

## APLICACIÓN DE SIX SIGMA EN LAS ORGANIZACIONES

### Implementation Of Six Sigma In An Organization

#### RESUMEN

Desde sus inicios Seis Sigma (Six Sigma) ha sido considerada como una nueva tecnología de mejora de los procesos y servicios, logrando impactar en forma significativa en resultados en grandes empresas. Hoy se continúa asociando a Six Sigma con empresas de gran porte. No obstante, los beneficios obtenidos por estas compañías no son garantía de un éxito seguro para cualquier otra empresa. El Six Sigma tiene que ser accesible a todos los integrantes de la empresa y en ella todos deben practicar determinadas destrezas relacionadas con él. Lo que queremos en este documento es quitarle el misterio a esta revolucionaria filosofía gerencial; y mostrar que básicamente el Six Sigma les está enseñando a todos a ser mas eficaces y eficientes.

**PALABRAS CLAVES:** Calidad, Productividad, Procesos, Servicio, Six Sigma.

#### ABSTRACT

*Since its inception Six Sigma has been regarded as a new technology for improving the processes and service, Making a significant impact on results in large companies. Today continues associating Six Sigma with large-size firms. But, The profits made by these companies are not a guarantee of a win-win situation for any other company. Six sigma has to be accessible to all members of the company and it all should practice certain skills associated with it. What we want here is to remove the mystery of this revolutionary managerial philosophy; And basically show that the six sigma is teaching them all to be more effective and efficient.*

**KEYWORDS:** Quality, Productivity, Processes, Service, Six Sigma.

### 1. INTRODUCCIÓN

Tener procesos en los que ocasionalmente sucedan errores puede que no parezca un gran problema. Pero cuando se tiene en cuenta cuántos errores pueden estar acechando los procesos corporativos, el impacto económico en la productividad total, la satisfacción al cliente y la rentabilidad se multiplican dramáticamente.

El enfoque de Six Sigma busca ayudar a identificar lo que se desconoce además de enfatizar en lo que debería conocer, y en qué debería tomar acción para reducir los errores y el reproceso que le cuestan ese tiempo, dinero, oportunidades y clientes. Six Sigma traduce ese conocimiento en oportunidades para el crecimiento de la empresa.

### 2. ¿QUE ES SIX SIGMA?

Six Sigma, es una filosofía de trabajo y una estrategia de negocios, la cual se basa en el enfoque hacia el cliente, en un manejo eficiente de los datos y metodologías y diseños robustos, que permite eliminar la variabilidad en los procesos y alcanzar un nivel de defectos menor o igual a 3 ó 4 defectos por millón.

#### LEONEL ARIAS MONTOYA

Ingeniero Industrial, M. Sc.  
Profesor Asistente  
Facultad de Ingeniería Industrial  
Universidad Tecnológica de Pereira  
leoarias@utp.edu.co

#### LILIANA MARGARITA PORTILLA

Administradora Financiera,  
Candidata a M. Sc.  
Profesor Auxiliar  
Facultad de Ingeniería Industrial  
Universidad Tecnológica de Pereira  
lilipor@utp.edu.co

#### JUAN CARLOS CASTAÑO BENJUMEA

Ingeniero Industrial, M. Sc.  
Profesor Auxiliar  
Facultad de Ingeniería Industrial  
Universidad Tecnológica de Pereira  
jucasta@utp.edu.co

El valor de Six Sigma sirve como parámetro de comparación común entre compañías iguales o diferentes e inclusive entre los mismos departamentos de una empresa, tan diferentes como compras, cuentas por cobrar, mantenimiento, ingeniería, producción, recursos humanos etc.

Es una filosofía que busca obtener mejores resultados (productos, servicios), por medio de procesos robustos que permitan reducir los defectos y los errores. Se podría considerar como una metodología (Lógica y/o disciplinada) de pasos, por medio de herramientas probadas para la solución de problemas. El concepto de Six Sigma provee una medición común, así como objetivos comunes, a la vez que inculca una visión común y sobre todo promueve el trabajo en equipo.

