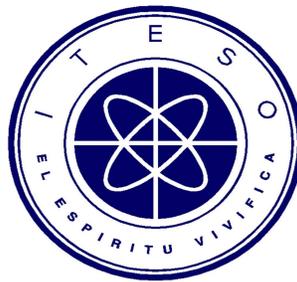
# INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE

RECONOCIMIENTO DE VALIDEZ OFICIAL DE ESTUDIOS SEGÚN ACUERDO  
SECRETARIAL 15018, PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA  
FEDERACIÓN EL 29 DE NOVIEMBRE DE 1976

---

---

## DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA, ADMINISTRACIÓN Y MERCADOLOGÍA MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN



REDUCCIÓN EN EL DESPERDICIO DEL 26% AL 12% EN WORLDMARK MEXICO  
DENTRO DEL AREA DE FLEXOGRAFIA USANDO LA METODOLOGÍA DE SEIS SIGMA.

### TESIS DE MAESTRÍA

*QUE PARA OBTENER EL GRADO DE*

### MAESTRO EN ADMINISTRACIÓN

*PRESENTA:*

**ESTEBAN ARCOS GARCÍA**

*ASESOR: ING. JORGE QUIRARTE GREGORY*

**TLAQUEPAQUE, JAL.**

**NOVIEMBRE DE 2012**

## Agradecimientos:

A mis padres por imprimir tanto esfuerzo y determinación en guiarme por un camino donde el estudio, el deporte y la ética fueron pilares fundamentales. A mi madre, que aunque ya no esté con nosotros, dejó en su paso por mi vida, un legado de rectitud y ganas de vivir. A mi padre, que aún nos acompaña, por darme el honor de compartir experiencias de vida, sobre todo de sus dos grandes hobbies: el fútbol y los toros. Y le agradezco el poder presenciar que tanto el cómo mis hijos se disfrutaban mutuamente.

A mi tío Alfonso Sanabria, quien siempre estuvo dispuesto a velar por mi padre que es su compadre y hermano del alma, y por consiguiente a sus herederos. He hecho también mía su gran frase “¡Ánimo, ánimo!”

A Laureano Balsategui y Carlos Páez que fueron los primeros que “algo” vieron en mí y me dieron la oportunidad para dirigir un área.

A Manuel Santana que me introdujo al ambiente de la industria electrónica. Por ser maestro y amigo.

A Luis de León que me enseñó el mundo aplicado de TPS, sistema que sigo empleando en la actualidad. Por convertir una relación laboral, en una relación de amistad que ha traspasado las fronteras y los continentes.

A mis hermanos Lorenzo, Ángeles y Carmina por toda su paciencia y ejemplo.

A mis hermanos del alma, aunque no de sangre, con los que he compartido el paso de los años desde la infancia hasta la actualidad y de los que estoy muy orgulloso.

A mis hijos que me han enseñado a ser maestro y que me han comprometido a ser su ejemplo a seguir.

Y finalmente a Lily, mi amiga, mi gran compañera de vida y con la que he podido tener una vida llena de luz y esperanza.

Índice:

Capítulo 1.	1
Capítulo 2.	6
Capítulo 3.	9
Capítulo 4.	15
Capítulo 5.	24
Conclusiones.	41
Bibliografía.	44

## CAPÍTULO 1

### Planteamiento del problema

Worldmark es una compañía global, fue fundada en 1979 en el Reino Unido, dedicada a la fabricación de productos para la identificación para la industria electrónica, teniendo 6 procesos productivos: flexografía, serigrafía, lentes, productos metálicos, productos de seguridad y die cuts. Worldmark cuenta con diez plantas de manufactura en el mundo, cinco centros de diseño, 25 centros de ventas/distribución y su plantilla de empleados es de mil dos cientos (ver tabla 1).

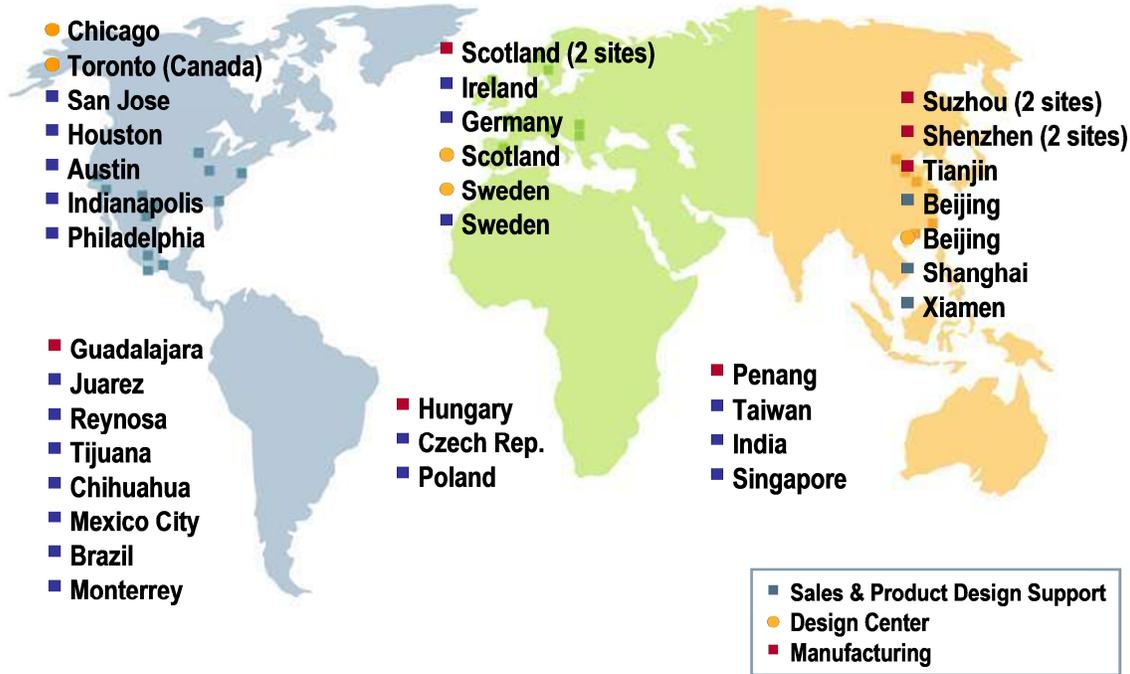


Tabla 1

Worldmark está dividido en seis segmentos: Teléfonos móviles, computadoras, redes, fabricantes electrónicos y servicios (EMS), fabricantes de producto original (ODM) y plásticos. Sus principales clientes son: Nokia, RIM, Sony Ericsson, Intel, Microsoft, HP, Dell, Nvidia, Cisco, Celestica, Flextronics, Sanmina-SCI, Jabil, Foxconn, Wistron, Pegatron, Quanta Computer, Asus, Perlos, Nypro, Laird, Hip etc. etc. Para poder satisfacer las necesidades de nuestros clientes, la compañía cuenta con 8 unidades de negocios (Ver tabla 2).

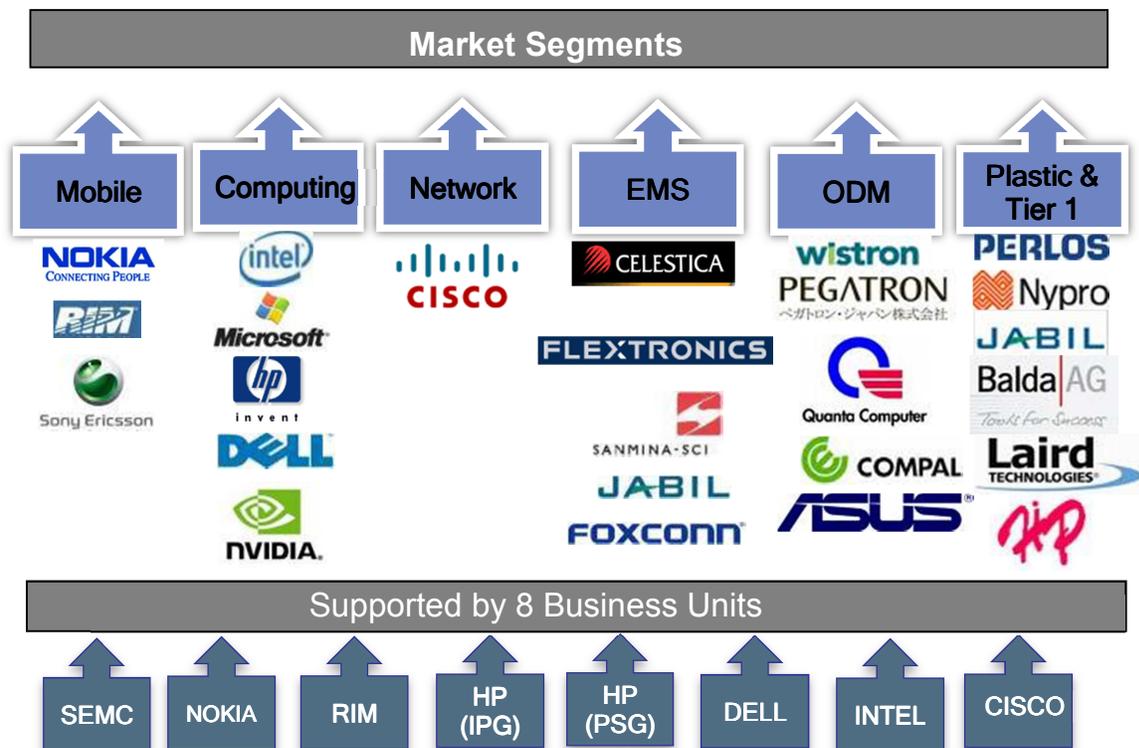


Tabla 2

Worldmark México está ubicado en Zapopan, Jalisco, dentro del parque integral (Flextronics Norte), cuenta con un área de dos mil doscientos metros cuadrados, con 3 procesos productivos (flexografía, serigrafía y die cuts), actualmente trabaja 3 turnos con 210 empleados.

En el periodo de enero a mayo del 2010 el promedio del desperdicio (true waste) dentro del área de flexo grafía fue del 26% (ver tabla 3) lo que representó un costo para la empresa de tres millones de pesos al mes (ver tabla 3).

