

# GUIA DE ESTUDIO DE LA MATERIA DE CALIDAD

## UNIDAD No. 3: Mejora de la Calidad y su Aseguranza.

**COMPETENCIA ESPECIFICA A DESARROLLAR:** Aplica los modelos para la mejora de la calidad, mediante la reducción de la variabilidad, en los procesos industriales de manufactura de materiales.

### 3.1. Método de Taguchi.

El Dr. Genichi Taguchi nació en Japón el 1 de enero de 1924. Se graduó como ingeniero mecánico en la Universidad de Kiryu. En 1962 obtuvo el doctorado en Ciencias (estadística y matemática) en la Universidad de Kyushu. Trabajó en Electrical Communication Laboratory después de la segunda guerra mundial, implementó en esa empresa un método de mejoramiento en los sistemas de comunicación.

Fue investigador asociado de la Universidad de Princeton; profesor honorario de Nanjing Institute of Technology en China. En Japón fue profesor de la Universidad de Aoyama Gakuin. Fue miembro de la Japán Association for Quality Control y la Japanese Standard Association.

Genichi Taguchi ha sido ganador en cuatro oportunidades del Premio Deming en Japón. Tres de ellas por sus contribuciones a la literatura de la Calidad, y la otra por su aplicación a la calidad con su famosa Función de Pérdida. El Dr. Taguchi trabajó para la compañía Nippon Telegraph and Telephone. Si bien sus ideas son controvertidas, muchas compañías las han utilizado para sacar ventaja en la planificación de experimentos y para reducir las variaciones en el proceso y el producto.

Es conocido como el creador de una metodología denominada Ingeniería de Calidad. Las técnicas que emplea son cuantitativas. Tiene publicados más de veinte libros de carácter técnico y científico. Su hijo, Shin Taguchi, ha llevado adelante la labor de su padre en el American Supplier Institute de Dearborn, Michigan.

Elaborado por: Sergio Páez Hernández y Yasmin Ubaldo  
Martínez

4

## ¿Quién es Taguchi?

El Dr. Genichi Taguchi nació en Japón el 1 de enero de 1924. Se graduó como ingeniero mecánico en la Universidad de Kiryu. En 1962 obtuvo el doctorado en Ciencias (estadística y matemática) en la Universidad de Kyushu. Es conocido como el creador de una metodología denominada **Ingeniería de Calidad**.



Genichi Taguchi

“Una forma de ser, orientada a la mejora continua de personas, procesos, productos y servicios en toda la organización, para crear valor al cliente y a la sociedad”

## **Los principios básicos**

La filosofía de Taguchi abarca toda la función de producción, desde el diseño hasta la fabricación. Su metodología se concentra en el consumidor, valiéndose de la “función de pérdida”. Taguchi define la calidad en términos de la pérdida generada por el producto a la sociedad.

Esta pérdida puede ser estimada desde el momento en que un producto es despachado hasta el final de su vida útil. La pérdida se calcula en dólares, y eso permite a los ingenieros comunicar su magnitud en un valor común, reconocible.

Eso a veces se comunica de un modo bilingüe, lo cual significa que se puede hablar a los gerentes de alto nivel en términos de dólares, y a los ingenieros y quienes trabajan con el producto o servicio en términos de objetos, horas, kilogramos, etcétera.

Con la “función de pérdida”, el ingeniero está en condiciones de comunicarse en el lenguaje del dinero y en el lenguaje de las cosas. La clave para la reducción de la pérdida no consiste en cumplir con las especificaciones, sino en reducir la varianza con respecto al valor objetivo.

El método Taguchi ha sido descrito como la herramienta más poderosa para lograr el mejoramiento de la calidad, según Jim Pratt, director de los programas estadísticos de la compañía ITT ha ahorrado unos 60 millones de dólares en un período de 18 meses.

Muchos de los que practican los métodos de Taguchi en Estados Unidos piensan que las prácticas de control de calidad descritas más adelante a la larga suplantarán al control estadístico de la calidad, como ha sucedido en gran medida en Japón.

## **La filosofía de la calidad de Taguchi**

1. Un aspecto importante de la calidad de un producto manufacturado es la pérdida total generada por ese producto a la sociedad.
2. En una economía competitiva, el mejoramiento continuo de la calidad y la reducción de los costes son imprescindibles para subsistir en la industria.
3. Un programa de mejoramiento continuo de la calidad incluye una incesante reducción en la variación de las características de performance del producto con respecto a sus valores objetivo.
4. La pérdida del consumidor originada en una variación de la performance del producto es casi siempre proporcional al cuadrado de la desviación de las características de performance con respecto a su valor objetivo. Por eso, la medida de la calidad se reduce rápidamente con una gran desviación del objetivo.
5. La calidad y el coste final de un producto manufacturado están determinados en gran medida por el diseño industrial del producto y su proceso de fabricación.
6. Una variación de la performance se puede reducir aprovechando los efectos no lineales/conjuntos de los parámetros del producto (o proceso) sobre las características de performance.
7. Los experimentos estadísticamente planificados se pueden utilizar para determinar los parámetros del producto (o proceso) que reducen la variación de la performance.

## **Control de la Calidad “en la línea” y “fuera de la línea” (on-line y off-line)**

Los métodos de Taguchi para el control de la calidad dentro y fuera de la línea representan una propuesta original para reducir la variación del producto. Los métodos “on-line” comprenden diferentes técnicas para mantener los valores-objetivo y la variación con respecto al objetivo en una planta industrial.

En estas técnicas se utilizan cuadros de control estadístico. No obstante, han sido las técnicas del control de calidad “off-line” las que han distinguido los métodos de Taguchi. El control de calidad “off-line” involucra a la función de diseño o de ingeniería de calidad y consiste de tres componentes:

### **Diseño del sistema.**

El diseño del sistema es la selección y diseño de un producto que satisfaga los requerimientos del consumidor. El diseño debe ser funcional y estable\* frente a los cambios en las condiciones ambientales durante el servicio. (\* se dice que un producto es estable cuando muestra un bajo grado de sensibilidad a la variación dentro del proceso de fabricación, si bien los controles de calidad procuran reducir al mínimo dicha variación).

El producto debe tener una variación mínima y proporcionar el mayor valor para el precio. Asimismo, debería experimentar una variación funcional mínima, a causa de factores como el uso.

En ese sentido, se emplean diferentes métodos para determinar los requerimientos del consumidor y traducirlos en términos técnicos. Los métodos del “despliegue de la función de calidad” así como la “función de pérdida” se utilizan a menudo en la planificación del sistema.

### **Identificación de los parámetros.**

Es la identificación de las variables clave del proceso que afectan la variación del producto, y la definición de los niveles parámetro que producirán la menor cantidad de variación en el funcionamiento del producto. Eso se logra mediante el uso de diseños estadísticos experimentales. Los métodos de Taguchi se diferencian del diseño experimental clásico por el hecho de que Taguchi utiliza sólo una pequeña parte de todas las combinaciones experimentales posibles, y selecciona las condiciones “adecuadas” de una manera muy eficiente.

