

IMPLEMENTACIÓN DE LA RUTA DE LA CALIDAD EN LA FABRICACIÓN DE DISPOSITIVOS PARA SISTEMAS DE SEGURIDAD Y CONTROL VEHICULAR

Carlos Toapanta¹, Edgar Toapanta²

¹ *Departamento de Ciencias Económicas, Administrativas y de Comercio, Escuela Politécnica del Ejército, Sangolquí, Ecuador*

² *Departamento de Ciencias Económicas, Administrativas y de Comercio, Escuela Politécnica del Ejército, Sangolquí, Ecuador*

Resumen: Este artículo, trata sobre la implementación de la metodología de la “Ruta de la Calidad” en una empresa dedicada a la fabricación de dispositivos para sistemas de seguridad y control vehicular, y que provee dichos sistemas a clientes y entidades corporativas del sector automotriz. El objetivo del proyecto fue disminuir las fallas internas, externas y además realizar el mejoramiento del proceso de fabricación, para lo cual se ejecutaron los ocho pasos de la metodología antes citada; partiendo de la definición y descripción del problema, se efectuó una categorización y priorización de los defectos o fallas asociadas con los dispositivos que se fabrican; en base al análisis de causas se realizó el planteamiento, priorización y ejecución de acciones correctivas y de mejoramiento. Al término de este proyecto se cumplieron los objetivos y metas planteadas, por un lado se redujo el porcentaje de unidades defectuosas generadas y detectadas durante el proceso de fabricación del 4.5% al 0.4%; y, por otro lado se logró reducir los reclamos de los clientes por defectos detectados en los dispositivos, del 0.4% al 0.1%. La experiencia lograda con la implementación de este proyecto por parte del personal que participó en su ejecución, ha propiciado el inicio del cambio hacia una cultura de resolución de problemas y de mejoramiento continuo, pues permitirá abordar en el corto y mediano plazo otros proyectos de interés para la empresa.

Palabras clave: Ruta de la Calidad, dispositivos para seguridad y control vehicular, defectos de calidad, análisis de causas, fallas internas, fallas externas.

Abstract: This article is about the implementation of the methodology of “Quality Control Story” (QC Story) in a factory dedicated to the manufacturing of components and devices for security and vehicle control systems which are supplied to personal customers and to corporate enterprises in the automotive sector. The goal of this project was to reduce internal and external failures, and also to improve the manufacturing process in which were executed the eight steps of “Quality Control Story” methodology. From the definition and description of the problem, a categorization and prioritization of defects or failures associated with the devices produced, were carried out. An analysis of causes it was necessary in order to identify, select and implement corrective and improvement actions. The goals and objectives set out at the beginning were completely fulfilled at the end of this project; first, the defects generated and detected during the manufacturing process were reduced from 4.5% to 0.4%, and then, the customers claims due to the defective devices were reduced from 0.4% to 0.1%. The experience achieved by the staff of participants throughout the implementation of this project has allowed to start the change towards a problem resolutions and continuous improvement culture, which will allow in the short and long terms to execute other projects of interest to the enterprise.

Key words: Quality Control Story, security systems and vehicle control devices, quality defects, causes analysis, internal failures, external failures.

I Introducción

La creciente exigencia de la confiabilidad del servicio y los requisitos de mejores tiempos de respuesta en el sector de la seguridad y monitoreo vehicular ha ocasionado que las empresas del sector centren sus esfuerzos en realizar mejoras en los procesos, todo esto con la finalidad de diferenciarse en la calidad del producto, para mantener e incrementar la cartera de clientes individuales y corporativos. Con el aumento del parque automotor y el incremento de la inseguridad respecto del robo de vehículos en el Ecuador, sumado a la necesidad de los clientes en tomar un mejor control sobre los vehículos como la apertura remota de seguros, bloqueo y desbloqueo preventivo, ubicación del vehículo en sitios aglomerados, etc., hacen que la empresa priorice sus esfuerzos y tenga como prioridad el emprendimiento de proyectos de mejoramiento continuo.