Al estar 16% arriba de la meta corporativa (10%) la empresa necesitaba de un cambio radical, ya que esto no solo afectaba en la parte económica, sino directamente en otros dos indicadores básicos: OTD (entregas a tiempo) y eficiencia, lo que provocaba insatisfacción de cliente principales al grado de poder perderlos

Waste vs Bare Cost

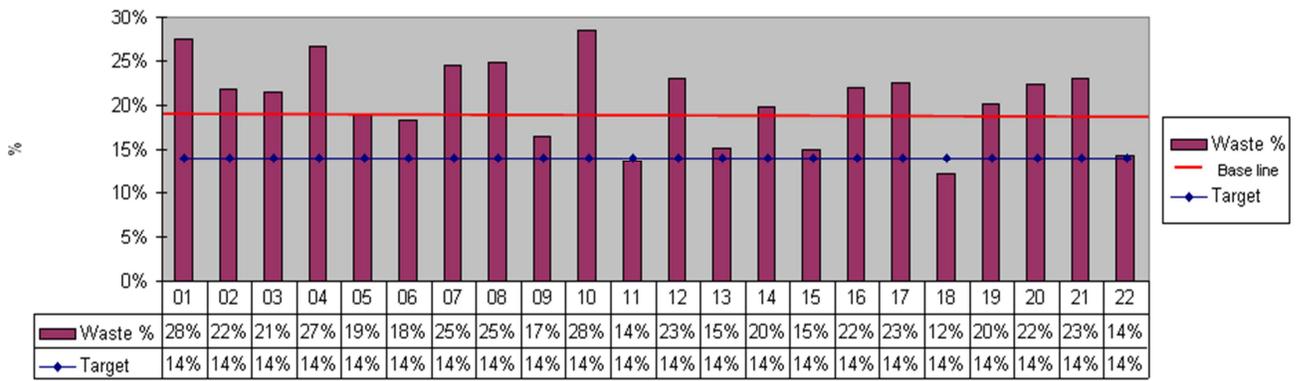


Tabla 3

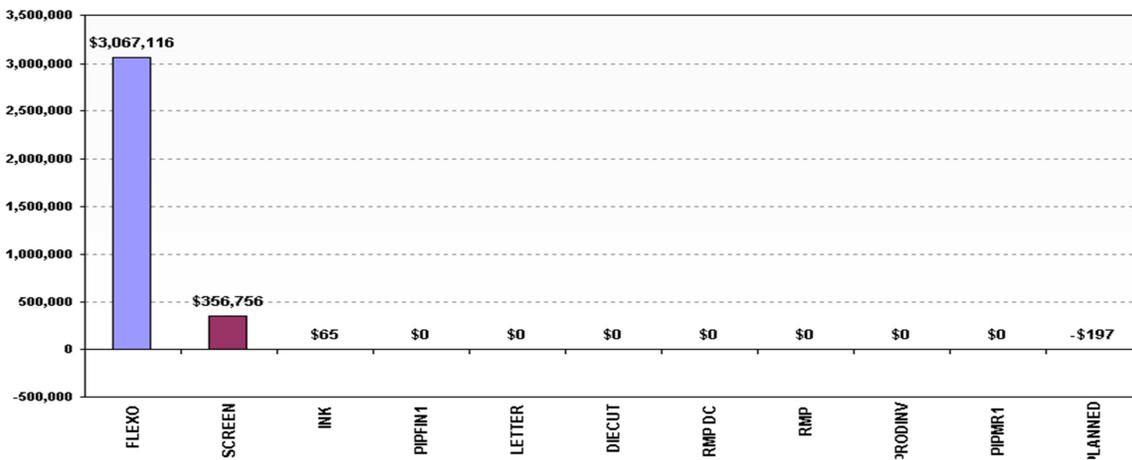


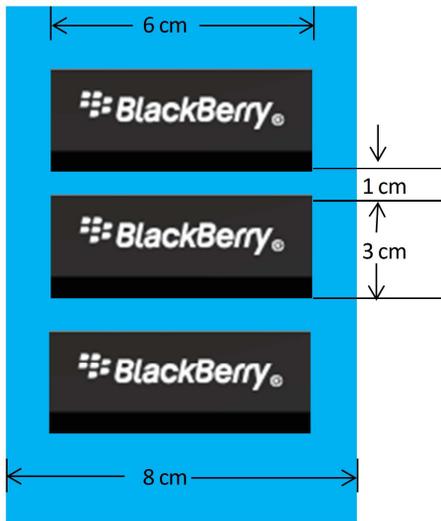
Tabla 4

Desperdicio (true waste) =  $(1 - (\text{Costo Bare (bare cost)} / \text{Costo Actual (actual cost)}) \times 100$

Costo Bare = QPA x Costo Material

QPA = Cantidad de material requerido para fabricar una etiqueta sin incluir el material para set up ni material entre etiquetas

Costo Actual = Cantidad de material usado incluyendo todos los desperdicios



Ejemplo:

Costo de Polyester : \$10 pesos por cm<sup>2</sup>

Costo Bare de 1 etiqueta : 6 cm x 3 cm = 18 cm<sup>2</sup> x \$10 = \$180

Además, para producir esa etiqueta se usa el 5% de material para el set up.

Costo Real de esta etiqueta (6cm x 3 cm) + 5% = 18 cm<sup>2</sup> + .9 cm<sup>2</sup> = 18.9 cm<sup>2</sup> x \$10 = \$189 pesos

Por lo tanto:

Desperdicio (true waste) = 1 - (180 / 189) x 100 = 4.76 %

## CAPÍTULO 2

### Justificación

## 1. Justificación

Se formó un equipo multidisciplinario en Worldmark México para la reducción del desperdicio durante el año del 2011 en el área de flexografía. Se decidió solo abarcar esta área, por ser la que tenía un nivel de facturación del 80% dentro de la empresa.

La implementación de este proyecto teóricamente brindaría a la compañía un ahorro anual que podría oscilar entre \$1, 500,000 y \$3, 000,000 pesos.

El equipo uso la metodología de Seis Sigma para poder lograr el objetivo de mejora, teniendo un enfoque disciplinado y riguroso, basado en el análisis de datos “duros” sin perder de vista los requerimientos de los clientes.

Seis Sigma es una metodología de mejora de procesos, centrada en la reducción de la variabilidad de los mismos, consiguiendo reducir o eliminar los defectos o fallas en la entrega de un producto o servicio al cliente. La meta de 6 Sigma es llegar a un máximo de 3,4 defectos por millón de eventos u oportunidades (DPMO), entendiéndose como defecto cualquier evento en que un producto o servicio no logra cumplir los requisitos del cliente.

Seis sigma utiliza herramientas estadísticas para la caracterización y el estudio de los procesos, de ahí el nombre de la herramienta, ya que sigma es la desviación típica que da una idea de la variabilidad en un proceso y el objetivo de la metodología seis sigma es reducir ésta de modo que el proceso se encuentre siempre dentro de los límites establecidos por los requisitos del cliente.

El proceso Seis Sigma (six sigma) se caracteriza por 5 etapas concretas:

### D (Definir)

En la fase de definición se identifican los posibles proyectos Seis Sigma que deben ser evaluados por la dirección para evitar la inadecuada utilización de recursos. Una vez seleccionado el proyecto, se prepara y se selecciona el equipo más adecuado para ejecutarlo, asignándole la prioridad necesaria.

### M (Medir)

La fase de medición consiste en la caracterización del proceso identificando los requisitos clave de los clientes, las características clave del producto (o variables del resultado) y los parámetros (variables de entrada) que afectan al funcionamiento del proceso y a las características o variables clave. A partir de esta caracterización se define el sistema de medida y se mide la capacidad del proceso.

### A (Analizar)

En la fase de análisis, el equipo evalúa los datos de resultados actuales e históricos. Se desarrollan y comprueban hipótesis sobre posibles relaciones causa-efecto utilizando las herramientas estadísticas pertinentes. De esta forma el equipo confirma los determinantes del proceso, es decir las variables clave de entrada o "focos vitales" que afectan a las variables de respuesta del proceso.

En esta fase deben responderse las siguientes cuestiones:

### I (Mejorar)

En la fase de mejora (Improve) el equipo trata de determinar la relación causa-efecto (relación matemática entre las variables de entrada y la variable de respuesta que interese) para predecir, mejorar y optimizar el funcionamiento del proceso. Por último se determina el rango operacional de los parámetros o variables de entrada del proceso.

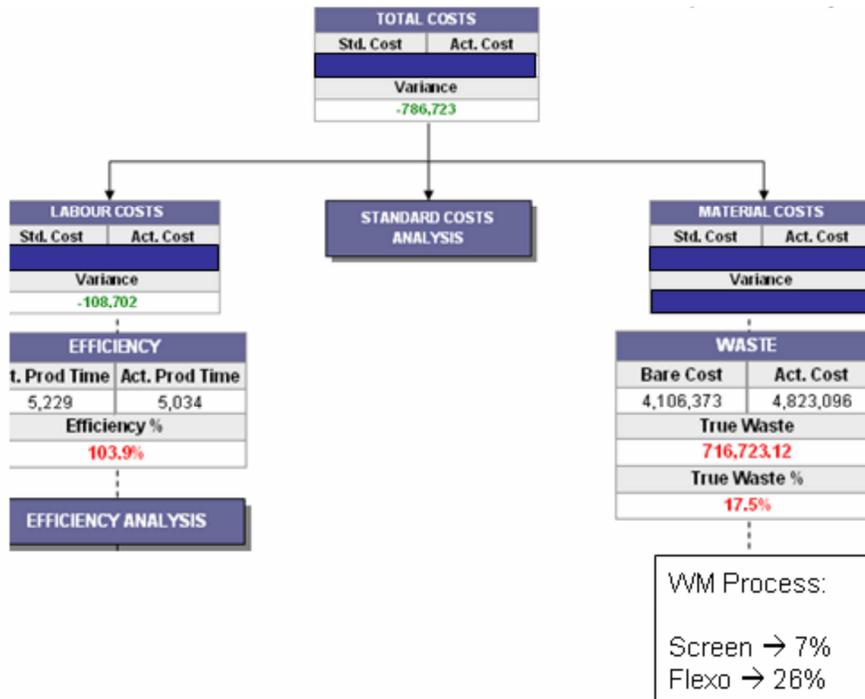
### C (Controlar)

Fase control, consiste en diseñar y documentar los controles necesarios para asegurar que lo conseguido mediante el proyecto Seis Sigma se mantenga una vez que se hayan implementado los cambios. Cuando se han logrado los objetivos y la misión se dé por finalizada, el equipo informa a la dirección y se disuelve.

En la compañía se usa una herramienta corporativa llamada “Shop Order análisis Tool” para medir los siguientes indicadores:

- Variaciones Totales
- Variaciones de Material
- Variaciones de Labor
- Eficiencia
- Waste

Esta herramienta servirá de gran ayuda durante todo el proyecto como termómetro de la mejora de este.



## CAPÍTULO 3

### Objetivo e hipótesis de trabajo

En el tiempo en el que inició el proyecto, el desperdicio general de la planta era de un 17%. En este porcentaje están incluidos todos los procesos productivos.

Por su parte el porcentaje de desperdicio de las siguientes áreas se especifica a continuación:

Área de Flexografía = 26%  
 Área de Serigrafía = 7%

Por lo tanto el objetivo se definió de la siguiente manera:

Reducir el desperdicio del área de flexografía del 26% al 12% en un periodo de 8 meses

Se formó un equipo multidisciplinario en Worldmark México para la implementación de este proyecto y el impacto se estimó en una reducción de \$2, 400,000 pesos al año.