### **Determinación de la tolerancia.**

Consiste en la determinación de cuáles son los factores que más contribuyen a eliminar la variación del producto, y en la determinación de los niveles de tolerancia apropiados en el producto final, a fin de cumplir con las especificaciones.

La determinación de la tolerancia se utiliza solamente cuando la variabilidad del producto no está limitada a un cierto nivel “de tolerancia”. La ventaja de estos métodos es la eficiencia; en lugar de ajustar las tolerancias en general, sólo se ajustan aquellas que tendrán el mayor impacto.

Estas tres funciones pueden ser consideradas como una definición de la calidad, de la ingeniería del diseño de calidad y de la ingeniería del proceso de producción. El enfoque tradicional ha sido diseñar un producto en forma más o menos independiente de los procesos industriales, y luego intentar reducir la variabilidad en dichos procesos a fin de mejorar la calidad del producto. Los métodos de Taguchi procuran diseñar productos que sean estables frente a las variaciones en el proceso de fabricación.

Eso hace necesario analizar dos variables que pueden afectar la performance del producto o del proceso: los parámetros de diseño y la perturbación. Los parámetros de diseño pueden ser seleccionados por el ingeniero. Tales parámetros conforman una especificación de diseño.

La perturbación consiste en todas esas variables que hacen que el parámetro de diseño se desvíe de su valor objetivo. Poco importa que esas causas de falla sean imputables. La perturbación que puede ser identificada debería incluirse como un elemento en el experimento.

Las perturbaciones externas son causadas por factores como la variación en las condiciones operativas y los errores humanos. Las perturbaciones internas se originan en factores como el deterioro. Las fallas “intermedias” (o inherentes al producto) son consecuencias de imperfecciones en el proceso de fabricación. Las fallas externas e internas se pueden controlar a través de métodos “off-line”, como la identificación de parámetros. Las fallas inherentes al producto, mediante técnicas “on-line” y “off-line”.

El propósito del experimento es identificar los parámetros en los cuales los efectos de las fallas sean mínimos. La determinación óptima de los parámetros de diseño se puede efectuar a través del desarrollo de una matriz de parámetros de diseño y una matriz de perturbaciones o fallas. Se sugieren los ordenamientos ortogonales para construir dichas matrices. Esos ordenamientos se utilizan circunstancialmente para determinar ratios como elementos estadísticos de performance.

Si bien estas técnicas han dado resultado (consultar el trabajo de Schmidt y casi todas las publicaciones de Technometrics), su aplicación ha sido algo controvertida, y exige la intervención de un especialista en estadística.

A pesar de la aparente complejidad técnica, la metodología del diseño de experimentos proporciona una firme estructura sobre la cual basar la calidad y las determinaciones de la posibilidad de producción. De acuerdo con Raghu Kachar (un defensor y divulgador del método Taguchi), los cuatro principales motivos para utilizar los experimentos industriales estadísticamente planificados son:

- ✓ Identificar los parámetros de diseño con los cuales el efecto de fuente de perturbación sobre las características de performance se reduce al mínimo.
- ✓ Identificar los parámetros de diseño que reducen el coste sin afectar la calidad.
- ✓ Identificar los parámetros que tienen una gran influencia sobre el valor medio de la característica de performance, pero no tienen ningún efecto sobre su variación.
- ✓ Identificar los parámetros que tienen influencia detectable sobre las características de la performance y sobre los cuales se pueden rebajar los niveles de tolerancia.



### 3.2. Función pérdida de calidad.

La **función de pérdida de la calidad**, ampliamente conocida como **QLF** por sus siglas en inglés *Quality Loss Function*, establece el comportamiento de los costos asociados a las desviaciones de calidad respecto a la meta. De manera que el producto, en términos de calidad deja de ser simplemente catalogado como *conforme* o *no conforme*, para ser medido mediante una función que establece el costo de alejarse de las especificaciones exactas del cliente.

Taguchi define la calidad de la siguiente manera:

"Calidad consiste en evitar una pérdida que un producto le causa a la sociedad, después de haber sido embarcado, distinta a cualquier otra pérdida causada por sus funciones intrínsecas" En ese orden de ideas, el costo de alejarse de las especificaciones exactas del cliente puede comprender los siguientes rubros:

- Costos de mantenimiento.
- Costos de reparación.
- Costos asociados a la falla en el funcionamiento.
- Costos asociados a las lesiones provocadas por un producto defectuoso.
- Costos logísticos.

Según la hipótesis de Taguchi, mientras menor sea la variación en relación con el valor objetivo, mejor será la calidad; de manera que las pérdidas aumentan a una tasa creciente conforme crece la desviación respecto al valor objetivo de la especificación.

Del mismo modo, existe una **pérdida de la calidad** desde el punto de vista del cliente cuando el producto se aleja de la especificación deseada, aun cuando se encuentre entre los límites de especificación, lo cual contrasta con los métodos de control de variación tradicionales.

En la siguiente gráfica se puede observar la **función de la pérdida de la calidad** contrastada con la curva normal de los métodos tradicionales. Se puede observar que la función de la pérdida de la calidad es una curva en forma de U, la cual se encuentra determinada por la siguiente función cuadrática simple:

$$L(x) = k (x - N)^2$$

L(x)= Función de pérdida de la calidad.

x = Valor de la característica de calidad (observado).

N = Valor nominal de la característica de calidad (Valor objetivo - meta).

k = Constante de proporcionalidad.