De acuerdo con González (1996) para implementar proyectos de mejora continua en una empresa se requiere que los empleados desarrollen sus acciones de mejora a través de una metodología basada en el ciclo PHVA, que se denomina “Ruta de la Calidad”. Esta metodología proporciona un procedimiento basado en hechos y datos que está enfocado hacia la mejora, y su aplicación será el motor que mueva el proceso de mejora continua en el sitio de trabajo.

En el presente proyecto de mejora mediante la aplicación de la “Ruta de la Calidad”, en una empresa dedicada a la instalación y monitoreo vehicular se ejecutaron secuencialmente los ocho pasos genéricos. Según el BID (2004) se definen los siguientes pasos: Definir el proyecto – describir la situación actual - analizar hechos y datos para aislar la causa raíz – ejecutar las acciones – verificar resultados – estandarizar – documentar y definir nuevos proyectos.

Para evidenciar los resultados de la implementación de la Ruta de la Calidad es necesario establecer objetivos, indicadores y metas. Socconini(2009), menciona que al poner en marcha un proyecto de superación empresarial, a veces cuesta trabajo saber si los esfuerzos emprendidos realmente están cumpliendo su objetivo. Esto sucede porque es difícil entender todo lo que pasa en la organización, dada la gran cantidad de variables implicadas y la diversidad de métodos usados para interpretar los datos. Por ello es muy importante definir los indicadores que servirán para interpretar lo más importante que suceda en una organización.

El artículo se estructura en cuatro partes. La primera, describe la metodología utilizada para la mejora del proceso de fabricación basada en la Ruta de la Calidad. En la segunda, se presenta la evaluación de los resultados y discusión mediante evidencias de la implementación. En la tercera parte, se detalla las contribuciones del proyecto. En la cuarta parte, se presentan las conclusiones y el trabajo futuro a desarrollar en la misma empresa o en otras empresas interesadas, considerando como referencia el presente caso y modelo de mejoramiento.

II Metodología

La metodología empleada en este trabajo es la ruta de la calidad, por ser una herramienta que se utiliza frecuentemente para lograr el mejoramiento continuo de la calidad de los procesos. Ésta metodología se basa en el ciclo PHVA y proporciona un procedimiento basado en hechos y datos para el análisis y solución de problemas significativos en las organizaciones. A continuación se describe cada uno de los pasos utilizados.

Tabla 1: La ruta de la calidad y sus pasos

Ciclo PHVA	Pasos de la ruta de la calidad		
PLANEAR	1	Definir el proyecto	Priorizar proyectos significativos
	2	Describir la situación actual	Describir y recopilar datos
			Definir la magnitud del problema
			Establecer la meta
			Establecer el plan de actividades
	3	Analizar las causas principales	Determinar las causas posibles del problema
			Mostrar la relación entre las causas
	4	Establecer acciones para eliminar las causas	Plantear acciones correctivas
			Separar acciones correctivas obvias
			Priorizar acciones correctivas
			Establecer un plan detallado de ejecución
	HACER	5	Implementar las acciones correctivas
Ejecutar las acciones correctivas			
VERIFICAR	6	Verificar los resultados	Recolectar datos posteriores a la implementación
			Identificar los resultados tangibles e intangibles
			Verificar los resultados logrados
			Comparar los resultados tangibles con las metas
ACTUAR	7	Estandarizar	Estandarizar las mejoras del proyecto
			Capacitar a los empleados en los nuevos procedimientos estándar de operación
			Verificar que se siga el nuevo procedimiento estándar de operación
	8	Definir nuevos proyectos	Establecer nuevos proyectos de mejora
			Aplicar la ruta de la calidad a la ejecución de proyectos priorizados

(Fuente: Elaboración propia)

La metodología presentada en la tabla 1, fue utilizada como marco de referencia para el análisis y reducción de defectos en el proceso de fabricación de dispositivos para la seguridad y control vehicular basándose en la planeación y desarrollo de los ocho pasos de la ruta de la calidad.