Integrantes del equipo:

Green Belt

Edgar Gómez (Supervisor de Producción del área de Flexografía)

Emanuel Lomelí (Supervisor de Producción de área de Serigrafía)

Emilio Ake (Ingeniero de Procesos de las áreas del Flexografía y Serigrafía)

Javier Aguilar (Ingeniero de Calidad del área de Flexografía)

Enrique Salazar (Ingeniero de Producto)

Líder

Esteban Arcos (Gerente de Operaciones)

Auditor Financeiro

Gilberto Barajas (Director de Finanzas)

Consultor

Jaime Medina (Master Black Belt en Flextronics)

Para poder entender nuestra problemática en los procesos productivos, se decidió realizar un mapeo del proceso del área de flexografía (ver tabla 6)

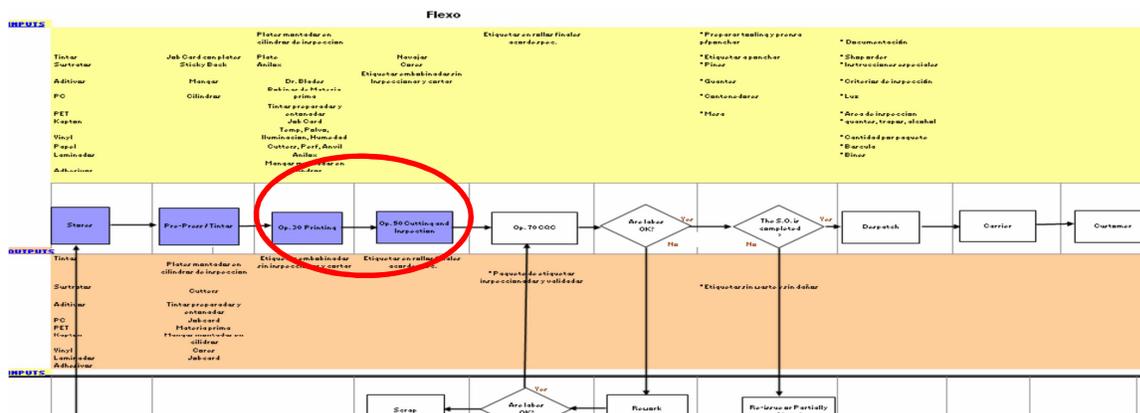


Tabla 6

En este mapeo se pudo observar que 2 áreas eran críticas para este proyecto, la de pre-prensa y la de impresión, por lo que se decidió realizar un mapeo de 2do nivel sobre estas áreas. El área de pre-prensa es encargada de preparar todo los materiales necesarios para el proceso productivo, como por ejemplo: preparación de las tintas, materia prima, cutters, plates, etc. etc. (ver tabla 7) esto con el fin, de que una vez, que la orden productiva es liberada al área de producción, el impresor, solo necesite realizar los ajuste necesario en la prensa, sin tener que preocuparse de sus insumos.

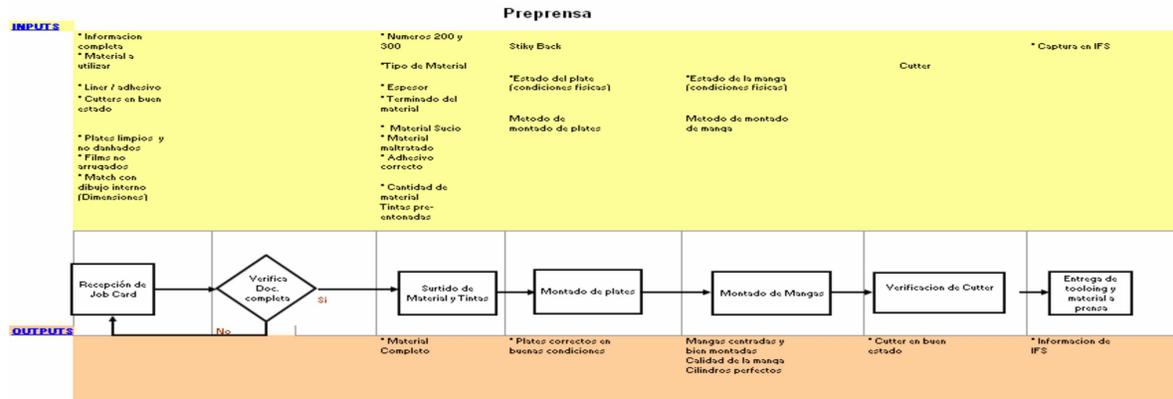


Tabla 7

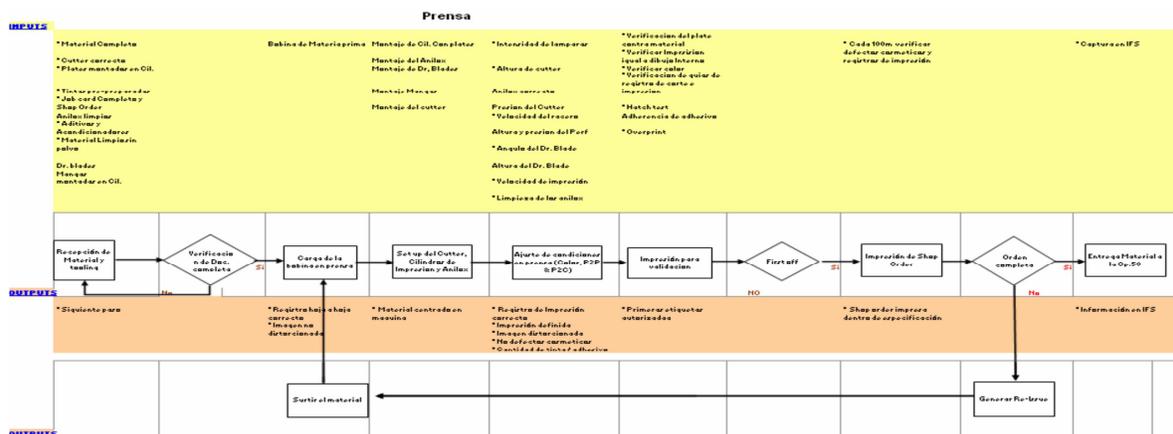


Tabla 8

Definiendo los procesos productivos más críticos se decidió usar una herramienta de enfoque, llamada Pareto (ver tabla 9)

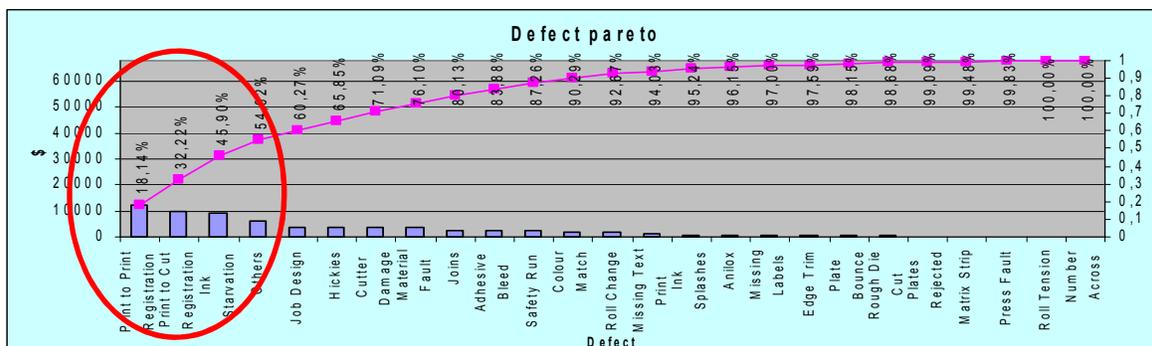


Tabla 9

Donde pudimos observar 3 grandes problemas en el proceso de Flexografía:

Problema	% Pareto
1.-Registro de Impresión	18.1%
2.-Registro de Corte	14.1%
3.-Problemas con Tinta	13.7%

Se realizó una análisis del waste por prensa (ver tabla 10), donde se pudo observar que en 2 prensas se reunía el 77% del waste del área de flexografía, por lo que se decidió enfocarse en ellas (Aquaflex y Comco)

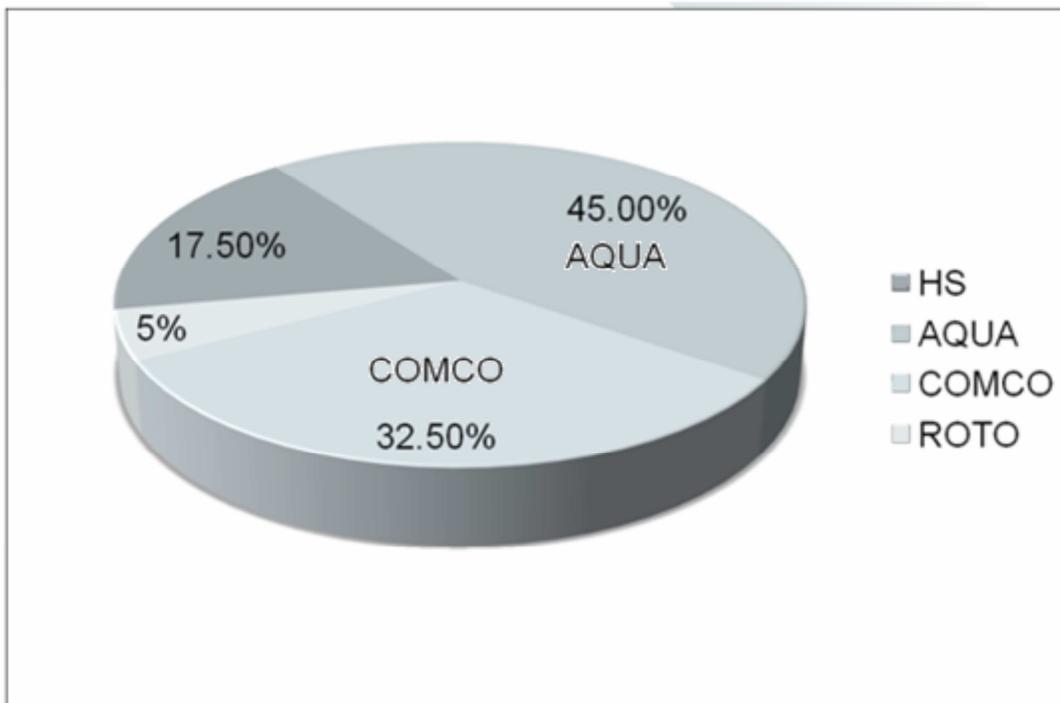


Tabla 10

Dada las condiciones del complejo proceso productivo, se decidió usar la herramienta llamada FMEA, donde se analizaron todos los posibles modos de falla. (Ver tabla 11) del proceso de impresión y mediante el valor de los RPN pudimos dar prioridad a las actividades de mejora

Part or Process Name/No.: Whirlpool y Kenmore

Suppliers & Plants Affected:

Design Responsibility:

Parts Affected:

FMEA Date (Orig):

Calidad, producción,  
Other Areas Involving Ingeniería

Equipment Involved:

Last Revision :

