

Estado actual de la filosofía “Seis Sigma” como herramienta de disminución de defectos en los procesos de producción de las empresas en Bucaramanga

Frank Nicolás Delgado M.

Magíster en Ciencias de Sistemas de Manufactura, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Monterrey. Magíster c. en Ciencias de Sistemas de Calidad y productividad, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Monterrey. Director del grupo de Investigación CAyPRO. Universidad Santo Tomás Bucaramanga franknicolas12@mail.ustabuca.edu.co, a00792516@gmail.com

Jaime Díaz Ortiz

Magíster en Administración de Empresas, Universidad Santo Tomás, Bucaramanga Investigador Grupo CAyPRO Universidad Santo Tomás, Bucaramanga jaimediaz@mail.ustabuca.edu.co

Resumen— Este artículo presenta un enfoque analítico del estado actual de algunas aplicaciones relacionadas con metodologías de mejoramiento continuo como Seis Sigma en empresas colombianas, específicamente en la ciudad de Bucaramanga. Este documento describe los beneficios de la aplicación de la Filosofía Seis Sigma y su impacto en la industria. Detectar nuevas oportunidades de aplicación de la Filosofía en la ciudad para apoyar de esta forma la competitividad y productividad global, es el principal objetivo de este análisis.

Palabras clave— Seis Sigma, minimización de errores, minimización de defectos, Calidad.

Abstract— This paper presents an analytical approach to the current state of some related applications of continuous improvement methodologies such as Six Sigma in Colombian companies, and specifically of those located in the city of Bucaramanga. This document describes the benefits of applying Six Sigma methodology and its impact on the industry. Identify new opportunities for application of the methodology in this city to support such global competitiveness and productivity is the main objective of this analysis.

Keywords— Six Sigma, minimizing errors, minimizing defects, Quality.

I. INTRODUCCIÓN

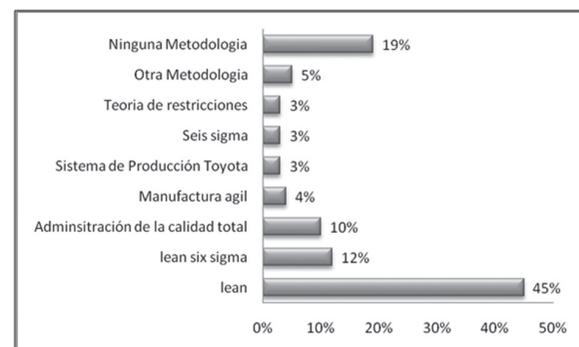
La apertura de mercados mundiales y tratados de libre comercio obligan a las empresas de cada país a mejorar sus procesos de producción, fabricación y servicios, esto con el fin de entregar mejores productos con Calidad y a un menor precio, estos aspectos impactan en la expansión de mercado, exportación y aumento de ventas. Para lograr alcanzar tales efectos las empresas a nivel

mundial en México, Canadá y Estados Unidos aplican Metodologías comprobadas de reducción de Mejoramiento continuo como: la Teoría de Restricciones, Seis Sigma, Sistemas de Producción Toyota, Manufactura Ágil, administración de la Calidad Total, Lean six sigma, Lean. (Ver Fig. 1).

La Fig. 1. muestra la distribución en porcentajes de utilización en el mundo de las diferentes metodologías y Filosofías en Mejoramiento Continuo.

Este artículo de revisión escogió la Filosofía Seis Sigma porque significa estadísticamente tener un nivel de clase mundial al no producir servicios o productos defectuosos. [4]. Esto significa que la Filosofía Seis Sigma apoya las empresas a nivel Regional y Nacional en tener una competitividad de clase Mundial que permita tener nuevos mercados, aumentar las ventas y generar nuevos empleos.

FIG. 1. PRINCIPALES METODOLOGÍAS DE MEJORAMIENTO UTILIZADAS EN MANUFACTURA EN EL MUNDO



Fuente: Manufacturing performance institute citado en Piuizzi, (2009). [11]

Con base en el anterior concepto sobre Seis Sigma, el presente artículo realiza una revisión de esta Filosofía estructurado de la siguiente forma: Sección II: Seis Sigma, Sección III: Funcionamiento, Sección IV: Resultados de Seis Sigma, Sección V: Seis sigma como filosofía de estrategia empresarial VI: Seis Sigma en Bucaramanga, Sección VII: Conclusiones.

