
CAPÍTULO III

Metodología Six Sigma (6 σ).



3.1 *Definición.*

La Sigma (σ) es una letra tomada del alfabeto griego utilizado en estadística como una medida de variación. La metodología 6σ se basa en la curva de la distribución normal (para conocer el nivel de variación de cualquier actividad), que consiste en elaborar una serie de pasos para el control de calidad y optimización de procesos.

Six Sigma (6σ) es una metodología centrada en la reducción de la variabilidad de procesos, consiguiendo reducir o eliminar los defectos o fallas en la entrega de un producto o servicio al cliente, que permite alcanzar un nivel de defectos menor o igual a 3.4 defectos por millón. Adicionalmente, otros efectos obtenidos son: reducción de los tiempos de ciclo, reducción de los costos, alta satisfacción de los clientes y más importante aún, efectos positivos en el desempeño financiero de la organización que la emplea.

Al aplicar Six Sigma en el análisis de procesos se pueden detectar rápidamente problemas en producción como cuellos de botella, productos defectuosos, pérdidas de tiempo y etapas críticas.

En general, los procesos estándar tienden a comportarse dentro del rango de 3σ , lo que equivale a un número de defectos de 66,800 por millón de oportunidades (DPMO). Esto se puede observar en la tabla 3.1 que se muestra a continuación.



Sigma (σ)	DPMO	% Calidad
1	690,000	68.27%
2	308,000	95.45%
3	66,800	99.73%
4	6,210	99.994%
5	230	99.99994%
6	3.4	99.999966%

Tabla 3.1 Calidad por niveles de sigma.

El proceso de 3σ tiene un nivel de calidad de apenas 99.73%, en contraposición con un nivel de 99.999966% para un proceso de 6σ . Comparativamente, un proceso de 3σ es 19,645 veces más malo (produce más defectos) que uno de 6σ .

3.2 Antecedentes.

Esta filosofía se inicia en los años 80 como una estrategia de negocios y de mejoramiento de la calidad, introducida por Motorola, la cual ha sido difundida y adoptada por otras empresas de clase mundial, tales como: General Electric, Allied Signal, Sony, Polaroid, Dow Chemical, FedEx, Dupont, NASA, Lockheed, Bombardier, Toshiba, J&J, Ford, ABB, Black & Decker, Honeywell, etc.

Six Sigma es una evolución de las teorías sobre calidad de más éxito, desarrolladas después de la segunda guerra mundial. Especialmente pueden considerarse precursoras directas:

- **TQM, Total Quality Management, (Sistema de Calidad Total).** Es una estrategia de gestión orientada a crear conciencia de calidad en todos los procesos organizacionales.



-
-
- **SPC, *Statistical Process Control, (Control Estadístico de Procesos)***. Es la aplicación de métodos estadísticos para identificar y controlar la causa de una variación dentro de un proceso.

También incorpora muchos de los elementos del ciclo PDCA de Deming. El ciclo PDCA, también conocido como "Círculo de Deming" (de Edwards Deming), es una estrategia de mejora continua de la calidad en cuatro pasos, basada en un concepto ideado por Walter A. Shewhart. Las siglas PDCA son el acrónimo de **Plan, Do, Check, Act (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar)**.

La historia de Six Sigma se inicia en Motorola cuando Mikel Harry comienza a estudiar la variación en los procesos (enfocado en los conceptos de Deming), para mejorarlos.

Con el apoyo de Bob Galvin (CEO de Motorola en ese momento), se hizo énfasis no sólo en el análisis de la variación sino también en la mejora continua, estableciendo como meta obtener 3.4 defectos (por millón de oportunidades) en los procesos; algo casi cercano a la perfección.

Lawrence Bossidy toma las riendas de Allied Signal en 1991 y la transforma de una empresa con problemas en una empresa exitosa, logrando multiplicar sus ventas y sus ganancias en los años 90. Este ejemplo fue seguido por Texas Instruments, logrando el mismo efecto.

En 1995 el CEO de GE, Jack Welch, se entera del éxito de esta nueva estrategia, dando lugar a la mayor transformación iniciada en esta enorme organización.

El empuje y respaldo de Jack Welch transformaron a G.E. en una "organización Six Sigma", con resultados impactantes en todas sus divisiones.



