



UNIVERSIDAD
DE PIURA

REPOSITORIO INSTITUCIONAL
PIRHUA

SEIS SIGMA, FILOSOFÍA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD: ESTUDIO TEÓRICO Y SU POSIBLE APLICACIÓN EN EL PERÚ

Eduardo Alonso Sánchez Ruiz

Piura, 11 de Abril de 2005

FACULTAD DE INGENIERÍA

Área Departamental de Ingeniería Industrial y Sistemas

Abril 2005



Esta obra está bajo una [licencia](#)
[Creative Commons Atribución-](#)
[NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú](#)

Repositorio institucional PIRHUA – Universidad de Piura

UNIVERSIDAD DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERÍA



“Seis Sigma, filosofía de gestión de la calidad: estudio teórico y su posible aplicación en el Perú”

Tesis para optar el Título de
Ingeniero Industrial y de Sistemas

Eduardo Alonso Sánchez Ruiz

Asesor: Ing. Juan Ricardo Palma Lama

Piura, Marzo 2005

A mis padres, Lalo y Marce,
por su constante apoyo y dedicación.

Prólogo

La calidad nos invade. Este siglo será por lo visto y sin duda alguna, el siglo de la calidad: “Para hacer efectiva esta revolución en todo el mundo, las economías requerirán varias décadas: todo el siglo XXI. Por eso, mientras el siglo XX ha sido el ‘siglo de la productividad’, el siglo XXI será conocido como ‘siglo de la calidad’”. (Juran, 2001) Palabra de gurú. Pero la calidad ya está aquí. Descubierta. Ineludible. Real e imperativa. No se debe ir muy lejos para encontrarla.

La calidad es ya un principio fundamental de la gestión de empresas. La calidad como obligación en la agenda del directivo de nuestro tiempo. Por ejemplo, en un análisis de contenido de las estrategias de negocio documentadas de 530 compañías norteamericanas se encontró que la mayoría de ellas hacían mención explícita junto a la obtención de beneficios empresariales, al concepto de calidad. La calidad pues, como referente imprescindible.

La calidad es cosa de todos. La calidad, es simple y llanamente “**satisfacer al cliente**” La calidad como filosofía para hacer a todos más felices. El cliente como razón del trabajo de cada uno de nosotros. Y como una obligación individual en nuestro trabajo. La calidad como regla verdadera en el lugar de trabajo. Esta filosofía está vigente y se llama **Seis Sigma**.

El año pasado (2004) más empresas peruanas (Industrias del envase, Kodak Perú, Telefónica del Perú, etc.) anunciaron la implantación de la filosofía Seis Sigma para conseguir la excelencia en calidad, uno de los objetivos prioritarios en su empeño de mejorar los índices de atención al cliente. Esta noticia reitera el compromiso de estas empresas por ofrecer servicios con un nivel de calidad que consiga mantener e incrementar el liderazgo en su sector.

La calidad Seis Sigma es hacer las cosas perfectas y como las quiere el cliente, es darle la calidad que a él le interesa. Seis Sigma implica acordar con un cliente qué características de un producto o servicio son importantes para él y luego dárselas de un modo casi perfecto, libre de fallos. El resto de Seis Sigma, el soporte estadístico que

también se presenta en esta tesis es sólo un medio y no el fin. Se quiere que los procesos estén sin defectos para que los clientes estén satisfechos, por eso se miden periódicamente para así ver el progreso que se hace.

Muchas compañías se conforman con lograr un 99 por ciento de calidad en sus productos o servicios. Pero no se aceptaría ese nivel de fallos por ejemplo en vuelos aéreos, en alumbramientos de bebés, o en operaciones quirúrgicas. En estos casos se quisiera el 100 por ciento de calidad.

Al respecto, César Alierta Izuel, Presidente de Telefónica. S.A. manifiesta: “Si bien es cierto que los escépticos siempre pueden aducir aquello de que *si algo funciona, ¿por qué cambiarlo?*, no es menos cierto que las organizaciones que pretendan ser las mejores en su género deberían plantearse la cuestión: *y si hay algo que puede funcionar mucho mejor, ¿por qué no probarlo?*”.

Seis Sigma es un proceso que tiene como objetivo cuantificado cometer 3,4 errores entre un millón de oportunidades de cometerlos. Esas oportunidades de cometer errores se cuantifican en aquellas características que el cliente han dicho que son importantes para él. Se pretende dar al cliente un producto o servicio prácticamente sin defectos pero centrado en aquello que es para él de veras realmente importante.

Durante la elaboración de esta tesis descubrí que Seis Sigma es además una forma de trabajar, una disciplina de trabajo rigurosa, una metodología de mayor impacto que la de gestión de calidad total. Se diseña un proceso, se mide, se analiza, se mejora y se controla. Estas etapas sirven para cualquier tipo de proceso, administrativo, financiero, fabricación o servicio al cliente. Eso implica que es útil para cualquier tipo de empresa, no sólo para el entorno de producción.

Por supuesto se requiere una organización que dé soporte al programa y la participación y el compromiso a todos los niveles de la empresa. Además se requiere formación específica en las herramientas y metodología Seis Sigma. Todas las empresas que han apostado por este programa han invertido mucho en formación, pero la han recuperado con creces, mediante ahorros derivados de proyectos que han reducido sus costes de no calidad. Se debe tener en cuenta que Seis Sigma no es sólo teoría, sino práctica, ya que exige a todo el personal formado en esta técnica que lleve a cabo proyectos de mejora de procesos que tengan un impacto económico en la empresa.

La tesis que he desarrollado permitirá conocer los contenidos y beneficios de la metodología Seis Sigma e identificar las fases de ejecución de un plan de implementación de esta metodología. Asimismo, comprender que mejorando procesos clave dentro de la organización y eliminando defectos sistemáticos desaparecerán las variaciones que inciden negativamente en los procesos.

Finalmente, pero no por ello menos importante debo agradecer a mi asesor, el ingeniero Juan Ricardo Palma por su apoyo durante la elaboración de este trabajo. Agradezco también a mis compañeros de trabajo: el Dr. César Angulo Bustíos por mostrarme el mundo de Seis Sigma; y la Dra. Susana Vegas Chiyón por su constante empuje y presión a finalizar esta tesis. Mención especial aparte a mi padre Eduardo Sánchez Huapaya y también a Jezenia Aguirre Hernández, quiénes me ayudaron a corregir con mucha paciencia y empeño el trabajo. Estoy en deuda con todos ellos. **¡GRACIAS!**

Resumen

Esta tesis se desarrolló siguiendo dos fases bien establecidas: la fase heurística (recolección de todo tipo de información respecto a Seis Sigma: libros, revistas, entrevistas personales con eruditos en el tema, y comunicación constante con consultoras nacionales e internacionales) y la fase hermenéutica (análisis de toda la información recogida).

A través de tres partes bien definidas se busca: primero, brindar un breve enfoque sobre el concepto y la evolución de la calidad a través de la historia de la humanidad; segundo, conocer y comprender la filosofía de gestión Seis Sigma, resaltar sus beneficios, entender las funciones y responsabilidades de sus participantes, identificar sus fases de ejecución, y las herramientas necesarias; y por último, se presenta un pequeño análisis de esta metodología aplicada a empresas peruanas, así como también recomendaciones para su implementación.

