

Seis Sigma en una empresa de servicios de informática¹

Six Sigma in a computer service company

F. Rodríguez

Recibido Marzo 25 de 2015 – Aceptado Mayo 29 de 2015

Resumen - El presente escrito inicialmente da a conocer la metodología de mejora del seis sigma, su importancia y aplicación a nivel empresarial. Posteriormente, se presenta un caso en la empresa Sysman Ltda mediante proyectos de mejora, utilizando como medio de diagnóstico los criterios del Premio Colombiano a la Calidad de la Gestión; donde se establecen fortalezas y oportunidades de mejora en la organización. Finalmente se proponen tres proyectos encaminados a mejorar la calidad del sistema, el tiempo de respuesta a quejas y la identificación de necesidades de capacitación.

Palabras clave - innovación tecnológica, investigación y desarrollo, participación de los trabajadores, resolución de problemas, selección de proyecto.

Abstract - This article initially introduces the improvement methodology of Six Sigma, its importance and enterprise-level application. Subsequently, a case is presented in the company Sysman Ltda through improvement projects, using as a diagnosis criteria The Colombian Award for Quality of Management; where strengths and opportunities for improvement are set out in the organization. Finally three projects aimed to improve the quality of the system, the response time to complaints and identifying training needs are proposed.

Key words - technological innovation, research and development, workers participation, problem solving, project selection.

I. INTRODUCCION

En este estudio se utilizó un modelo de gestión de calidad conocido como seis sigma, que tiene como objeto realizar mejoras en los diferentes procesos de la empresa para ofrecer productos y/o servicios que satisfagan las necesidades de los clientes de la organización que trabaja en el diseño, desarrollo e implementación de software especializado en un 97% del sector público en Colombia. A través de un diagnóstico por medio de factores que mide el premio colombiano a la calidad de la gestión, se analiza la organización; y junto con la aplicación de encuestas de satisfacción a clientes, se logró establecer proyectos de mejora relacionados con la satisfacción a los clientes internos, identificando necesidades de capacitación; de clientes externos. Lo anterior porque se presentaban productos no conformes generados por problemas en las soluciones informáticas que es la razón de ser de la empresa; además, de respuesta a solicitudes de los clientes no oportuna. Los proyectos de mejora fueron desarrollados por medio del ciclo DMAMC², donde se involucraron técnicas y herramientas de mejora como el diagrama causa-efecto, el AMEF³ y QDF⁴, que se trabajaron de manera sinérgica con personal del área de tecnología y de atención al cliente de la organización.

El modelo de gestión del seis sigma ha presentado diferentes cambios a nivel estructural, de políticas, estrategias, relaciones humanas, tecnología y de mercados; además, de iniciativas de calidad como la ISO 9000, el

¹Producto de investigación del grupo Logyca ISO en el área de gestión de calidad, de la escuela de ingeniería industrial, de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

F. Rodríguez, es Ingeniero Industrial de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia de Sogamoso (Colombia), actualmente es docente de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia de Sogamoso, (correo e.: ferrosrod@gmail.com).

²Sigla del ciclo del seis sigma: Definir, medir, analizar, mejorar y controlar.

³Ánalisis de modos y efectos de falla.

⁴Quality function deployment, o despliegue de funciones de calidad.

TQM (total quality management), seis sigma, manufactura esbelta, etc. [1]. Además, los clientes de hoy desean alta calidad, productos durables y a precios razonables [2]. El seis sigma es una aplicación eficaz de técnicas estadísticas que ha logrado gran aceptación en muchas organizaciones [3]. Motorola alcanzó una meta agresiva de 3,4 DPMO⁵ [4]; esto indica que por cada millón de productos fabricados, del orden de 3 a 4 son defectuosos.

El seis sigma es una de las más recientes iniciativas de mejora de calidad para ganar la popularidad y aceptación en muchas industrias incluyendo a las compañías de servicio (Nonthaleerak y Hendry, 2008). También, es una forma inteligente de dirigir un negocio o un departamento; pone primero al cliente y utiliza hechos y datos para dar mejores soluciones. Los esfuerzos para su uso se dan en tres áreas principalmente: mejorar la satisfacción del cliente, reducir el tiempo de ciclo y reducir los defectos [5].