En la etapa de planificación del proyecto se utilizó también como herramienta la “carta del proyecto” la cual contempla entre otras cosas la definición del problema, objetivos, alcance, indicadores, metas, beneficiarios y también formaliza la conformación del equipo de trabajo. La siguiente tabla ilustra la carta de proyecto para el presente trabajo.

Tabla 2: Carta de proyecto

CARTA DE PROYECTO					
ELEMENTO	DESCRIPCION	DETALLE			
1. PROCESO	<i>Proceso en el cual existe oportunidad de mejora</i>	Proceso de fabricación: inserción, corte, solda y pruebas de dispositivos para sistemas de seguridad y control vehicular.			
2. OBJETIVO DEL PROYECTO	<i>Describir el objetivo que se persigue.</i>	Disminuir la cantidad de productos no conformes detectados tanto en la línea de fabricación como en el cliente.			
3. ALCANCE DEL PROYECTO	<i>Qué partes del proceso serán investigadas</i>	Aplica al proceso de fabricación desde la recepción de materiales, su fabricación hasta las pruebas de funcionamiento y empaque.			
4.- DECLARACION DEL PROBLEMA	<i>Describir la situación actual a mejorar</i>	Alto nivel de producción de dispositivos defectuosos, lo que ocasiona re-procesos en la planta de producción e insatisfacción del cliente por mal funcionamiento del sistema de seguridad y control instalado en su vehículo.			
5. INDICADORES	<i>Qué mejoramiento es buscado y cual será el impacto</i>	Indicador	Fórmula / unidades	VALOR inicial	META
		Producto no conforme detectado en planta	$(\# \text{productos no conformes detectados en planta} / \text{total productos producidos}) \times 1.000.000 \text{ [ppm].}$ [%]	44.545 PPM 4.5%	11.000 PPM 1%
		Producto no conforme detectado en campo	$(\# \text{productos no conformes detectados por el cliente} / \text{total productos instalados}) \times 1.000.000 \text{ [ppm].}$ [%]	4.118 PPM 0.4%	2.000 PPM 0.2%
6. IMPACTO ECONOMICO	<i>Cuál es la mejora anticipada en el desempeño</i>	Reducción en costos de la mala calidad		\$ 40.151	ANUAL
		TOTAL		\$ 40.151	ANUAL
7. MIEMBROS DEL EQUIPO	<i>Nombres del líder del Equipo y de los integrantes</i>	Integrantes: Edgar Toapanta Iza (ET) Líder Carlos Toapanta Iza (CT) Andrés Ramos (AR) Cristian Jácome (CJ) Jorge Chango (JCH) Henry Gordillo (HG)			
8. BENEFICIOS PARA LOS CLIENTES	<i>Clientes internos beneficiados con el proyecto</i>	Procesos de: Ventas Planificación de la producción Financiero Logística			
	<i>Clientes externos beneficiados con el proyecto</i>	Clientes finales de la empresa			

(Fuente: Elaboración propia)

III Evaluación de resultados y discusión

Priorización de defectos

Se recopiló información de defectos durante el lapso de 4 meses (Diciembre 2012 a Marzo de 2013), se consideraron defectos detectados en campo a aquellos provenientes de quejas o reclamos del cliente es decir que fueron detectados por el cliente durante el uso del producto, se identificaron 7 defectos en 1700 productos instalados que corresponden al 0.4% de productos defectuosos. Los defectos detectados en planta son aquellos que fueron detectados por los controles de operación dispuestos en la planta de fabricación; se han identificado 98 defectos en 2750 productos fabricados los que corresponden a un 4.5% de productos defectuosos. La priorización de defectos tuvo como base la categorización en función de la frecuencia y de la severidad o gravedad del defecto según su impacto en el cliente final .