Process Description Process Purpose	Ref	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Sev	Potential Cause(s) of Failure	Occ	Current Controls	D	R	P	N	Recommended Action(s)	Area/Individual Responsible & Completion Date
Tintas incorrectas	8	Etiquetas rechazadas debido a defectos cosméticos	Falla de identificación de tintas mezcladas con aditivos	10	Ninguno	10	800	Generar procedimiento para identificación de tintas utilizadas	Kathia Apodaca				
				6	Porcentajes no definidos de aditivos a mezclar	8	Ninguno	5	240				
	10	Color fuera especificación	Anilox incorrectos	8	Benchmark	8	640	Generar procedimiento y entrenamiento para el uso adecuado de bench mark	Emilio Ake				
				8	Pobre estado físico de los equipos de medición	10	Ninguno	7	560	Realizar valoración y generar registro de spare parts	Javier Aguilar		
				8	Método de medición no acordado con el cliente	10	Manu meeting	8	640	Revisión de sistema de manu meeting	Lily Ramirez		
				8	Ajuste incorrecto del doctor blade	8	ninguno	10	640	Realizar pruebas con diferentes ángulos en el soporte de doctor blade y validar	Emilio Ake		
				7	Presión del plate contra material	10	ninguno	10	700	Definir Valorar y validar la compra de hidro-jacks para medir presiones	Jesus Ledezma		
	10	Material incorrecto	Atrocaciones en eficiencia, waste, rnk y rechazos de cliente por defectos cosméticos, dimensionales y especificaciones fuera de especificación	10	Material fuera de dimensiones (ancho)	10	Work instrucción, check list pre prensa	7	700	A producción no se le surta diferentes anchos	Edgar Gomez		
				10	Material fuera de dimensiones (largo)	7	Work instrucción, check list de prensa, contadores de prensa	9	630	Ajuste de factor conversión	Emilio Ake		
				8	Mantenimientos desordenados	7	Checklist de mantenimientos	8	448	Auditoria interna a mantenimiento cada mes	Javier Aguilar		
	9	Medio ambiente sucio	Fallas cosméticas y posible rechazo de cliente	10	Sistema de extracción mal configurado	10	No existe control	6	540	Re-diseño de sistema de extracción	Emilio Ake		
				8	Plates mal contruidos	7	No hay controles	8	448	Revisión de proceso de manufactura y liberación a piso	Bernardette Beltran		
	8	Incorrecto montaje cilindro vs plate	Fallas cosméticas y posible rechazo de cliente	7	Engrane en malas condiciones	7	No hay controles	6	336				
				9	No existe sistema de medición	8	First off	7	504	Implementar cpk cada 6 meses	Emilio Ake		
	9	Print to print	Fallas cosméticas y posible rechazo de cliente	7	Tensión del material inadecuada	7	First off	7	441	Implementar medidores de tensión	Jesus Ledezma		
8				Inexistencia de un mantenimiento preventivo eficaz	8	procedimiento de mantenimiento preventivo	7	448	Revisión y corrección de procedimiento de mantenimientos preventivos y generar KPI S	Jesus Ledezma			
8				Método incorrecto de actualización de benchmark	7	First off	8	448	Revisión de formato de benchmark, entrenamiento y monitoreo	Emilio Supervisores Ake			
8	Job card incompleto e incorrecta	Fallas cosméticas, dimensionales, de aplicación, de proceso, pérdida de eficiencia, generación de waste y rechazos de cliente	8	Traducción de documentos no realizada para adecuarla a personal de piso	8	No existe control	8	512	Revisión de formato de drawing interno,	Bernardette Beltran			
			7	Benchmark no llenado adecuadamente	8	First off	8	448	Entrenamiento	Emilio /Yurya Guzman			
			7	Benchmark no refleja información adecuada	8	first off	8	448	Modificación formato de benchmark	Emilio			
			7		8	448							

Tabla 11

Se determinó actuar sobre los 4 primeros modos de fallas potenciales:

- 1.-Material fuera de especificación
- 2.-Prensas en mal estado.
- 3.-Benchmark no llenado adecuadamente
- 4.-Criterios de defectos cosméticos no definidos

Se realizó un análisis utilizando el método de los “Cinco Porqués” para poder llegar a las causas raíces (ver tabla 12)

	Primer Por qué	Segundo Por qué	Tercer Por qué	Cuarto Por qué	Quinto Por qué
Material fuera de especificación	Desde la orden de compra no se determinan las tolerancias , requerimiento de empaque, criterios cosméticos, a los proveedores	No existen requerimientos de empaque, ni criterios cosméticos ni tolerancias definidas en un documento oficial de la compañía	no se había cuatificado el impacto de los materiales fuera de especificación dentro del procesos productivo	No existen un proceso para dar trazabilidad a los problemas de material en el procesos productivo	porque no existe un departamento de incoming que exija esto
Prensas en mal estado	No se contempla el mantenimiento prevetivo dentro del programa de producción	Se da prioridad a la producción antes que al mantenimiento preventivo	No existe una cultura en la compañía para la prevención	no se había cuatificado el impacto de las prensas en mal estado dentro del procesos productivo	No existe un procedimiento de mantenimiento preventivo en la empresa donde involucre a todos los departamentos de la compañía
Benchmark no llenado adecuadamente	Falta de disciplina en los operadores para el llenado de los benchmark, así como falta de supervisión para la validación de esta actividad por parte de los supervisores	Pérdida frecuente de los formatos bechmarks en la compañía	no existe un sistema para controlar los benchmarks	no se había cuatificado el impacto negativo de la falta de estandarización de los parámetros para realizar un set up de una prensa	
Criterios de defectos cosméticos no definidos	No existe un procesos de introducción de nuevos proyectos donde se soliciten los requerimientos de los clientes	La mayoría de los clientes no tienen especificado sus requerimientos de aceptación del producto	No existe un proceso de aprobación de muestras, conforme a las tolerancias o capacidades de los procesos productivos de la compañía	No existe un estandar para definir los criterios cosméticos	

Tabla 12

Después de realizar la metodología de los “Cinco Porqués” se llegó a determinar las siguientes hipótesis:

1. Existe un incremento en el desperdicio de la planta, debido a que materiales fuera de especificación son enviados al área productiva sin ser revisados por algún departamento previamente.
2. El mal estado de las prensas de impresión es un factor para que el desperdicio de la planta aumente
3. Por la falta de un instructivo de producción idóneo, el desperdicio de la planta se incrementa
4. Por la falta de un instructivo de criterios cosméticos, material en buena condición es marcado como fuera de especificación, lo que incrementa el desperdicio de la planta.

## CAPÍTULO 4

Composición y sustentación teórica del modelo aplicado y cuyos resultados se evaluarán.

Seis Sigma

# 6σ

Símbolo comúnmente utilizado para representar el Six Sigma.

Seis Sigma es una metodología de mejora de procesos, centrada en la reducción de la variabilidad de los mismos, consiguiendo reducir o eliminar los defectos o fallas en la entrega de un producto o servicio al cliente. La meta de Seis Sigma es llegar a un máximo de 3,4 defectos por millón de eventos u oportunidades (DPMO), entendiéndose como defecto cualquier evento en que un producto o servicio no logra cumplir los requisitos del cliente.[1]

Seis Sigma utiliza herramientas estadísticas para la caracterización y el estudio de los procesos, de ahí el nombre de la herramienta, ya que Sigma es la desviación típica que da una idea de la variabilidad en un proceso y el objetivo de la metodología Seis Sigma es reducir ésta de modo que el proceso se encuentre siempre dentro de los límites establecidos por los requisitos del cliente.

Obtener 3,4 defectos en un millón de oportunidades es una meta bastante ambiciosa pero lograble. Se puede clasificar la eficiencia de un proceso en base a su nivel de sigma:

1sigma= 690.000 DPMO = 31% de eficiencia

2sigma= 308.538 DPMO = 69% de eficiencia

3sigma= 66.807 DPMO = 93,3% de eficiencia

4sigma= 6.210 DPMO = 99,38% de eficiencia

5sigma= 233 DPMO = 99,977% de eficiencia

6sigma= 3,4 DPMO = 99,99966% de eficiencia

Porcentajes obtenidos asumiendo una desviación del valor nominal de 1,5 Sigma.

Dentro de los beneficios que se obtienen del Seis Sigma están la mejora de la rentabilidad y la productividad.

Una diferencia importante con relación a otras metodologías es la orientación al cliente.

Seis Sigma es una evolución de las teorías sobre calidad de más éxitos desarrollados después de la segunda guerra mundial.

Especialmente pueden considerarse precursoras directas:

TQM, Total Quality Management o Sistema de Calidad Total

SPC, Statistical Process Control o Control Estadístico de Procesos

También incorpora muchos de los elementos del ciclo PDCA de Deming.

Desarrollo y pioneros

Fue iniciado en Motorola en el año 1987 por el ingeniero Bill Smith, como una estrategia de negocios y mejora de la calidad, pero posteriormente mejorado y popularizado por General Electric.

Los resultados para Motorola hoy en día son los siguientes: Incremento de la productividad de un 12,3 % anual; reducción de los costos de calidad por encima de un 84,0 %; eliminación del 99,7 % de los defectos en sus procesos; ahorros en costos de manufactura sobre los 10 000 millones de dólares y un crecimiento anual del 17,0 % compuesto sobre ganancias, ingresos y valor de sus acciones.

El costo en entrenamiento de una persona en Seis Sigma se compensa ampliamente con los beneficios obtenidos a futuro. Motorola asegura haber ahorrado 17 000 millones de dólares desde su implementación, por lo que muchas otras empresas han decidido adoptar este método.

Seis Sigma ha ido evolucionando desde su aplicación meramente como herramienta de calidad a incluirse dentro de los valores clave de algunas empresas, como parte de su filosofía de actuación.

Aunque nació en las empresas del sector industrial, muchas de sus herramientas se aplican con éxito en el sector servicios en la actualidad.

Seis Sigma se ha visto influida por el éxito de otras herramientas, como lean manufacturing, con las que comparte algunos objetivos y que pueden ser complementarias, lo que ha generado una nueva metodología conocida como Lean Seis Sigma (LSS).

#### Principios de Six Sigma

- Liderazgo comprometido de arriba hacia abajo. Esta metodología implica un cambio en la forma de realizar las operaciones y de tomar decisiones. La estrategia se apoya y compromete desde los niveles más altos de la dirección y la organización
- Seis Sigma se apoya en una estructura directiva que incluye personal a tiempo completo. La forma de manifestar el compromiso por Six Sigma es creando una estructura directiva que integre líderes de negocio, de proyectos, expertos y facilitadores. Cada uno de los líderes tiene roles y responsabilidades específicas para formar proyectos de mejora.
- Cada uno de los actores del programa de Seis Sigma requiere de un entrenamiento específico. Varios de ellos deben tomar un entrenamiento amplio, conocido como black belt.
- Orientada al cliente y enfocada a los procesos. Esta metodología busca que todos los procesos cumplan con los requerimientos del cliente y que los niveles de calidad y desempeño cumplan con los estándares de Six Sigma. Al desarrollar esta metodología se requiere profundizar en el entendimiento del cliente y sus necesidades. En base a ese estudio sobre el cliente se diseñan y mejoran los procesos.
- Dirigida con datos. Los datos y el pensamiento estadístico orientan los esfuerzos de esta metodología- Los datos son necesarios para identificar las variables de calidad y los procesos y áreas que tienen que ser mejorados.
- Se apoya en una metodología robusta. Se requiere de una metodología para resolver los problemas del cliente, a través del análisis y tratamiento de los datos obtenidos.
- Los proyectos generan ahorros o aumento en ventas
- El trabajo se reconoce
- La metodología Six Sigma plantea proyectos largos. Seis Sigma es una iniciativa con horizonte de varios años, con lo cual integra y refuerza otros tipos de iniciativa.

- Seis Sigma se comunica. Los programas de Seis Sigma se basan en una política intensa de comunicación entre todos los miembros y departamentos de una organización, y fuera de la organización. Con esto se adopta esta filosofía en toda la organización.

El proceso Seis Sigma (six sigma) se caracteriza por 5 etapas concretas:

### 1. D (Definir)

Definir el problema o el defecto

En la fase de definición se identifican los posibles proyectos Seis Sigma que deben ser evaluados por la dirección para evitar la inadecuada utilización de recursos. Una vez seleccionado el proyecto, se prepara y se selecciona el equipo más adecuado para ejecutarlo, asignándole la prioridad necesaria.