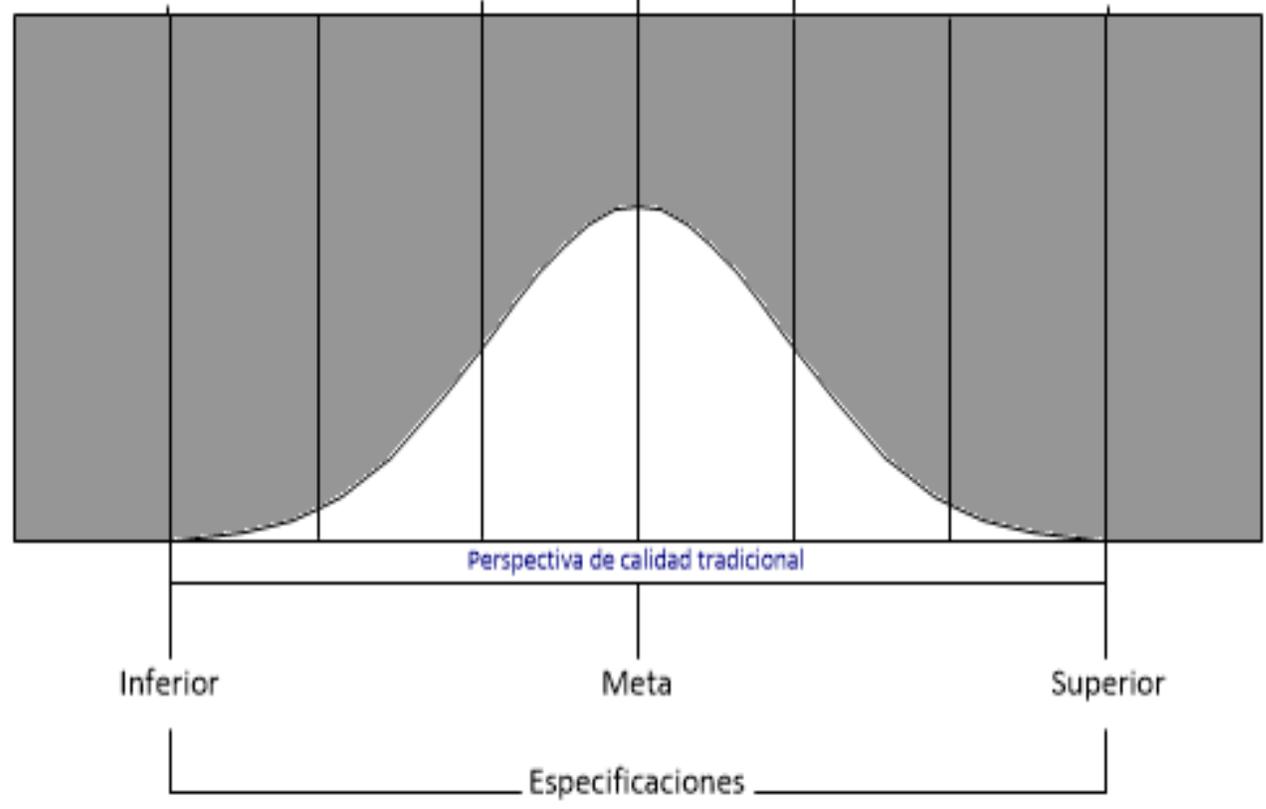
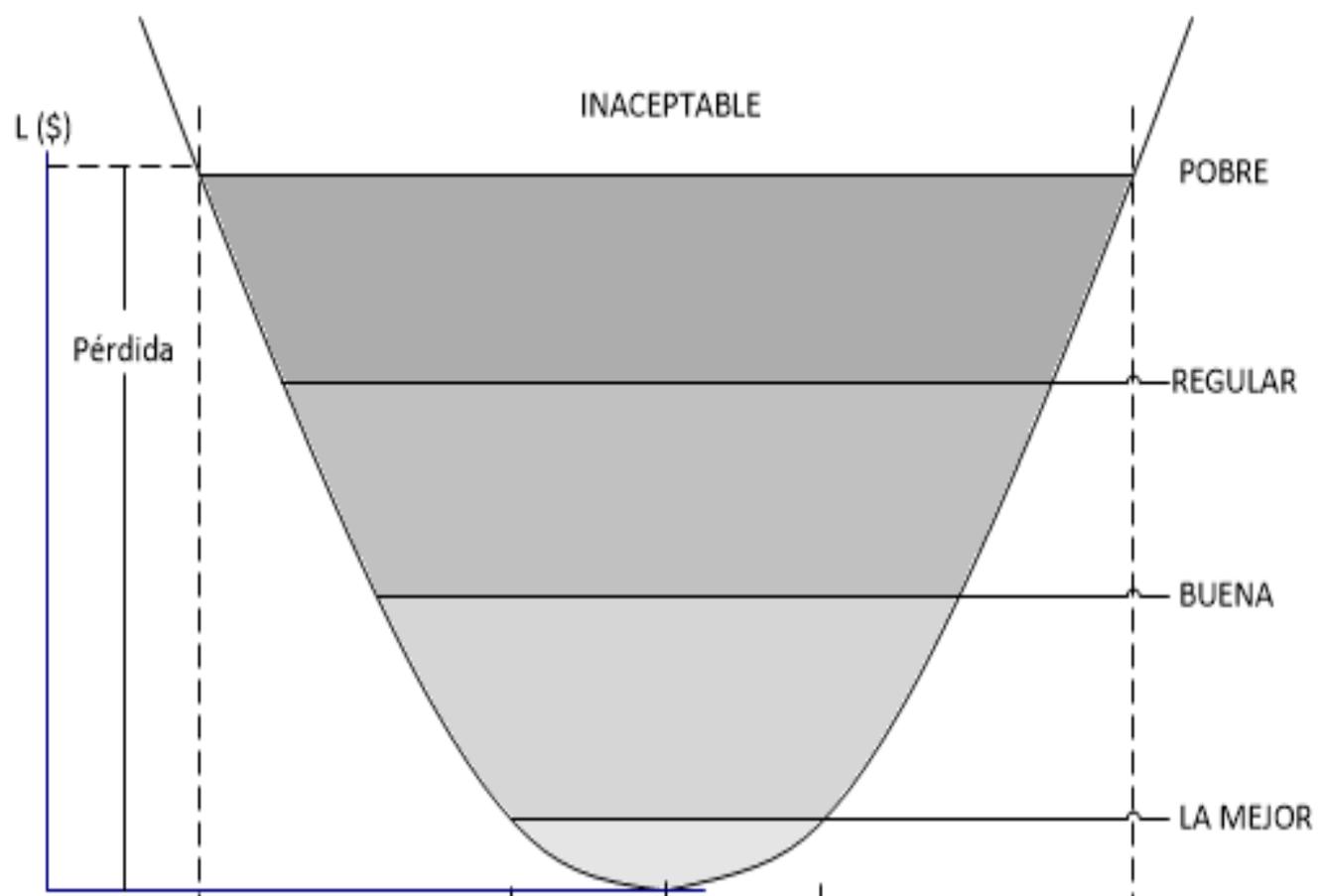
La proporcionalidad es un factor que indica la relación constante entre las magnitudes *costo de pérdida y desviación de la característica de calidad*. De manera que para efectos de aplicación se hace necesario que la organización registre las **pérdidas en función del costo de la calidad** de las unidades según su desviación del valor objetivo.

Así entonces, la función puede expresarse de la siguiente manera:

$$L(x) = \frac{C}{(LES - N)^2} (x - N)^2$$

C = Costo de la desviación en el límite de la especificación (Pérdida por una unidad producida en el límite de especificación).

LES = Límite de especificación superior.



## Ejemplo de la función de pérdida de la calidad

Producir unidades de acero de referencia AX2 tiene múltiples características de calidad, una de ellas es el ancho de la unidad. Según las especificaciones del cliente, el valor objetivo del ancho es de 25 mm y considera aceptable una tolerancia de +/- 0,2 mm.