Tabla 3: Priorización de defectos

PRIORIZACIÓN DE DEFECTOS / PRINCIPIO DE PARETO						
#	Defecto	Frecuencia	Severidad	Ponderación	%	% acum
1	Suelda incompleta en puntos de PCB	17	10	170	23%	23%
2	Terminal mal remachado	20	7	140	19%	42%
3	Cable en conector con posición equivocada	13	10	130	17%	59%
4	Elemento faltante	11	8	88	12%	71%
5	Suelda "fría"	6	10	60	8%	79%
6	Elemento en posición equivocada	7	6	42	6%	84%
7	Sin suelda en puntos de PCB	4	10	40	5%	90%
8	Elemento insertado al revés	3	8	24	3%	93%
9	Placa soldada contaminada	4	6	24	3%	96%
10	Corte incompleto de filamento de elemento	6	2	12	2%	98%
11	Conector quemado	3	2	6	1%	99%
12	Longitud insuficiente de cable cortado	2	3	6	1%	99%
13	Caja protectora no cierra	2	2	4	1%	100%
				Total	746	100%

(Fuente: Elaboración propia)

Como resultado de diagnóstico del problema, se determinaron los siguientes defectos como los más significativos: Suelda incompleta en puntos de PCB, terminal mal remachado, cable en conector con posición equivocada, elemento faltante y suelda fría en puntos de PCB. El diagrama de Pareto siguiente, ilustra los principales trece defectos y su factor de ponderación o importancia considerando tanto la frecuencia como la severidad.

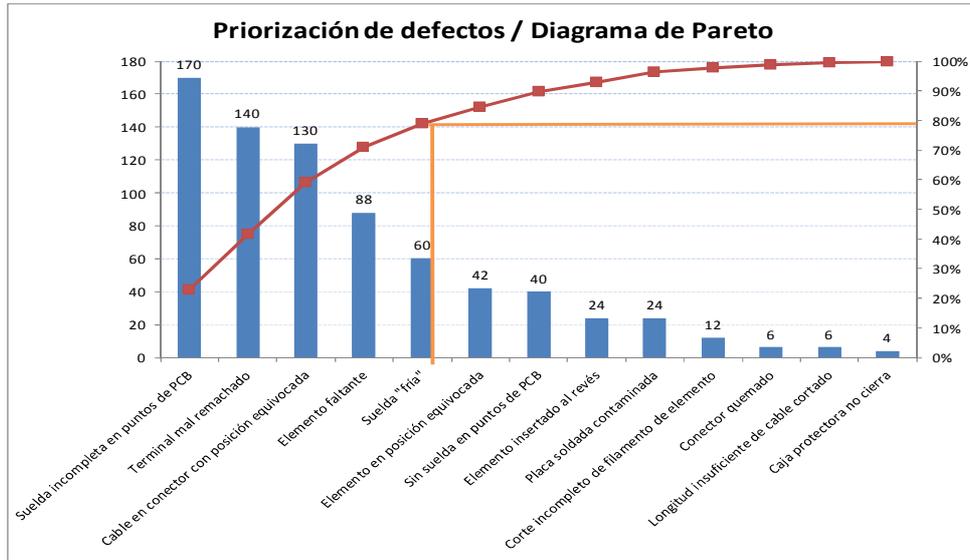


Figura 1:Diagrama de Pareto aplicado a la priorización de defectos
(Fuente: Elaboración propia)

Análisis de causas

Para la determinación de causas se utilizaron diagramas de Ishikawa o “causa - efecto”, para ello se realizó un análisis con los operadores, jefes e inspectores de calidad del área. A continuación se muestra como ejemplo el diagrama “causa - efecto” para el defecto de “Suelda incompleta en puntos de PCB”.