En esta fase deben responderse las siguientes cuestiones:

- ¿Qué procesos existen en su área?
- ¿De qué actividades (procesos) es usted el responsable?
- ¿Quién o quiénes son los dueños de estos procesos?
- ¿Qué personas interactúan en el proceso, directa e indirectamente?
- ¿Quiénes podrían ser parte de un equipo para cambiar el proceso?
- ¿Tiene actualmente información del proceso?
- ¿Qué tipo de información tiene?
- ¿Qué procesos tienen mayor prioridad de mejorarse?

### 2. M (Medir)

La fase de medición consiste en la caracterización del proceso identificando los requisitos clave de los clientes, las características clave del producto (o variables del resultado) y los parámetros (variables de entrada) que afectan al funcionamiento del proceso y a las características o variables clave. A partir de esta caracterización se define el sistema de medida y se mide la capacidad del proceso.

En esta fase deben responderse las siguientes cuestiones:

- ¿Sabe quiénes son sus clientes?
- ¿Conoce las necesidades de sus clientes?
- ¿Sabe qué es crítico para su cliente, derivado de su proceso?
- ¿Cómo se desarrolla el proceso?
- ¿Cuáles son sus pasos?
- ¿Qué tipo de pasos compone el proceso?
- ¿Cuáles son los parámetros de medición del proceso y cómo se relacionan con las necesidades del cliente?
- ¿Por qué son esos los parámetros?
- ¿Cómo obtiene la información?
- ¿Qué exactitud o precisión tiene su sistema de medición?

### 3. A (Analizar)

En la fase de análisis, el equipo evalúa los datos de resultados actuales e históricos. Se desarrollan y comprueban hipótesis sobre posibles relaciones causa-efecto utilizando las herramientas estadísticas pertinentes. De esta forma el equipo confirma los determinantes

del proceso, es decir las variables clave de entrada o "focos vitales" que afectan a las variables de respuesta del proceso.

En esta fase deben responderse las siguientes cuestiones:

¿Cuáles son las especificaciones del cliente para sus parámetros de medición?

¿Cómo se desempeña el proceso actual con respecto a esos parámetros? Muestre los datos.

¿Cuáles son los objetivos de mejora del proceso?

¿Cómo los definió?

¿Cuáles son las posibles fuentes de variación del proceso? Muestre cuáles y qué son.

¿Cuáles de esas fuentes de variación controla y cuáles no?

De las fuentes de variación que controla ¿Cómo las controla y cuál es el método para documentarlas?

¿Monitorea las fuentes de variación que no controla?

#### 4. I(Mejorar)

En la fase de mejora (Improve en inglés) el equipo trata de determinar la relación causa-efecto (relación matemática entre las variables de entrada y la variable de respuesta que interese) para predecir, mejorar y optimizar el funcionamiento del proceso. Por último se determina el rango operacional de los parámetros o variables de entrada del proceso.

En esta fase deben responderse las siguientes cuestiones:

¿Las fuentes de variación dependen de un proveedor? Si es así, ¿cuáles son?

¿Quién es el proveedor?

¿Qué está haciendo para monitorearlas y/o controlarlas?

¿Qué relación hay entre los parámetros de medición y las variables críticas?

¿Interactúan las variables críticas?

¿Cómo lo definió? Muestre los datos.

¿Qué ajustes a las variables son necesarios para optimizar el proceso?

¿Cómo los definió? Muestre los datos.

#### 5. C (Controlar)

Fase, control, consiste en diseñar y documentar los controles necesarios para asegurar que lo conseguido mediante el proyecto Seis Sigma se mantenga una vez que se hayan implementado los cambios. Cuando se han logrado los objetivos y la misión se dé por finalizada, el equipo informa a la dirección y se disuelve.

En esta fase deben responderse las siguientes cuestiones: Para las variables ajustadas

¿Qué exactitud o precisión tiene su sistema de medición?

¿Cómo lo definió? Muestre los datos.

¿Cuánto se ha mejorado el proceso después de los cambios?

¿Cómo lo define? Muestre los datos.

¿Cómo mantiene los cambios?

¿Cómo monitorea los procesos?

¿Cuánto tiempo o dinero ha ahorrado con los cambios?

¿Cómo lo está documentando? Muestre los datos.

Para una exitosa implementación de Six Sigma se deben seguir prácticas sensatas de personal y en metodologías técnicas. Para la implementación de Six Sigma se deben seguir las siguientes prácticas de personal:

1. Líderes ejecutivos comprometidos con Six Sigma y que promuevan en toda la organización sus actividades. Líderes que se apropien de los procesos que deben mejorarse.
2. Capacitación corporativa en los conceptos y herramientas de Six Sigma.
3. Determinación de la dificultad de los objetivos de mejoramiento.
4. Refuerzo continuo y estímulos. Chase (2009)

La estructura humana de Six Sigma se compone de:

Campeones (Champions). Son los directores de área quienes proveen la dirección estratégica y recursos para apoyar a los proyectos por realizar.

Maestros Cinta Negra (Master Black Belt): Personal seleccionado y capacitado, que ha desarrollado actividades de Cinta Negra y coordinan, capacitan y dirigen a los expertos Cinta Negra en su desarrollo como expertos Six Sigma.

Cintas Negra (Black Belt). Expertos técnicos que generalmente se dedican a tiempo completo a la metodología Six Sigma. Son los que asesoran, lideran proyectos y apoyan en mantener una cultura de mejora de procesos. Se encargan de capacitar a los Cinta Verde.

Cintas Verde (Green Belt). Expertos técnicos que se dedican en forma parcial a actividades de Six Sigma. Se enfocan en actividades cotidianas diferentes de Six Sigma pero participan o lideran proyectos para atacar problemas de sus áreas.

Conceptualmente los resultados de los proyectos Seis Sigma se obtienen por dos caminos. Los proyectos consiguen, por un lado, mejorar las características del producto o servicio, permitiendo conseguir mayores ingresos y, por otro, el ahorro de costos que se derivan de la disminución de fallas o errores y de los menores tiempos de ciclo en los procesos.

Si el promedio del proceso es mayor al valor meta, entonces el proceso está centrado, de lo contrario se dice que está descentrado. El nivel de calidad puede ser expresado como  $k$  sigma, en donde  $k$  se obtiene de dividir la mitad de la tolerancia entre la desviación estándar del proceso. Por ejemplo si tenemos un proceso con una meta de 100 y una tolerancia de más menos 12, si la desviación estándar  $S$ , es igual a 4 el proceso tiene un nivel de calidad de 3 sigma y si la desviación estándar es 2, el proceso tiene un nivel de calidad de 6 sigma.

Principio de Pareto



### Vilfredo Pareto

El principio de Pareto es también conocido como la regla del 80-20 y recibe este nombre en honor a Vilfredo Pareto, quien lo enunció por primera vez.

Pareto enunció el principio basándose en el denominado conocimiento empírico. Observó que la gente en su sociedad se dividía naturalmente entre los «pocos de mucho» y los «muchos de poco»; se establecían así dos grupos de proporciones 80-20 tales que el grupo minoritario, formado por un 20% de población, ostentaba el 80% de algo y el grupo mayoritario, formado por un 80% de población, el 20% de ese mismo algo.

Estas cifras son arbitrarias; no son exactas y pueden variar. Su aplicación reside en la descripción de un fenómeno y, como tal, es aproximada y adaptable a cada caso particular.

El principio de Pareto se ha aplicado con éxito a los ámbitos de la política y la Economía. Se describió cómo una población en la que aproximadamente el 20% ostentaba el 80% del poder político y la abundancia económica, mientras que el otro 80% de población, lo que Pareto denominó «las masas», se repartía el 20% restante de la riqueza y tenía poca influencia política. Así sucede, en líneas generales, con el reparto de los bienes naturales y la riqueza mundial.

### En la logística

Este concepto, 80-20 es de gran utilidad en la planificación de la distribución cuando los productos se agrupan o clasifican por su nivel de ventas, también conocido como «Distribución A-B-C». El primer veinte por ciento se denominan productos A, el treinta por ciento siguiente se denominan productos B y el resto, productos C. Cada categoría puede distribuirse o almacenarse de forma diferente. Por ejemplo, los productos A se distribuyen por toda la geografía en muchos almacenes y con niveles altos de producto almacenado, mientras que los productos C se pueden distribuir desde un único almacén central con un nivel de existencias mucho más bajo que el de los productos A. Los productos B tendrían una estrategia de distribución intermedia con unos cuantos almacenes regionales.

Cuando un almacén tiene un inventario grande, para concentrar los esfuerzos de control en los artículos o mercancías más significativos se suele utilizar el principio de Pareto. Así,

controlando el 20% de los productos almacenados puede controlarse aproximadamente el 80% del valor de los artículos del almacén. La clasificación ABC de los productos también se utiliza para agrupar los artículos dentro del almacén en un número limitado de categorías, cuando se controlan según su nivel de disponibilidad. Los productos A, 20% de los artículos que generan el 80% de los movimientos del almacén, se colocarán cerca de los lugares donde se preparan los pedidos, para que se pierda el menor tiempo posible en mover mercancías dentro de un almacén.

En control de calidad

No obstante, el principio de Pareto permite utilizar herramientas de gestión, como el diagrama de Pareto, que se usa ampliamente en temas de control de calidad (el 80% de los defectos radican en el 20% de los procesos). Así, de forma relativamente sencilla, aparecen los distintos elementos que participan en un fallo y se pueden identificar los problemas realmente relevantes, que acarrearán el mayor porcentaje de errores.

La disciplina del AMEF fue desarrollada en el ejército de los Estados Unidos por los ingenieros de la National Agency of Space and Aeronautical (NASA), y era conocido como el procedimiento militar MIL-P-1629, titulado "Procedimiento para la Ejecución de un Modo de Falla, Efectos", elaborado el 9 de noviembre de 1949; este era empleado como una técnica para evaluar la confiabilidad y para determinar los efectos de las fallas de los equipos y sistemas, en el éxito de la misión y la seguridad del personal o de los equipos.

En 1988 la Organización Internacional para la Estandarización (ISO), publicó la serie de normas ISO 9000 para la gestión y el aseguramiento de la calidad; los requerimientos de esta serie llevaron a muchas organizaciones a desarrollar sistemas de gestión de calidad enfocados hacia las necesidades, requerimientos y expectativas del cliente, entre estos surgió en el área automotriz el QS 9000, éste fue desarrollado por la Chrysler Corporation, la Ford Motor Company y la General Motors Corporation en un esfuerzo para estandarizar los sistemas de calidad de los proveedores; de acuerdo con las normas del QS 9000 los proveedores automotrices deben emplear Planeación de la Calidad del Producto Avanzada (APQP), la cual necesariamente debe incluir AMEF de diseño y de proceso, así como también un plan de control.

Posteriormente, en febrero de 1993 el grupo de acción automotriz industrial (AIAG) y la Sociedad Americana para el Control de Calidad (ASQC) registraron las normas AMEF para su implementación en la industria, estas normas son el equivalente al procedimiento técnico de la Sociedad de Ingenieros Automotrices SAE J - 1739.

Los estándares son presentados en el manual de AMEF aprobado y sustentado por la Chrysler, la Ford y la General Motors; este manual proporciona lineamientos generales para la preparación y ejecución del AMEF.

Actualmente, el AMEF se ha popularizado en todas las empresas automotrices americanas y ha empezado a ser utilizado en diversas áreas de una gran variedad de empresas a nivel mundial.