Han existido dos filosofías sobre la calidad, la primera de ellas la que llamaríamos la filosofía antigua, se basaba en cumplir con las especificaciones o requerimientos del cliente, un precursor de ello fue Crosby, con su teoría de que la "Calidad es Gratis" y la nueva filosofía la cual predica que las pérdidas de calidad están basadas en la desviación de la meta u objetivo de acuerdo a los requerimientos o especificaciones. Esto quiere decir que

cualquier producto o servicio desviado del centro o meta, no cumple la norma de calidad, sobre ésta última es que se basa el concepto de Six Sigma.

En el proceso de introducción del Six Sigma, uno de los conceptos que más se aplica, pues se trata de una modificación del Ciclo de Deming para la Mejora Continua de Planear, Hacer, Verificar y Actuar.

### Filosofía de Calidad y Six Sigma

La filosofía del Six Sigma reconoce que existe una correlación directa entre el número de defectos, los costos del despilfarro y el nivel de satisfacción del cliente. El Six Sigma estadísticamente mide la capacidad del proceso para operar libre de defectos o fallos. A continuación consideremos el siguiente ejemplo, si fabricáramos 340 metros de manguera, se trabajara a un nivel tres sigma, se esperaría que aproximadamente un metro de manguera podría quedar defectuosa, si la misma manguera se fabricara a un nivel de Six Sigma, únicamente un milímetro podría quedar defectuoso. Todo esto porque el Six Sigma se basa específicamente en la distribución normal, donde en  $\mu \pm 6\sigma$  se encuentran el 99.99% de las observaciones, lo que supone un porcentaje de error inferior al 0.01%, o sea, que el proceso trabaja libre de fallos como se dijo anteriormente.

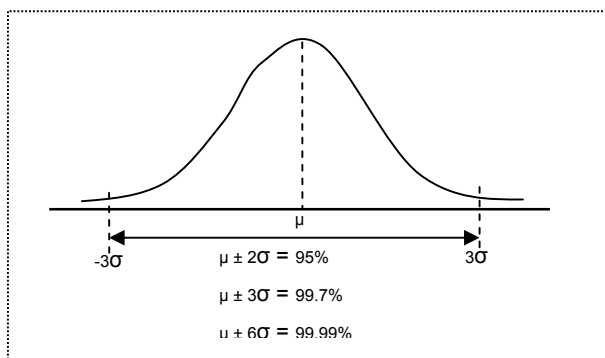


Figura 1. Grafica de la distribución normal

El valor de sigma nos indica que frecuencia de defectos o fallos pueden ocurrir en el proceso. A más alto nivel de sigma, menos defectos o fallos en el proceso pueden ocurrir. De esta forma, cuando el sigma aumenta, la necesidad de pruebas e inspecciones disminuye, aumenta la fiabilidad del proceso, los costos de calidad disminuyen, los reprocesos se reducen significativamente. El tiempo de ciclo se reduce drásticamente y la satisfacción del cliente aumenta.

### 2.2. Estrategia de Trabajo

El Seis Sigma da una serie de pasos los cuales permiten llevar a cabo mejoras de los procesos exitosos, se plantean 5 fases para su diseño:

#### FASE 1: DEFINIR

En esta fase, también llamada desarrollo de conceptos lo que se trata es de conocer cada proceso, actividades, las personas que laboran en la misma, en fin de tener certeza del proceso a seguir. Los interrogantes planteados son:

- ¿Qué procesos existen en su área?
- ¿De cuáles actividades (procesos) es usted el responsable?
- ¿Quién o quiénes son los dueños de estos procesos?
- ¿Qué personas interactúan en el proceso, directa e indirectamente?
- ¿Tiene actualmente información del proceso?
- ¿Qué tipo de información tiene?
- ¿Qué procesos tienen mayor prioridad de mejorarse?
- ¿Cómo lo definió o llegó a esa conclusión?

Lo primordial es buscar satisfacer los requisitos del cliente en todo el proceso de diseño y también en el diseño de los sistemas de producción. Se puede desarrollar a través de las cuatro casas de la calidad.