II. SEIS SIGMA

Investigadores a nivel mundial han desarrollado el concepto de la Filosofía Seis Sigma, algunos de estos conceptos se citan a continuación:

Seis Sigma como métrica representa una forma de medir el desempeño de un proceso o servicio; como Filosofía de trabajo representa mejoramiento continuo de procesos y productos; como meta significa alcanzar un nivel de clase mundial al no producir servicios o productos defectuosos.[4].

Seis Sigma es un concepto que nació en Estados Unidos en la empresa Motorola Inc. En 1985 como respuesta a la competencia industrial de Japón y con el fin de mejorar drásticamente en sus niveles de calidad. [7].

Seis Sigma es una Filosofía de base estadística cuyo objetivo es la reducción de defectos y errores en procesos, producción y servicios, esta Filosofía está basada en el comportamiento de la letra griega sigma σ , el cual es utilizado por estadísticos para medir la variabilidad en cualquier proceso. [12].

La letra sigma σ mide el rendimiento de una compañía en el proceso de negocios, tradicionalmente en Estados Unidos y países desarrollados se alcanzan niveles 3 o 4 sigma, esto significa que la compañía puede tener entre 6200 y 67000 defectos por millón de partes producidas. [12].

La Tabla I muestra la clasificación de los niveles sigma del nivel 1 como nivel mínimo con 690 000 defectos partes por millón, al nivel sigma 6 como nivel máximo de excelencia al producir 3,4 defectos parte por millón

TABLA I
TABLA SIMPLIFICADA DE CONVERSIÓN SEIS SIGMA

Si su rendimiento es (%)	Su DPM es	Su Sigma es
30.9	690.000	1.0
69.2	308.000	2.0
93.3	66.800	3.0
99.4	6.210	4.0
99.98	320	5.0
99.99	3.4	6.0

Fuente: Pande et, al., 2000.

Los anteriores niveles de Seis Sigma están asociados a los costos de no tener o tener sigma de nivel bajo como lo muestra la Tabla II.

En la Tabla II se observa que los costos de calidad deficiente aumentan al tener un Sigma de bajo nivel, en el nivel 2 de Sigma se evidencia que la compañía ya no es competitiva, pues tiene gastos por deficiencia en calidad aproximadamente mayores de 40% de las ventas.

La competitividad aplica para las compañías que pueden ser medidas por medio de la Filosofía Seis Sigma, esta medida ocurre en países desarrollados como Estados Unidos, Canadá y México.

Las compañías que no están medidas por niveles Sigma desconocen el nivel de competitividad en que se encuentran, tampoco saben la cantidad de defectos que producen en sus procesos y servicios y no tienen claro cuánto dinero gastan al no controlar sus defectos y errores de proceso.

Los anteriores conceptos sobre Seis Sigma se resumen de la siguiente forma [5]:

- Seis Sigma es una **metodología** que se centra en encontrar y eliminar las causas que producen defectos.
- Seis Sigma es una **medida estadística** del nivel de desempeño de un proceso o producto.
- Seis Sigma es una **metodología** que se centra en encontrar y eliminar las causas que producen defectos.
- Seis Sigma es una **medida estadística** del nivel de desempeño de un proceso o producto.
- Seis Sigma es un **sistema de calidad** destinado a mejorar la satisfacción del cliente: Mejora procesos, productos y soluciona problemas.
- Seis Sigma es un **sistema de dirección** para lograr un liderazgo duradero en el negocio y un desempeño de primer nivel en un ámbito global.
- Seis Sigma es un **proceso empresarial** que permite a las compañías mejorar drásticamente sus resultados finales, al diseñar y supervisar sus actividades.

TABLA II. IMPACTO DE LOS DEFECTOS EN EL COSTO

Nivel Seis Sigma	Defectos por Millón de Oportunidades (DPMO)	Costo de Mala Calidad
2	308,537	No aplica
3	66,807	25-40% de las Ventas
4	6,210	15-25% de las Ventas
5	233	5-15% de las Ventas
6	3.4 (World Class)	<1% of de las Ventas
Nivel sigma prove un 10% de mejora en la utilidad neta.		