En términos estrictos la definición del término “sigma” es una letra del alfabeto griego que denota la desviación estándar y se utiliza para describir la variabilidad en un proceso en una empresa [6]. Como herramienta en soluciones integradas tiene que cumplir con la definición, análisis y medición de la calidad con la colaboración del cliente [7].

En conclusión, el seis sigma es un sistema completo y flexible para conseguir, mantener y maximizar el éxito en los negocios, aportando beneficios que incluyen: reducción de costos, mejora de la productividad, aumento de la cuota del mercado, fidelización de los clientes, reducción de tiempo de ciclo, reducción de defectos, cambio de cultura, desarrollo de productos y servicios, entre otras.

II. METODOLOGÍA

El proceso aplicado dentro de la empresa Sysman Ltda corresponde a un estudio de caso. Yin [8] considera el método de estudio de caso apropiado para la investigación empírica, donde examina o indaga sobre un fenómeno contemporáneo en su entorno real y se utilizan múltiples fuentes de datos. Chetty [9] indica que esta “es una metodología rigurosa que es adecuada para investigar fenómenos en los que se busca dar respuesta a cómo y por qué ocurren, permite estudiar los fenómenos desde múltiples perspectivas”. “Los casos se refieren a una persona o varias, a una organización, o la comunidad y su contenido puede cubrir innumerables campos de la actividad humana, por ejemplo, ocio, salud, ventas, gestión de empresas, etc.”[10].

Inicialmente se realizó un diagnóstico por medio de la metodología del Premio Colombiano a la Calidad de la Gestión; después se seleccionaron proyectos que se relacionaran con algunos parámetros del cliente, con una métrica adecuada que contara con el apoyo y aprobación

de la administración [11]. Posteriormente, se evidenciaron debilidades y oportunidades de mejora donde se analizaron los factores más importantes.

Análisis de la información: para establecer la relación de las fuentes de información, se hizo una triangulación de éstas. Inicialmente se tuvo en cuenta el tipo de investigación cualitativa, que por medio de entrevistas y encuestas, analizan variables de satisfacción de clientes internos y externos de la empresa, encontrándose relaciones. Por otro lado, una investigación cuantitativa para el tratamiento de los datos. Se hizo un análisis estadístico simple y posteriormente, un análisis factorial⁶ de componentes principales para delimitar el número de variables de estudio. Los proyectos seis sigma que resultaron de este análisis fueron:

Mejorar especificaciones de entrada (calidad del sistema).

Mejorar velocidad de respuesta a clientes externos.

Reducir tiempos de respuesta de llamadas telefónicas⁷.

Identificar necesidades de capacitación del personal.

III. RESULTADOS

A. Proyecto Calidad del software

Inicialmente, según la información recopilada y analizada, un proyecto de seis sigma está relacionado con este aspecto que desarrolla la empresa. Según la metodología DMAMC, se deben establecer las siguientes etapas:

1) Definir el problema:

Se contempla este proyecto debido a que se falla en algunos requerimientos de la calidad del software al realizar el diseño, lo cual trae inconvenientes en la operación del sistema, por ende la insatisfacción del cliente externo en cuanto a que las salidas que necesitan del sistema no son proporcionadas al 100%.

Los casos que se detectaron son: el no generar o imprimir informes, fallas en cálculos de inventario, facturación, configuración de informes, entre otros. Lo anterior, genera el aumento de costos por no la calidad, retrabajos, reprocesos, visitas inesperadas (no programadas a los clientes), costos de transporte, uso adicional del recurso humano, etc. Se tiene como objetivo solucionar los problemas de calidad del sistema de un 90 a un 95% mediante un diseño adecuado en los diferentes programas solicitados, según requerimientos de los clientes para evitar quejas del producto y a su vez salvaguardar la imagen de la empresa.