Según registros de la compañía, aun cuando han sido unidades conformes en los límites de especificación, se han presentado casos en los cuales las unidades deben ser reparadas. El departamento de calidad ha determinado que todo el proceso de reparación, mantenimiento, costos logísticos, y el impacto que tienen estas fallas en el cliente, pueden estimarse en 15 dólares por pieza.

*¿Cuál es la función de pérdida de la calidad para esta especificación?*

C = 15 dólares.

LES = 25,2 mm.

N = 25 mm.

Así entonces, la función de pérdida de la calidad sería la siguiente:

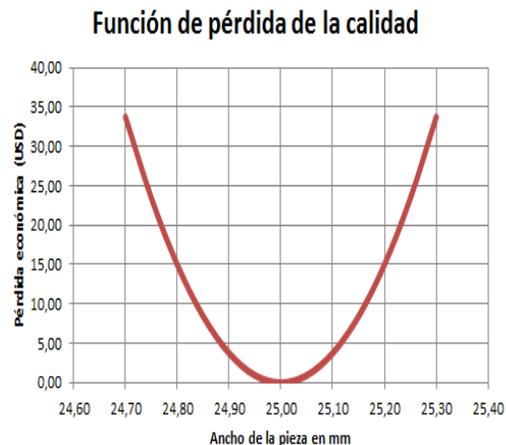
$$L(x) = \frac{15}{(25,2 - 25)^2} (x - 25)^2$$

$$L(x) = \frac{15}{0,2^2} (x - 25)^2$$

$$L(x) = 375 (x - 25)^2$$

De manera que puede tabularse una relación de pérdida en función de las características de calidad observadas, de la siguiente manera:

Ancho de la pieza (mm)	Pérdida de calidad (\$)
24,70	33,75
24,75	23,44
24,80	15,00
24,85	8,44
24,90	3,75
24,95	0,94
25,00	0,00
25,05	0,94
25,10	3,75
25,15	8,44
25,20	15,00
25,25	23,44
25,30	33,75



Al graficar esta información tenemos la curva de la pérdida de la calidad:

Para concluir, recuerde que si bien la hipótesis de la **función de pérdida de la calidad QLF**, dista en esencia de los métodos de control de la variación tradicionales, no quiere decir que se opongan en la práctica. De hecho es común que muchas compañías opten por implementar un modelo de control de la variación basado en la conformidad con relación a los límites de especificación; y luego, implementen la función de pérdida de la calidad como filosofía de mejoramiento continuo, con el propósito de enfocarse en el producto perfecto para el cliente.

### 3.3. Diseño de experimento.

La metodología de diseño de experimentos (DOE) es una herramienta estadística para la mejora de la calidad usada frecuentemente en proyectos Seis Sigma. Esta metodología sirve para diseñar las condiciones ideales de un producto, proceso o servicio para que cumpla con nuestras expectativas usando el mínimo número de experimentos o pruebas. DOE es muy útil cuando tenemos entre manos un producto complicado cuyo resultado puede depender de una gran cantidad de variables que no controlamos y que debemos ajustar para optimizarlo.

Los modelos de diseño de experimentos son modelos estadísticos clásicos cuyo objetivo es averiguar si unos determinados factores influyen en una variable de interés y, si existe influencia de algún factor, cuantificar dicha influencia.

Unos ejemplos donde habría que utilizar estos modelos son los siguientes:

- ✿ En el rendimiento de un determinado tipo de máquina (unidades producidas por día): se desea estudiar la influencia del trabajador que la maneja y la marca de la máquina.
- ✿ Se quiere estudiar la influencia de un tipo de pila eléctrica y de la marca, en la duración de las pilas.
- ✿ Una compañía telefónica está interesada en conocer la influencia de varios factores en la variable duración de una llamada telefónica. Los factores que se consideran son los siguientes: hora a la que se produce la llamada; día de la semana en que se realiza la llamada; zona de la ciudad desde la que se hace la llamada; sexo del que realiza la llamada; tipo de teléfono (público o privado) desde el que se realiza la llamada.
- ✿ Una compañía de software está interesada en estudiar la variable porcentaje en que se comprime un fichero, al utilizar un programa de compresión teniendo en cuenta el tipo de programa utilizado y el tipo de fichero que se comprime.
- ✿ Se quiere estudiar el rendimiento de los alumnos en una asignatura y, para ello, se desean controlar diferentes factores: profesor que imparte la asignatura; método de enseñanza; sexo del alumno.

La metodología del diseño de experimentos se basa en la experimentación. Es sabido que si se repite un experimento, en condiciones indistinguibles, los resultados presentan una cierta variabilidad. Si la experimentación se realiza en un laboratorio donde la mayoría de las causas de variabilidad están muy controladas, el error experimental será pequeño y habrá poca variación en los resultados del experimento. Pero si se experimenta en procesos industriales o administrativos la variabilidad será mayor en la mayoría de los casos.

El objetivo del diseño de experimentos es estudiar si cuando se utiliza un determinado tratamiento se produce una mejora en el proceso o no. Para ello se debe experimentar aplicando el tratamiento y no aplicándolo. Si la variabilidad experimental es grande, sólo se detectará la influencia del uso del tratamiento cuando éste produzca grandes cambios en relación con el error de observación.

La metodología del diseño de experimentos estudia cómo variar las condiciones habituales de realización de un proceso empírico para aumentar la probabilidad de detectar cambios significativos en la respuesta; de esta forma se obtiene un mayor conocimiento del comportamiento del proceso de interés. Para que la metodología de diseño de experimentos sea eficaz es fundamental que el experimento esté bien diseñado.

# Objetivos de un diseño de experimentos

- Proporcionar la máxima cantidad de información pertinente al problema bajo investigación.
- El diseño, plan o programa debe ser tan simple como sea posible.
- La investigación debe efectuarse lo más eficientemente posible; ahorrar tiempo, dinero, personal y material experimental. "Proporcionar la máxima cantidad de información al mínimo costo"

2

## BREVE HISTORIA

### DISEÑO ESTADÍSTICO DE EXPERIMENTOS

Introducido por Ronald Fisher (The Design of Experiments – 1935). Infiuye de manera decisiva la investigación agrícola, aportando métodos para evaluar los resultados de experimentos con muestras pequeñas.

George E. P. Box (1951) desarrolló metodologías para la industria química en cuanto a nuevas estrategias para la experimentación secuencial. Sólo se utilizaba en áreas de investigación y desarrollo por la falta de recursos informáticos.

El éxito en calidad en la industria japonesa (Deming e Ishikawa – 1980's) impulsa el conocimiento y aplicación de la estadística en calidad. Taguchi impacta significativamente el mundo occidental con sus conceptos de diseño robusto.

## DISEÑO DE EXPERIMENTOS



- ¿Qué características de calidad se van a medir?
- ¿Qué factores controlables deben incluirse en el experimento?
  - ¿Qué niveles debe utilizar cada factor?
- ¿Qué diseño experimental es el adecuado?