3.3 *Etapas de la Metodología Six Sigma.*

El proceso Six Sigma se aplica de la siguiente forma:

$$"Y=f(x_1,\dots,x_n)"$$

La salida o resultado (Y's) no es directamente controlable como se muestra en la figura 3.2, pero es el resultado de factores de bajo nivel, las x's, (variables) que son potencialmente controlables por acciones que la organización puede tomar. En la práctica algunas x's son "variables de ruido" que no son controlables (factores como la temporada, días de la semana, el clima). Esta simple pero poderosa idea es el corazón de las mejoras de Six Sigma,

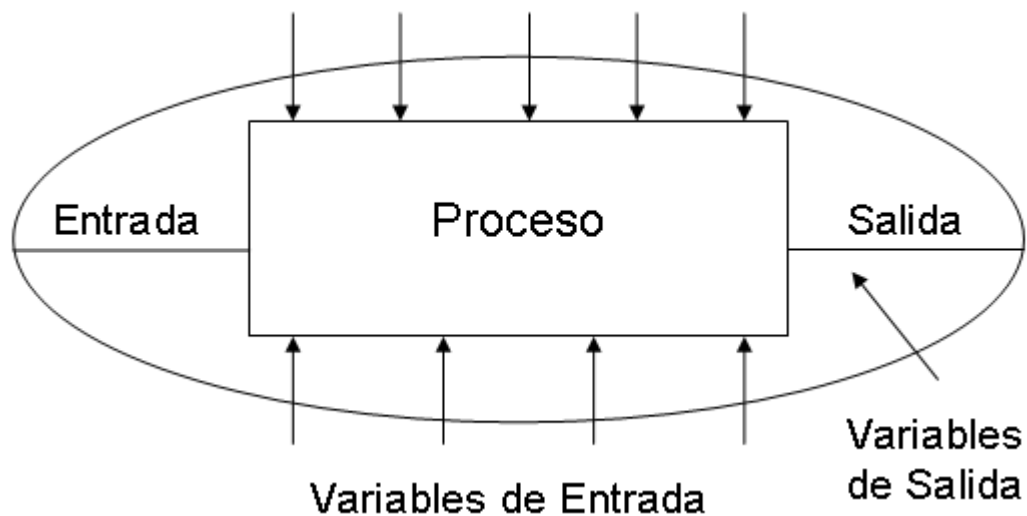


Figura 3.2 Resultados en función de las variables de entrada.

Una vez detectada la oportunidad de mejora se aplican una serie de pasos conocidos por sus siglas DMAIC, con lo cual se busca establecer la fuente u origen de la variación. La D, significa Definir, la M es Medir, la A es Analizar, la I corresponde a la palabra en inglés Improve, que equivale a Mejorar y la C es Controlar.



-
-
- *Definir*. Identificación y acotamiento del problema a resolver.
 - *Medir*. Obtener los datos reales de la situación actual.
 - *Analizar*. Identificar las causas raíz del problema aplicando métodos estadísticos avanzados.
 - *Mejorar o Implantar*. Estudiar e implementar la mejor solución.
 - *Controlar o Consolidar*. Asegurarse que los beneficios que se obtienen se mantengan en el tiempo.

3.4 Herramientas.

Dentro de un proyecto de mejora utilizando la metodología 6σ , existen diversas herramientas de calidad que pueden ser utilizadas. A continuación se muestra una breve descripción de las herramientas más comunes:

- **5 Whys, (5 porqués)**. Método en el cual se utilizan preguntas y respuestas relacionadas a encontrar la causa-efecto de un problema en particular.
- **Analysis of variance, (Análisis de la Varianza)**. En estadística, el análisis de varianza (ANOVA -> Analysis of Variance) es una colección de modelos estadísticos y sus procedimientos asociados, en el que la variación observada es dividida para explicar las diferentes variables asociadas.
- **ANOVA Gauge R&R, (ANOVA de Repetibilidad y Reproducibilidad)**. Es una técnica de análisis de sistemas de medición que utiliza el análisis de varianza



(ANOVA) para comparar la variabilidad total observada y determinar la viabilidad del sistema de medición.

