

“Mejora de Pronóstico de una Bodega de Repuestos de Electrodomésticos a través de la Metodología Six Sigma”

Fernando David Nuñez Miranda ¹, MCs. Marcos Buestan Benavides ²

¹ Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción

Escuela Superior Politécnica del Litoral

Campus Politécnico Prosperina Km. 30.5 Vía Perimetral, Guayaquil, Ecuador

pher_dave@hotmail.com

² Ingeniero Industrial, Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción - Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2002; Certificación Internacional Black Belt Seis Sigma Breakthrough Management Group – Centro de Calidad y Productividad del Tecnológico de Monterrey, 2005 Diplomado Black Belt Seis Sigma; Centro de Calidad del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) México; Coordinador de la Maestría en Gestión de Calidad de la Facultad en Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción (Agosto 2007 – Febrero 2008); Coordinador y miembro del cuerpo docente del Diplomado Superior en Administración Seis Sigma (Junio 2006 – Febrero 2008) ESPOL - Ecuador; Miembro del Comité Académico de los programas de pos-gradados de la carrera de Ingeniería Industrial en la FIMCP. (Octubre 2005-Febrero del 2008); Profesor de la FIMCP – ESPOL desde ABR/2005
mbuestan@espol.edu.ec

Resumen

Estos trabajos se desarrollan en una empresa Multinacional de electrodomésticos de línea blanca, y de audio & video. Empresa que tiene diferentes filiales a nivel mundial, con más de 10 años en Ecuador, donde actualmente poseen una bodega de repuestos local para dar solución a la demanda que genera el mantenimiento y servicio técnico en garantía y fuera de ella de todos sus productos comercializados en el país. Hoy en día esta empresa está implementando la metodología Six Sigma a nivel mundial en todas sus oficinas, departamentos administrativos y plantas de producción, las oficinas de Ecuador plantean un proyecto para mejorar la eficiencia del pronóstico de abastecimiento de la bodega de repuestos. El objetivo del proyecto es la implementación de un sistema de pronóstico que permita mejorar la eficiencia de la bodega de repuestos entre un 20% a 30% reduciendo costos sin afectar el nivel de servicio actual. La metodología a seguir es la del Six Sigma, con la que los resultados que se esperan alcanzar son la reducción el monto de inventario, el aumento de su índice de rotación y mejorar su capacidad de disponibilidad de cualquier repuesto que se solicite, y mejorar la calidad del nivel de servicio.

Palabras Claves: *Pronóstico, Seis Sigma, Bodega, Índice de Rotación, Porcentaje de disponibilidad.*

Abstract

The Multinational Company that deals with electronics and others products has different branches from all around the world. One of them is in Ecuador with more than 10 years in market with a local warehouse of spare parts which provide solution to the demand generated by the maintenance and technical service of guarantee and other commercialized products in the country. The methodology Six Sigma is being implemented in offices, departments and plants of production all around the world. The offices in Ecuador have proposed a project to improve the efficiency of the forecasting of supply the warehouse. The objective of the project is the implementation of a forecasting system that allows the improvement of efficiency of the warehouse, with a 20% to 30% in cost reduction without affecting the level of service. Following the methodology of Six Sigma, they hope to have reduction in the amount of inventory, to increase the index of rotation, to improve they capacity of availability and to enhance the quality of service.

Code Words: *Forecasting, Six Sigma, Warehouse, Turnover rate, Fillrate.*

Introducción

El trabajo de esta tesis se desarrolla en una empresa multinacional líder en el mercado de electrodomésticos de la línea de audio y video así como también de la línea blanca. En la cual se da un proceso de implementación a nivel mundial de la cultura de Six Sigma.

Una empresa que nace en Korea del Sur, y fue la primera compañía en implementar six sigma en 1996 casi al mismo tiempo que General Electric. Tiene una historia sólida en actividades de innovación y de mejora de calidad que fechan desde 1989. Desde el año 2000, se han lanzado iniciativas adicionales tales como sistemas de fabricación Digital (DMS) y TDR. La iniciativa de TDR se basa en seis sigma y se utiliza a través de todas las áreas de la compañía incluyendo Investigación y Desarrollo, la comercialización, la producción, y el diseño.