Como conclusión se determina que en el Perú sí es posible mejorar procesos clave dentro de las organizaciones y eliminar defectos sistemáticos, desapareciendo las variaciones que inciden negativamente en los procesos o servicios. Es decir, hay empresas aptas para la aplicación de la filosofía de gestión Seis Sigma.

Prólogo	i
Resumen	iii
Índice	v
Introducción	1
Capítulo 1	
Breve Historia de la Calidad	3
1.- Pre-historia e historia de la calidad	4
1.1.- El hombre de las cavernas	4
1.2.- La usufectura	5
1.3.- La manufactura	5
1.4.- Los artesanos	7
2.- Historia de la Gestión	8
2.1.- La revolución industrial	8
2.2.- Industrialización y división del trabajo	8
2.3.- Antes de la Segunda Guerra Mundial	9
2.4.- Durante la Segunda Guerra Mundial	10
2.5.- Post Guerra	11
2.6.- Los 60's y 70's	11
2.7.- Aseguramiento de la Calidad	12
2.8.- Los 80's en Japón	14
2.9.- Los 90's	15
2.9.1.- TQM	15
2.9.2.- Seis Sigma	16
3.- Resumen de la historia de la Gestión de la Calidad	17
Capítulo 2	
Seis Sigma, un sistema de gestión	19
1.- Enfoques del sistema de gestión de calidad Seis Sigma	20
1.1.- Medida estadística del nivel de desempeño de un proceso	20
1.1.1.- El significado de medir en σ	25
1.1.2.- Propósito del desarrollo de la medida de calidad en σ	26
1.2.- Un sistema de dirección para lograr un liderazgo duradero	27
1.2.1.- Fundamentos del enfoque estratégico Seis Sigma	28
1.2.1.1.- Costos de No Calidad	28
1.2.1.2.- Relación con proveedores	29
1.2.1.3.- Dentro de la empresa	29
2.- Elementos críticos de Seis Sigma	30
2.1.- Principio 1: enfoque genuino en el cliente	30

2.2.- Principio 2: dirección basada en datos y hechos	30
2.3.- Principio 3: los procesos están donde está la acción	30
2.4.- Principio 4: dirección preactiva	31
2.5.- Principio 5: colaboración sin barreras	31
2.6.- Principio 6: buscar la perfección; tolerar el fallo	31
3.- Seis Sigma, según los expertos, más que un programa de calidad	31
3.1.- Fermín Gómez en su libro “Seis Sigma”	31
3.2.- Peter S. Pande en su libro “What is Six Sigma?”	32
3.3.- Grez Brue en su libro “Six Sigma for Managers”	33

Capítulo 3

El poder de la gente. ¿Quién hace qué? 35

1.- Los jugadores claves y cuáles son sus roles	36
1.1- Líderes ejecutivos	37
1.1.1- Condición sine qua non: la responsabilidad	37
1.1.2.- Responsabilidad	38
1.1.3.- Confianza	38
1.1.4.- Integridad	38
1.1.5.- Paciencia	38
1.2.- Champions	39
1.3.- Master Black Belt	41
1.4.- Black Belts	41
1.4.1.- Seleccionando a los Black Belts	43
1.4.2.- Certificación de los Master Black Belt y los BB	44
1.5.- Green Belts	

Capítulo 4

El poder del proceso: Los cinco pasos de Seis Sigma 46

1.- Los equipos de Seis Sigma	46
1.1.- El ciclo de vida del equipo DMAMC	47
1.1.1.- Fase 1: identificación y selección de proyectos	47
1.1.2.- Fase 2: formación del equipo	47
1.1.3.- Fase 3: desarrollo del documento marco del proyecto	48
1.1.4.- Fase 4: formación del equipo	48
1.1.5.- Fase 5: ejecución del DMAMC e implantación soluciones	48
1.1.6.- Fase 6: traspaso de la solución	48
2.- El modelo de resolución de problemas del Sistema Seis Sigma	48
2.1.-La ecuación de los pocos factores vitales: $Y = f(X)$	49
3.- Metodología DMAMC	51
3.1.- D – Fase de Definir	51
3.2.- M – Fase de Medir	54

3.2.1.- El estudio de R&R (Repetibilidad y Reproducibilidad)	56
3.2.2.- Cuestiones a plantearse en la fase de Medir	59
3.3.- A – Fase de Analizar	5:
3.3.1.- Ciclo de análisis	58
3.4.- M – Fase de Mejorar	*****82
3.5.- C – Fase de Controlar	63
4.- Tareas de Control Específico	64

Capítulo 5

Las herramientas en el poder de la gente durante el proceso	65
1.- Evolución de las herramientas estadísticas para la mejora de calidad	65
2.- Las herramientas más aplicadas en un proyecto Seis Sigma	66
2.1.- Brainstorming (tormenta de ideas)	67
2.2.- Diagramas de afinidad	68
2.3.- Votación múltiple	68
2.4.- Estructura en árbol	68
2.5.- Diagramas y gráficos	68
2.5.1.- Histogramas	68
2.5.2.- Diagramas de Pareto	69
2.5.3.- Diagramas de Causa – Efecto	6:
2.5.4.- Diagrama de dispersión o correlación	6;
2.6.- Mapa del proceso	73
2.7.- Análisis del Sistema de Medida (AMS)	75
2.8.- La casa de la calidad – matriz XY	76
2.9.- Capacidad del proceso	77
2.10.- Estudio de múltiples variables	77
2.11.- Análisis del valor (y del no valor) añadido	78
2.12.- Análisis del flujo del proceso	78
2.13.- Muestreo	78
2.14.- Test de hipótesis	78
2.15.- Análisis de Modo de Falla y Efectos (AMFE)	79
2.16.- Diseño de experimentos (DDE)	7;
2.17.- Plan de Control	84
2.17.1.- El gráfico de control	84
2.18.- Métodos de Gestión de Proyectos	86
2.19.- Análisis de problemas potenciales	86
2.20.- Análisis de grupos afectados	86
2.21.- Diagrama de Campos de Fuerzas	86

Capítulo 6

Seis Sigma en el Perú	87
1.- Telefónica del Perú S.A.	88
1.1.- Información sobre la empresa	88