#### FASE 2: MEDIR

En esta fase, se seleccionan una o más características críticas, analiza el proceso, toma las medidas necesarias, registra los resultados, evalúa los sistemas de medición, y se estima la capacidad del proceso a corto plazo. Se sugiere los siguientes interrogantes:

- ¿Conoce quiénes son sus clientes?
- ¿Sabe las necesidades de sus clientes?
- ¿Qué tipo de pasos compone el proceso y cómo se relacionan con las necesidades del cliente?
- ¿Qué parámetros de medición utiliza?
- ¿Qué tan exacto o preciso es su sistema de medición?

En otras palabras, se debe llevar un control estadístico de procesos con los siguientes pasos:

1. El diseño de tolerancia
2. Análisis del modo de fallas en el diseño y los efectos
3. Predicción de la confiabilidad

*“La confiabilidad se define como la probabilidad de que un producto, pieza de equipo o sistema tenga el desempeño para el que se diseñó, durante un período establecido, bajo las condiciones operativas que se especifican.”*

#### FASE 3: ANALIZAR

En esta fase se hace un análisis, para explorar y dar un diagnóstico del problema a partir de la información obtenida en la fase de medición. En ella se identifica los factores que permiten lograr una mejora sustancial y lograr un mejor desempeño del proceso. En algunos

casos es necesario en rediseñar el proceso o producto. Sugerimos estas preguntas:

- ¿Cuáles son las especificaciones del cliente para sus parámetros de medición?
- ¿Cómo se desempeña el proceso actual con respecto a esos parámetros?
- ¿Cuáles son las posibles fuentes de variación del proceso?
- ¿Cuáles de esas fuentes de variación controla y cuáles no?
- De las fuentes de variación que controla ¿Cómo las controla y cuál es el método para documentarlas?
- ¿Monitorea las fuentes de variación que no controla?

#### FASE 4: MEJORAR

En esta fase se desarrolla en la práctica todas las estrategias de mejora. Se definen que factores se van a controlar para medir el efecto sobre las características críticas y se planifica la mejor forma de llevar a cabo la mejora, con el fin de buscar el desempeño óptimo del proceso. Las preguntas a responder son:

- ¿Las fuentes de variación dependen de un proveedor?
- ¿Cuáles son?,
- ¿Quién es el proveedor y qué está haciendo para monitorearlas y/o controlarlas?
- ¿Qué relación hay entre los parámetros de medición y las variables críticas?
- ¿Interactúan las variables críticas?
- ¿Qué ajustes a las variables son necesarios para optimizar el proceso?

#### FASE 5: CONTROLAR

En esta fase se documenta el resultado de la mejora, y se diseña herramientas para monitorizar el proceso, una vez se haya validado que se han logrado los objetivos de mejora. Las siguientes preguntas guías pueden ser de utilidad.

- ¿Qué tan exacto o preciso es su sistema de medición?
- ¿Qué tanto se ha mejorado el proceso después de los cambios?
- ¿Cómo hace que los cambios se mantengan?
- ¿Cómo monitorea los procesos?
- ¿Cuánto tiempo o dinero ha ahorrado con los cambios?
- ¿Cómo lo está documentando?

Para verificar la confiabilidad del diseño se proponen las siguientes alternativas:

- Pruebas de confiabilidad: se trata sobre todo de la confiabilidad del artículo y sus componentes, para lo cual se necesitan pruebas reales simulando las condiciones ambientales de maniobrabilidad que

permitan verificar el desempeño, su tiempo de acción y la forma como se presentan sus fallas.

- Evaluación del sistema de medición: se debe disponer de sistemas de medición confiables para verificar las características de calidad, sistemas que incluyen los sentidos humanos e instrumentos de alta y baja tecnología según las necesidades.
- Evaluación de la capacidad de los procesos: la capacidad de los procesos es el rango dentro el cual puede oscilar el proceso y las piezas fabricadas son aceptadas como de óptima calidad, este se mide por medio del índice de capacidad del proceso ( $C_p$ ) que se usa para determinar objetivos y mejorar los procesos.