El Análisis de modos y efectos de fallas potenciales, AMEF, es un proceso sistemático para la identificación de las fallas potenciales del diseño de un producto o de un proceso antes de que éstas ocurran, con el propósito de eliminarlas o de minimizar el riesgo asociado a las mismas.

Por lo tanto, el AMEF puede ser considerado como un método analítico estandarizado para detectar y eliminar problemas de forma sistemática y total, cuyos objetivos principales son:  
Reconocer y evaluar los modos de fallas potenciales y las causas asociadas con el diseño y manufactura de un producto  
Determinar los efectos de las fallas potenciales en el desempeño del sistema  
Identificar las acciones que podrán eliminar o reducir la oportunidad de que ocurra la falla potencial  
Analizar la confiabilidad del sistema  
Documentar el proceso

Aunque el método del AMEF generalmente ha sido utilizado por las industrias automotrices, éste es aplicable para la detección y bloqueo de las causas de fallas potenciales en productos y procesos de cualquier clase de empresa, ya sea que estos se encuentren en operación o en fase de proyecto; así como también es aplicable para sistemas administrativos y de servicios.

#### Requerimientos Del Amef

Para hacer un AMEF se requiere lo siguiente:

Un equipo de personas con el compromiso de mejorar la capacidad de diseño para satisfacer las necesidades del cliente.

Diagramas esquemáticos y de bloque de cada nivel del sistema, desde sub ensambles hasta el sistema completo.

Especificaciones de los componentes, lista de piezas y datos del diseño.

Especificaciones funcionales de módulos, sub ensambles, etc.

Requerimientos de manufactura y detalles de los procesos que se van a utilizar.

Formas de AMEF (en papel o electrónicas) y una lista de consideraciones especiales que se apliquen al producto.

#### Beneficios Del AMEF

La eliminación de los modos de fallas potenciales tiene beneficios tanto a corto como a largo plazo. A corto plazo, representa ahorros de los costos de reparaciones, las pruebas repetitivas y el tiempo de paro. El beneficio a largo plazo es mucho más difícil medir puesto que se relaciona con la satisfacción del cliente con el producto y con sus percepción de la calidad; esta percepción afecta las futuras compras de los productos y es decisiva para crear una buena imagen de los mismos.

Por otro lado, el AMEF apoya y refuerza el proceso de diseño ya que:

Ayuda en la selección de alternativas durante el diseño

Incrementa la probabilidad de que los modos de fallas potenciales y sus efectos sobre la operación del sistema sean considerados durante el diseño. Proporciona información adicional para ayudar en la planeación de programas de pruebas concienzudos y eficientes.

Desarrolla una lista de modos de fallas potenciales, clasificados conforme a su probable efecto sobre el cliente. Proporciona un formato documentado abierto para recomendar acciones que reduzcan el riesgo para hacer el seguimiento de ellas.

Detecta fallas en donde son necesarias características de auto corrección o de leve protección. Identifica los modos de fallas conocidos y potenciales que de otra manera podrían pasar desapercibidos.

Detecta fallas primarias, pero a menudo mínimas, que pueden causar ciertas fallas secundarias.

Proporciona un punto de visto fresco en la comprensión de las funciones de un sistema

## CAPÍTULO 5

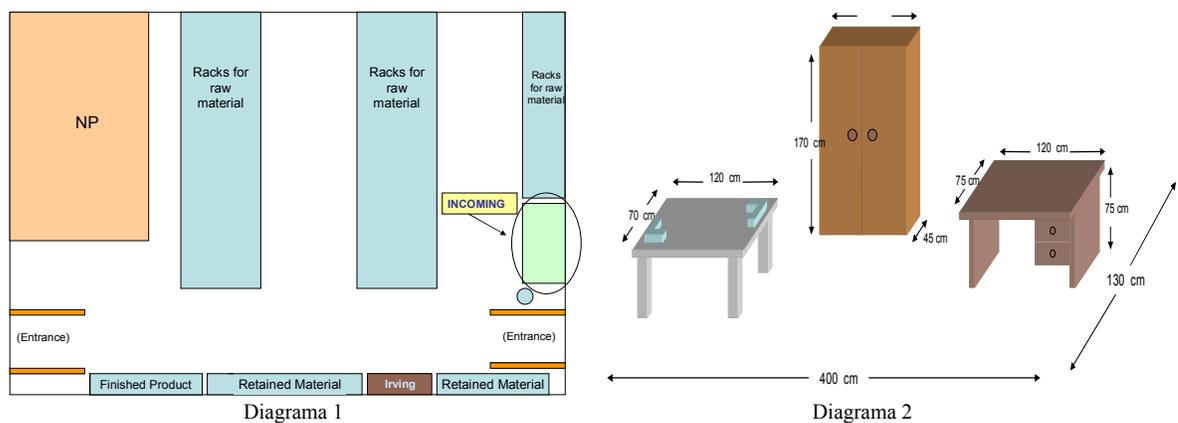
### Metodología de evaluación

Para poder comprobar estas hipótesis se implementó lo siguiente:

1. Se creó un departamento “incoming” el cual su principal objetivo fue certificar que toda materia prima que ingrese a la planta cuente con las características apropiadas para el proceso productivo, así como la evaluación de proveedores.
2. Se realizó una evaluación de las condiciones mecánicas de las prensas, para tener un punto de partida. Después se realizó un mantenimiento y como paso final, se certificó que las prensas seleccionadas estuvieran en condiciones ideales para los procesos productivo.
3. Se implementó un estándar productivo en el cual el operador pudiera consultar los parámetros de la maquinaria y materiales para realizar su función sin problema alguno
4. Se creó un instructivo de criterios cosméticos donde se especificó, lo que es permisible y lo que no para determinar los parámetros de aceptación de la planta.

A continuación se detalla la manera en que se estableció el departamento de incoming, el cual es el encargado de establecer los requerimientos de empaque, tolerancias y criterios cosméticos de la materia prima, así como de implementar un sistema de trazabilidad de la materia prima a lo largo del proceso productivo

- a) Se determinó un área para este departamento justo en la entrada del almacén, donde todo material que deba ser ingresado a la empresa, deberá pasar por la revisión y de ser aprobado, físicamente y en sistema, será liberado al área de almacén. (ver diagrama 1 y 2 )



- b) Se implementó un procedimiento de revisión de entrada de materiales, donde el objetivo de este es definir el muestreo y/o plan de inspección en Revisión de entradas así como las pruebas a realizar en los diferentes tipos de materiales, asociando a los departamentos responsables de asegurarse que el material enviado cumple con los requerimientos impuestos por Worldmark. Se definió un flujo para este nuevo proceso (ver diagrama 3)





Part number:	Cpk
Part description:	N/A
Revision:	N/A

Submission level :	N/A
Internal part number:	Comco
Process:	Flexographics

Submission Date:	16-May-11
Cavity / Tool # :	N/A
Customer:	N/A

Process	Flexographics	Operator	REGISTRADA A VELOCIDAD DE 93 m
Tooling	N/A	Material	Set Up
Study performed by	Victor Navarro	Supervised by	
Date:	16-May-11	Units (mm / inch):	mm

Eje X

	Amarillo-Magenta	Magenta-Cyan					
Dim. Designator	1	2	3	4	5	6	7
Nominal	2	2					
Tolerance +/-	0.15	0.15					
Upper Limit	2.15	2.15					
Lower Limit	1.85	1.85					

Results							
Dimension number	1	2	3	4	5	6	7
Max	3.04	1.79					
Min	2.53	1.44					
Average	2.76	1.62					
Std. Deviation	0.13	0.09					
Engineering tolerance:	0.30	0.30					
Cp	0.38	0.55					
Upper Process Location	-4.61	5.76					
Lower Process Location	6.89	-2.48					
Cpk	-1.54	-0.83					
Performance ratio	263%	183%					
Machine capability	0.28	0.41					

Diagrama 7

Dados los resultado de ambas prensas, se decidió realizarles un mantenimiento mayor, con el fin de corregirles el pobre desempeño. Se comenzó con el levantamiento de las partes que deberían ser cambiadas, para después ser cotizadas y compradas. Este proceso nos llevó cerca de 3 meses y una vez terminado, se prosiguió con nuevos estudios de CPK, donde se obtuvieron los siguientes resultados

- c) Prensa Aquaflex 8 colores CPK= 1.33 por lo cual se concluyó que esta prensa ya era capaz de producir bajo las tolerancias del proceso de flexografía +/- 0.15 mm (ver diagrama 8)
- d) Prensa Comco 6 colores CPK= 1.30 por lo cual se concluye que esta prensa también era capaz de producir bajo las tolerancias del proceso de flexografía +/- 0.15 mm (ver diagrama 9)

## Initial Process Studies



Part number:	Cpk
Part description:	N/A
Revision:	N/A

Submission level :	N/A
Internal part number:	Aquaflex 8 colores
Process:	Flexographics

Submission Date:	15-Jul-11
Cavity / Tool # :	N/A
Customer:	N/A

Process	<b>Flexographics</b>	Operator	<b>REGISTRADA A VELOCIDAD DE 110ft / m</b>
Tooling	N/A	Material	Set Up
Study performed by	Victor Navarro	Supervised by	
Date:	15-Jul-11	Units (mm / inch):	mm

Eje Y							
Dimension number	1	2	3	4	5	6	7
Max	52.76						
Min	52.55						
Average	52.61						
Std. Deviation	0.04						
Engineering tolerance:	0.30						
Cp	1.33						
Upper Process Location	4.00						
Lower Process Location	4.00						
Cpk	1.33						
Performance ratio	75%						
Machine capability	1.00						

Diagrama 8

## Initial Process Studies



Part number:	Cpk
Part description:	N/A
Revision:	N/A

Submission level :	N/A
Internal part number:	Comco
Process:	Flexographics

Submission Date:	16-Aug-11
Cavity / Tool # :	N/A
Customer:	N/A

Process	<b>Flexographics</b>							Operator	<b>REGISTRADA A VELOCIDAD DE 93 m</b>
Tooling	N/A							Material	Set Up
Study performed by	Victor Navarro							Supervised by	
Date:	16-Aug-11							Units (mm / inch):	mm
Dimension number	1	2	3	4	5	6	7		
Max	2.10	2.00							
Min	2.00	1.90							
Average	2.01	1.98							
Std. Deviation	0.03	0.03							
Engineering tolerance:	0.30	0.30							
Cp	1.48	1.46							
Upper Process Location	4.05	4.83							
Lower Process Location	4.85	3.94							
Cpk	1.35	1.31							
Performance ratio	67%	68%							
Machine capability	1.11	1.10							

Diagrama 9

Para mejorar el estado de la maquinaria de la compañía se actualizó el procedimiento del departamento de mantenimiento, donde se estipuló que cada mes se tendría que planear mantenimientos preventivos cada uno de los equipos y que de no ser aplicado los estos, el gerente general tendría que ser notificado.