Fuente: Estrategia Seis Sigma. Quality Associates Internacional, 2009

Los resultados de la Filosofía Seis Sigma no han sido logrados por ninguna otra iniciativa. [9].

III. ¿CÓMO FUNCIONA SEIS SIGMA?

El funcionamiento de Seis Sigma se fundamenta en el concepto de servicio al cliente, con base en este concepto se, describen 6 principios básicos que son las columnas de la Filosofía Seis Sigma, estos principios son: [6].

- Enfoque genuino al cliente
- Dirección basada en datos y hechos
- Los procesos están donde está la acción
- Dirección proactiva
- Colaboración sin barreras
- Búsqueda de la perfección

El principio de “enfoque al cliente” se define en las acciones tomadas para siempre satisfacer las demandas del cliente.

El principio “Dirección basada en hechos” se basa en un procedimiento de tres fases que son definir, analizar y resolver, esto con el fin de resolver problemas.

El principio “los procesos están donde está la acción” se refiere a controlar el proceso en su totalidad.

El principio “Dirección proactiva” se refiere a que la Dirección debe estar enfocada a un mejoramiento continuo de planes, metas, visiones, y a la forma de solución de problemas

El principio “Colaboración sin barreras” se refiere a la investigación y solución de los problemas que

evitan el trabajo en equipo al realizar un proyecto Seis Sigma.

El principio “búsqueda de la perfección” consiste en eliminar todos aquellos defectos o errores que provocan insatisfacción en el cliente desde el producto hasta el servicio de ofrecer el producto, la meta ideal es cero desperdicios.

Los principios son la base del funcionamiento de la Filosofía Seis Sigma, la cual basa el proceso de funcionamiento en fases o pasos que se describen como el flujo de la Filosofía Seis Sigma. [4].

(Ver Fig. No 2).

La Fig. 2 muestra el flujo de la Filosofía Seis Sigma; su aplicación comienza con la definición del problema, esta fase utiliza herramientas como el diagrama de Pareto, Histogramas o gráficas de tendencias, con el fin de identificar el problema.

La fase de descripción del proceso se realiza por medio de diagramas de proceso, con el fin de identificar correctamente el proceso verdadero del producto o servicio, a la vez que se identifican los posibles errores o defectos.

La fase de medición capaz y estable se refiere a la evaluación de todos los sistemas de medición que tiene la empresa, esto con el fin de evaluar la precisión y exactitud de los elementos de medición que posee la empresa.

“La determinación de variables” se refiere a descubrir la influencia de factores determinados en la varianza del proceso seleccionado.

“Evaluar la capacidad del proceso” se refiere a que una vez realizado el ajuste del proceso, se

evalúa si el proceso de la fábrica tiene la capacidad de mantener el ajuste realizado al proceso; la evaluación incluye la optimización y la mejora de los ajustes realizados.

Las fases de Determinación de Variables y Evaluación de la capacidad del Proceso se refieren al análisis que realiza Seis Sigma en la capacidad de los procesos en general.

“El control del proceso” se refiere a la constante supervisión del desarrollo del proceso, esto con el fin de mantener un control sobre las actividades influyentes en el proceso; este control de proceso incluye el mejoramiento continuo del mismo.

Con los anteriores principios y fases se desarrolla la Filosofía Seis Sigma. El éxito de alcanzar los resultados de la aplicación de la Filosofía Seis Sigma depende de la colaboración y el trabajo en equipo.