Las limitantes de este proyecto están dadas en función de la capacidad de los trabajadores de poder entender muy bien,

⁵Proporciona dimensiones subyacentes, transformando un conjunto amplio de variables, disminuyendo las dimensiones permitiendo entender el fenómeno.

⁷Para este caso se relaciona con mejorar la respuesta a quejas de los clientes porque redundaba en la oportunidad del servicio.

⁵Defectos por partes de millón de oportunidades

de manera inicial, los requerimientos de sus clientes y hacer una traducción eficaz de los mismos, a la vez, evitar errores que se presentan al correr los programas.

En la siguiente tabla se muestran los productos no conformes (PNC), reportados en la fecha 01/07/2010 de la empresa (requerimientos del cliente).

Por otro lado, se presentaban problemas relacionados con amigabilidad, confiabilidad, rendimientos, facilidad de manejo, adaptación a cambios, precisión y tiempo de respuesta.

TABLA I. TRADUCCIÓN DE LA VOZ DEL CLIENTE (VOC)

PNC	SIGNIFICADO PARA LA EMPRESA	REQUERIMIENTO DEL CLIENTE
Errores generación de informes	No se ha conseguido evitar errores en este aspecto	Se debe hacer nueva programación para arreglar el inconveniente
Al enviar nuevas versiones para arreglar problemas no funcionan nuevamente.	Las versiones al enviarlas no son adecuadas	Enviar la versión adecuada que logre satisfacer al cliente
Errores de facturación	No se realiza entradas adecuadas en el proceso de diseño del software en este aspecto	Realizar nueva programación
No se puede actualizar datos de entrada para cambios en el sistema	No se puede alimentar módulos por archivos planos	Creación de registros de pago de la opción módulos

2) Medir:

En esta etapa se estableció la toma de datos y posterior cuantificación del problema para evaluar el desempeño en el aspecto tratado. Se realizó un muestreo con la colaboración de los clientes, proveedores, colegas, etc., para identificar el número de defectos.

Para calcular el DPU (Defectos por unidad) de este factor se tomaron los productos entregados desde 2004 a 2010, equivalente a 4854 soluciones informáticas, de las cuales 3983 presentaron defectos. Según la metodología se tomó el número de defectos dividido entre las soluciones informáticas entregadas:

$$1) DPU = 3983/4854 = 0,8205$$

Es decir, que se presentó un 82% aproximadamente de defectos por unidades producidas. El rendimiento del proceso es lo que hace falta para el 100%, es decir 18%. De la tabla estandarizada de conversión del rendimiento, DMPO del seis sigma, se tiene:

RENDIMIENTO %	SIGMA
15,87	0,50
19,08	0,63

Es necesario hacer una interpolación para hallar el valor real seis sigma: se obtiene un $0,62\sigma$ (el proceso es incapaz⁸) lo cual significa que se presenta oportunidades de mejora para llegar a eliminar al máximo los defectos.

3) Analizar:

En este aspecto se estableció la causa raíz de los defectos más sensibles en cuanto al desarrollo de las soluciones (amigabilidad, confiabilidad y precisión), este proceso se hizo a través de la colaboración de personal involucrado directamente en el proceso (diseñadores, soporte, coordinador de tecnología y de atención al cliente). Se utilizó un diagrama causa efecto para analizar las diferentes causas en los tres casos.

4) Mejorar:

De la herramienta del diagrama mencionado en la etapa anterior se concluyó que las causas principales son la confiabilidad y adaptación a cambios del sistema, debido a que se presentaban defectos en impresión de informes y, fallas al actualizar los módulos con nuevas versiones, entre otros. Una solución fue crear un nuevo cargo de una persona que pudiera atender y traducir eficientemente las necesidades del cliente. Por otro lado, se consideró importante realizar capacitaciones continuas relacionadas con los módulos que se diseñan en: presupuestos, contabilidad, almacén, nómina, etc.