En Worldmark se tenía un documento donde el operador podía encontrar los parámetros operativos de la prensa para cada número de parte específico, llamado benchmark, desgraciadamente un problema muy común era el extravío de esta documentación, lo que

traía como consecuencia, la pérdida de tiempo en la búsqueda de este o que al tener que repetirlo, la información no fuera la correcta (ver foto 1)

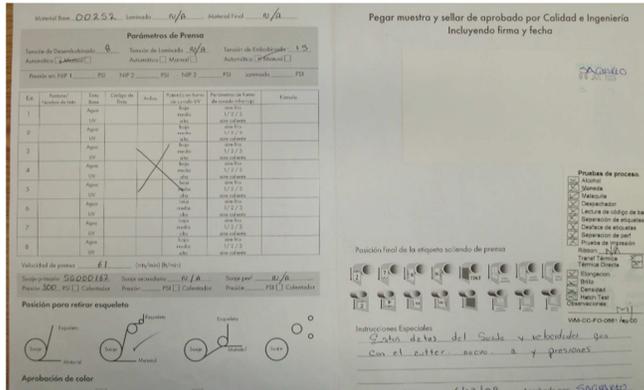


Foto 1

Para solucionar esta problemática, se implementó un benchmark electrónico, con la finalidad de evitar la pérdida de estos y que la actualización fuera de manera automática (ver diagrama 10)

### Technical Specification Sheet--□□□□□

Status: Ready To Submit

**Benchmark No.:**       **Revision Number:**       **Part Number:**       **P/N Rev.:**

**Basic Information**

<b>Creator</b>	Jesus Salinas	<b>Date</b>	19/08/2011 11:20:26 a.m.
<b>Select TP Engineer</b>	<input type="text" value=""/>	<b>Process</b>	Flexo
<b>ECN Number</b>	<input type="text" value=""/>	<b>Quantity</b>	16
<b>Production Stage</b>	Mass Production	<b>Status</b>	<input type="text" value=""/>
<b>Select PE Engineer</b>	<input type="text" value=""/>	<b>Select Artwork</b>	<input type="text" value=""/>

**Customer Information--Filled By CS**

<b>End Customer</b>	<input type="text" value=""/>	<b>Direct Customer</b>	<input type="text" value=""/>
<b>Part Number</b>	<input type="text" value=""/>	<b>Part Description</b>	<input type="text" value=""/>
<b>Customer Rev.</b>	N/A	<b>Drawing Number</b>	N/A
<b>Certificates Needed</b>	RoHS	<b>Material Or Label</b>	Label
<b>Quantity</b>	<input type="text" value=""/>	<b>Customer App. Req.</b>	N/A
<b>Forecast</b>	<input type="text" value=""/>	<b>Quotation Number</b>	<input type="text" value=""/>
<b>Other Requirement</b>	<input type="text" value=""/>		
<b>Attach Customer Drawing</b>	<input type="text" value="\\wmsz-app02\techdoc\$\Drawing"/>		
<b>Drawing Comments</b>	<input type="text" value=""/>		

<b>Final Format</b>	Rolls	<b>If Rolls, Ho. Cross</b>	1
<b>Core Type</b>	Paper Core	<b>Core Diameter</b>	3"
<b>Core Width</b>	8"	<b>Qty Per Roll Pack</b>	1000
<b>Join Allowed</b>	No		
<b>Missing Allowed</b>	No		
<b>Special Copy Position</b>	No		
<b>Overprinting</b>	No		

<b>Other Requirement</b>	<input type="text" value=""/>
--------------------------	-------------------------------

Diagrama 10

Para poder estandarizar este nuevo documento, se implementó el benchmark electrónico. El objetivo fue simplificar, profesionalizar y facilitar el control de la elaboración de este. Así mismo se definió quienes serían los obligados de llenar cada parte del formato para evitar que las personas se deslinden de su responsabilidad.

Para poder combatir la problemática de la carencia de un estándar para los criterios cosméticos, se implementó un procedimiento llamado “Manual de Defectos Visuales (WM-CC-MA-0039)” donde se definieron:

- Requerimiento de Luz

Todas las etiquetas serán revisadas en las mesas de inspección del área de producción y/o en las máquinas de corte/inspección y bajo las lámparas de luz de día.

- Angulo de Visión

Los inspectores deberán mantener la pieza a un ángulo de visión de 30 grados del plano horizontal a una distancia de 45 cm. de los ojos del inspector a la etiqueta durante 5 segundos y no deberá ser manipulada. Esto puede cambiar de acuerdo a requerimientos específicos del cliente por lo que al iniciar la inspección el inspector se debe de asegurar que la etiqueta que esta inspeccionando no tenga ningún requerimiento específico y esto lo puede hacer consultando al IPQC, al supervisor o a los ingenieros de calidad, para estos clientes que piden métodos de inspección especiales para sus etiquetas se elaborarán ayudas visuales que describan su método y si es necesario la utilización de algún chasis.

Si la inspección es en las maquinas cortadoras la velocidad de corrida debe ser tal que sea detectado el defecto utilizando la luz del estrobo.

- Inspección visual

**ANTES DE INICIAR CUALQUIER OPERACIÓN SE TOMARÁN EN CUENTA LOS SIGUIENTES PUNTOS:**

Primero se deberá identificar la clase de la etiqueta, este dato lo podemos encontrar en el Artwork o dibujo interno, en el área donde se dan todos los datos de la etiqueta (material, laminados, colores, etc.), esto es muy importante ya que éste es el primer criterio para inspeccionar nuestra etiqueta.

Etiquetas clase “A”:

Las etiquetas clase “A” son aquellas que serán visibles todo el tiempo al cliente, esto es, que irán al frente del producto final en el que serán aplicados, este tipo de etiquetas deberán tener un cuidado especial y deberán ir libres de errores (a menos que se dé una indicación contraria).

Etiquetas clase “B”:

Las etiquetas clase “B” son aquellas que son visibles al cliente pero en una manera más limitada, es decir van en la parte trasera del producto final, estas etiquetas tienen criterios más flexibles en cuanto a inspección.

Etiquetas clase “C”

Las etiquetas clase “C” son aquellas que sólo son visibles para el personal de mantenimiento del producto final, como esto se entiende, estas etiquetas van en la parte interna del producto y serán vistas cuando este sea abierto.

#### DEFECTOS QUE SE PUEDEN PRESENTAR DURANTE EL PROCESO DE IMPRESIÓN (FLEXOGRAFÍA Y SCREEN)

- HICKIES (piojos):

Los hikies son puntos blancos ó puntos donde no hubo impresión.



Clase “A”:

Dimensiones de la etiqueta (mm)	Tamaño máximo aceptable defecto	máximo por	Máximo de defectos aceptados	Distancia mínima entre cada defecto
<50	0.40 mm		1	N/A
>50 <100	0.40 mm		2	50 mm
>100 <400	0.40 mm		3	50 mm

Clase “B”:

Dimensiones de la etiqueta (mm)	Tamaño máximo aceptable por defecto	Máximo de defectos aceptados	Distancia mínima entre cada defecto
<50	0.70 mm	1	N/A
>50<100	0.70 mm	2	50 mm
>100 <250	0.80 mm	2	50 mm
>250 <400	0.80 mm	3	50 mm

Clase “C”:

Dimensiones de la etiqueta (mm)	Tamaño máximo aceptable por defecto	Máximo de defectos aceptados	Distancia mínima entre cada defecto
>50	0.70 mm	2	30 mm
>50 <100	0.80 mm	2	30 mm
>100 <300	0.90 mm	3	50 mm
>300 <400	1.00 mm	4	50 mm

- FALTA DE TINTA:

El término en inglés para la falta de tinta es Ink starvation, Áreas de impresión que presentan cambio de intensidad de la impresión o una impresión inconsistente o borrosa o con forma de nubes.



Clase “A”:

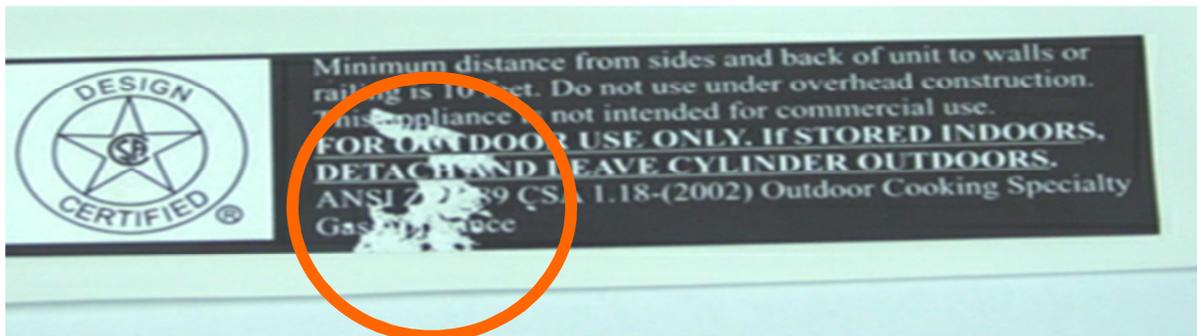
Dimensiones de la etiqueta (mm)	Criterio
<50	No permitidos
>50 <100	No permitidos
>100 <400	Es preferente que no se tengan, pero se pueden aceptar si son mínimos y casi no se ven, cuando son vistos desde una distancia de 45 cm durante 5 segundos

Clase “B, C”

Dimensiones de la etiqueta (mm)	Criterio
<50	Es preferente que no se tengan, pero se pueden aceptar si son mínimos y casi no se ven cuando son vistos desde una distancia de 45 cm durante 5 segundos
>50 < 400	Igual que el anterior

- ERROR EN EL PLATE:

Un error en el plate aparece usualmente como un faltante en la impresión, y es consistente y repetitiva a lo largo de toda la impresión, visualmente se puede comparar como la falta de tinta o “ink starvation”, con la diferencia de que siempre aparecerá de la misma forma y en el mismo lugar.



Clase “A”:

Dimensiones de la etiqueta (mm)	Criterios
<50	No permitido

>50 <400	No permitido
----------	--------------

Clase “B”

Dimensiones de la etiqueta (mm)	Criterios
<50	No permitido
>50 <400	No es preferible, pero lo podemos aceptar si es mínimo, es decir que puede ser visto desde 45 cm. de distancia durante 5 segundos. Todos los textos deberán ser legibles.

Clase “C”

Dimensiones de la etiqueta (mm)	Criterios
<50	No es permitido
>50<400	No es permitido, pero es aceptable si es un mínimo y no puede ser visto desde 45 cm de distancia durante 5 segundos. Todos los textos deberán ser legibles

- TEXTO “LLENO”

Esta es una variación ó distorsión del texto. En cualquier tamaño de etiqueta tipo “A” no es permitido, en etiquetas clase “B” <50mm no es permitido, >50<400, no es preferible, pero se acepta si es mínimo y el texto es legible, en la etiqueta tipo “C” se toma el mismo criterio que en “B”.

- TEXTO CORTADO

Se le llama texto cortado a aquellos textos que salen borrados, o a las letras incompletas, este tipo de error, no se permite en ningún tipo de etiqueta, ya que los textos siempre deberán ser legibles. Este criterio también se aplica a los logotipos.



- MOVIMIENTO DE REGISTRO

Se le llama movimiento del registro a las líneas blancas o de otro color que aparecen dentro de la impresión de dos colores sin que hayan sido indicadas por el cliente, es decir, se observa una separación entre una impresión y otra, también es conocido como print to print. El movimiento de registro también puede ser de la impresión al corte, es decir, el corte se mueve en diferentes posiciones con respecto a la impresión y también es conocido como print to cut.