En 1999, se adopta "el programa de innovación de proceso de six sigma" para fomentar el desarrollo de todos sus productos. Desde entonces, la compañía ha cosechado grandes ventajas en Korea y ha mejorado en términos de calidad del producto y de la satisfacción del cliente. Antes de 2002, el programa había dado lugar en los ahorros de KRW 400 mil millones.

En el año 2003, se comenzó a aplicar "la campaña de la six sigma" a otras facetas de las operaciones, ventas, R&D, y gerencia en todos los niveles. La metodología Six Sigma tiene ya algunos años; y hace año y medio se emprendió una campaña para implementar esta a nivel mundial, especialmente en América Latina.

La filosofía de la empresa no solo busca mejorar su producción, sino también mejorar los procesos administrativos y de servicios, de tal forma que el mejoramiento sea a nivel integral y el recurso humano sea el beneficiado. "Great company, Great people" es el slogan de la empresa, siendo los primeros pasos para el Six Sigma dentro de Latinoamérica. Implementar en Latinoamérica la metodología six sigma, es un proceso que tomará algunos años, sin embargo la empresa espera posicionarse en el primer puesto en el mercado Latinoamericano, específicamente en cada uno de los países en los cuales mantiene oficinas, como Ecuador. Es por eso que la empresa ha emprendido varios proyectos de Six Sigma en los diferentes países de América, siendo uno de ellos la presente tesis.

El problema actualmente de la empresa en Ecuador, específicamente en el área de post-venta, es el no tener un mecanismo para realizar un pronóstico de aprovisionamiento en la bodega de repuestos; inicialmente la

empresa manejaba montos relativamente bajos, lo cual permitía manejar de manera sencilla, flexible y fácil el inventario. Se intento en algún momento manejar un JIT, pero dentro del entorno ecuatoriano esta idea era irreal. Actualmente en el 2006 el mercado en ventas en Ecuador, supera los cien millones de dólares en productos, además cada seis meses se programan lanzamientos de productos nuevos, en donde muchos de ellos emplean tecnología diferente, para lo cual el departamento de servicio debe mantener una planificación y coordinación con el departamento de ventas para estar preparados y poder dar un soporte eficaz.

El objetivo general es mejorar el sistema de pronóstico que permita de manera eficiente, aprovisionar la bodega de repuestos, todo esto con el fin de brindar un mejor nivel de servicio técnico a nivel nacional y lograr una reducción en los costos de manejo de productos en bodega.

Objetivos Específicos

- Reducir en un 20% aproximadamente los costos del inventario.
- Reducir el monto total de inventario que se maneja en un 25%.
- Reducir el tiempo para el análisis de órdenes de compra.

Definición del problema

El problema principal dentro de la bodega de repuestos actualmente, es que no se cuenta con un sistema de pronósticos para la compra de stock. La consecuencia de tener un manejo de inventario ineficientemente, es que afecta seriamente el servicio técnico (post-venta), genera retrasos en los pedidos, que a su vez genera cambios de producto al no poder repararlos. Que por supuesto afecta seriamente la imagen de la empresa y la confianza en la marca.

La tabla 1 muestra el Fill rate o porcentaje de disponibilidad del inventario por ítem y cantidades. Que demuestran el poco aprovisionamiento de la bodega, en los últimos años no se ha llegado a tener más de 76% de la disponibilidad de ítems de repuestos solicitados, y en el caso de cantidades no ha llegado a más de 74%. Aparentemente estos números parecieran altos indicando una buena disponibilidad, pero al cuantificarse, generan pérdidas y cambios de producto al no tener los repuestos disponibles, para dar solución a daños que son reparables; a más del grado de satisfacción del cliente que se ve influenciado directamente en los tiempos de reparación.

Como ejemplo supone: el 75% de disponibilidad de los repuestos solicitados, y si al año reportan 35000 reparaciones por garantía, asumiendo que cada reparación utilice un repuesto, con la disponibilidad planteada, significaría que 8750 máquinas no se repararían por falta de repuesto, afectando el tiempo de reparación. He aquí la importancia de mejorar estos índices, que terminan afectando al cliente final.