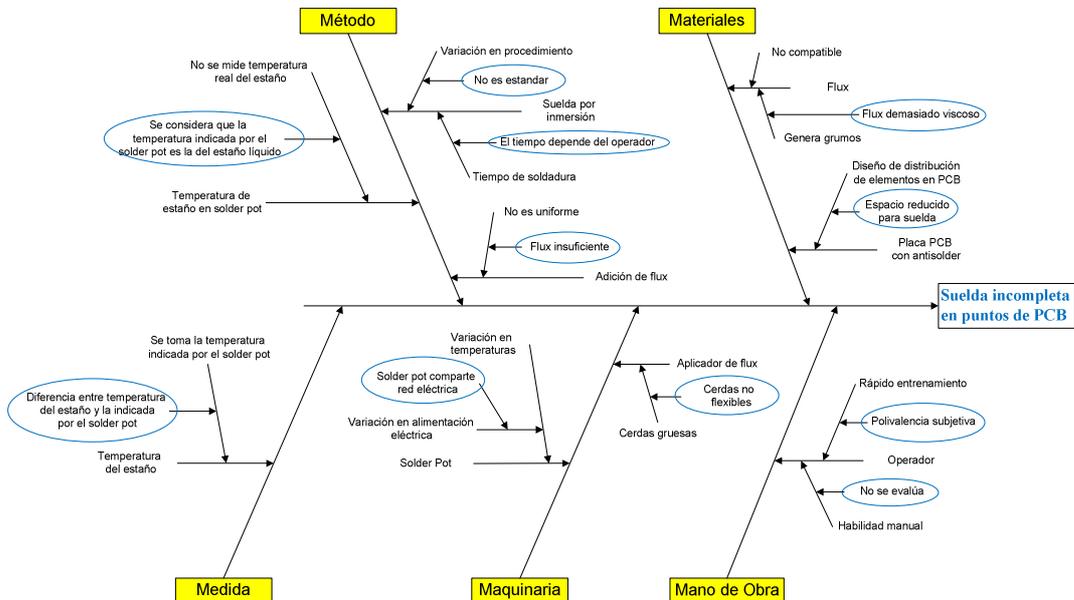


Figura 2:Diagrama Ishikawa, Suelda incompleta en puntos de PCB
(Fuente: Elaboración propia)

Definición y priorización de acciones correctivas

El planteamiento de acciones se realizó en conjunto con el equipo de trabajo, a través de lluvia de ideas se consideraron los puntos de vista de las personas que están directamente relacionadas con el proceso de fabricación. Se plantearon un total de 18 acciones correctivas, el equipo de trabajo realizó un análisis previo determinando que 5 de ellas son “obvias” ya que son de rápida implementación y no requieren de alta inversión, por lo tanto son las primeras acciones priorizadas.

Tabla 4: Acciones correctivas obvias

Cód.	Acciones correctivas obvias
AC2	Definir y adquirir equipo de medición adecuado para sensar temperatura de estaño líquido
AC7	Realizar conexión directa desde tablero principal para soldar pot
AC10	Reemplazo de proveedor de cable blanco # 22
AC11	Estandarizar los criterios de aceptación del remachado
AC13	Implementar bitácora de uso de remachadoras (número de golpes)

(Fuente: Elaboración propia)

Las 13 acciones restantes fueron priorizadas utilizando como criterios la frecuencia (número de causas que soluciona la acción correctiva), Severidad (severidad del defecto) y la Factibilidad (ponderación que resulta del análisis de los criterios de: tiempo de implementación, inversión requerida, complejidad de implementación).

Tabla 5: Priorización de acciones correctivas

Cód.	Acción correctiva	Frecuencia Fr	Severidad del defecto Sv	Facilidad			Facilidad Fr+Ti+Ir+Cl	Total Fr x Sv x Fr	%	% acum
				Tiempo de implementación Ti	Inversión Requerida Ir	Complejidad de implementación Cl				
AC3	Mejorar método de aplicación de flux	4	10	9	9	9	27	1080	20%	20%
AC4	Definir y estandarizar método de entrenamiento del personal	3	10	9	9	9	27	810	15%	35%
AC1	Definir y estandarizar procedimiento de suelda por inmersión	2	10	9	9	9	27	540	10%	44%
AC14	Elaborar un dispositivo a prueba de error	2	10	9	9	9	27	540	10%	54%
AC15	Definir estrategia de rotación de personal en área de fabricación	2	10	9	9	9	27	540	10%	64%
AC16	Implementación de 5 S's en área de fabricación	2	10	3	7	9	19	380	7%	71%
AC17	Precaentar PCB antes de la soldadura en soldar pot	2	7	9	9	9	27	378	7%	78%
AC18	Aislar estación de suelda	1	10	9	9	9	27	270	5%	83%
AC5	Búsqueda de nuevo proveedor de flux	2	10	3	5	5	13	260	5%	88%
AC8	Definir y estandarizar procedimiento de remachado	1	7	7	9	9	25	175	3%	91%
AC6	Rediseño de placa PCB (aumento de área útil para suelda)	1	10	3	7	7	17	170	3%	94%
AC9	Realizar estudio de capacidad de proceso y aplicación de carta de control	1	7	5	9	9	23	161	3%	97%
AC12	Implementar mantenimiento autónomo en el proceso de fabricación	1	7	5	9	9	23	161	3%	100%
Total								5465		