1.2.- ¿Cómo nace la idea de aplicar Seis Sigma en la empresa?	88
1.3.- Seis Sigma en la actualidad en Telefónica	8:
1.4.- Equipos de mejora en Telefónica del Perú	8:
1.5.- Herramientas de mejora en Telefónica	8;
1.6.- Proyectos más importantes	
2.- Ferreyros S.A.	8;
2.1.- Información de la empresa	8;
2.2.- ¿Cómo nace la idea de aplicar Seis Sigma en la empresa?	90
2.3.- Seis Sigma en la actualidad en Ferreyros	91
2.4.- Los equipos de mejora de Ferreyros	91
2.5.- Metodología de mejora en Ferreyros	92
2.6.- Los proyectos de mejora más importantes	92
3.- BHP Billiton Tintaya S.A.	93
3.1.- Los equipos de mejora en BHP Billiton Tintaya S.A.	93
3.2.- Seis Sigma en la actualidad en Tintaya	94
3.3.- Los proyectos de mejora más importantes en Tintaya	94
4.- Seis Sigma en el Perú bajo el enfoque de una consultora	95
5.- ¿Cómo se puede implementar Seis Sigma en el Perú?	96
5.1.- Itinerario 1: la transformación del negocio	97
5.2.- Itinerario 2: mejora estratégica	98
5.3.- Itinerario 3: resolución de problemas	99
5.4.- ¿Cuál ruta es la correcta?	99
6.- Conclusiones	100
6.1.- Claves para el éxito	100
Bibliografía	103
Anexo A-1	
Anexo A-2	
Anexo A-3	
Anexo A-4	

Introducción

El término ' **Seis Sigma** ' define la medida óptima de calidad, conocida como 3,4 defectos por un millón de acontecimientos. La σ de carta griega (sigma) es un término matemático que simplemente representa una medida de variación, como la extensión alrededor del promedio de cualquier proceso. El valor de sigma, o la desviación estándar, indican cómo cualquier proceso funciona. Mientras más alto el valor, menos serán los defectos por millón de oportunidades.

Seis Sigma también es el uso disciplinado de las herramientas estadísticas de resolución de problemas que indican gastos derrochadores y dirige pasos exactos para la mejora. La puesta en práctica de la metodología Seis Sigma está arraigada dentro de **DMAMC**, una acrónimo que significa: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y el Controlar. Estos instrumentos aplican una metodología refinada de medida y descubrimiento para entender totalmente tanto el funcionamiento como las variables claves que afectan la calidad de productos y servicios. Seis Sigma es el pico de calidad - la eliminación virtual de defectos de cada producto o proceso en una organización.

El eje de esta tesis será la filosofía de gestión **Seis Sigma**. Entendida ésta como la metodología capaz de reducir la variabilidad de los procesos por medios estadísticos en base a datos. Implicando con feliz consecuencia la satisfacción de los clientes y aumento de los beneficios cumpliendo con los objetivos de la dirección.

En primer lugar, en el Capítulo 1 trazaré una historia del concepto de la calidad, lo cual permita dar un enfoque general de "*la calidad*" a través de la historia de la humanidad. Esta historia comienza desde mucho antes del descubrimiento japonés de la calidad. Desde la era del hombre en las cavernas hasta la calidad como una filosofía de gestión. Muchas veces los conceptos desarrollados en la antigüedad fueron dejados de lado para volver a ser aplicados cientos de años después.

A continuación, me centraré en el corazón de la metodología Seis Sigma. Los capítulos intermedios de esta tesis (Cap. 2 al Cap. 5) abarcarán el concepto de la metodología, los personajes que actúan en ella, el camino que se debe seguir y las herramientas a utilizar.

En el Capítulo 2 se determina el concepto de la filosofía de gestión Seis Sigma desde dos enfoques: una medida estadística del nivel de desempeño de un proceso, producto o servicio y un sistema de dirección para lograr un liderazgo duradero en el negocio. Se da mayor profundidad al segundo enfoque de este concepto.

El Capítulo 3 explica las características de los artífices que tienen a cargo el desarrollo de esta metodología. Su denominación, su grado de preparación y formación, sus roles a desempeñar, su grado de compromiso con los objetivos de la dirección, sus funciones específicas dentro de estos equipos de trabajo así como también las expectativas que la empresa tiene sobre ellos.

El Capítulo 4 es el más importante porque explica la metodología que hace que toda esta maravilla sea verdad. La metodología DMAMC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) es perfecta para resolver problemas satisfaciendo los primordiales requerimientos de los clientes.

El Capítulo 5 detalla las herramientas Seis Sigma que se usan en esta metodología, considerando que cualquier técnica que ayude a comprender, gestionar y mejorar un negocio o un proceso, califica para ser una herramienta Seis Sigma. Herramientas importantes para tener una clara perspectiva de cómo funciona Seis Sigma. Se profundiza más en aquellas de poca difusión

Y por último en el Capítulo 6 están plasmadas las experiencias reales de tres grandes empresas peruanas que se han lanzado en la aplicación de esta metodología: Telefónica del Perú S.A., BHP Billiton Tintaya S.A. y Ferreyros S.A. También muestra conclusiones y sugerencias de la implementación de Seis Sigma en el Perú, basados en las experiencias de la consultora Ernst & Young como socio colaborador de muchas empresas importantes que vienen implementando la metodología Seis Sigma.

Capítulo 1

Dentro de la evolución de la organización industrial, parece interesante revisar la transformación que se ha producido en las empresas en la práctica de la función de calidad, que a todas luces ha estado presidida por la búsqueda incansable del incremento del valor añadido para los clientes o servicios producidos.

Esta transformación se ha sustentado sobre varios factores, entre los cuales pueden destacarse los siguientes:

- La calidad como factor de supervivencia.
- La calidad y la productividad como conceptos indisolubles.
- La satisfacción del cliente final, por encima de todo.
- La multiplicación de los expertos en calidad.
- La correlación entre la calidad y la logística.
- La necesidad de dominar los medios.
- La atención al hombre como el principal factor clave de la calidad.

Se puede afirmar que, hoy en día, la calidad ha dejado de ser un factor competitivo para transformarse en el principal factor de supervivencia, ya que aquellos productos o servicios que no puedan, como mínimo; seguir la evolución de sus competidores, serán expulsados sin miramientos de los mercados.

Dicho en otros términos, aún en un escenario empresarial cuya calidad sea óptima, si no hay otros fuertes factores de acompañamiento no se está asegurando la rentabilidad del negocio. Se debe aceptar, por tanto, que se ha producido una verdadera “mutación” en el concepto de la calidad.

Sin embargo, la calidad sigue siendo un importante factor de seducción y, por lo tanto, las empresas intentan, desde el principio de la concepción, que sus productos o servicios satisfagan las necesidades potenciales y reales de sus clientes.

También se afirma que para que las empresas puedan desarrollarse y asegurar su perennidad, está claro que deben conseguir nuevos clientes. Normalmente, estos no conocen o conocen mal a las empresas.

Por lo tanto estos clientes tienen que ser sorprendidos y convencidos de la superioridad de los productos y servicios de las mismas y, una vez seducidos, las empresas tienen que satisfacerles desde el instante en que han aceptado confiar en ellas para que los nuevos clientes, en permanente cautividad, sean fieles a los productos y/o servicios de las marcas en las que confiaron.

Se ve, pues, que más allá de nuevas definiciones o modas, la calidad está al servicio de la estrategia de las empresas, y esto no puede olvidarse en las cadenas conductoras de los procesos de la calidad total, pero se constata con cierta frecuencia que, a veces la satisfacción del “próximo cliente” prima sobre la del cliente final.