$$C_p = \frac{LST - LIT}{6\sigma}$$

$$\text{Con } \sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

Donde: LST = Límite Superior de Tolerancia  
LIT = Límite Inferior de Tolerancia  
 $\sigma$  = Desviación estándar

Un  $C_p < 1$ , daría como resultado unidades sin las especificaciones requeridas o fuera de control.  $C_p = 1$ , requiere que el sistema este perfectamente centrado para evitar defectos, por eso algunas especialistas recomienda  $C_p > 1.33$  y para mayor confiabilidad  $C_p > 1.5$ , lo que garantizaría que todas las unidades producidas estarían dentro de las especificaciones. Muchas empresas exigen a sus proveedores valores  $C_p > 1.6$ .

Una vez los cinco pasos anteriores, se han completado para todos los procesos claves, se permite obtener los resultados en términos de reducción de costos y satisfacción de clientes.

### 2.3. Un caso de estudio con el Six Sigma

Siendo la base fundamental del Six Sigma, se muestra la aplicación estadística a un caso real solucionado con la herramienta en una industria metalmeccánica de la región.

En la fabricación de un pistón de un sistema mecánico, por la cantidad de desperdicio de unidades presentadas se comenzó a llevar control estadístico de las unidades desechadas y el costo en que se incurría por ellas, estudio que determinó que el 22% de estas se desechaban, siendo este un índice de desperdicio inaceptable. La operación se realiza en un torno que tiene la capacidad de mantener la tolerancia entre 0.01 y 0.03 milímetros en condiciones de operación normal. Los límites de tolerancia del proceso de acuerdo a los requerimientos de los clientes se estipulan entre 50 y 100 milímetros el inferior y el superior (de diámetro).

Para buscar solución al problema se decide trabajar un lote de 100 unidades bajo las condiciones normales de

trabajo diario y se presentaron los resultados mostrados en la siguiente tabla:

x	45	50	60	65	70	75	80	85	90	100
f	5	8	14	4	22	6	23	4	10	4
x = diámetro      f = frecuencia (numero de unidades)										

Tabla 1. Resultados muestra 1

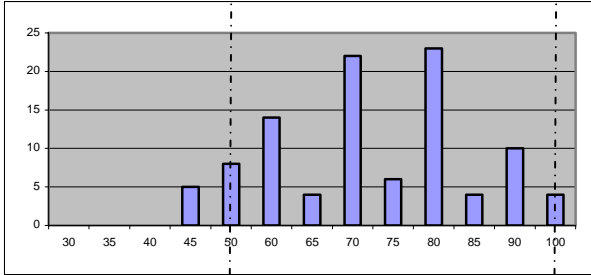


Figura 2. Distribución de frecuencias muestra 1

Se observa que algunas piezas se fabrican fuera de las especificaciones, además la extraña forma del histograma hace dudar sobre la inestabilidad del proceso, lo que conduce a observar que el operario ajusta constantemente la máquina buscando mantenerse dentro de los límites de tolerancia. Para determinar la precisión de la máquina se ordeno trabajar 20 piezas sin ajustar la máquina, los resultados se muestran a continuación:

x	f	x <sup>2</sup>	x * f	x <sup>2</sup> * f
35	4	1.225	140	4.900
45	2	2.025	90	4.050
50	1	2.500	50	2.500
55	3	3.025	165	9.075
60	2	3.600	120	7.200
65	2	4.225	130	8.450
70	2	4.900	140	9.800
80	1	6.400	80	6.400
85	2	7.225	170	14.450
90	1	8.100	90	8.100
<b>20</b>	<b>43.225</b>	<b>1.175</b>	<b>74.925</b>	
<b>σ = 17,612</b>		<b>Cp = 0,473</b>		