- ***Axiomatic Design, (Diseño Axiomático)***. Es una metodología de diseño de sistemas que utilizan métodos de matriz para analizar sistemáticamente la transformación de las necesidades del cliente en los requisitos funcionales, los parámetros de diseño, y las variables de proceso.
- ***Business Process Mapping, (Mapeo de Procesos de Negocio)***. Se refiere a actividades involucradas en definir exactamente que función tiene una entrada, por ejemplo, quién es responsable, qué estándares deben de ser cubiertos y cómo se puede determinar el éxito de un proceso de negocios, por mencionar algunos.
- ***Cause & Effect Diagram, (Diagrama de Causa Efecto)***. Esta herramienta se utiliza para explorar todas las causas posibles o reales (entradas) que se traducen en un solo efecto (salida). Las causas están ordenadas según su nivel de importancia, lo que resulta en una representación de las jerarquías de los acontecimientos. Esta herramienta es útil para identificar las áreas en donde puede haber problemas y comparar la importancia relativa de las diferentes causas. Esta herramienta también es conocida como **fishbone diagram, (diagrama de esqueleto de pescado)** por que las causas representan los “huesos” del pescado y el efecto “la espina dorsal”.
- ***Control Chart, (Gráfica de Control)***. Se aplica para mantener el proceso de acuerdo a un valor medio de los límites superior e inferior. Ayuda a identificar causas especiales que afectan el promedio o la variación.
- ***Correlation Diagram, (Diagrama de Dispersión)***. Con el cual se pueden relacionar dos variables y obtener un estimado usual del coeficiente de correlación.



-
-
- **Cost-benefit análisis, (Análisis Costo Beneficio).** Es generalmente utilizado para evaluar la conveniencia de decisión determinada.
 - **CTQ tree, Critical-to-quality tree, (Árbol CTQ).** Se utiliza para descomponer los requerimientos del cliente en necesidades generales más fácilmente cuantificables.
 - **Quantitative marketing research through use of Enterprise Feedback Management (EFM) Systems, (Investigación de mercados cuantitativa mediante el uso de los Sistemas Enterprise Feedback Management (EFM)).** Es la aplicación de técnicas de investigación cuantitativa para campos de mercado. EFM consiste en la recolección, análisis y reporte de datos.
 - **Design of experiments, DoE, (Diseño de experimentos).** Es el diseño de toda la información recolectada de ejercicios donde la variación está presente, ya sea de forma controlada o no controlada por el experimentador.
 - **Failure mode and effects análisis, FMEA, (Modos de Fallo y Análisis de Efectos).** Es un procedimiento en la gestión de operaciones para el análisis de los modos de fallos potenciales en un sistema, por medio de clasificación por gravedad o determinación del efecto de los fallos en el sistema.
 - **Histograms, (Histograma).** Con esta herramienta se observan los datos (defectos y fallas) y se agrupan en forma Gaussiana conteniendo los límites inferior y superior y una tendencia central.
 - **Quality Function Deployment, QFD, (Despliegue de la Función de Calidad).** Es un método para transformar las demandas del usuario en el diseño de calidad, para implementar las funciones de formación de calidad, e implementar métodos para lograr el diseño en subsistemas y componentes de calidad, y en última instancia a los elementos específicos del proceso de fabricación.
-
-



- **Pareto Chart, (Diagrama de Pareto).** Se aplica para identificar las causas principales de los problemas en un proceso, de mayor a menor, y con ello reducirlos o eliminarlos.
- **PICK; Possible, Implement, Challenge and Kill Chart, (Diagrama PICK; Posible, Implementar, Desafío y Matar).** Organización y categorización de procesos de mejora durante la fase de Identificación y Priorización de Oportunidades de un proyecto.
- **Process capability, (Capacidad del Proceso).** Es la facultad que tiene la organización para conocer la capacidad del proceso y sus estructuras.
- **Regression análisis, (Modelo de Regresión).** Es utilizado para generar un modelo de relación entre una respuesta y una variable de entrada.
- **Root cause análisis, RCA, (Análisis de causa raíz).** Es un método de resolución de problemas dirigidos a identificar las causas de los problemas o eventos.
- **Run Chart, (Gráfica de Corrida).** Es utilizada para representar datos gráficamente con respecto a un tiempo, para detectar cambios significativos en el proceso.
- **SIPOC análisis; Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers, (Análisis SIPOC; proveedores, entradas, proceso, salidas, cliente).** SIPOC es el acrónimo de “suppliers”, “inputs”, “process”, “outputs” y “customers”. Esta herramienta ayuda a sensibilizar el problema y encontrar caminos para la resolución del mismo. El SIPOC se puede llenar más fácilmente si se comienza desde la derecha “customers”

Por ejemplo:

- Proveedores - tiendas y vendedores.