La más importante de estas estrategias que al mismo tiempo también logra mejoras significativas en calidad, participación del mercado, márgenes de ganancia y reducción de costos, es la aplicación del sistema **Seis Sigma**. Esta metodología presenta la importancia de reducir la variación, los defectos y errores en todos los procesos a través de una organización, para así lograr aumentar la cuota de mercado, minimizar los costos e incrementar los márgenes de ganancia.

En los siguientes capítulos se explicará la estrategia y los elementos para implementar la metodología (definir el proceso, medirlo, analizar sus datos, mejorarlo y controlarlo) para la reducción de la variabilidad y el logro de Seis Sigma.

Antes de ello se entrará en detalle brevemente sobre la historia evolutiva de la calidad como concepto y de la gestión de la calidad en las organizaciones. En los siguientes apartados se hablará de lo que puede considerarse la prehistoria de la calidad, posteriormente se tratará de la labor de los artesanos y finalmente se tratará con mayor profundidad cada una de las fases de la gestión de la calidad.

1.- Pre-historia e historia de la calidad

La idea de la calidad no es un invento de hoy en día. Ha estado presente durante toda la humanidad.

1.1.- El hombre de las cavernas

El hombre que vivía en las cavernas (Figura 1.1 - página 5) tenía como principal actividad abastecerse de comida, y vivía prácticamente de la recolección de los productos que encontraba en la naturaleza. Ellos eran seres nómadas, y su organización era simple, y muy parecida a la de ciertos grupos de animales, tenían un líder, y todos realizaban la misma actividad, la recolección. Y guardaban respeto hacia las mujeres. En esta era, también llamada de recolección, la calidad se basaba en inspeccionar y seleccionar lo mejor.



Figura 1.1. El hombre vivía en las cavernas

1.2.- La Usufectura

El siguiente paso para el hombre, fue la usufectura, que consistía en elaborar un producto que él mismo usaba. En esta época se identificó la idea de calidad con la de un trabajo bien hecho.

Para esta actividad, el hombre desarrolló los primeros conocimientos científicos que tuvo, para poder elaborar las herramientas que necesitaría para cazar, pescar, etc. como arcos, flechas, cuchillos, vestimentas, etc. A parte de ayudarle a mejorar sus técnicas de caza, le sirvieron para las guerras, y para almacenar los alimentos. Y así mejorar su posición ante la naturaleza.

Con el paso del tiempo, el hombre se dio cuenta que él podía mejorar la calidad de sus alimentos, así que decidió experimentar y mejorar desde sus armas hasta sus métodos de agricultura y así fue como desarrolló su propia tecnología, pasando a la era de los metales.

Para el primer hombre inventor, la calidad dejó de ser sólo un juicio, para convertirse en la satisfacción de sus necesidades.

Así es como surge la administración de la calidad, en la que con el propósito de cambiar su posición competitiva ante la vida, desarrollaron conocimientos y actividades para lograrlo.

Desde entonces, la administración de la calidad, surge como un proceso para mejorar el conocimiento y la posición del hombre.

1.3.- La manufactura

Con el crecimiento demográfico de las tribus, se fueron transformando en comunidades, y fue necesario modificar los sistemas de organización y los líderes se convirtieron en gobernantes, nacieron los templos, los palacios, los sacerdotes, y el conocimiento comenzó a centralizarse.

Este mismo crecimiento exigió que las tareas se organizaran de una forma más perfeccionada, y el trabajo se especializó de tal forma que surgieron los artesanos, y los especialistas; y se creó la burocracia.

El artesano destacaba por la elaboración de determinado producto: el fundidor, fabricaba armas, herramientas y utensilios; el curtidor, curtía las pieles; el alfarero elaboraba vasijas y artículos de barro; etc.

Otro tipo de especialistas eran los sacerdotes y el curandero, los primeros servidores públicos eran ancianos guerreros y gobernantes. Todo esto se puede apreciar si brevemente analizamos algunas de las antiguas culturas, por ejemplo:

- Los pueblos como los mayas y los griegos tenían a maestros dedicados al estudio de las ciencias.
- En los tiempos de los antiguos emperadores chinos existía una profunda preocupación por el trabajo bien hecho. Los artesanos fabricaban unas figuras de arcilla en forma de soldados a pie y a caballo que se enterraban con los emperadores chinos (Ejército Terracota – Figura 1.2.). Cada una de estas figuras llevaba la identificación del artesano que lo había elaborado, para que en caso de encontrar errores saber a quien castigar. Este castigo sirvió para que aprendieran que siempre es mejor hacer las cosas bien desde la primera vez.



Figura 1.2. Ejército Terracota

- La práctica de la verificación de la calidad se remonta a épocas anteriores al nacimiento de Cristo. En el año 2150 A.C., la calidad en la construcción de casas estaba regida por el Código De Hammurabi, cuya regla # 229 establecía que "si un constructor construye una casa y no lo hace con buena resistencia y la casa se derrumba y mata a los ocupantes, el constructor debe ser ejecutado".
- Los fenicios también utilizaban un programa de acción correctiva para asegurar la calidad, con el objeto de eliminar la repetición de errores. Los inspectores simplemente cortaban la mano de la persona responsable de la calidad insatisfactoria.

- En el antiguo Egipto nos encontramos con el que puede ser considerado el primer sistema de calidad documentado en la Tierra. Se trata de “El libro de los muertos” que contenía procedimientos detallados que debían ser seguidos para preparar el cuerpo y alma para la vida después de la muerte. El descubrimiento de la tumba de Tutankhamon mostró que estos procedimientos fueron estrictamente seguidos (El antiguo Egipto – Figura 1.3.). Otros ejemplos de que la calidad estaba presente en esta cultura son las pirámides egipcias.

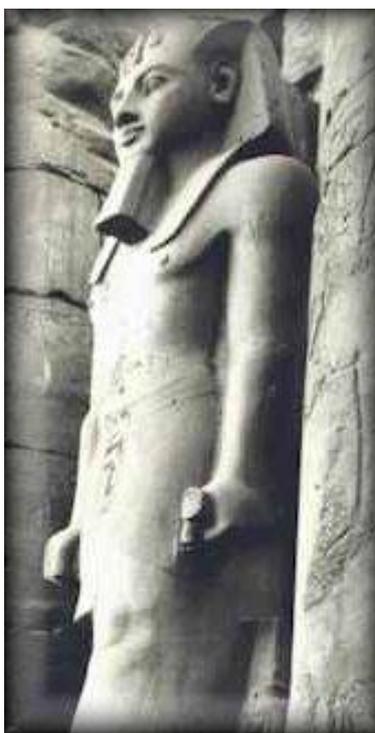


Figura 1.3. El antiguo Egipto

1.4.- Los artesanos

El desarrollo de la gestión de calidad va inevitablemente unido al desarrollo de la economía y los sistemas de producción. Los artesanos abundaron hasta antes de 1900, los cuales tenían una relación directa con sus clientes, conocían de primera mano tanto los deseos como las quejas de los mismos. En la Figura 1.4. se puede observar esta dirección directa entre artesanos y clientes.