ITEM	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
2006	51.60 %	66.10 %	61.10 %	61.20 %	86.40 %	75.60 %	61.10 %	48.10 %	58.90 %	51.10 %	55.80 %	59.60 %	63.05 %
2005	54.70 %	73.30 %	79.20 %	72.60 %	69.50 %	66.90 %	58.90 %	75.30 %	89.20 %	75.50 %	47.90 %	40.60 %	66.98 %
2004									85.30 %	74.40 %	76.40 %	69.70 %	76.45 %

Tabla 1: Nivel de disponibilidad o rotación de bodega por item

QTY	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
2006	48.30 %	72.60 %	67.00 %	88.80 %	79.80 %	79.60 %	64.20 %	52.60 %	61.10 %	55.50 %	52.20 %	65.10 %	66.57 %
2005	48.70 %	70.00 %	78.00 %	67.40 %	70.90 %	73.30 %	57.90 %	71.70 %	88.30 %	77.50 %	51.70 %	40.50 %	66.33 %
2004									87.40 %	71.40 %	74.60 %	63.70 %	74.28 %

Tabla 1: Nivel de disponibilidad de Bodega de Repuestos en %.

Fuente: Autor de esta tesis.

Hoy en día muchas marcas han migrado sus bodegas y operaciones de post-venta a otros países, por la ineficiencia en el manejo de esta parte vital que son los repuestos. Por ello se origina la búsqueda de un método que permita realizar un pronóstico más ajustado a la realidad que nos permita tener resultados más exactos.

La metodología a emplear para mejorar el proceso de pronóstico de la bodega de repuesto, está basada en la metodología six sigma. Desde hace varios años, la calidad de los productos, procesos y servicios de las organizaciones ha sido definida como $Cpk=1$, lo que representa un valor de 3 sigma. Esto significa estar trabajando con procesos que producen cantidades iguales a 2700 defectos por cada millón de oportunidades. Sin embargo, cada vez con más fuerza se escucha en el medio industrial el concepto de Six Sigma (un nuevo estándar de calidad), el cual representa trabajar con 3.4 ppm.

La estrategia de la implementación de seis sigma, se basa en la filosofía, denominada DMAIC (por sus siglas en inglés de las palabras Define, Measure, Analyze, Improve y Control), la cual a través del uso ordenado de diferentes herramientas (la mayoría estadísticas) logra reducir la variación y mejorar la rentabilidad (ver tabla 2).

A continuación se presenta en la tabla 2 en la cual se muestra el propósito y las herramientas utilizadas, en cada una de las etapas.

Etapas	Propósito	Herramientas usadas
Definir (Define)	Se define el proyecto, los miembros del equipo, ahorros estimados y las características Críticas a la Calidad (CTQ's)	Mapa del proceso
Medición (Measure)	Se estudia el sistema de medición con el cual se monitorean los métricos definidos. Se entiende la naturaleza y propiedades de los datos. Determina si un proceso es estable o predecible	Diagrama de flujo, Paretos, Matriz Causa Efecto, Gage R&R, Grafica de Gantt y Benchmarking
Analizar (Analyze)	El problema es estudiado estadísticamente. Se busca la causa raíz del problema o las variables que están afectando los CTQ's seleccionados	Estudios de multivariados, Análisis de regresiones, Pruebas de Hipótesis, Pruebas de normalidad y AMEF
Mejora (Improve)	Se define un plan de acción enfocado a atacar las causas raíz y mejorar los indicadores seleccionados	Diseño de experimentos y Superficies de respuesta
Control (Control)	Se definen mecanismos de control que aseguren que las acciones tomadas en la etapa de mejora no sean descuidadas	Gráficas de control, Planes de control y Revisión del AMEF

Tabla 2: Herramientas utilizadas en cada etapa del six sigma.

Fuente: Autor de esta tesis.

Definición

Aquí se establecen los objetivos para el proceso de cambio. Se analiza en detalle el desempeño pasado y se obtienen las relaciones de causa y efecto entre todas las variables claves involucradas. Se define el principal problema o Big Y, basándose en los antecedentes del capítulo se obtiene que el punto clave por costos es el área de la bodega de repuesto, ahora se debe ir desglosando y analizando cada variable para así brindar una solución inteligente y que no solo solucione el problema si no que mejore los procesos.