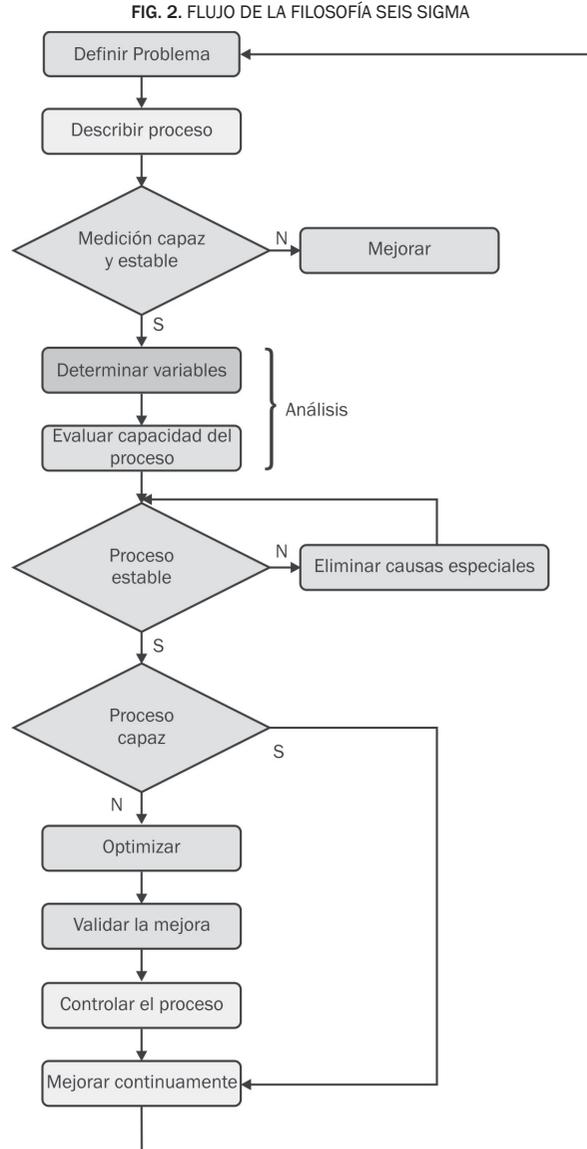
El trabajo en equipo en la aplicación de la Filosofía Seis Sigma está formado por Líderes, Campeones, Maestros cinta negra, Cinta negra y Cinta verde. [1]. (Ver Fig. No 3.)

La Fig. 3. muestra el orden de los participantes en los proyectos Seis Sigma; Los Líderes son los encargados de dar visión al proyecto y las metas a alcanzar; Los Campeones son los encargados de implementar la Filosofía Seis Sigma a través de toda la empresa; Los Máster Black Belt son los encargados al 100% de implementar la Filosofía Seis Sigma; Los Black Belt se enfocan en la ejecución del proyecto y están bajo la dirección de Máster Black Belt; Los Green Belt son empleados que se capacitan en Seis Sigma y apoyan el desempeño de los Black Belt.

Con los anteriores principios, fases y trabajo en equipo de los participantes en los proyectos Seis Sigma, se alcanzan los resultados que ofrece la Filosofía Seis Sigma, estos resultados se describirán a continuación.

IV. RESULTADOS DE LA FILOSOFÍA SEIS SIGMA

Los resultados y beneficios de la aplicación de la Filosofía Seis Sigma se describen con ejemplos Específicos, los cuales se nombran a continuación. Se considera con base en datos en Estados Unidos que si algunas empresas tuvieran 3,8 σ , serial igual a [8]:



Fuente: Escalante, (2008). [4]

FIG. 3. JERARQUIZACIÓN DE LOS PARTICIPANTES EN PROYECTOS SEIS SIGMA



Fuente: Adaptado de Antariksa, (2006). [1]

- 20.000 artículos de correo perdidos por hora
- Agua no potable durante 15 minutos al día
- 5.000 operaciones quirúrgicas incorrectas por semana.
- 2 aterrizajes cortos o largos en todos los aeropuertos por día.

Tener un 6 sigma serial igual a:

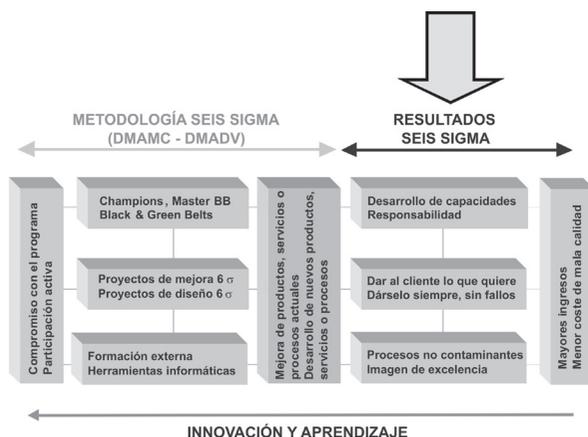
- 7 artículos de correo perdidos por hora
- Agua no potable durante un minuto cada 7 meses.
- 1,5 operaciones quirúrgicas por semana
- 1 aterrizaje Corto o largo cada 5 años.