-
-
- Entradas - ingredientes para las recetas.
 - Proceso - cocinar en cocina de un restaurante.
 - Salidas - comidas servidas.
 - Clientes - cenas en un restaurante.
-
- **Taguchi Methods, (Métodos de Taguchi).** Se utiliza para mejorar la calidad de los productos manufacturados y también se aplica a ingeniería, biotecnología, marketing y publicidad.
 - **Taguchi Loss Function, (Función de Pérdida de Taguchi).** Es una representación gráfica de la pérdida. Se utiliza para describir el fenómeno que afecta el valor de los productos fabricados por una empresa.
 - **Thought Process Map, (Mapa de Proceso de Pensamiento).** Se conoce como TMAP o TPM. Esencialmente, el TMAP presenta pensamientos, ideas y preguntas en el inicio de un proyecto, de una forma muy estructurada, visualiza el camino para poder completar la meta de un proyecto. Esta herramienta ayuda a identificar toda la información a través de la ejecución del proyecto. Este método se puede presentar en varios formatos y puede cambiar a través de la vida del proyecto, como información y datos adicionados o borrados.
 - **Project Charter (Especificación del Proyecto).** Esta herramienta es de las principales para utilizar la metodología 6 σ . Se utiliza para definir el alcance, especificaciones, recursos, limitantes, etc., del proyecto. De esta herramienta depende el éxito o el fracaso del proyecto a desarrollar.



3.5 *Aplicaciones de Etapas y Herramientas de la metodología Six Sigma.*

La metodología 6σ se aplica de la siguiente forma:

- *Definir.* Se definen los miembros del equipo para realizar la mejora de un proceso. Se identifica el proceso que se quiere mejorar. A partir de este paso se realizarán las siguientes preguntas para identificar problemas en el proceso.
 - A) ¿En qué parte del proceso se necesita poner más atención o esfuerzo?
 - B) ¿Cuál es el objetivo?
 - C) ¿Cuáles son las especificaciones?
 - D) ¿Cuánto se gasta (tiempo y/o dinero) en este proceso?

Se identifica que beneficios se pueden obtener al mejorar este proceso y que impacto tendría, tanto en la organización, como en los clientes. Las métricas para medir el impacto al mejorar el proceso y que otros recursos serían necesarios para realizar la mejora de este proceso. Por último se estima un tiempo para terminar este análisis e implementarlo.

Una vez identificado y acotado el proceso a mejorar se realiza el Project Charter con todos los datos obtenidos.

- *Medir.* Una vez acotado el proceso a mejorar, se identifica con que frecuencia sucede, las tendencias observadas con respecto a la meta que se quiere obtener. Se identifica si los pasos a seguir son suficientes para reducir la variación del proceso y que cambios se pueden realizar al proceso o las variantes que pudieran estar



relacionadas a estos cambios. Posteriormente se realiza el Process Map con los cambios identificados.

- *Analizar.* Se realiza el SIPOC para analizar gráficamente las entradas y salidas obtenidas durante este proceso.

Durante el proceso puede haber varios cambios y para esto se utiliza la herramienta FMEA. Esta herramienta ayuda a visualizar la severidad de los cambios a realizar. Una vez hecha, la investigación puede llevar a la siguiente escala para determinar el impacto:

- A) El método actual es efectivo para detectar o prevenir el modo en que se presenta la falla.
 - B) El método actual es moderadamente efectivo en detectar o prevenir el modo en que se presenta la falla.
 - C) El método actual es poco efectivo para detectar o prevenir el modo en que se presenta la falla.
 - D) El control actual no previene y no tiene la capacidad de detectar el modo en que se presenta la falla.
- *Mejorar o Implementar.* Se mejoran las posibles soluciones, es decir, se realiza nuevamente el Process Map con el proceso “ideal”.

Se desarrollan criterios de evaluación y se seleccionan las mejores soluciones. Esto se logra con la actualización del FMEA.



En esta etapa se debe de verificar cual es la variable crítica en el proceso a mejorar y como se tendría que establecer esa variable. También se decide que variables se desean mejorar y porqué.

Por último se desarrolla un plan para ejecutar la solución.

- *Controlar.* Se hacen formales los cambios al proceso que se desea mejorar y posteriormente se implementan dichos cambios. Se debe demostrar que los cambios tuvieron una mejora en el proceso. Una forma común de hacerlo es calculando los beneficios financieros.

Dentro de esta etapa se debe de establecer algún método de control para asegurarse que los beneficios se mantengan. También se establece al responsable de implementar este control y al responsable de registrar los resultados de este proceso.