El problema de un mal pronóstico actualmente es que no se está cumpliendo su objetivo y esto se repite en cada compra que se realiza generando una serie de problemas que inciden en los CSA (Centro de Servicio Autorizado). Esto se produce en las bodegas de repuestos en donde se maneja el despacho de los mismos y no se está procediendo con datos reales, debido a que el pronóstico actual se obtiene únicamente de estadísticas imprecisas del movimiento de las piezas, sin tener en cuenta que los repuestos cambian de grado de rotación, precio, y su demanda varía según las ventas del modelo para el que pueden ser utilizados. Es decir una serie de variables que al momento de obtener un pronóstico arrojan información nada exacta, ni siquiera cercana para obtener resultados aceptables. Es por esto que definimos el problema y planteamos un proyecto Six sigma.

Medición

Una vez definido e identificado el problema, se debe obtener datos de medición para analizar todas las variables que afectan nuestras variables de salida. Los puntos críticos de calidad, la capacidad del inventario y como se relacionan estos datos entre si, son los puntos a tratar en este capítulo.

La capacidad del Fillrate (como se ve en la tabla 7), el cual se mide en porcentaje, el cual indica la disponibilidad promedio al mes de los repuestos solicitados. El cual como límite inferior (LSL) es de 75% y el límite máximo (USL) es el 100% de disponibilidad de todo repuesto solicitado.

En el proceso se ve que esta descentrado y con una amplia variación en el periodo de 2003 a 2004, en el cual hubo desmejora, por que hubo un movimiento que ratifica de la media hacia la izquierda, disminuye la desviación, donde en los diferentes meses hubo mayor dispersión; en donde el cpk (variación y localización disminuye), es decir, hay una gran variación, en donde se esta descentrado a la derecha.

Fillrate	2003	2004
USL	*	*
TARGET	*	*
LSL	75.0000	75.0000
MEAN	66.9833	63.0500
SAMPLE N	12	12
StDEV (Within)	9.0438	9.3965
StDEV (Overall)	14.2290	12.4454
Cp	*	*
CPU	*	*
CPL	-0.3	-0.42
Cpk	-0.3	-0.42

Tabla 7
Capacidad del Fillrate

La capacidad del INVENTARIO (como en la tabla 8), el cual se mide en miles de dólares americanos de los Estados Unidos, el cual indica la cantidad de inventario en monto de dinero. El cual como límite inferior (LSL) es de \$20k y el límite máximo (USL) es el \$60k; montos que pueden variar entre cada año en función de las ventas de producto final y de la venta de repuestos.

En este proceso se observa que entre trimestres la variación empieza a comportarse igual, entre meses debería ser la diferencia baja. Existe gran variación en el inventario, que esta descentrado hacia la derecha, donde es evidente que en el largo plazo existen eventos que hacen que la cantidad de inventario sea variable, se observa que en el 2004 mejoro el inventario debido a que la dispersión aumento, sin embargo la media se movió a la izquierda.

La variación a largo plazo es más que a corto plazo, por que entre trimestres hay una amplia

variación, nuestro trabajo es reducir la variación y reducir el inventario.

Análisis de Capacidad		
Inventario	2003	2004
USL	60.000	60.000
TARGET	*	*
LSL	20.0000	20.0000
MEAN	55.1667	34.7225
SAMPLE N	12	12
StDEV (Within)	2.7457	1.0912
StDEV (Overall)	6.9220	7.1087
Cp	2.43	6.11
CPU	0.59	7.72
CPL	4.27	4.5
Cpk	0.59	4.5

Tabla 8
Capacidad de inventario

La capacidad del TURN OVER RATE (como se ve en la tabla 9), el cual se mide en meses, el cual indica tiempo promedio en meses en que un repuesto tarda en salir del inventario. El cual como límite inferior (LSL) es de 1 mes y el límite máximo (USL) es 3 meses. Sin embargo en la realidad existen repuestos que superan el año en inventario, entrando al status de “descontinuado”.

En el proceso vemos que el nivel de TOR esta descentrado hacia la izquierda, donde comparando los Cpk del año 2003 al 2004 vemos una mejora, sin embargo este esta de igual forma descentrado pero la venta en el corto plazo ha permitido una mayor rotación generando esta mejora, la cual puede aumentar.