Se describe otro ejemplo de resultados con las políticas de entregar a tiempo pizzas en una Pizzería en horarios de 11:45 am a 12:15 pm. [3].

Si la Pizzería entrega sus productos en un 68% es un Sigma 2, si sus productos son entregados con éxito en un 93% es un Sigma 3, si las pizzas son entregadas con un 99.4% es un Sigma 4, si la Pizzería entrega sus productos con un 99.9997% ha alcanzado el nivel 6 Sigma que es casi perfecto.

Alcanzar el nivel 6 sigma impacta directamente en la reducción de defectos y el ahorro de gastos por producción de productos o servicios con defectos que influyen en las decisiones del cliente; las decisiones del cliente deben ser siempre positivas hacia el producto o servicio, esto se logra al aplicar Metodologías como Seis Sigma para obtener los resultados esperados que presenta la implementación de esta Metodología. (Ver Fig. 4).

FIG. 4. SÍNTESIS DE LA INTEGRACIÓN DE SEIS SIGMA EN LA GESTIÓN EXCELENTE



Fuente: Benito, (2009). [2].

La Fig. 4. Muestra como por medio de la aplicación de la Filosofía se obtienen beneficios en los resultados directos para la empresa, estos resultados son: Desarrollo de capacidades, responsabilidad, dar al cliente lo que quiere, dárselo sin fallos, procesos no contaminantes, imagen de excelencia, mayores ingresos y menor costo de ausencia de calidad.

Los resultados anteriores sobre la Filosofía Seis Sigma permiten evidenciar su importancia y cómo contribuye al desarrollo de las compañías que requieren alcanzar un nivel mundial de competencia, que impacta sobre la mayor cantidad en ventas, reducción de costos y mercados para exportar.

La mayor utilidad en ventas (Tabla II), reducción de costos y aumento de mercados para exportar, es la meta de las compañías, esta meta también forma parte de las empresas en Colombia en ciudades como Bucaramanga que actualmente buscan nuevos mercados extranjeros para exportar.

V. SEIS SIGMA COMO FILOSOFÍA DE ESTRATEGIA EMPRESARIAL

La Filosofía Seis Sigma no representa sólo un Método Estadístico de búsqueda de defectos o errores dentro de un proceso determinado; aunque cuando se aplica Seis Sigma como un Método Estadístico, este presenta un extenso plan de fases, actividades y herramientas, las cuales hacen que el Método funcione; pero el éxito de la aplicación de la filosofía de Seis Sigma como Filosofía se enfoca a mejorar los intereses de las Empresas donde es aplicada; el mejoramiento de estos intereses de la Empresa forman parte de las estrategias administrativas de la empresa, por esta razón la Filosofía Seis Sigma tiene un componente Estratégico en la Administración Empresarial.

Nanetti (2006), describe el componente Estratégico de la Filosofía Seis Sigma como “el Plan o Método de trabajo para alcanzar una Meta o resultado”; las metas consisten en mejorar los Objetivos propuestos dentro de un lapso de tiempo determinado por la empresa.

Mejorar los Objetivos de la empresa con la Filosofía Seis Sigma muestra el éxito de su correcta aplicación; la correcta aplicación de la Filosofía como componente estratégico de la Administración Empresarial, consiste en detectar los procesos críti-

cos de la empresa que afectan la mejora de los Objetivos Empresariales; el análisis de la eficiencia y eficacia de estos procesos críticos muestran los procesos que necesitan una eliminación de defectos o errores dentro de las actividades.

El anterior concepto de Nanetti describe la importancia de desarrollar un plan de trabajo para alcanzar los objetivos propuestos por la Empresa, los objetivos se basan en procesos claves o críticos que impactan en la cadena de flujo de valor del producto o servicio, los procesos son evaluados respecto a eficiencia y eficacia, los resultados de la evaluación indican los procesos que presentan mayor cantidad de errores en su ejecución, los errores en la ejecución son detectados, controlados y mejorados por la Filosofía Seis Sigma como método; el resultado de su aplicación como Estrategia impacta en el éxito de los alcances de la Gerencia de la Empresa.