**Un experimento se realiza por alguno de los siguientes motivos:**

- ✿ Determinar las principales causas de variación en la respuesta.
- ✿ Encontrar las condiciones experimentales con las que se consigue un valor extremo en la variable de interés o respuesta.
- ✿ Comparar las respuestas en diferentes niveles de observación de variables controladas.
- ✿ Obtener un modelo estadístico-matemático que permita hacer predicciones de respuestas futuras.

La utilización de los modelos de diseño de experimentos se basa en la experimentación y en el análisis de los resultados que se obtienen en un experimento bien planificado. En muy pocas ocasiones es posible utilizar estos métodos a partir de datos disponibles o datos históricos, aunque también se puede aprender de los estudios realizados a partir de datos recogidos por observación, de forma aleatoria y no planificada.

**Planificación de un experimento**

La experimentación forma parte natural de la mayoría de las investigaciones científicas e industriales, en muchas de las cuales, los resultados del proceso de interés se ven afectados por la presencia de distintos factores, cuya influencia puede estar oculta por la variabilidad de los resultados muestrales. Es fundamental conocer los factores que influyen realmente y estimar esta influencia.

Para conseguir esto es necesario experimentar, variar las condiciones que afectan a las unidades experimentales y observar la variable respuesta. Del análisis y estudio de la información recogida se obtienen las conclusiones. La forma tradicional que se utilizaba en la experimentación, para el estudio de estos problemas, se basaba en estudiar los factores uno a uno, esto es, variar los niveles de un factor permaneciendo fijos los demás. Esta metodología presenta grandes inconvenientes:

- Es necesario un gran número de pruebas.
- Las conclusiones obtenidas en el estudio de cada factor tiene un campo de validez muy restringido.
- No es posible estudiar la existencia de interacción entre los factores.
- Es inviable, en muchos casos, por problemas de tiempo o costo.

Las técnicas de diseño de experimentos se basan en estudiar simultáneamente los efectos de todos los factores de interés, son más eficaces y proporcionan mejores resultados con un menor coste.



**DISEÑO DE EXPERIMENTOS**

1. Definir los objetivos del experimento.
2. Identificar las causas posibles de variación.
3. Elegir el diseño experimental adecuado.
4. Especificar medidas y procedimiento experimental.
5. Ejecutar un experimento piloto.
6. Especificar el modelo (lineal, etc.).
7. Esquematizar los pasos del análisis estadístico.
8. Determinar el tamaño muestral.
9. Revisar las decisiones anteriores.

**CONCLUSIONES:**

- El Diseño de Experimentos es una herramienta que también puede llegar a ser usada en las etapas de diseño de productos y procesos con el objetivo de minimizar la variación del desempeño de éstos en manos de los consumidores finales con respecto a los factores ambientales como medio para mejorar la calidad.
- La idea de diseñar productos y procesos cuyo desempeño sea insensible a las condiciones ambientales (robustez del sistema) y realizar esto en las etapas de diseño a través del uso de Diseño de Experimentos ha sido la piedra angular de la metodología Taguchi.
- Enfatiza en la calidad durante la etapa del diseño del proceso.

### 3.4. Modelo Kaizen.

En un mercado cada vez más globalizado y exigente, las empresas se ven obligadas a una constante búsqueda de nuevas estrategias y recursos para mantener la competitividad.

Los continuos avances en materia tecnológica, la evolución de los hábitos de los consumidores, la necesidad de reducir costes y tiempos de respuesta, y unos mercados cada vez más competitivos, son factores que exigen, cada vez más, la aplicación de métodos que permitan hacer frente a todos estos desafíos.

Pero en no pocas ocasiones, se habla de productividad y competitividad sin tener del todo claro sobre que parámetros actuar. Y sobre todo, sin saber que el binomio productividad-competitividad carece de sentido si no va de la mano del concepto calidad.

Por ello, en el artículo de hoy vamos a analizar, dentro de los métodos para la gestión de la calidad y las técnicas para la mejora continua, el conocido Método Kaizen. Destaca, sobre todo, por su sencillez y sentido práctico.

El Método Kaizen fue desarrollado en Japón, tras la Segunda Guerra Mundial, ante la necesidad del país de alcanzar a las potencias occidentales y estar en condiciones de competir económicamente con ellas. Si atendemos a la traducción literal del término, Kai (改) significa “cambio”, y Zen (善) “mejora”.



Se trata de una metodología o sistema de gestión orientado a la mejora continua de procesos. Se basa en un enfoque caracterizado por los siguientes rasgos distintivos:

- ✓ Mejora en pequeños pasos
- ✓ Mejora sin grandes inversiones
- ✓ Mejora con la participación de todos los miembros de la organización
- ✓ Mejorar actuando, implantando rápidamente las mejoras

El Método Kaizen es, por tanto, lo opuesto a la conformidad, y su principal objetivo es erradicar todos aquellos desperdicios, despilfarros o ineficiencias que se puedan dar en los sistemas productivos, y que se pueden incluir en alguno de los grupos de categorías siguientes:

Excesos de producción  
Defectos  
Inventarios  
Transportes  
Demoras  
Procesos innecesarios

Su filosofía es que no debe pasar un solo día sin que se haya hecho alguna clase de mejora. Un reto continuo para la mejora de los estándares.



Esta metodología destaca además, sobre otros sistemas de gestión, porque puede ser aplicable no sólo a nivel empresarial o de negocios (enfoque desde el que lo estamos analizando), sino también a nivel personal o social.

En el primer caso (el empresarial o de negocios), el Método Kaizen se caracteriza, también, por utilizar una filosofía de involucración global de toda la empresa, incluyendo, por tanto, a todos sus miembros; así como a todas las fases del proceso productivo.

Pero siempre desde un enfoque básico, sin pretender grandes cambios, sino de forma gradual, ordenada y paulatina, pero que al aplicarse o implicar a todos los miembros de una organización y a todas las fases de un proceso productivo, desemboca necesariamente en un incremento global de la productividad.

## LOS 5 PASOS DEL KAIZEN (ESTRATEGIA DE LAS 5 "S")



### **Beneficios que reporta su implementación**

La práctica ha puesto de relieve que la aplicación del Kaizen aporta una serie de valiosos beneficios para las organizaciones. Entre otros:

- ✓ Incrementos considerables en los niveles de productividad
- ✓ Reducción de costes
- ✓ Mejoras en los estándares de calidad
- ✓ Mejora en el servicio al cliente
- ✓ Reducción del tiempo de ejecución de procesos
- ✓ Bajos niveles de inventarios de insumos

Por ello, establecidos una correcta estrategia y plan de implementación, así como una adecuada capacitación e inmediata puesta en práctica, permite obtener resultados en un corto periodo de tiempo.