(Fuente: Elaboración propia)

Verificación de resultados tangibles luego de la implementación.

Los resultados obtenidos luego de la implementación de las acciones correctivas fueron satisfactorios, las siguientes figuras y tablas ilustran la reducción de la ocurrencia de defectos durante los meses de abril a junio de 2013.

Tabla 6: Cuantificación de defectos en fabricación de dispositivo

#	DEFECTO	Dic 12 a Mar 13	Prom mes	Ensamble de elementos			Corte de filamentos			Aplicación de Flux			Soldadura por inmersión en Solder Pot			Programación de micro controladores			Ensamble final			Pruebas de funcionamiento			Total				
				abr-13	may-13	jun-13	abr-13	may-13	jun-13	abr-13	may-13	jun-13	abr-13	may-13	jun-13	abr-13	may-13	jun-13	abr-13	may-13	jun-13	abr-13	may-13	jun-13	abr-13	may-13	jun-13		
1	Suelda incompleta en puntos de PCB	17	4									2	1														2	1	0
2	Elemento faltante	11	3				2																				2	0	0
3	Elemento en posición equivocada	7	2	1			1																				2	0	0
4	Suelda "fría"	6	2									1		1										1			1	1	1
5	Corte incompleto de filamento de elemento	6	2																	1							0	1	0
6	Sin suelda en puntos de PCB	4	1									1	2	1						0							1	2	1
7	Placa soldada contaminada	4	1									1	1														1	1	0
8	Elemento insertado al revés	3	1							1	1																1	1	0
9	Conector quemado	3	1										1							1							1	1	0
10	Caja protectora no cierra	2	1																								0	0	0
Subtotal =>		63	18	1	0	0	1	0	0	1	1	0	3	4	2	0	0	0	1	1	0	0	1	0	11	8	2		
Total =>				1			1			2			9			0			2			1			21				

(Fuente: Elaboración propia)

Tabla 7: Reducción de fallas internas

RESUMEN REDUCCIÓN FALLAS INTERNAS					
	4 meses	promedio mes	abr	may	jun
Defectos	98	24.5	17	9	2
Producción	2200	550	520	516	480
PPM	44545	44545	32692	17442	4167
%	4.5%	4.5%	3.3%	1.7%	0.4%

(Fuente: Elaboración propia)