Tabla 1. Resultados muestra 2

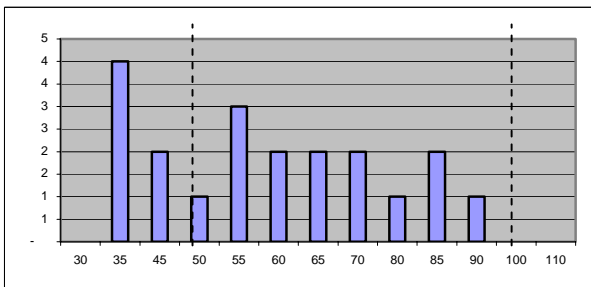


Figura 2. Distribución de frecuencias muestra 2

El índice de desperdicio obtenido es del 30% (6 piezas de 30), lo que indica que la máquina requiere de ciertos ajustes. Para ratificar lo anterior se emite la orden de fabricar 30 piezas, obteniéndose el resultado siguiente:

x	f	x <sup>2</sup>	x * f	x <sup>2</sup> * f
-15	1	225	-15	225
-10	1	100	-10	100
-5	1	25	-5	25
25	2	625	50	1.250
35	1	1.225	35	1.225
50	3	2.500	150	7.500
55	2	3.025	110	6.050
60	3	3.600	180	10.800
65	1	4.225	65	4.225
75	3	5.625	225	16.875
80	2	6.400	160	12.800
95	3	9.025	285	27.075
100	1	10.000	100	10.000
105	2	11.025	210	22.050
120	1	14.400	120	14.400
125	2	15.625	250	31.250
145	1	21.025	145	21.025
<b>30</b>	<b>108.675</b>	<b>2.055</b>	<b>186.875</b>	
<b>σ = 39,874</b>		<b>Cp = 0,209</b>		

Tabla 1. Resultados muestra 3

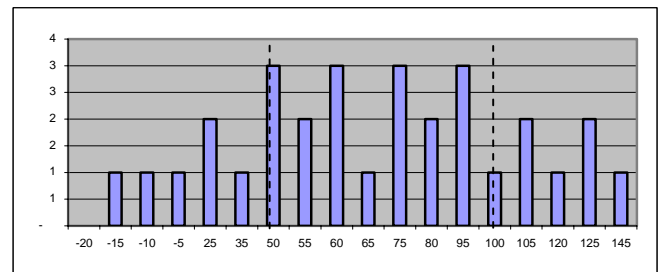


Figura 2. Distribución de frecuencias muestra 3

Se observa que 12 del total de piezas no cumplen con los límites de tolerancia, razón por la cual se procede a realizar los ajustes correspondientes a la máquina y el cambio de algunas piezas buscando estandarizar los resultados dentro de los límites de tolerancia.

Hechas las modificaciones anteriores se realizó una corrida de 30 piezas de las cuales únicamente dos quedaron fuera de los límites de tolerancia como se muestra en la siguiente tabla:

x	f	x <sup>2</sup>	x * f	x <sup>2</sup> * f
65	6	4.225	390	25.350
70	3	4.900	210	14.700
75	1	5.625	75	5.625
80	7	6.400	560	44.800
85	2	7.225	170	14.450
90	7	8.100	630	56.700
95	1	9.025	95	9.025
100	1	10.000	100	10.000
105	2	11.025	210	22.050
	<u>30</u>	<u>66.525</u>	<u>2.440</u>	<u>202.700</u>
<b>σ = 12,101</b>		<b>Cp = 0,689</b>		

Tabla 1. Resultados muestra 4

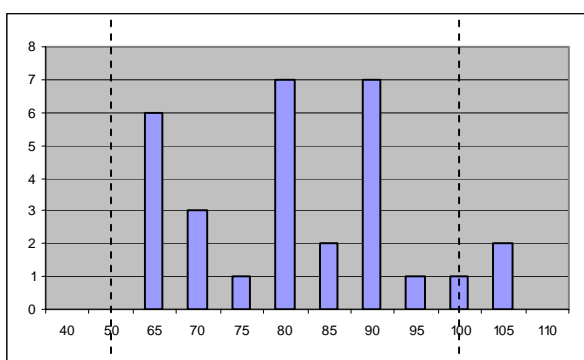


Figura 2. Distribución de frecuencias muestra 4

Sin embargo los resultados todavía no son satisfactorios, razón por la cual se decide rectificar algunas piezas de la máquina. Hechas estas reparaciones se ordena la fabricación de treinta piezas, las que dan como resultado la siguiente tabla, mostrando que todas las unidades están dentro de los límites de tolerancia. Se imparte capacitación a todos los operarios responsables y al personal de mantenimiento sobre la forma de usar y realizar mantenimiento a la máquina.