Criterios
-----------

Es aceptable el movimiento de registro si está dentro de las tolerancias del cliente (Ver el dibujo del cliente o el Drawing) o de la máquina, si el movimiento está fuera de tolerancia no se aceptará. En caso de que no venga especificado, entonces será aceptable si no es visible a 45 cm durante 5 segundos. Todos los textos serán legibles.
--

NOTA: Este criterio se aplicará a las etiquetas clase “A”, “B” y “C”

- LINEAS DE REGISTRO

Se presentan como una pequeña marca o línea en los extremos de la etiqueta y es similar a una línea de registro. Estas marcas sirven para ayudar al operador a registrar el suaje.

NOTA: Este criterio será aplicado a las etiquetas clase "A,B y C".

En ninguna etiqueta las líneas de registro están permitidas

- HAIRING

Es una distorsión de la impresión, esta distorsión da la apariencia de cabellos en la figura, (aplica también a textos), este criterio debe ser aplicado principalmente a códigos de barras, los cuales deberán ser escaneados como parte del First off.



Etiquetas clase "A"

Dimensiones de la etiqueta	Criterios
De cualquier tamaño	NO ES PERMITIDO

Clase "B"

Dimensiones de la etiqueta	Criterio
<50	Preferentemente no debe llevarlo, pero es permitido si no se observa cuando es vista la etiqueta a 45 cm durante 5 segundos. Pero todos los textos deben ser legibles.
>50<400	Igual que el anterior.

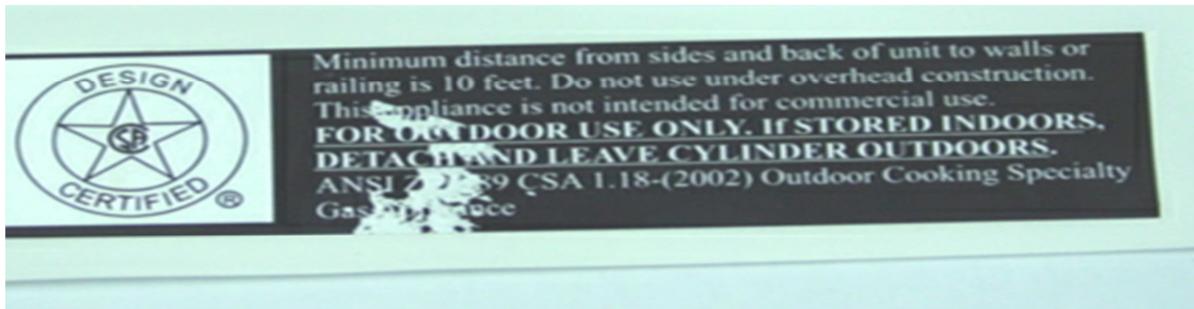
Clase "C"

Dimensiones de la etiqueta	Criterio
----------------------------	----------

<50	Preferentemente no debe llevarlo, pero es permitido si no se observa cuando es vista la etiqueta a 45 cm durante 5 segundos. Pero todos los textos deben ser legibles.
>50<400	Es preferente que no se presente, pero puede ser aceptado si tiene una intensidad de 10% con respecto

- DISTORSION DE LOGOTIPOS O TEXTOS

Es cualquier distorsión que no permite que se vea correctamente el texto o el logotipo que va en la impresión. Esto por NINGUN motivo deberá ser aceptado.





Como se puede observar en la gráfica del desperdicio del 2009 el promedio era del 26%



Report Data Date Range:01/08/2009 31/08/2009

TOTAL COSTS	
Std. Cost	Act. Cost
7,245,239	6,867,223
Variance	
-378,016	

LABOUR COSTS	
Std. Cost	Act. Cost
2,232,475	2,108,858
Variance	
-123,817	

EFFICIENCY	
Est. Prod Time	Act. Prod Time
4,448	4,381
Efficiency %	
101.5%	

EFFICIENCY ANALYSIS	
---------------------	--

STANDARD COSTS ANALYSIS	
-------------------------	--

MATERIAL COSTS	
Std. Cost	Act. Cost
5,012,764	4,758,566
Variance	
-254,199	

WASTE	
Bare Cost	Act. Cost
3,873,649	4,405,050
True Waste	
531,401.00	
True Waste %	
13.7%	

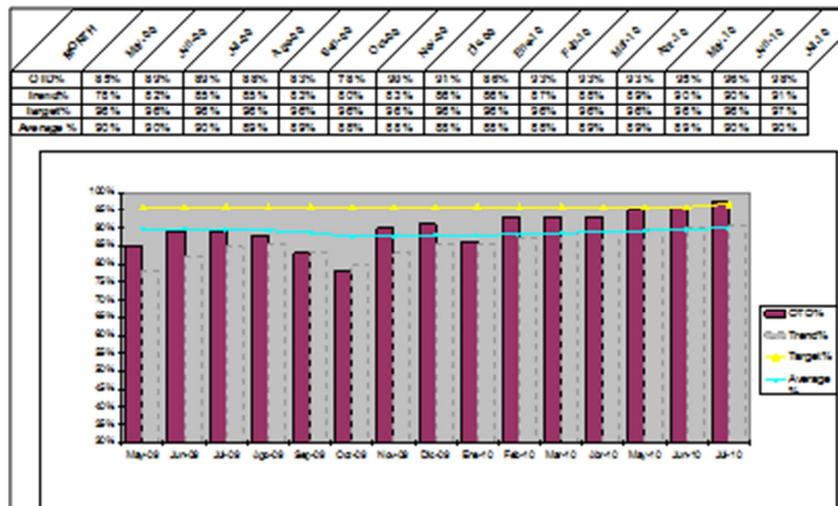
En el 2010 el promedio del desperdicio fue del 12.41% solo 0.41% fuera del objetivo.

Waste %	Pesos
26	\$ 3,067,116.00
12.4	\$ 1,462,778.00

Ahorro mensual	Ahorro Anual
\$ 1,604,338.00	\$ 19,252,056.00

El ahorro anual que este proyecto le brindo a la compañía fue de \$19, 252,056 pesos. El impacto fue muy bien recibido por el corporativo de la empresa, a tal grado que se me pidió preparar un presentación y llevarla a la 3 diferentes plantas de Wolrdmark ubicadas en China, para que en estas se siguiera la misma metodología y así poder reducir el desperdicio en el continente asiático.

Los beneficios no solo fueron en el decremento del desperdicio sino también en el OTD (on time delivery) el cual mostro una mejoría, ya que de estar en 85% de promedio en el 2009 subió al 98% en el 2010



## CAPÍTULO 6

Conclusiones y recomendaciones.

## Retos y Dificultades

En un principio el reto fue muy grande, debido a que en la compañía no existía una cultura general para la mejora continua, solo existían proyectos individuales por departamento, pero era difícil que pudieran compartir un objetivo común. Por lo tanto tuve que trabajar desde poder convencer al Gerente General (Nick Lecka) de origen escocés, para que autorizara el curso de “Green Belt” a todos los integrantes del equipo y convencer a un gran amigo de Flextronics (Joao Ofenboeck) de origen Brasileño, para que permitiera que 9 ingenieros que no pertenecían a su compañía, pudieran tomar el curso en sus instalaciones.

Otra dificultad que tuvimos que pasar, fue el que todo el equipo se pudiera actualizar en las herramientas estadísticas, de análisis y de control que el proyecto necesitaba, para esto, se tuvieron que invertir muchas horas a fin de realizar las prácticas necesarias para que estas herramientas fueran comprendidas.

Otro gran reto fue el poder justificar la inversión de cerca de \$15,000 dólares para poder reparar las prensas, pero gracias a los datos de los estudios, el corporativo entendió, evaluó el Retorno de la Inversión y finalmente autorizó la reparación

## Conclusiones

Manteniendo en todo momento el ciclo DMAIC, logramos la disciplina necesaria para obtener una mejora real en los procesos. Aquí, mis conclusiones en cada etapa:

### DEFINIR

Después de esta extensiva investigación e implementación podemos concluir que es indispensable seguir una metodología que nos lleve a localizar cuales son los procesos responsables del desperdicio en la manufactura, ya que de no implementarla se puede caer en el error de atacar variables que no afectan o no tienen el peso suficiente para cambiar una tendencia productiva, debido a que en los diferentes procesos se pueden llegar a tener miles de variables.

### MEDIR

Una vez realizado este primer paso de detección es indispensable usar las mediciones adecuadas que nos permitan definir el estado actual de los procesos y determinar el “GAP” que se requiere cerrar según las necesidades de los Clientes y la Empresa. En nuestro caso: reducción en el desperdicio del 26% al 12% dentro del área de flexografía.

### ANALIZAR

Conjuntamente con el equipo de trabajo y, gracias a la capacitación y entrenamiento obtenidos con la certificación Green Belt, logramos determinar las herramientas de mejora que nos permitirían solucionar los problemas desde la raíz, para después dar paso a la estandarización. El grado de pro eficiencia que se logra en este paso de la metodología fue muy notorio en el equipo en cuanto se pone en primer lugar la disciplina del manejo de datos objetiva y funcional.

### MEJORAR

Durante la implantación de las acciones de mejora establecidas en el paso anterior fue necesario un cronograma y la administración de los recursos asignados para estas mejoras. El equipo se mostró muy disciplinado en este paso dado que se manejaron recursos humanos, materiales, equipos y financieros.

### CONTROLAR

Finalmente lo que se recomienda es tener controles productivos o indicadores de proceso, que nos ayuden a dar seguimiento diario de las tendencias en la manufactura y así poder actuar de manera rápida y oportuna para hacer cualquier cambio que este impidiendo el logro de los objetivos.

La metodología Seis Sigma nos proporcionó una estructura tal que pudimos funcionar como equipo de una manera muy eficiente. Los miembros estuvimos totalmente enfocados en el objetivo y metas del proyecto con armonía y verdadero trabajo en equipo. Creemos que, cuando un equipo funciona con una metodología probada como la de Seis Sigma, aumentan significativamente las probabilidades de éxito que cuando los equipos no cuentan con alguna metodología guía, aun cuando estén bien estructurados y respaldados por la gerencia.

Sugerimos a la empresa seguir en el proceso de mejora continua, incorporando a su estructura un departamento Lean Seis Sigma que esté dedicado exclusivamente a buscar e implementar proyectos que ayuden a seguir reduciendo costos y que al mismo tiempo transmitan la cultura de la manufactura esbelta por todas las entidades de la compañía.

## Bibliografia

## Bibliografía

Yasuhiro Monden. Toyota Production System. 3ª Ed, Chapman & Hall, U.S.A, 1998.

Ohno Taiichi. Toyota Production System, Productivity Press, U.S.A., 1988.

Shingo Shigeo. A Study of the Toyota Production System, Productivity Press, U.S.A., 1989.

Socconini Luis. Lean Manufacturing paso a paso, Grupo Editorial Norma, México, 2008.

George L. Michael, Lean Six Sigma for Service, Mc Graw Hill, U.S.A. , 2003.

Heizer Jay & Render Barry, Dirección de la Producción 6ta Ed, Pearson, Madrid, 2001.

Groover P. Mikell, Fundamental of Modern Manufacturing, Pretice-Hall, U.S.A., 1996.

King Bob, Better Designs in Half Time, Goal / QPC, Japan, 1989.

Sekine Kenichi, One Piece Flow, Productivity Press, U.S.A., 1990.

Ruskin M. Arnold & Estes w. Eugene, Project Management, Marcel Dekker, U.S.A. 1995