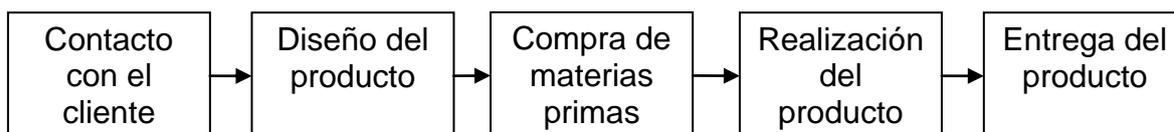


Figura 1.4. Relación entre Artesano - Cliente

El artesano desarrollaba todas las fases del producto, desde la compra de las materias primas hasta las labores de venta del producto terminado. Se encargaba de inspeccionar cada una de las etapas de fabricación del producto. Las inspecciones no ocurrían únicamente al final de cada una de las fases, si no que se inspeccionaba continuamente para no enviar producto defectuoso a las etapas siguientes.

Los artesanos fabricaban artículos siguiendo unas especificaciones, pero como los procesos no estaban automatizados, era difícil que todos los productos fueran iguales y por tanto no podían ser intercambiables.

Los artesanos no producían grandes cantidades de artículos debido a su limitación productiva. Generalmente, vendían todo lo que producían. Los artesanos se agruparon en gremios para asegurar un alto nivel de calidad del producto.

2.- Historia de la Gestión de la Calidad

La historia de la gestión de la calidad comienza a partir de finales del siglo XIX, luego de la aparición de los artesanos, fecha a partir de la cual el concepto de calidad se ha ido desarrollando profundamente, pero con anterioridad a estas fechas, como ya se ha explicado, ya habían ido apareciendo huellas de lo que conduciría a lo que se entiende hoy en día por calidad.

2.1.- La revolución industrial

Debido al continuo crecimiento de la población, se desarrollaron rutas comerciales y esto a su vez trajo como consecuencia que subiera la demanda de productos manufactureros. Se inició la industrialización, y los pequeños talleres fueron reemplazados por las grandes fábricas, y los mercados de consumidores. Es así como cambió el énfasis de la administración de calidad, ahora con la nueva maquinaria se producía en masas.

Poco a poco, con el desarrollo de la sociedad y sus leyes, combinado con la complejidad en el manejo del negocio de las fábricas, se requirió que las tareas administrativas se especializaran.

Como se mencionó antes, el artesano era el responsable del control de la calidad, puesto que sólo él realizaba los artículos en todo el ciclo de calidad. Pero con el aumento de la demanda, aumentó el volumen de producción y se tuvo que delegar algunas de sus actividades para otras personas.

2.2.- Industrialización y división del trabajo

La administración científica de Frederick W. Taylor nace en el siglo XIX. Con esta se logró que las fábricas revolucionaran los métodos de producción y así aumentar los niveles de productividad. A este movimiento se le llamo la Segunda Guerra Industrial.

Mediante estudios de los métodos de trabajo, Taylor propuso a las fábricas que se dividieran las tareas con el objetivo de aumentar la producción sin tener que aumentar el número de trabajadores calificados.

En ese tiempo la planeación era llevada a cabo por los supervisores y sus trabajadores, quienes según Taylor no estaban calificados para esa tarea, ni para tomar decisiones. Es decir, que los trabajos fueron divididos en tareas individuales producidas por trabajadores especializados

Gracias a Taylor se hizo posible una gran expansión de la manufactura y el consumismo, naciendo así grandes empresas como la de Henry Ford.

La administración de la calidad creció hasta el grado de establecer estándares a seguir en el trabajo, a organizar funciones y desarrollar nuevos métodos.

Esta producción masiva trajo como consecuencia un aumento de la productividad, pero una disminución de los niveles de calidad del producto. La **calidad** del producto dependía únicamente de la **inspección del producto final**. Existía una división entre producción e inspección. Los productores estaban encargados únicamente de la cantidad y los inspectores de la calidad a través de la inspección, de separar producto defectuoso de producto correcto. El producto defectuoso se reprocesaba o se tiraba. Los productos se caracterizaban por sus partes o componentes intercambiables, el mercado se volvió más exigente y todo convergió a producir.

De esto deriva que en los años 20, la Western Electric Company crea un departamento de inspección independiente para respaldar a las compañías operativas de la Bell Telephone. De este departamento nacen los pioneros del aseguramiento de la calidad; Walter Shewart, Harold Dodge, y George Edward.

En 1924 W.A. Shewart diseñó una gráfica de estadísticas para controlar las variables de un producto. Y así inició la era del control estadístico de la calidad. Shewart también es el creador del Ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar), que más tarde los japoneses rebautizaron como Ciclo Deming.

La calidad así entendida en esta época era cara porque consistía en rechazar el producto defectuoso, lo que supone un primer coste, y posteriormente se trataba de recuperar estos productos defectuosos, lo que suponía otro coste adicional.

Las reclamaciones de los clientes ya no son directamente recibidas por el productor, es decir, se rompe definitivamente la relación productor – cliente que existía en tiempos pasados.

2.3.- Antes de la Segunda Guerra Mundial

En 1931, Walter Shewhart publicó "Economic Control of Quality of Manufactured Products" (Control Económico de la Calidad de Productos Manufacturados), en el que se plantean los principios básicos del control de la calidad, sobre la base de métodos estadísticos, centrándose en el uso de Cuadros de Control pasando de la inspección al 100% del producto a un **control del proceso**. Realizando controles intermedios en el proceso se evitaba seguir procesando un producto defectuoso. Se vio que era mejor y más fiable controlar el proceso que el producto. Si se consigue tener los parámetros del proceso en unos niveles aceptables, se conseguirá obtener producto correcto y además no será necesario controlar el producto final

La calidad es ahora dependiente del departamento de producción. El proceso de detección de errores y corrección de los mismos sigue siendo reactivo. No se proponen actividades de prevención.

A Shewart se le considera, por este hito, como el padre del Control de Calidad Moderno. Diez años más tarde se publicaron los "Estándares Z" conocidos como los estándares de la Guerra, que enfocaban el uso de los Cuadros de Control para el análisis de datos y su aplicación durante la producción. Y también en 1941 Leslie E. Simons publicó "Un Manual de Métodos Estadísticos para Ingenieros".

Estos tres aportes eran los únicos pilares en que se sustentaba el campo del control de calidad durante los años cuarenta en el mundo occidental, donde hasta ese momento la calidad y el mejoramiento no tenían mayor relevancia para las empresas, sino hasta 1947, fecha en que un grupo de empleados de Johns- Manville terminaron de rodar y editar un video llamado "Control de Calidad Moderno" con el objetivo de promover los aspectos básicos del control de calidad en su empresa entre los empleados e indirectamente a la gerencia : cuadros de control, histogramas, límites para gráficos de barras y cuadros R, así como muestreo. Fue tan exitoso, que trascendió a la empresa y fue utilizado en muchas otras durante décadas. Sin embargo, la verdadera importancia de la calidad no se asentaría en occidente sino hasta los años 80 como se explicará más adelante.

2.4.- Durante la Segunda Guerra Mundial

Durante la Segunda Guerra Mundial, los militares estadounidenses comienzan a utilizar procedimientos estadísticos de muestreo, y establecer requisitos o normas estrictas a sus proveedores. Se crean las tablas de muestreo "MIL-STD" (Military Standar, norma militar).