VI. SEIS SIGMA EN BUCARAMANGA

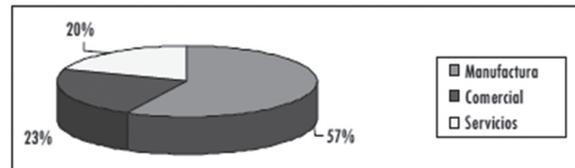
La Filosofía Seis Sigma en Colombia se ha dado a conocer por algunas Asociaciones como el CNP, Centro Nacional de Productividad (2000), ACOSIX-SIGMA, Asociación Colombiana de Seis Sigma que ha desarrollado el primer Simposio nacional de Six sigma en la ciudad de Cali en Noviembre de 2009.

La Revista Dinero, argumenta acerca de la Aplicación de la Filosofía Seis Sigma en Colombia: Aunque en Colombia la Filosofía se está usando apenas recientemente para conseguir mejoras comerciales, hay unas pocas Empresas pioneras en el uso de esta herramienta. Views, empresa de investigación de mercados, la utiliza con sus clientes y puede asegurar su eficacia porque antes de aplicarla a procesos comerciales en otras empresas, la utilizaron ellos mismos dentro de su compañía.¹

Mayorga y Pinzón. (2008), argumentan que la aplicación de la filosofía Seis Sigma en Colombia es nula. (Ver Tabla III).

El argumento de que en Colombia la Filosofía de Seis Sigma es Nula es la conclusión del Estudio realizado por Mayorca y Pinzón. (2008), en el cual se tomaron empresas del sector Manufacturero, comercial y Servicios como lo muestra la Figura 5.

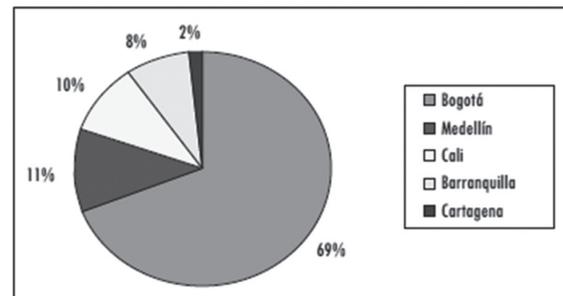
FIG.5. DISTRIBUCIÓN DE EMPRESAS POR SECTOR INDUSTRIAL PARA ESTUDIO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA FILOSOFÍA SEIS SIGMA



Fuente: Fuente: Diagnóstico de la madurez en los procesos de las Empresas medianas colombianas. (Mayorga & Pinzón, 2008).

El Estudio corresponde a los resultados de las principales ciudades de Colombia (Ver Fig. 6)

FIG. 6 SELECCIÓN DE CIUDADES PARA EL ESTUDIO DEL ESTADO ACTUAL DE LA FILOSOFÍA SEIS SIGMA EN COLOMBIA



Fuente: Diagnóstico de la madurez en los procesos de las Empresas medianas Colombianas. (Mayorga & Pinzón, 2008)

La Figura 6 muestra las ciudades de Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla, Cartagena; estas ciudades fueron seleccionadas porque concentran el mayor número de industrias en Colombia; con las ciudades en Colombia seleccionadas Mayorga y Pinzón analizaron en dichas ciudades las empresas del sector Manufacturero con los resultados mostrados en la Tabla III.

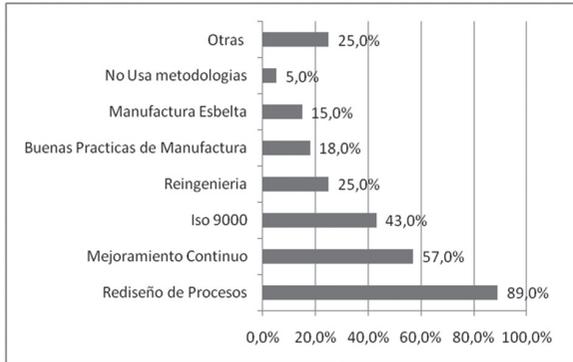
La Tabla III muestra el rediseño de procesos, mejoramiento continuo e ISO 9000 como las principales metodologías de mejoramiento continuo en Colombia; La Filosofía Seis Sigma no fue tomada por ninguna empresa como Metodología de aplicación para la reducción de errores; también se muestra en la Tabla III cómo la Manufactura Esbelta sólo se utiliza en un 15% en Colombia, este indicador significa que la Filosofía de Manufactura Esbelta es poco utilizada en Colombia, y se opone a la información de la Figura 1. Donde muestra que la Filosofía de Manufactura Esbelta es la más utilizada en el Mundo.