Además, su implantación, por lo general, no requiere de una gran inversión o grandes desembolsos económicos, por lo que la relación entre el coste y sus resultados, resulta ser varias veces positiva. Y ello, no sólo en el corto plazo. En la medida que los procesos se mejoran de forma progresiva y continua en el tiempo, tiene una importante repercusión también en el largo plazo.

No obstante lo dicho, esta cuestión dependerá en gran medida de diversos factores, tales como el tamaño de la empresa, volumen de personal y tiempo necesario para su capacitación, número de procesos y complejidad de los mismos, etc.

### **Implementación / Metodología**

Como habíamos señalado algunas líneas más arriba, el Método Kaizen se basa en la idea de la implicación global, es decir, de involucrar a todos los miembros de una organización.

Por ello, un aspecto fundamental es que éstos deben ser capaces de identificar, de forma sistemática, todos aquellos elementos de los procesos que no aportan ningún valor, es decir, que son justo lo contrario al valor añadido.

Son los denominados desperdicios, y pueden asociarse en función de las diversas fuentes donde se originan, como son:

- Ejecución
- Material
- Técnica utilizada
- Método
- Tiempo
- Instalaciones
- Existencias
- Tiempos de espera

Entre las diferentes técnicas que se pueden utilizar para el desarrollo de un programa de mejora basado en el Método Kaizen, destaca la técnica basada en las 5 S. No es la única, pero sí una de las más elementales dentro de este sistema. Se trata de cinco palabras japonesas que, de forma sistemática, ofrecen el paso a paso para su implementación.

- ✿ **Seiri** (descarte)

Es el primer paso y consiste en diferenciar, dentro de un proceso productivo, los elementos necesarios de aquellos que no los son.

- ✿ **Seiton** (organización)

Consiste en elaborar un listado de todos los elementos identificados en el paso anterior, con el objetivo de organizarlos y/o estructurarlos, de manera que su localización sea más sencilla.

- ✿ **Seiso** (identificación)

Es el punto más importante. En él se identificará el problema, es decir, que es lo que hace innecesario a ese elemento dentro del proceso productivo, y se le pondrá solución.

- ✿ **Seiketsu** (estandarización)

En esta fase se busca estandarizar los resultados obtenidos en las tres fases anteriores. Consistirá fundamentalmente en acciones de mantenimiento de las mejoras obtenidas, transformándolas en permanentes.

- ✿ **Shitsuke** (disciplina)

Consiste en promover la idea del Kaizen y fomentar el compromiso con las cinco S, es decir, convertir en hábito el empleo y utilización de los métodos establecidos y estandarizados.



### 3.5. Modelo Six-Sigma.

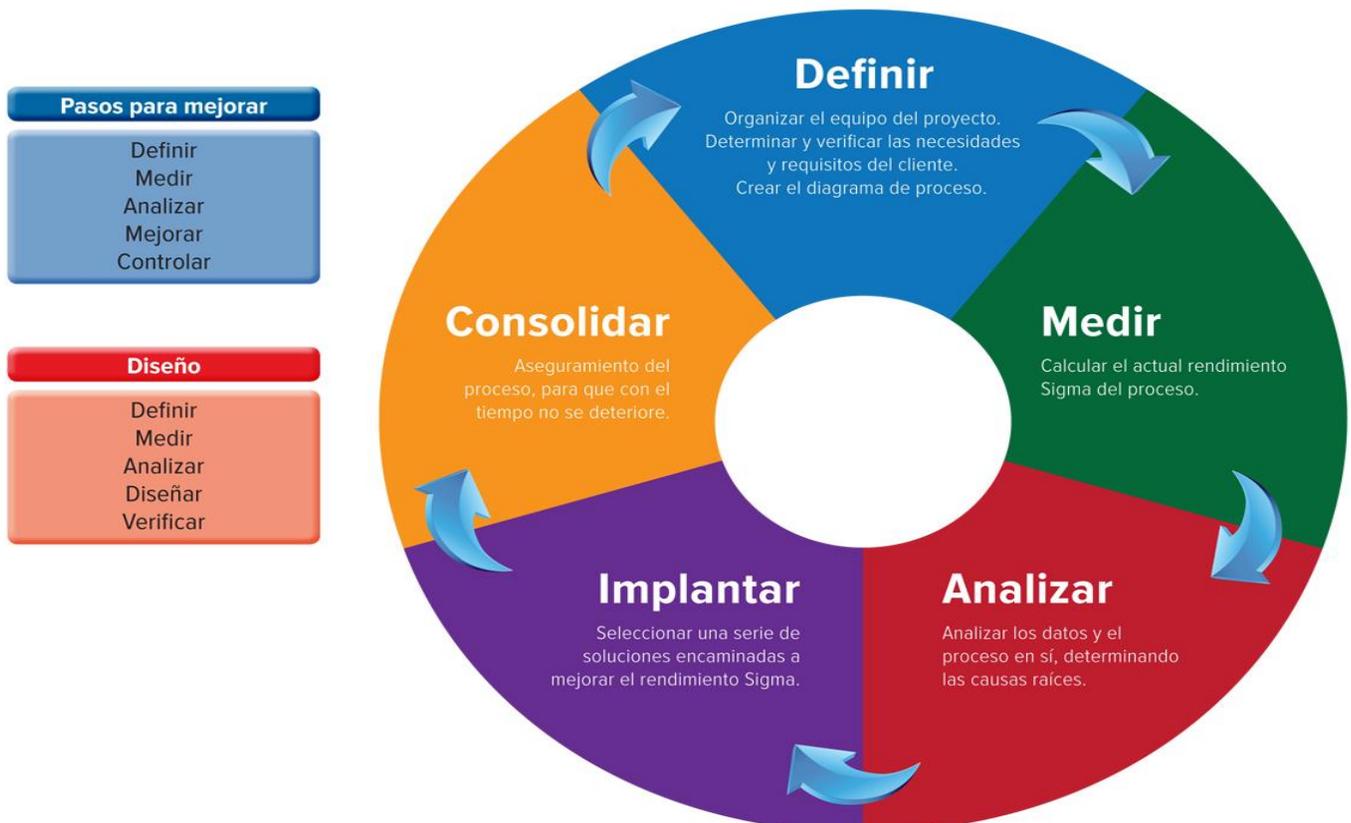
Seis Sigma, es un enfoque revolucionario de gestión que mide y mejora la Calidad, ha llegado a ser un método de referencia para, al mismo tiempo, satisfacer las necesidades de los clientes y lograrlo con niveles próximos a la perfección. Pero ¿qué es exactamente Seis Sigma?

Dicho en pocas palabras, es un método, basado en datos, para llevar la Calidad hasta niveles próximos a la perfección, diferente de otros enfoques ya que también corrige los problemas antes de que se presenten. Más específicamente se trata de un esfuerzo disciplinado para examinar los procesos repetitivos de las empresas.