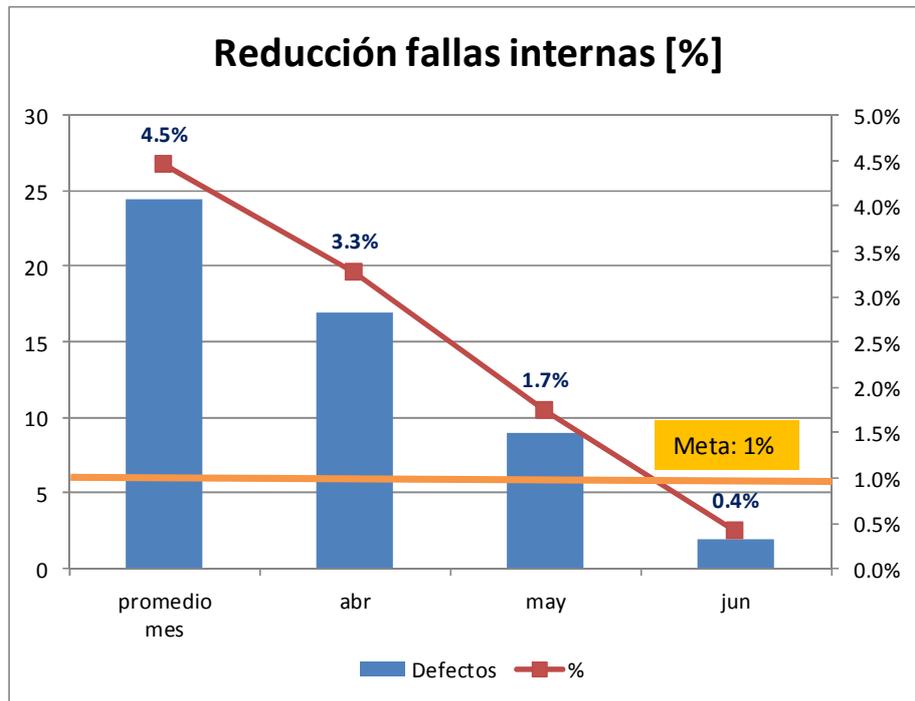


Figura 3:Reducción de fallas internas, comparación con la meta (%)
(Fuente: Elaboración propia)

Tabla 8:Reducción de fallas externas

RESUMEN REDUCCIÓN FALLAS EXTERNAS					
	4 meses	promedio mes	abr	may	jun
Defectos	7	2	0	1	0
Instalaciones	1700	425	479	492	486
PPM	4118	4118	0	2033	0
%	0.41%	0.41%	0.00%	0.20%	0.00%

(Fuente: Elaboración propia)

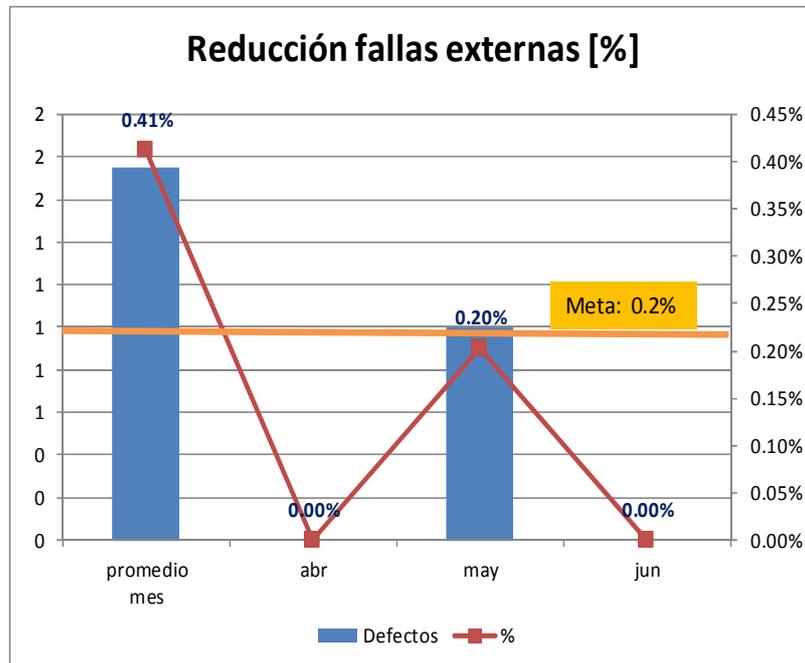


Figura 4: Reducción de fallas externas, comparación con la meta (%)
(Fuente: Elaboración propia)

Definición de nuevos proyectos

Durante el desarrollo del proyecto el equipo de mejoramiento fue testigo de los beneficios y resultados que se obtienen cuando un proyecto se lo ejecuta de forma organizada y bajo una metodología establecida y probada. El equipo de trabajo definió como futuros proyectos los siguientes:

- Optimización del tiempo de instalación de dispositivos de seguimiento y control vehicular.
- Optimización y mejoramiento de la comunicación entre las unidades de seguimiento y control vehicular y el Data Center.
- Reducción de costos de comunicación para contratos vencidos y no renovados.
- Implementación de un sistema de abastecimiento y reposición de materiales a nivel nacional.