De la anterior información se puede mostrar (Ver Tabla IV) cómo las Filosofías de mejoramiento

¹ http://www.dinero.com/edicionimpresa/mercadeo/seis-sigma-rumbo-perfeccion_32886.aspx

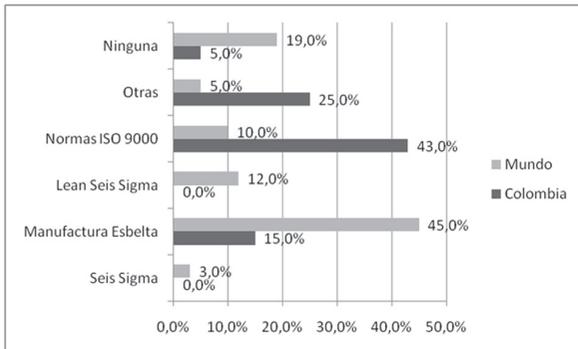
continuo actuales como Seis Sigma y Lean-Seis Sigma son Nulas en Colombia.

TABLA III. METODOLOGÍAS UTILIZADAS PARA EL MEJORAMIENTO CONTINUO EN COLOMBIA



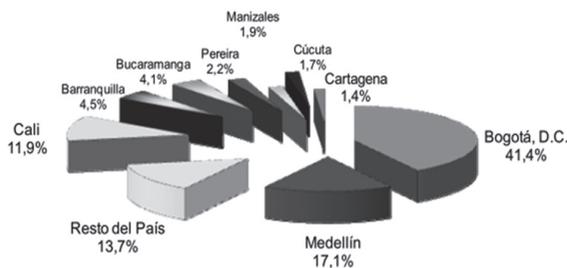
Fuente: Diagnóstico de la madurez en los procesos de las Empresas medianas Colombianas. (Mayorga & Pinzón, 2008)

TABLA IV. COMPARACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE APLICACIÓN DE LAS FILOSOFÍAS DE MEJORAMIENTO CONTINUO, SEIS SIGMA Y LEAN-SEIS SIGMA EN COLOMBIA Y EL MUNDO



En Colombia la ciudad de Bucaramanga es la quinta ciudad en importancia económica y agrupación industrial (Ver Figura 7).

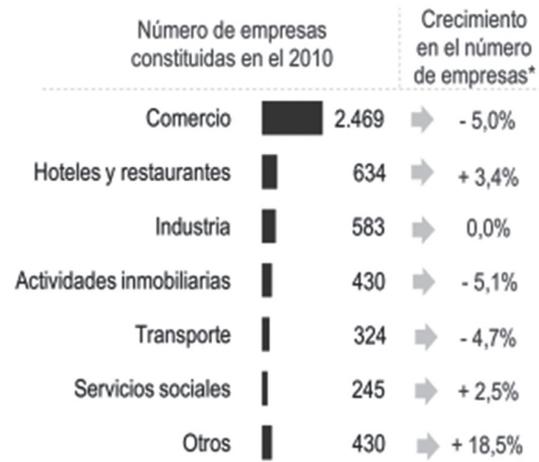
FIG. 7 DISTRIBUCIÓN DE LOS ESTABLECIMIENTOS POR ÁREA METROPOLITANA



Fuente: DANE, EAM 2007

La Figura 7. Muestra a Bucaramanga con 4.1% de la totalidad de Establecimientos en Colombia. Estos Establecimientos en la ciudad de Bucaramanga están constituidos por sectores (Ver Fig. 8).

FIG. 8 EMPRESAS CONSTITUIDAS POR SECTORES PARA EL DEPARTAMENTO DE SANTANDER



Fuente: DANE, EAM 2010

La Figura 8 muestra que el área de mayor Impacto de la Filosofía Seis Sigma corresponde a la Industria Manufacturera la cual en el Departamento de Santander corresponde al 11.39% de establecimientos en la Región.