Análisis de Capacidad		
Turnover Rate	2003	2004
USL	3.000	3.000
TARGET	*	*
LSL	*	*
MEAN	9.2025	2.9008
SAMPLE N	12	12
StDEV (Within)	1.9844	0.1387
StDEV (Overall)	4.1844	0.9542
Cp	*	*
CPU	-1.04	0.24
CPL	*	*
Cpk	-1.04	0.24

Tabla 9
Capacidad del turnover rate

En el capítulo 5, se ha realizado el mapeo de procesos en el cual se define de manera macro nuestro principal proceso, y mediante las

herramientas DFP y DFD se puede aplicar las herramientas de causa - efecto, y determinar los factores X claves, para de esta forma analizar la capacidad actual de la bodega de repuestos, en la cual se obtiene una panoramita clara de la bodega de repuesto.

Análisis

En el capítulo de Medición se obtuvo como resultado que el proceso a mejorar es el de pronóstico, y se analizara en detalle, las mejoras y controles que debemos aplicar a este proceso.

El diagrama de flujo del análisis del pronóstico detallado determinamos las entradas que afectan a la obtención del pronóstico, en el cual están los repuestos que se piden para cubrir garantías, los pedidos que son para productos fuera de garantía, repuestos para ventas directas, para cubrir repuestos defectuosos, por exceso de producto vendido, fallas de producción o lotes defectuosos, o cambios y modificaciones en modelos iniciales. Todas estas entradas afectan al pronóstico, en donde actualmente solo se utiliza la tendencia de las ventas de repuestos en función al tiempo, lo cual deja muchas variables que afectan seriamente al pronóstico actual.

Mejora

Aquí se plantea las soluciones, así como su implementación. La clave esta en las ordenes de compras de repuestos, la cual se realizan luego del pronóstico que da la certeza de cuanto se debe ordenar.

Planteamiento de soluciones se presentan las soluciones que se plantean para la mejora de esta tesis.

Mejora de análisis de compras (Proceso de pronóstico). Aquí se toman en consideración muchas mas variables, entre ellas el volumen de ventas de producto final, así como la venta de repuestos, los ciclos anuales de ventas, daños o fallas endémicas en productos determinados, o demanda en parte alternas, costo de repuestos vs. costo local para partes de tipo genérico, rotación de las partes de acuerdo al grado y su disponibilidad, este tipo de variables son las que obligan a cambiar el modelo actual de pronóstico, donde solo se toman referencias históricas y que solo permite analizar ciclos anuales de comportamientos del mercado dando una visión muy general con baja certeza.

Aquí se analizará el nivel de ventas, tipos de repuestos y sus reemplazos, mejor selección en órdenes de repuestos dentro y fuera de garantía, problemas de lotes de producción y daños endémicos, también se analizará los repuestos que no se pueden pronosticar como los de baja rotación. Así como la demanda del mercado, que hace que los repuestos cambien de grado de rotación; el precio de cada repuesto es importante, debido a que estos pueden variar.

Reducción de costo de inventario, por supuesto el manejo de un inventario adecuado es importante para no incrementar el capital de trabajo y tener al mismo congelado con un inventario de poca rotación, esto se logra manteniendo las partes estrictamente necesarias, la cual serian partes de grado A y B, dentro de un periodo máximo de 6 meses deben haber salido del stock, manteniendo siempre estos repuestos rotando.

Satisfacción al cliente, es vital, atacando los tiempos de respuesta, hoy en día la satisfacción de cliente se ha vuelto un punto importante para diferenciar un servicio de su competencia, teniendo claro que el tema de precios y costos, aporta la mejor manera de diferenciar un producto del servicio y el tiempo de atención al cliente es poder darle una solución, rápida, oportuna y efectiva, respuesta donde se sienta plenamente satisfecho. La velocidad de respuesta es fundamental para conseguir un alto porcentaje de satisfacción, donde se mantendría una mayor disponibilidad de lo que se solicita, para evitar al máximo tener órdenes pendientes.

Control

Una vez aplicadas las mejoras, es importante mantener el seguimiento y control de las mismas. Parte del plan de control una vez implementado el nuevo proceso de pronóstico, es más bien, un seguimiento de los resultados que se están obteniendo, mejoras claras que hay que mantener.

Es importante tener una visión clara de los objetivos alcanzados en la tabla 17, Cuadro comparativo de los índices de desempeño, que permite ver el antes y el después, y de esta forma mantener un control general de índices sensibles a problemas claves que permitan tomar acciones para su corrección.