Se estandarizó la metodología de la ruta de la calidad a través de un procedimiento de implementación de proyectos de mejora, los proyectos definidos podrían ser ejecutados de acuerdo al procedimiento definido.

IV Trabajos relacionados

El presente trabajo denominado “implementación de la ruta de la calidad en el proceso de fabricación de dispositivos para la seguridad y control vehicular” representa para la empresa el primer proyecto desarrollado con el soporte de una metodología establecida y probada, por lo tanto constituye uno de los primeros pasos de la empresa en el ámbito del mejoramiento continuo.

Cabe señalar que en la industria automotriz a partir del año de 2009 y con el apoyo de las empresas de ensamblaje de vehículos se han realizado varios trabajos de solución de problemas enfocados en hechos y datos a través de herramientas como “las ocho disciplinas” o la “solución de problemas según el Quality System Basic (QSB) de General Motors”, las cuales tienen como base metodológica a la ruta de la calidad.

VII Conclusiones y trabajo futuro

En este proyecto se ha implementado con éxito la metodología de la “Ruta de la Calidad” en el proceso de fabricación de dispositivos para sistemas de seguridad y control vehicular. Se ha demostrado en la empresa la importancia de emprender mejoras en los procesos basándose en la metodología secuencial de los ocho pasos de la “Ruta de la Calidad” .

Mediante la identificación de causas, definición e implementación de acciones correctivas y de mejora se han reducido los defectos de fabricación en los dispositivos lo cual ha impactado directamente en la disminución de reclamos del cliente.

Para la implementación de las acciones correctivas, el grupo de trabajo pudo identificar acciones obvias, las cuales, no requieren mayor inversión y son de rápida implementación, es decir que mediante la implementación de acciones obvias se pueden identificar ganancias o mejoras rápidas en la empresa.

Los resultados obtenidos en éste proyecto pretenden servir de estímulo a la empresa para el desarrollo de futuros proyectos de mejora de sus procesos mediante la aplicación de la “Ruta de la Calidad”. También podrían servir como referencia para otras empresas interesadas en el mejoramiento de la calidad y productividad.

Agradecimientos

A Ing. Guillermo Cabrera, por habernos guiado durante todo el proyecto.

A nuestras esposas e hijos, por darnos una razón poderosa para ser mejores personas.

A nuestros padres, por su amor y dedicación con sus hijos y nietos.

Referencias Bibliográficas

AGUDELO, L., y ESCOBAR J. (2006). *Gestión por Procesos*. Colombia: Editorial ICONTEC.

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CALIDAD. (2002). *Herramientas para la calidad*. España: Editorial Cyan.

CASTAÑEDA, G. (1999). *Manual de calidad para la pequeña y mediana empresa*. México: Editorial Universidad Iberoamericana.

CASTILLO, D. y MARTINEZ J. (2007). *Enfoque para combinar e integrar la gestión de sistemas*. Colombia: Editorial ICONTEC.

CAZORLA, X. (2010). *Sistemas de Gestión de la Calidad ISO 9000*. España: Fundación Universitaria Iberoamericana FUNIBER.

GONZALEZ, R., OCHOA, H., LIMA, E., RAMOS, H., GÓMEZ, R., HERNÁNDEZ, D. (1996). *La ruta de la calidad y las siete herramientas básicas*. México: Editorial ITESM.

GUTIERREZ H., y DE LA VARA R. (2009). *Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma (2da. edición)*. México: Editorial McGraw-Hill.

GRYNA, F., y CHUA, R. (2007). *Método Juran, Análisis y planeación de la calidad (5ta. edición)*. México: Editorial McGraw-Hill.

HARRINGTON, H.J. *Mejoramiento de los Procesos de la Empresa*. Colombia: Editorial McGraw-Hill.

JAY, A., (2007). *Six sigma simplificado*. México: Editorial Panorama.

LOPEZ, F. (2003). *ISO 9000 y la planificación de la calidad*. Colombia: Editorial ICONTEC.

SOCCONINI, L. (2009). *Lean Manufacturing paso a paso*. Colombia: Editorial Norma.