x	f	x <sup>2</sup>	x * f	x <sup>2</sup> * f
60	2	3.600	120	7.200
70	12	4.900	840	58.800
75	7	5.625	525	39.375
80	11	6.400	880	70.400
85	3	7.225	255	21.675
	<u>35</u>	<u>27.750</u>	<u>2.620</u>	<u>197.450</u>
<b>σ = 6,241</b>		<b>Cp = 1,335</b>		

Tabla 1. Resultados muestra 5

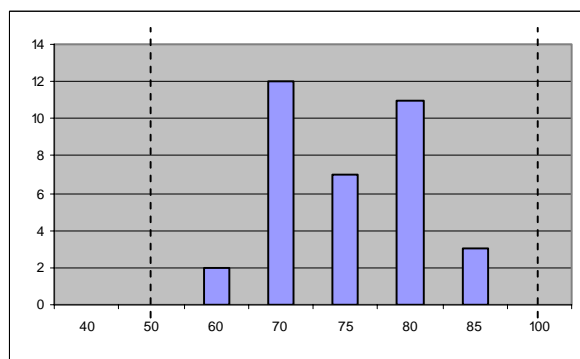


Figura 2. Distribución de frecuencias muestra 5

Calculando el índice de tolerancia (Cp) en cada caso, se observa que todos excepto el último se encuentran por debajo de 1, mientras que el último da como resultado un Cp = 1.33 y una distribución alejada de los límites de tolerancia, lo que lleva a establecer como requisito del proceso un Cp > 1.33 para asegurar la confiabilidad de las piezas.

**2.4. ¿Es conveniente Implementar Six Sigma en toda la Organización?**

La meta definitiva es crear empresas Six Sigma, donde los procesos y sistemas sean tan perfectos como sea posible, funcionando a su mejor nivel de rendimiento.

Para obtener ese nivel de calidad, se exige no sólo estadística, sino cambios en la cultura de la organización. El enfoque Six Sigma es riguroso, exigiendo un compromiso del liderazgo que impregne la organización por completo.

En un mundo perfecto, esto tendría un perfecto sentido; sin embargo las empresas pequeñas, a causa de su relativa informalidad y facilidad de comunicación, pueden a veces implementar programas de cambio aquí y allá de acuerdo con sus necesidades.

Si tenemos en cuenta que el objetivo de toda Empresa es encontrar, entre otros, el camino hacia los “0 Defectos”, que la calidad cada día es el punto de mira de los clientes, tenemos que ir avanzando para lograr sus expectativas, e incluso superarlas. El método Six Sigma se está convirtiendo en la cultura de numerosas empresas de éxito porque, a través de las herramientas estadísticas que ofrece este método, son capaces de lograr la máxima calidad y rentabilidad de sus productos.

**2.5. Participación activa de la Dirección y colaboradores en la Implementación Six Sigma:**

No cabe duda que un aspecto imprescindible de una iniciativa como Six Sigma se sustenta en una formación adecuada de todas las personas que intervienen en el proceso.

Una empresa que ha decidido incorporar en sus procesos de desarrollo el Six Sigma debe de tener adecuadamente informados a todos sus empleados y aportarles la formación necesaria en función de su nivel de participación. Todo el mundo tiene un papel que interpretar en Six Sigma, desde los ejecutivos hasta los empleados de las líneas de producción. Six Sigma implica a toda persona de la organización en un enfoque a tiempo completo, dando un paso al frente en sus operaciones al llevarlas a un nivel máximo de calidad. Lo ideal será, contratar un facilitador para el desarrollo de un proceso de implementación del programa Six Sigma, para brindar la capacitación y desarrollo de las personas involucradas, así como dar todo el soporte metodológico necesario para una exitosa implementación.

La filosofía de trabajo debe ser la de “Aprender Haciendo”, el personal involucrado durante el proceso de capacitación deberá desarrollar los elementos necesarios para implementar lo aprendido en sus propios procesos y darle mantenimiento al sistema.