Literalmente cualquier compañía puede beneficiarse del proceso Seis Sigma. Diseño, comunicación, formación, producción, administración, pérdidas, etc. Todo entra dentro del campo de Seis Sigma. Pero el camino no es fácil. Las posibilidades de mejora y de ahorro de costes son enormes, pero el proceso Seis Sigma requiere el compromiso de tiempo, talento, dedicación, persistencia y, por supuesto, inversión económica.

Un típico coste de no Calidad -errores, defectos y pérdidas en los procesos- puede suponer el 20 ó 30 por 100 de las ventas. El campo es amplio, incluso sin llegar al nivel Seis Sigma (3,4 errores o defectos por millón de oportunidades), las posibilidades de mejorar significativamente los resultados son ilimitadas. Solamente será necesario que la organización ponga a disposición sus capacidades y proceda de manera consistente con sus recursos.

Seis Sigma es un término acuñado por Motorola para denominar su iniciativa de reducción radical de defectos en productos. Renació, hacia finales del siglo pasado, con un brioso impulso, gracias a la seriedad con que General Electric la aplicó en toda su organización (fabricación y servicios) y, sobre todo, a los espectaculares resultados que logró.



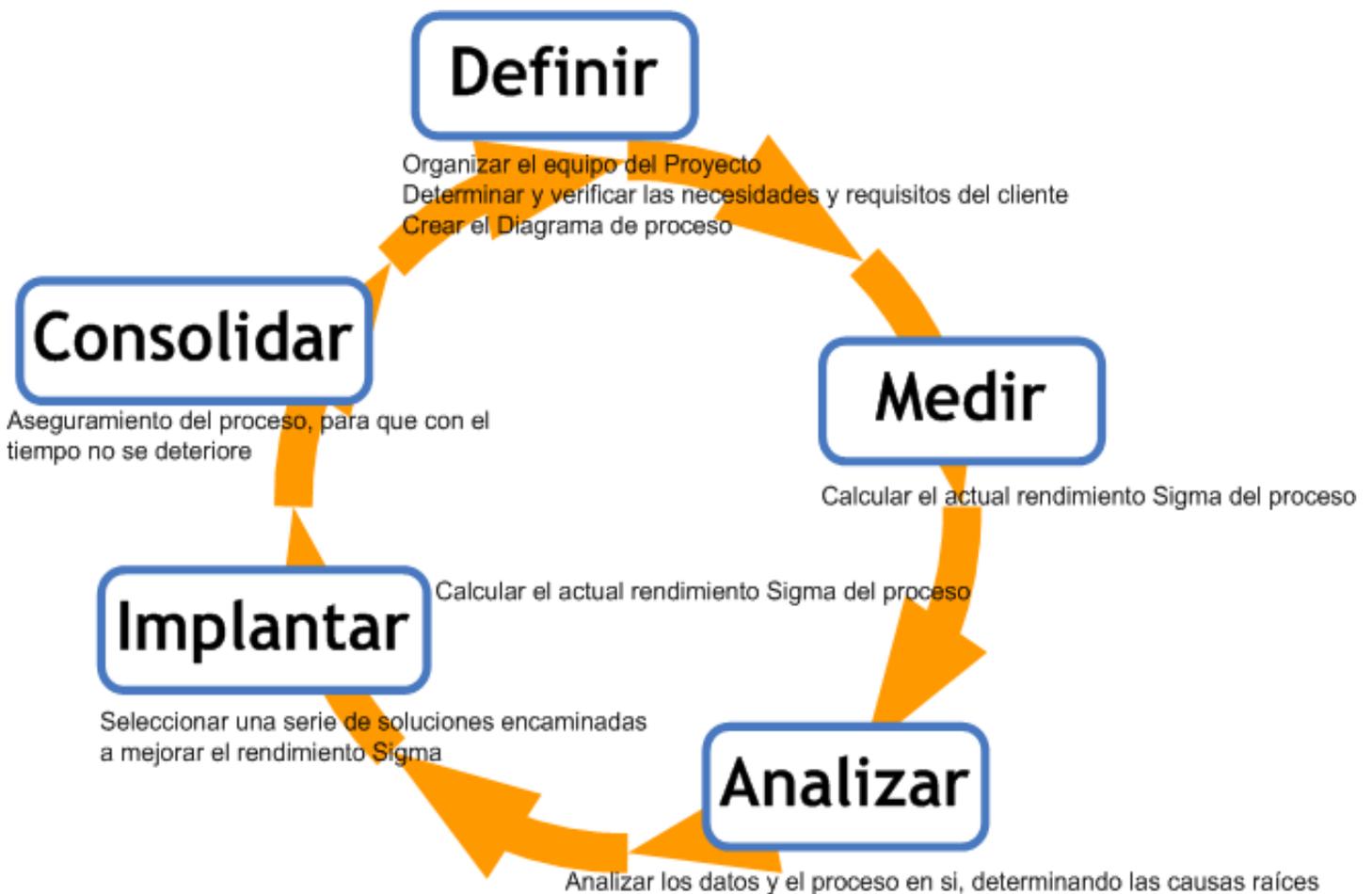
Es esencial que el compromiso con el enfoque Seis Sigma comience y permanezca en la alta dirección de la compañía. La experiencia demuestra que cuando la dirección no expresa su visión de la compañía, no transmite firmeza y entusiasmo, no evalúa los resultados y no reconoce los esfuerzos, los programas de mejora se transforman en una pérdida de recursos válidos.

El proceso Seis Sigma comienza con la sensibilización de los ejecutivos para llegar a un entendimiento común del enfoque Seis Sigma y para comprender los métodos que permitirán a la compañía alcanzar niveles de Calidad hasta entonces insospechados

El paso siguiente consiste en la selección de los empleados, profesionales con capacidad y responsabilidad en sus áreas o funciones que van a ser intensivamente formados para liderar los proyectos de mejora. Muchos de estos empleados tendrán que dedicar una parte importante de su tiempo a los proyectos, si se pretenden resultados significativos.

La formación de estos líderes tiene lugar en cuatro sesiones de cuatro días cada una, a lo largo de un periodo de 12 semanas durante el cual trabajarán en un proyecto concreto de mejora, que los capacitará como candidatos a una nueva profesión, “black belts” como implantadores de estas avanzadas iniciativas de Calidad.

Esta formación, impartida por expertos, incluye la selección de un proyecto en la primera semana y la aplicación de lo aprendido a dicho proyecto antes de la sesión siguiente, mediante un equipo de mejora. Para alcanzar el nivel “black belt” los candidatos tienen que demostrar los resultados conseguidos en el proyecto y éste nivel los capacita para continuar liderando nuevos equipos para nuevos proyectos de mejora.



## El Método

El método aplicado, que se denomina DMAMC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar), utiliza herramientas estadísticas, además de dispositivos que observan las variables de los procesos y sus relaciones, que ayudan a gestionar sus características. El método Seis Sigma, conocido como DMAMC, consiste en la aplicación, proyecto a proyecto, de un proceso estructurado en cinco fases.