En cuanto a la tecnología, la empresa debió actualizar sus equipos continuamente para así lograr mayor eficiencia en el trabajo en esta área. Se propuso el uso de la herramienta de análisis de modos y efectos de fallos AMEF, que sirviera para detectar los modos de falla y tomar acciones preventivas que lograran disminuir la severidad y ocurrencia de problemas.

Para el caso del cómputo del número de prioridad de riesgo (NPR), se calcula por medio del producto de la severidad, la ocurrencia y la detección, es decir: $NPR = S * O * D$; este valor se emplea para identificar los riesgos más serios para buscar acciones correctivas. Cuando los modos de falla han sido ordenados por el NPR, las acciones correctivas deberán dirigirse primero a los problemas y puntos de mayor grado e ítems críticos. Los valores de NPR fueron de 336 revisiones de solicitud del cliente y 280 diseños de productos.

La intención de cualquier acción recomendada es reducir los grados de ocurrencia, severidad y/o detección. Las acciones recomendadas fueron cambio de equipos de cómputo ya obsoletos y el entrenamiento de módulos.

⁸Al ser un proceso incapaz se presenta cuando es inferior a 3σ

5) Controlar:

Incluye necesariamente la implementación con asignación de recursos a las acciones de mejora, sin embargo, se sugiere cómo se debería realizar este paso. A continuación se enumeran actividades para esta etapa: desarrollar un proceso de seguimiento para verificar el resultado de los cambios implementados, revisar periódicamente los defectos por unidad (DPU) y llevar registros de los mismos, cumplimiento de los protocolos establecidos por la empresa para el desarrollo de soluciones informáticas, uso de gráficos de control para establecer variabilidad del proceso de desarrollo y traducción de la voz del cliente (VOC), en la determinación de necesidades y expectativas.

B. Proyecto tiempo de respuesta a requerimientos y quejas

1) Definir el problema:

El área encargada de este proceso directamente es el área de atención al cliente, conformada por el coordinador y 22 personas de soporte. El problema que se presentaba se daba por inconvenientes de tiempo de respuesta no oportuna a los clientes, ante sus diferentes solicitudes. Para el cliente la utilización eficiente del sistema adquirido es una herramienta fundamental para las diferentes tareas que realiza; en este aspecto si no había una atención oportuna a sus problemas por parte de la empresa, su labor se veía perjudicada con demoras, retrasos, sobrecostos, etc. La empresa maneja un tiempo promedio de respuesta de 48 horas. Se perseguía mejorar el tiempo de respuesta a las inconformidades presentadas por los clientes.

2) Medir:

Se tomaron datos de clientes (VOC) de la encuesta realizada por parte de la empresa, donde se establecieron los siguientes rangos de tiempo de respuesta de atención por parte de la empresa:

TABLA III

RANGOS DE TIEMPO DE RESPUESTA A SOLICITUDES DE CLIENTES

RANGO	1 Y 2 HORAS	2 Y 4 HORAS	4 Y 6 HORAS	MÁS DE 8 HORAS
No. de clientes	26	26	20	46

Como se puede apreciar el mayor número de clientes que se atendía, según sus quejas y reclamos correspondía a más de 8 horas, es de entender que hay clientes que se encontraban en otros departamentos y la empresa tenía que atender las solicitudes lo más rápido posible para no causar problemas a sus clientes. El objetivo era disminuir el tiempo de respuesta a no conformidades con el producto de los clientes de Sysman en un tiempo de 8 horas. Se tomó como defectos aquellos eventos en los cuales fueron mayores al rango de 4 a 6 horas, es decir, más de 8 horas que en total fueron de 46. Para este caso en particular se trabajó con porcentaje de unidades defectuosas (rendimiento); es decir:

$$2) \text{ Rendimiento} = (1 - \text{defectos/total de oportunidades})^*100\%$$

$$\text{Rendimiento} = (1 - 46/118)^*100\% = 61\%$$

Tomando la tabla estandarizada de conversión seis sigma, y haciendo una interpolación de los datos, equivale a $1,78\sigma$ (el proceso es incapaz), donde se presenta un punto para analizar y llevar a cabo todo un desarrollo de mejora y control.