		Antes	Después	Remarks (después)
KPI	PRECISION DE PRONOSTICO (2 meses)	64% (2 meses)	91% (2 meses)	DIC. 2008
	Sub KPI	Fill Rate(%)	ITEMS 74.2%	81.7%
QTY 84.5%			86.8%	Q4, 2008
	Stock Turn over Rate (meses) bodega ECU	12.67	1.45	Q4, 2008

Tabla 17
Cuadro comparativo de los índices de desempeño.

Conclusiones y Resultados

Se demostró que el procedimiento original de pronóstico de la empresa tiene fallas en las fases del proceso, las cuales no tienen ningún fundamento, más que el uso de registros históricos para estimar la demanda de repuestos.

Se implementó un calendario en función del plan de ventas anual que permita estimar cuales van a ser los costos de la bodega y proyectar también las compras hacia los nuevos productos de lanzamiento, y prever los cambios de tecnología y lanzamiento de nuevas líneas. Se implementó también una herramienta informativa que reemplaza el análisis manual de pronóstico por un análisis automático basado en el stock actual, y niveles de rotación. También se corrigió los procesos de pronóstico que complementan con el uso de la herramienta informática. Se establecen procesos de control que permiten llevar un registro y seguimiento de la bodega de repuestos.

Se logró con las mejoras implantadas, la reducción del costo del inventario en un 30% que permita eliminar el inventario obsoleto. Se redujo en un 33% el monto del inventario de \$60k en el 2005 a \$40k en el 2008. Los tiempos de análisis para órdenes de compra se lograron mejorar con el uso de la herramienta informática en un 50%.

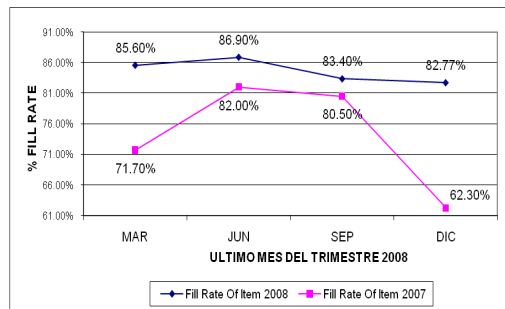


Figura 8.3
Fragmento de gráfico de fillrate del porcentaje de disponibilidad de ítems.

En los Indicadores de puede comprobar las mejoras obtenidas.

En el fillrate (FIG 8.3) se logró mejorar obteniendo un 82.77% de disponibilidad de todo ítem (repuesto) solicitado y un 87.24% de disponibilidad de las cantidades solicitadas.

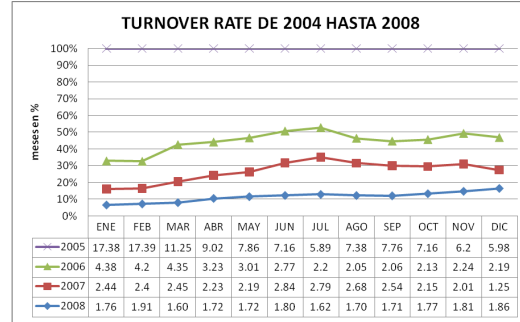


Figura 8.4
Gráfico del turnover rate de porcentaje del 2005 a 2008.

En el turnover rate también se aprecia (FIG 8.4) la mejora en donde se consigue mejorar el tiempo de rotación de los ítems de 17 meses en el 2005, hasta 1.8 meses de rotación promedio, mejorando considerablemente la rotación evitando stock innecesario.

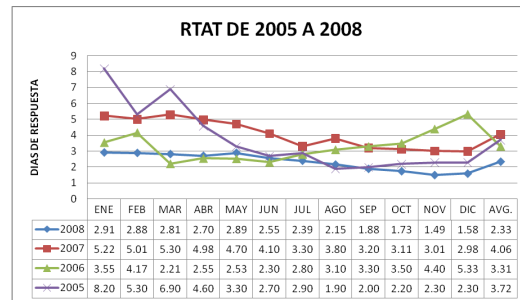


Figura 8.5
Gráfico de RTAT de 2005 a 2008.