Se puede afirmar que en los años 40 hubo un gran desarrollo en el campo de la calidad y surgieron famosos gurús en calidad tales como Deming, Juran, Crosby, Shingo, Taguchi e Ishikawa. A partir de 1941 se ofrecían en las universidades americanas cursos sobre métodos estadísticos aplicables a la producción y en el año 1946 se fundó la *American Society of Quality Control*.

2.5.- Post Guerra

La Segunda Guerra Mundial se terminó en el año 1945, debido a que los japoneses se rindieron al ver truncados sus objetivos de expandirse. El comando supremo de las fuerzas aliadas tomó el control de Japón y estableció un cuartel general en Tokio al mando del general Douglas MacArthur.

Pero este cuartel tuvo varios problemas y uno de los más importantes fue que constantemente se interrumpían las comunicaciones. Al tratar de resolver este problema se dieron cuenta que la calidad de los bulbos era muy mala y que además había sido destruidas el 10 % de la red telefónica.

Con la experiencia de su derrota, los japoneses visualizaron el cumplimiento de sus objetivos mediante el comercio, y comenzaron la transformación de su industria bélica a la del consumo; pero sus productos de exportación eran de muy mala calidad, y decididos a resolver sus problemas, hicieron un proyecto nacional para mejorar la calidad de los

productos japoneses, y utilizaron a la administración de la calidad como una herramienta que les serviría para competir en el mercado mundial.

La Federación Japonesa de Organizaciones Económicas, logró que las empresas japonesas actuaran de una manera colectiva, y mandaron a sus más altos ejecutivos a aprender cómo otras compañías extranjeras manejaban el control de calidad, y con literatura que había sido traducida al japonés sobre este tema, comenzaron a aprender, además de las continuas conferencias que ofrecían expertos en el tema. Se piensa que fue esta unidad entre las empresas y el gobierno, la que hizo posible el milagro económico japonés.

Durante la década de los años 50's, los japoneses hacen suyas las ideas del Control de Calidad para mejorar la tan golpeada economía nipona de postguerra. Nace el JUSE (Unión of Japanese Scientists and Engineers - Unión de Científicos e Ingenieros Japoneses), entidad independiente del gobierno y no lucrativa, que aúna a un grupo de empresarios, gente del gobierno y académicos. Pronto, ésta se da a la tarea de desarrollar y difundir las ideas del Control de Calidad en todo el país. Para ello, invitan al Japón en 1950 al Dr. Walter Shewart, quien no se encontraba disponible, por lo que la invitación se hace extensiva al Dr. W. Edward Deming, profesor de la Universidad de Columbia, para que dictara una serie de seminarios y conferencias por espacio de 2 meses. Deming introduce en el Japón mucho de los conceptos actuales del Control de Calidad moderno; el Control de Calidad Estadístico y el PHVA de Shewart.

En 1951, y como resultado de esta visita, los japoneses crean el Premio Deming de la calidad para motivar a las empresas al mejoramiento continuo (kaizen). Deming ofreció una serie de conferencias a ingenieros japoneses sobre métodos estadísticos y sobre la responsabilidad de la calidad a personal gerencial de alto nivel. Su parecer -- publicado en *Out of the Crisis* -- se basa en catorce puntos entre los que se incluyen tres ingredientes de calidad: mejora continua, propósito constante y conocimiento profundo

Sin embargo, el exagerado énfasis en los métodos estadísticos que hace Deming unido a la poca motivación de parte de la alta dirección empresarial, hicieron que el JUSE invitara en 1954 al Dr. Joseph M. Juran, para que diera un seminario a ejecutivos y directores de departamento y sección. Juran consigue resolver estos problemas y se inicia en el Japón una transición gradual desde el Control de Calidad Estadístico al Control de Calidad Total.

Durante la visita de Joseph M. Juran al Japón en 1954 se contribuyó a destacar el importante compromiso del área gerencial por el logro de la calidad. Valiéndose de los siguientes conceptos: que se capacite al personal en la gestión para la calidad y que se mejore la calidad a un ritmo sin precedentes, los japoneses fijaron normas de calidad que después se adoptaron en todo el mundo.

2.6.- Los 60's y 70's

Philip B. Crosby (empresario y consultor estadounidense) creó el movimiento "cero defectos" en Martin-Marietta durante la década de 1960, promoviendo el concepto de hacer las cosas correctamente desde el principio. Escribió en 1979 el best seller "La calidad es libre".

En 1962, Kaoru Ishikawa (empresario y consultor japonés) constituyó los Círculos de Control de Calidad en Japón a fin de lograr el mejoramiento de la calidad. Los empleados japoneses aprendieron y aplicaron técnicas estadísticas sencillas.

En noviembre de 1962, JUSE, que tenía la tarea de desarrollar y difundir las ideas del Control de Calidad en el Japón, organizó la primera conferencia de control de calidad para supervisores, enfocada a todos aquellos supervisores a nivel operativo. Poco a poco, los primeros miembros de los círculos de calidad fueron capaces de aplicar sus propios conocimientos en su trabajo diario, logrando mejoras en cada una de las partes de los procesos productivos. En Mayo de 1963 se llevó a cabo la "Primera Conferencia de Círculo de Control de Calidad" en la ciudad de Sendai y fue el inicio de lo que podemos llamar "El Milagro Japonés", pues con rapidez acelerada fueron creciendo el número de círculos y conferencias, al grado de que la oficina central no fue suficiente, teniendo que hacer oficinas regionales para su control. Este vertiginoso crecimiento lleva a datos como de 100,000 círculos.

Durante los años sesenta Shigueo Shingo desarrolla el sistema Poka Yoke y los sistemas de inspección en la fuente y para 1977 plantea formalmente el Cero Control de Calidad como una estrategia para conseguir el "Cero Defecto", ZD, lo cual -a su criterio- nunca se conseguiría con la forma en que el Control Estadístico de la Calidad enfocaba el problema.

En 1972, Yoji Akao y colaboradores desarrollan el DFC (Despliegue de la función de calidad), en el astillero de la Mitsubishi en Kobe, profundizando y centrando los conceptos de Hoshin Kanri. Se comienzan a utilizar las matrices de la casa de la calidad.

Durante los 70's Estados Unidos sufre la importación masiva de productos japoneses de mejor calidad y mucho más baratos.

2.7.- Aseguramiento de la Calidad

En paralelo con la evolución de los Sistemas de Calidad, los departamentos de calidad tenían como función el "Aseguramiento de la Calidad" y tuvieron un fuerte desarrollo, apoyados en la creación de ingenierías, compuestas por personal con importantes conocimientos de técnicas de calidad y fiabilidad, que empezaron a dirigir sus esfuerzos hacia la prevención de los defectos.

El aseguramiento de la calidad se origina en la necesidad de la industria militar y espacial de Estados Unidos, durante los años 50 y 60, de ofrecer unos productos ajustados a unas especificaciones dadas.