3) Analizar:

En este aspecto se establece la causa (s) raíz por medio de una lluvia de ideas por parte del equipo de trabajo en los procesos de soporte y coordinación de atención al cliente. Se determinó que las principales causas de atender oportunamente las quejas de los clientes está en la disponibilidad y capacitación al personal en algunos temas de manejo de sistemas para poder solucionar más rápidamente el problema y no pasarlo al departamento de tecnología, y éste nuevamente al área de atención al cliente según los problemas reportados por el usuario¹⁰. Por otro lado, es importante contemplar causas como equipos no apropiados para dar una respuesta más rápida y eficaz a los clientes; así mismo de la falta de equipamiento telefónico de enrutamiento de llamada.

Hay que mencionar que en el caso del manejo del software por parte de los clientes, muchas veces no es el mejor, debido a que a pesar de que se entrega un manual de uso, al cliente le gusta consultar cualquier inconveniente con la empresa directamente; esto se presenta muchas veces porque hay rotación de personal en las entidades que utilizan las soluciones de Sysman. Según la coordinadora de atención al cliente de las 1800 llamadas realmente 23 fueron de quejas para el año 2010.

4) Mejorar:

Se tuvieron en cuenta, no sólo acciones que conllevaron a solucionar la causa principal del problema (falta de personal en atención y soporte), sino otras que, son igualmente importantes como la falta de capacitación del personal del área en cuestión, y la mejora de la tecnología con equipos más eficientes. En cuanto a la causa principal se propuso contratar personal por OPS para ciertas fechas críticas en las labores de las entidades públicas¹¹ como son: enero (vigencias), abril, junio y octubre (cierre de trimestre). Para este inconveniente se debieron contratar personas que residieran en el sitio donde se requería el soporte. Por ejemplo la empresa cuenta con clientes en Nariño, Guainía, Santander, entre otros departamentos distantes; para contratar por OPS se buscaron empresas de contratación y selección de recursos humanos.

⁹El total de oportunidades para este caso es la suma de todas las solicitudes atendidas en los diferentes rangos de hora; es decir, la sumatoria.

¹⁰Se presentan casos en los que definitivamente el área de atención al cliente no tiene las competencias para resolver el problema.

¹¹El 97% de los clientes son entidades públicas.

Por otro lado, para la capacitación específica por parte de la empresa se podría hacer vía webcam. Si a cambio se miraba la contratación por nómina por parte de la empresa, generaba mayor gasto, además de viáticos en caso de desplazamientos a otros sitios dentro y fuera de Boyacá. Para el caso de la deficiencia de tecnología de redes telefónicas se consideró necesario adquirir un equipo de contestación automática y reenvío de llamadas, según un código, a determinado operador. Por otro lado, se propuso el uso de la herramienta de análisis de modos y efectos de fallos AMEF.

Teniendo en cuenta lo anterior, tanto los requerimientos a clientes y manejo a quejas deben dar un NRP más alto (280 cada uno). Se propusieron actividades de mejora tales como: contratación de personal por OPS según demanda de personal por zonas, formación en programas bases de datos y lenguaje de programación, actualización de equipos de cómputo y ubicación de un sistema de llamada dirigida.

5) Controlar:

Asignación de recursos a las acciones de mejora; sin embargo se propusieron algunas actividades: desarrollar un proceso de seguimiento para verificar el resultado de los cambios implementados, revisar periódicamente la medición del rendimiento del tiempo de solución a quejas.

Cumplimiento del proceso establecido para quejas y reclamos y uso de gráficos de control para establecer variabilidad del proceso.