Six Sigma inspira a los empleados. Cuando una compañía se compromete a mejorar sus procesos, a cumplir con las expectativas de los clientes, para reducir costos, los empleados se sentirán naturalmente motivados a hacerlo mejor. Six sigma aumenta la moral y el sentido de autoestima. Proporciona a los empleados la oportunidad de marcar la diferencia. Cada trabajador es importante para Six Sigma, todos ellos estarán animados para proporcionar ideas sobre los procesos que los rodean. Cada uno de ellos tiene la oportunidad de contribuir significativamente a los esfuerzos de Six Sigma.

## 2.6. ¿Qué ocasiona que no funcione el “Six Sigma”?

En uno de los libros de los Dres. Kaplan y Norton, “Alignment”<sup>1</sup>, los autores se refieren al comentario de un especialista en calidad en una de sus conferencias el cual dijo que: “aunque el Six Sigma representa una buena herramienta para facultar a los equipos pequeños a que resuelvan problemas concretos, no es en sí misma una herramienta estratégica”.

Al respecto podemos decir que generalmente se da con muchas de las técnicas de gestión, las cuales se concentran más en el uso del modelo que en identificar realmente en donde se necesita mejorar.

En algunas empresas la experiencia ha demostrado que cuando los proyectos están orientados a mejoras que independientemente cada grupo selecciona, sin tener en cuenta la relación con la estrategia y suele ocurrir que la misma estrategia tampoco es clara ni para los empleados

ni para la gerencia, no tiene éxito el Six Sigma, porque hay una clara ausencia de lo que se denomina alineamiento estratégico.

Lo que se puede deducir es que la técnica del Six Sigma es más apropiada para aquellas empresas que tienen una organización muy definida y organizada en todos sus procesos, tanto productivos como administrativos, lo que normalmente ocurre en empresas de mediano y gran tamaño.

## 3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El Six Sigma no debe tomarse como una moda pasajera, sino como una herramienta valiosa para el logro de la visión y la estrategia de la empresa, así como una mejora continua dentro los procesos, pero sobre todo para mejorar la competitividad de las empresas en estos tiempos de cambios constantes dentro la economía mundial.

Las políticas de toda organización deben estar orientadas hacia la detección de problemas reales, los cuales impacten en la mejora continua de los procesos, para que éstos a su vez repercutan en un incremento de la satisfacción de sus clientes, lo que incrementa el volumen del negocio, con lo cual la empresa logrará alcanzar mejores resultados financieros.

Esta claro que todas las herramientas son complementarias, pero se deben utilizar en el momento y lugar adecuado. Es la combinación adecuada de varias de ellas en conjunto con un marcado liderazgo gerencial lo que hace a las empresas exitosas.

## 4. BIBLIOGRAFÍA

- [1] EVANS, James R. LINDSAY, William M. Administración y control de la calidad. Sexta Edición. Thinson
- [2] HARRY, M. J. Six Sigma, The Breakthrough Management Strategy Revolutionizing The World's Top Corporations. 2001
- [3] KAPLAN, Robert, NORTON, David. Alignment. Editorial Gestión 2000, Barcelona 2006 P 332-333
- [4] ARUILLO Chamorro, Ana, RAMOS M<sup>o</sup>Cruz,, ROMERO Aura. Cómo Mejorar La Calidad En Un Pequeño Comercio. .A. AENOR. 2002
- [5] PANDE, Peter S, HOLPP, Larry. ¿Qué es Seis Sigma?. Editorial McGraw-Hill / Interamericana de España, S.A 2002.
- [6] HEREDIA, José Antonio. Sistema de indicadores para la mejora y el control integrado de la calidad de los procesos. Editorial Universidad Jaume I Servicio de Comunicación y Publicaciones 2001.
- [7] LAMPRECHT, James. Demystifyng Six Sigma 2004, Panorama Editorial, S.A de C.V., México.

<sup>1</sup> “Alignment”, Dr. Robert Kaplan, Dr. David Norton, Editorial Gestión 2000, Barcelona 2006 P 332-333