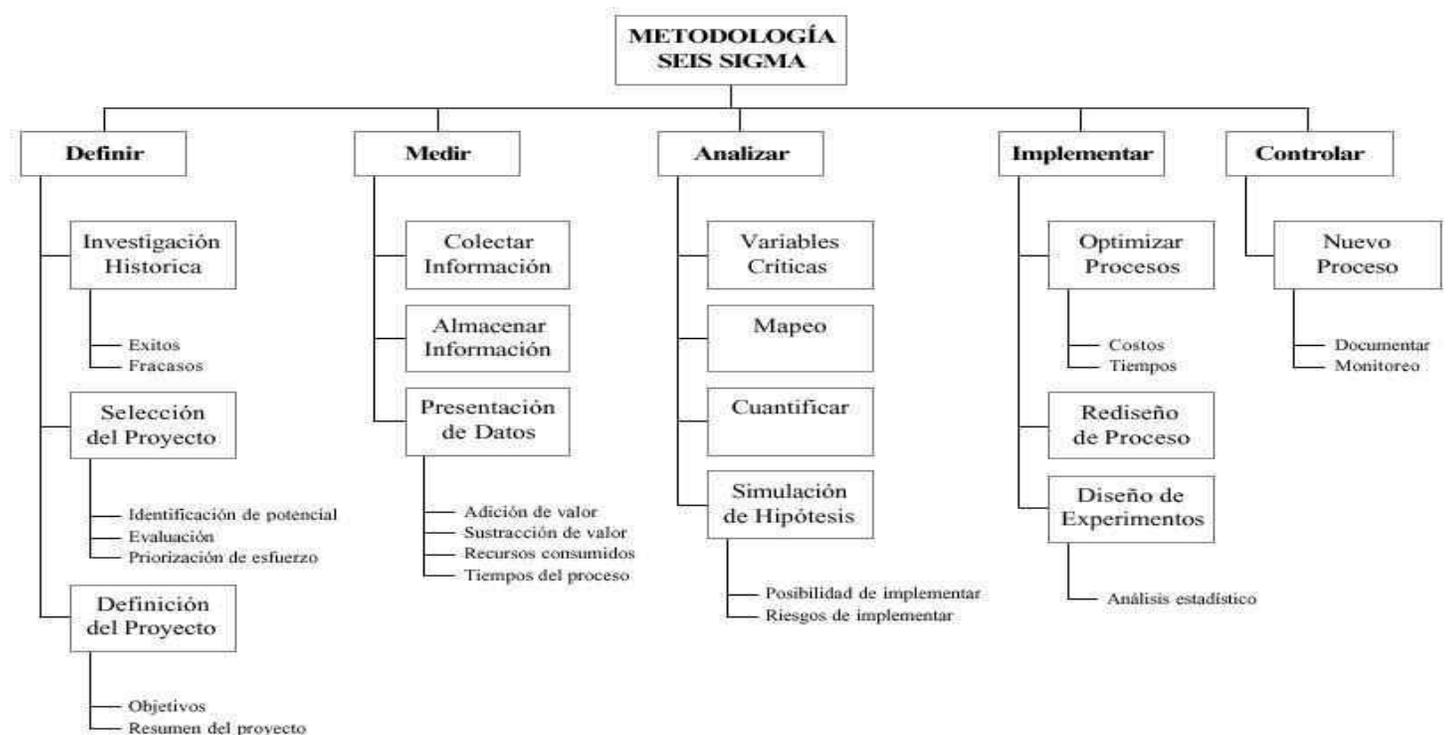
En la fase de definición se identifican los posibles proyectos Seis Sigma, que deben ser evaluados por la dirección para evitar la infrutilización de recursos. Una vez seleccionado el proyecto se prepara su misión y se selecciona el equipo más adecuado para el proyecto, asignándole la prioridad necesaria.

La fase de medición consiste en la caracterización del proceso identificando los requisitos clave de los clientes, las características clave del producto (o variables del resultado) y los parámetros (variables de entrada) que afectan al funcionamiento del proceso y a las características o variables clave. A partir de esta caracterización se define el sistema de medida y se mide la capacidad del proceso.

En la tercera fase, análisis, el equipo analiza los datos de resultados actuales e históricos. Se desarrollan y comprueban hipótesis sobre posibles relaciones causa-efecto utilizando las herramientas estadísticas pertinentes. De esta forma el equipo confirma los determinantes del proceso, es decir las variables clave de entrada o “pocos vitales” que afectan a las variables de respuesta del proceso.

En la fase de mejora el equipo trata de determinar la relación causa-efecto (relación matemática entre las variables de entrada y la variable de respuesta que interese) para predecir, mejorar y optimizar el funcionamiento del proceso. Por último se determina el rango operacional de los parámetros o variables de entrada del proceso.

La última fase, control, consiste en diseñar y documentar los controles necesarios para asegurar que lo conseguido mediante el proyecto Seis Sigma se mantenga una vez que se hayan implantado los cambios. Cuando se han logrado los objetivos y la misión se da por finalizada, el equipo informa a la dirección y se disuelve.



## Las herramientas

En los proyectos Seis Sigma se utilizan dos tipos de herramientas. Unas, de tipo general como las 7 herramientas de Calidad, se emplean para la recogida y tratamiento de datos; las otras, específicas de estos proyectos, son herramientas estadísticas, entre las que cabe citar los estudios de capacidad del proceso, análisis ANOVA, contraste de hipótesis, diseño de experimentos y, también, algunas utilizadas en el diseño de productos o servicios, como el QFD y AMFE.

Estas herramientas estadísticas que hace unos años estaban solamente al alcance de especialistas, son hoy accesibles a personas sin grandes conocimientos de estadística. La disponibilidad de aplicaciones informáticas sencillas y rápidas, tanto para el procesamiento de datos como para los cálculos necesarios para su análisis y explotación, permiten utilizarlas con facilidad y soltura, concentrando los esfuerzos de las personas en la interpretación de los resultados, no en la realización de los complejos cálculos que antes eran necesarios.

## Los resultados

Conceptualmente los resultados de los proyectos Seis Sigma se obtienen por dos caminos. Los proyectos consiguen, por un lado, mejorar las características del producto o servicio, permitiendo conseguir mayores ingresos y, por otro, el ahorro de costes que se deriva de la disminución de fallos o errores y de los menores tiempos de ciclo en los procesos.

Así, las experiencias de las compañías que han decidido implantar Seis Sigma permiten indicar desde cifras globales de reducciones del 90 por 100 del tiempo de ciclo o 15 mil millones de dólares de ahorro en 11 años (Motorola), aumentos de productividad del 6 por 100 en dos años (Allied Signal), hasta los más recientes de entre 750 y 1000 millones de dólares de ahorro en un año (General Electric).