De la industria Manufacturera en Santander según la ANDI (Asociación Nacional de Empresarios de Colombia), seccional Bucaramanga hay 2 PYMES que investigan con la Filosofía Seis Sigma lo que equivale al 0,34% de las 583 Empresas constituidas en el Sector Industrial de Bucaramanga. El bajo porcentaje de implementación de la Filosofía Seis Sigma en las Empresas en Santander, se debe al desconocimiento de los resultados positivos de la Filosofía Seis Sigma en el aumento de la Competitividad y Productividad de las Empresas, otro factor influyente en el bajo porcentaje de aplicación la Filosofía Seis Sigma es que no hay profesionales capacitados en la filosofía para apoyar los Empresarios en la Región, lo cual incrementa el costo en alto porcentaje al traer profesionales calificados del Exterior.

La ausencia de profesionales capacitados en la Filosofía Seis Sigma en Bucaramanga corresponde a la ausencia de Tesis de Pregrado, Postgrado y carencia de asignaturas académicas en la Filosofía Seis Sigma, en las Universidades de la Región.

VII. CONCLUSIONES

La Filosofía Seis Sigma requiere una alta colaboración de trabajo en equipo por los integrantes del desarrollo de cada proyecto.

La Filosofía Seis Sigma es conocida por algunas Asociaciones e instituciones Universitarias en Colombia, estas instituciones se encuentran en Bogotá, Cali y Medellín.

La implementación de la Filosofía Seis Sigma en las empresas de Colombia es desconocida aunque existen consultores virtuales en Internet que ofrecen servicios en esta área.

La Filosofía Seis Sigma es desconocida en las empresas de Santander y sólo un 0,34% de las empresas investiga sobre la Filosofía.

La Filosofía Seis Sigma no es enseñada por ninguna Institución Universitaria en la región en ningún curso de pregrado, postgrado o de extensión universitaria.

REFERENCIAS

- [1] Y. Antariksa, "Seis Sigma for Managers", 2006. Recuperado 28 de Junio de 2010 de <http://www.slideshare.net/nusantara99/six-sigma-for-managers#>
- [2] C. Benito, "Seis sigma y el modelo EFQM", 2009. Recuperado el 6 de Julio de 2010 de www.informalidad.net/documentos/docs/161101.doc
- [3] M. Castro, "Seis Sigma la revolución en los datos y la calidad de las empresas privadas y públicas", 2009. Recuperado 10 Marzo de 2010 de <http://www.uamerica.edu.co/investigacion/publicaciones/articulo%20cinde%20SEIS%20SIGMA.pdf>
- [4] E. Escalante, "Metodologías y Técnicas de Seis Sigma", 2008. Editorial Limusa. México.
- [5] L. Jeri, "Curso de Administración de operaciones, Seis Sigma", 2009. Recuperado el 1 de Julio de 2010 de <http://www.slideshare.net/magaly1968/seis-sigma-1066512>
- [6] M. Lefcovich, "Seis Sigma, Hacia un nuevo paradigma en Gestión", 2008. Recuperado 25 de Junio de 2010 de <http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger1/parassig-lefco.htm>
- [7] K. Linderman, "Six Sigma: a goal-theoretic perspective", 2002. *Journal Operation Manager*, 21(2), 193 - 203.
- [8] S. Mannivannan, "Introducción a Seis Sigma", 2007. Recuperado 7 Marzo de 2010 de http://mexico.pma.org/magazine/aug07/pdf/seis_sigma.pdf
- [9] J. Nanetti, "El Seis Sigma para todos", 2003. Editorial Norma, Bogotá, Colombia.
- [10] P. Pande, "The Seis Sigma way", 2000. Editorial McGraw Hill. Estados Unidos.
- [11] N. Pinzón, S. Mayorga, "Diagnostico de La Madurez de los procesos en Empresas Medianas Colombianas", 2008. *Ingeniería y Universidad* 12(2), 245 - 267
- [12] G. PiuZZi, "Reto global e incertidumbre en las cadenas de suministro", 2008. VII simposio internacional de Logística y Supply chain. Caracas. Venezuela.
- [13] T. Pyzdek, "The Six Sigma Handbook a complete guide for Green Belts, Black belts and managers at all leves", 2009. Editorial McGraw-Hill. Estados Unidos.