C. Proyecto identificación de necesidades de capacitación

1) Definir el problema: la capacitación es un eje central, con base en falencias de los dos proyectos seis sigma anteriores que son los más críticos, es importante identificar las necesidades de capacitación de los empleados con relación a las necesidades del cliente externo. Teniendo en cuenta la información proporcionada por los empleados se observó que la calificación obtenida fue de 2,9 de 5; además que causas relacionadas con los proyectos anteriores de calidad del sistema y quejas en el factor de empleados también se encuentra la formación. El objetivo del proyecto es capacitar al personal teniendo en cuenta las necesidades de los clientes. Para lograr esto se realizó una matriz QFD (quality deployment function).

2) Medir:

Se parte de la evaluación de los programas de capacitación de la empresa y de las expectativas de los clientes.

3) Analizar:

Se utilizó la herramienta QFD con el fin de establecer la importancia que tienen las necesidades de los clientes (QUÉ), y saber cuáles son las características que debe tener la formación (CÓMOS). Con esta información se pudo establecer el programa de capacitación. Para el caso de la prioridad de los clientes se tomaron como referencia las encuestas, donde el valor de la prioridad se da según las

respuestas calificadas de 1 a 5, siendo 1 el menos importante y 5 el más importante.

Para el caso del análisis de la casa de la calidad (QFD), existía una relación fuerte entre las necesidades de capacitación de los empleados con las del cliente (confiabilidad del sistema, bases de datos y herramientas de desarrollo). Por otro lado, el servicio al cliente tiene una fuerte relación con la rápida respuesta a las llamadas con el fin de disminuir el tiempo de respuesta a quejas.

La dificultad está representada en el tiempo de disponibilidad para recibir las capacitaciones y del personal disponible a nivel interno para que las brinde; siendo mayor la parte de sistemas, que los módulos y aspectos como servicio al cliente, sistema de gestión de calidad, entre otros. Otro factor es el alto impacto que genera, va entre 4 y 5. Y finalmente, el costo estimado es mínimo en casi todos los factores porque lo hace el mismo personal de la empresa, pero para el caso de herramientas de desarrollo, servicio al cliente y análisis de problemas no.

4) Mejorar:

Dado que hay un mínimo común denominador que es la capacitación, en los diferentes problemas encontrados, y que se enfocaron dentro de proyectos seis sigma, se propusieron actividades de mejora tales como: adiestramiento en tomar acciones correctivas y preventivas del servicio al cliente, entrenamiento de los módulos contables, presupuestales y de tesorería, capacitación a todo el personal en ISO 9001:2008, adiestrar a todo el personal en solución a problemas

5) Controlar:

Para esta etapa se propuso realizar el desarrollo de un proceso de seguimiento para verificar el resultado de los cambios implementados, realización de manera frecuente identificación de necesidades de capacitación y hacer la evaluación de la capacitación para medir su efectividad.

IV. CONCLUSIONES

Mediante la evaluación de los factores del Premio Colombiano a la Calidad de la Gestión, se logró realizar un diagnóstico en todos los aspectos de la organización e identificar los más importantes tales como: tecnología, capacitación, servicio al cliente, calidad del producto, difusión de procedimientos, respuesta a solución a quejas y servicio al cliente.

Las quejas fueron una de las fuentes básicas para identificar los requerimientos de los clientes. Esto permitió enfocar los esfuerzos hacia satisfacer las necesidades, y se convirtieron en punto de partida para la realización de proyectos seis sigma.

El proyecto seis sigma de calidad del software permitió establecer cuáles son las principales fallas que presenta el diseño y desarrollo de software que orienta la satisfacción de los clientes. Por tanto, hay que realizar acciones encaminadas

a lograr la mejora en este aspecto, entre las cuales se encuentra la identificación y traducción de las necesidades de los clientes, capacitar al personal de tecnología en los módulos que desarrollan y buscar la eficiencia por medio del cambio de equipos o su actualización.

El segundo proyecto de tiempo de respuesta a quejas permitió evidenciar que los clientes de forma general, no importando la gravedad del problema, quieren tener una respuesta casi inmediata; por ello, la empresa debió asignar recursos técnicos y humanos.