Se mejoró la velocidad de respuesta (FIG 8.5) en dar solución a los reclamos por garantía (RTAT), de un máximo de 8 días, a casi un día, resultado de tener un stock inteligente que permita cubrir la demanda, si mantener montos elevados.

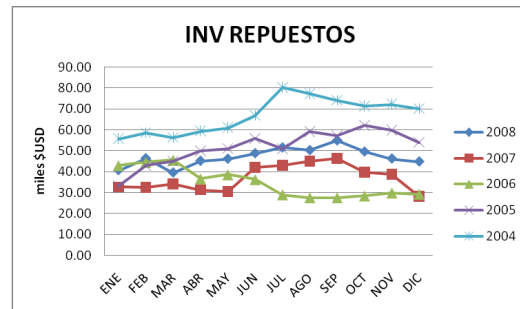


FIG 8.6
Gráfico de inventario de bodega de repuestos de 2004 a 2008.

El inventario de repuestos (FIG 8.4) se ajusto manteniéndolo en un promedio de USD\$40k, eliminando stock obsoleto que representa una reducción de más del 30%.

Luego del inicio de la metodología Six Sigma en Ecuador implementa por esta empresa, la cual ya se utiliza en otros países se comprueba que esta metodología tiene resultados importantes, pero su éxito depende de la correcta identificación de los problemas, y de su estricto control. Siendo una de las herramientas más efectivas que se tienen a disponibilidad, con un costo de implementación que depende de cada empresa que lo desee utilizar.

Estas recomendaciones son importante para obtener la satisfacción del cliente, el cual es muy difícil de medir, y en donde se apunta a mejorar la calidad del servicio y fortalecer la confianza en la marca, para que a pesar que los daños de producto, son un hecho imposible de evitar, y mejorar los temas de calidad que corresponden a las fabricas y sus procesos de producción en donde también se espera alcanzar el nivel de six sigma, que es tema de otro estudio, se busca reducir al mínimo la insatisfacción por espera de repuestos o falta de disponibilidad, teniendo una bodega que sea capaz de reaccionar a las demandas de repuestos y así el cliente pueda percibir que detrás de cada producto existe el respaldo de una empresa que brinda soporte y solución al mercado ecuatoriano, llegando al nivel deseado del six sigma.

Bibliografía

- [1] Metodología SIX-SIGMA: Calidad Industrial. Ing. Gustavo López , Investigador del Instituto de Ingeniería-UABC; glopez@iing.mx1.uabc.mx
- [2] Encuesta general de remuneraciones con datos septiembre 2001, Price Water House Coopers.
- [3] Transactional Quality 6 sixma, LG Eletronics Feb-2004
- [4] Estrategias de Manufactura aplicando la metodología Six-Sigma; Maya Hector, Rodríguez-Salazar Jesús, Rojas Julieta, Zazueta Guillermo; Editorial Oceánica; 1996.
- [5] Six Sigma. The breaktrough Management Strategy; Harry Mikel , Schoeder Richard; Mc Graw Hill Editorial; 2000.
- [6] The Introduction to Six-Sigma Methodology; Brown Steve, Morrinson George; Editorial Trillas; 1991.
- [7] Six-Sigma Methodology applied to industrial process; Robertson David & Smith Hannel; encontrado en: <http://www.industrialprocess.service.usa.com>; 2001.
- [8] Quality Management for industrial process; Andrew Charles, Jackson Steve, & Kittman Lawrence; encontrado en: <http://www.qualitymanagement.usa.edu>; 2001.
- [9] Casos de estudio de las siguientes empresas: Accuride, Coca-Cola, Conexant, DOMEX(Daewoo-Orion-Mexicana), Empresas-BIMBO, Honeyweell-Allied Signal, KENMEX (Kenworth Mexicana), KwaSung, LG-Electronics.
- [10] Utilización de QFD en la toma de decisiones para la estructuración de una familia de productos. Montse Ereño, y Rebeca Cortazar Depto. de Informática. Universidad de Mondragón
- [11] QFD APLICADO: COMPETITIVIDAD E INNOVACIÓN DE CARA AL MERCADO VIÑAS TUBAU; Universidad de Girona, España. Centro de Innovación y Desarrollo Conceptual de Nuevos Productos – CID.

Ing. Marcos Buestan B.

DIRECTOR DE TESIS