La calidad pasa de un enfoque limitado al área de producción a un enfoque más amplio en el que se implican a todas las partes de la organización. (Feigenbaum, 1961). Se pasa de un enfoque de detección de errores a un enfoque de **prevención** en el que lo importante es encontrar las raíces de los problemas y corregirlas, buscando soluciones y **estandarizando** estas **soluciones** para que no vuelvan a ocurrir los errores. (Juran, 1951).

En estas fechas, se empezó a manejar conceptos con los que actualmente estamos familiarizados como "Manual de Calidad", "Auditorías de Calidad", etc. cuyas definiciones están en el **Anexo A-1**. También, fueron apareciendo diferentes normativas internacionales, que sirvieron de guía y ayuda a todo el proceso que se está comentando.

Actualmente en nuestro entorno, la Organización Internacional de Normalización ISO, compuesta por diferentes organismos nacionales, es la más arraigada y es la autora de las Normas ISO 9000 relativas a los Modelos de Aseguramiento de Calidad, Gestión de Calidad y Elementos de los Sistemas de Calidad, así como de las Guías de uso y selección de las citadas normas.

A finales de los 80's y comienzo de los 90's, las empresas necesitaron demostrar a sus clientes que los Sistemas de Calidad que tenían implantados garantizaban la calidad de sus productos y servicios. Como consecuencia de esta necesidad y utilizando la existencia de la normativa internacional, como ISO, PECAL etc. y de Organismos Nacionales de Certificación, empezaron a solicitar certificados que aseguraban que cumplían los requisitos de las citadas normativas.

El aseguramiento de la calidad (no enfocada hacia la mejora) pone énfasis en los productos desde su diseño hasta el momento de envío al cliente y concentra sus esfuerzos en **definir los procesos** que permiten obtener productos acordes con las especificaciones. Se trata de proporcionar la confianza al cliente de que se cumplirán los requisitos de la calidad.

El objetivo que persigue el aseguramiento de la calidad es evitar que el producto defectuoso llegue al cliente y buscar la manera de evitar que los errores se produzcan de forma repetitiva.

Los factores claves que sirven de base a este enfoque de aseguramiento de la calidad son los siguientes:

- **Prevención de errores.** Es menos costoso evitar los errores que permitir que se produzcan. Este razonamiento de carácter económico estimula el interés de los directivos en un problema que antes era únicamente considerado de los ingenieros y del personal técnico.
- **Control total de calidad.** No se pueden obtener productos de calidad si el único departamento implicado es el de producción. Feigenbaum pone énfasis en que la calidad es tarea de todos, por lo que se debe aplicar desde el diseño de los productos hasta la entrega del producto al cliente. Este control total de la calidad exige un diseño de un sistema de calidad que interconecte las diferentes áreas de la empresa con un único objetivo común.
- **Énfasis en el diseño de los productos.** Se pretende un diseño de los productos que aseguren un funcionamiento aceptable del producto a lo largo de su ciclo de vida. Se busca prevenir los fallos antes de que estos ocurran. Los ingenieros deben diseñar los productos de tal manera que éstos sean lo más fiables posibles.
- **Uniformidad y conformidad de productos y procesos.** El diseño del producto da lugar al diseño del proceso de producción siguiendo unas especificaciones de trabajo. Si se siguen estas especificaciones de trabajo y los procesos se mantienen uniformes, aseguraremos que el producto está libre de defectos. Proporcionamos la confianza al cliente de que fabricamos conforme unas especificaciones y siempre fabricamos de la misma manera.

- **Compromiso de los trabajadores.** El movimiento de cero defectos promovido por Crosby, introduce en este enfoque de aseguramiento de la calidad, la atención a los recursos humanos. Si queremos obtener un trabajo perfecto, hay que buscar el compromiso de los trabajadores. Crosby considera tres fuentes de error: la falta de conocimientos, la falta de atención y la falta de medios. La dirección debe procurar que no ocurra ninguna de estas tres circunstancias, y si los trabajadores están motivados los errores no se producirán, o por lo menos disminuirán considerablemente.

Este enfoque de aseguramiento de la calidad originó que se publicaran unas normas internacionales que recogían los principios que toda organización debía poseer para disponer de un sistema de aseguramiento de la calidad. Estas normas son las normas ISO 9000 cuya primera versión se publicó en 1987. La primera revisión tuvo lugar en el año 1994 y la segunda y última revisión se publicó en el 2000.

Por lo que se ha ido explicando en este enfoque de aseguramiento de la calidad, se puede deducir que tener implantado un sistema de aseguramiento de la calidad en una organización viene acompañado de una documentación que dependiendo del tamaño y actividad de la empresa puede llegar a ser más o menos compleja.

En general la documentación de un sistema de aseguramiento de la calidad está formado por:

- Manual de la calidad.
- Procedimientos.
- Registros.
- Instrucciones de trabajo.

2.8.- Los 80's en Japón

En los 80's Japón se convierte en la primera potencia económica del planeta.

En esos años, Genichi Taguchi plantea la Función Taguchi de pérdida. En 1987 se crea el Premio Nacional Malcolm Baldrige en unas condiciones y términos similares al de Deming. Tan solo un año después, en Europa, catorce de las primeras grandes empresas crean la Fundación Europea para la Gestión de la Calidad (EFQM). Unos años después la EFQM crea el premio y modelo de todos conocido, que hoy denominamos Modelo para la Excelencia.

Es justamente en los años 80's, tal como se había mencionado antes, que el mundo occidental comienza a tomar conciencia de la Gestión de la Calidad, y comienza a adoptar gran parte de las ideas y prácticas del Control de Calidad japonés para producir los cambios que se requerían en sus respectivos países, así pues se comienza hablar de TQM (Gestión de la Calidad Total).

Tanto en Europa como en EEUU se comenzaron a preocupar por la fuerza que la Gestión de Calidad dio a la industria japonesa y a la vez se convencieron que la Gestión de Calidad Total es un bien para toda la sociedad.

2.9.- Los 90's

2.9.1.- Gestión de la calidad total (Total Quality Management TQM)

La Calidad Total es una estrategia de gestión cuyo objetivo es que la organización satisfaga de una manera equilibrada las necesidades y expectativas de sus clientes, tanto a los que compran sus productos o servicios, como a los que trabajan en la empresa, así como los accionistas o la sociedad en general y todo ello respetando el entorno medio ambiental y colaborando en su desarrollo.

Durante este período se pretende que la calidad no sea responsabilidad de un departamento concreto de la empresa, sino de todos los integrantes de la organización. Se pretende demostrar que si se esfuerzan en lograr la calidad, se conseguirá realmente.

Además no se habla ya solamente de calidad del producto, sino que se avanza un paso más y se comienza a hablar también de la calidad de los procesos y de la calidad de los sistemas. Es decir, por fin se reconoce que para lograr un producto final de calidad, también los procesos y sistemas empleados en la ejecución del producto deben ser de calidad.

Por tanto el TQM es la implantación de la calidad en todos los niveles de la organización: conseguir que hasta el último empleado de la empresa esté empeñado en el logro de la calidad.

Se trata de volver a la idea de los artesanos, donde ellos estaban en contacto directo con el cliente, sabían lo que el cliente quería y sabían si el cliente estaba contento con el trabajo que ellos habían realizado.