El tercer proyecto de capacitación es un factor que debe ser dinámico y continuo, con el fin de proveer de conocimientos y habilidades a sus empleados para lograr, no solo mayor eficiencia en su trabajo, sino también satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes.

REFERENCIAS

- [1] S. Suresh, A. Jiju, M. Kumar and A. Douglas.. “Six Sigma and leadership: some observations and agenda for future research” (2012, Apr.). The TQM Journal. [On line]. 24(3), pp. 231 – 247. Disponible en: <http://emeraldinsight.com.ezproxy.unal.edu.co/doi/pdfplus/10.1108/17542731211226754>.
- [2] V. Gupta, P. Acharya and M. Patwardhan. “Monitoring quality goals through lean Six-Sigma insures competitiveness”. (2012, Jan.). International Journal of Productivity and Performance Management. [On line]. 61(2), pp. 194 – 203. Disponible en: <http://emeraldinsight.com.ezproxy.unal.edu.co/doi/pdfplus/10.1108/17410401211194680>
- [3] K. Bengt, W. Håkan and R. Edgeman “Six sigma seen as a methodology for total quality management”. (2001, Feb.). Measuring Business Excellence. [On line]. 5(1), pp. 31 – 35. Disponible en <http://emeraldinsight.com.ezproxy.unal.edu.co/doi/pdfplus/10.1108/13683040110385809>
- [4] R. Schroeder, R. Linderman, C. Liedtke and Choola. “Six Sigma: Definition and underlying theory§Choo”. Journal of Operations Management. vol. 26, pp. 536–554. 2008.
- [5] Pande, P. and Holpp, L. “¿Qué es seis sigma?”. Mc Madrid. Graw-Hill. 2002. pp. 14-34. Pande, P., Neuman, R. and Cavanagh, R. The Six Sigma Way. New York, McGraw-Hill. 2000.
- [6] R. McAdam and S. Hazlett. “An absorptive capacity interpretation of Six Sigma” . (2010, Jun.). Journal of Manufacturing Technology Management. [On line]. 2 (5), pp. 624 – 645. Disponible en: <http://emeraldinsight.com.ezproxy.unal.edu.co/doi/pdfplus/10.1108/17410381011047002>.
- [7] F. Johannsen, and S. Leist. A Six Sigma Approach for integrated solutions. Managing Service Quality. [On line]. 19(5), pp. 558 – 580. (2009, Aug.). Disponible en: <http://emeraldinsight.com.ezproxy.unal.edu.co/doi/pdfplus/10.1108/09604520910984373>.
- [8] R. K. Yin. “Case Study Research: Design and Methods, Applied social research Methods Series”. (3^a ed.). USA: Newbury Park CA. 1994. p. 24.
- [9] S. Chetty. The case study method for research in small- and medium-sized firms. International Small Business Journal (1996, Oct.). [On line]. 15, pp. 73-85. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096959319900030X>.
- [10] A. Mendoza, A.. “El estudio de casos: un enfoque cognitivo”. Editorial Trillas. México, D.F. (2003, Mar.). [On line] Disponible en: <http://www.mincit.gov.co/minindustria/descargar.php?id=61383>.
- [11] V. Escalante.“Seis-Sigma, metodología y técnicas”. México. Ed. Limusa. 2003. pp. 29-78



Fernando Rodríguez Fonseca. Nacido en Bogotá, el 8 de enero de 1970. Ingeniero Industrial de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia de Sogamoso (Colombia) en 1999., especialista en Gerencia del Talento Humano, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia de Sogamoso (Colombia) en 2000. Magíster en Administración, Universidad Nacional de Colombia en 2011. Docente del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia – sede Sogamoso. ferrosrod@gmail.com. Investigador grupo logyca iso. Asesor, empresa Indumil coordinador programa Ingeniería Industrial. Universidad Antonio Nariño docente escuela de posgrados en la especialización de Gerencia del Talento Humano de la UPTC. Docente de la Escuela de Ingeniería Industrial de la UPTC, actualmente ubicada en la calle 2 sur entre carreras 14-18.