Los principios fundamentales de este sistema de gestión son los siguientes:

- Consecución de la plena satisfacción de las necesidades y expectativas del cliente (interno y externo).
- Desarrollo de un proceso de mejora continua en todas las actividades y procesos llevados a cabo en la empresa (implantar la mejora continua tiene un principio pero no un fin).
- Total compromiso de la Dirección y un liderazgo activo de todo el equipo directivo.
- Participación de todos los miembros de la organización y fomento del trabajo en equipo hacia una Gestión de Calidad Total.
- Involucración del proveedor en el sistema de Calidad Total de la empresa, dado el fundamental papel de éste en la consecución de la Calidad en la empresa.
- Identificación y Gestión de los procesos clave de la organización, superando las barreras departamentales y estructurales que esconden dichos procesos.
- Toma de decisiones de gestión basada en datos y hechos sobre gestión basada en la intuición. Dominio del manejo de la información.

Los modelos de Calidad Total tienen varios puntos en común, siendo los principales:

- Orientación al cliente, a la satisfacción de sus necesidades y expectativas.
- Liderazgo de la dirección, para crear una cultura de calidad en la organización, con una política y estrategia bien definidas, con unos objetivos claros, y con sistemas y métodos que permitan alcanzar los objetivos establecidos.
- Participación de todos los empleados, comprometidos, adecuadamente formados y motivados para integrarse en el proceso de mejora continua, basado en el trabajo en equipo y en la utilización de las técnicas y herramientas de calidad, por todos los niveles de la organización.
- Mejora continua, para alcanzar los niveles máximos de calidad y competitividad.

Un sistema de gestión de calidad total tiene por objetivo la mejora de los resultados en el sentido más amplio: satisfacción del cliente, mejora de la calidad del producto o servicio entregado, satisfacción del trabajador, incremento de la competitividad, satisfacción de la sociedad.

En definitiva, la filosofía de la Calidad Total proporciona una concepción global que fomenta la mejora continua en la organización y la involucración de todos sus miembros, centrándose en la satisfacción tanto del cliente interno como del externo. Se puede definir esta filosofía del siguiente modo: Gestión (el cuerpo directivo está totalmente comprometido) de la Calidad (los requerimientos del cliente son comprendidos y asumidos exactamente) Total (todo miembro de la organización está involucrado, incluso el cliente y el proveedor, cuando esto sea posible).

2.9.2.- Seis Sigma

Seis Sigma aparece como una herramienta de mejora totalmente integrada dentro de la gestión de la empresa y con señas de identidad propia. Esta historia comienza en la década de los años ochenta en Motorola, empresa donde primero fue desarrollado y probado. En 1983, el ingeniero Bill Smith concluyó que, si un producto era defectuoso y se corregía durante la producción, entonces otros defectos probablemente se estaban pasando por alto y posteriormente serían detectados por los clientes. En otras palabras, los índices de fallos en el proceso eran muy superiores a los indicados por los controles finales de productos. ¿Cuál era su argumento? Si los productos se montaban completamente libres de defecto, entonces probablemente no les fallarían más tarde a los clientes.

Este fue el punto de partida de Seis Sigma. El doctor Mikel Harry, fundador del Instituto de Investigación Seis Sigma de Motorola, posteriormente pulió la metodología, para no sólo eliminar las pérdidas en los procesos, sino también convertirla en moneda de crecimiento, sin importar el tipo específico de servicio, producto o sector de mercado.

Como se explicará en mayor detalle en los siguientes capítulos, Seis Sigma mide y refleja estadísticamente la capacidad real de los procesos, correlacionándolos con características como los defectos por unidad y la probabilidad de éxito o de fallo. Su valor radica en transformar una visión cultural basada en la complacencia, a una basada en el logro en toda una gama de sectores industriales.

Hay gente que, cuando escucha por primera vez los conceptos de Seis Sigma, se queja de que es similar a los esfuerzos de “Calidad Total” de los últimos 15 ó 20 años. De hecho, los orígenes de muchos de los principios y herramientas de Seis Sigma se basan en las enseñanzas de pensadores influyentes del mundo de la calidad, como W. Edwards Deming y Joseph Juran. En algunas empresas, como General Electric y Motorola, los términos Seis Sigma y “calidad” suelen ir unidos. Por tanto, es cierto que, de alguna manera, la expansión de Seis Sigma anuncia un renacimiento del movimiento de la calidad.

Como se verá en detalle en el Capítulo 2, Seis Sigma es un sistema nuevo muy mejorado. Sin embargo, también hay seguridad que se va a encontrar muchas cosas nuevas y de que se verán herramientas familiares aplicadas con mayor impacto a la competitividad empresarial y a los resultados. Por tanto, en adelante, será perfectamente correcto que se piense en Seis Sigma como en “TQM tomando esteroides”.

A propósito de estas diferencias, el autor de “The Six Sigma Way” Peter S. Pande¹ explica muy claramente las diferencias entre estos dos sistemas. En el **Anexo A-2** (Diferencias entre La Gestión de la Calidad Total y La Metodología Seis Sigma) explica en detalle las diferencias que existen.

3.- Resumen de la historia de la Gestión de la Calidad

A manera de resumen se muestra a continuación la Tabla 1.1 que indica que a lo largo de la historia el término “calidad” ha sufrido numerosos cambios que conviene reflejar en cuanto a su evolución histórica. Para ello, se describirá en cada una de las etapas el concepto que se tenía de la calidad y cuáles eran los objetivos a perseguir.

Tabla 1.1. Evolución histórica del término Calidad

Etapa	Concepto	Finalidad
Artesanal	Hacer las cosas bien independientemente del coste o esfuerzo necesario para ello.	<ul style="list-style-type: none"> • Satisfacer al cliente. • Satisfacer al artesano, por el trabajo bien hecho. • Crear un producto único.
Revolución Industrial	Hacer muchas cosas no importando que sean de calidad (Se identifica Producción con Calidad).	<ul style="list-style-type: none"> • Satisfacer una gran demanda de bienes. • Obtener beneficios.
Segunda Guerra Mundial	Asegurar la eficacia del armamento sin importar el costo, con la mayor y más rápida producción (Eficacia + Plazo = Calidad).	<ul style="list-style-type: none"> • Garantizar la disponibilidad de un armamento eficaz en la cantidad y el momento preciso.

¹ **Peter S. Pande** es presidente de Pivotal Resources, Inc., una firma consultora líder que ha ayudado a compañías como Citicorp y Chevron a implementar el Sistema Seis Sigma. Es coautor del bestseller “*What is Six Sigma*”.

Post Guerra (Japón)	Hacer las cosas bien a la primera.	<ul style="list-style-type: none"> • Minimizar costes mediante la Calidad. • Satisfacer al cliente. • Ser competitivo.
Post Guerra (Resto del mundo)	Producir, cuanto más mejor.	<ul style="list-style-type: none"> • Satisfacer la gran demanda de bienes causada por la guerra.
Control de Calidad	Técnicas de inspección en Producción para evitar la salida de bienes defectuosos.	<ul style="list-style-type: none"> • Satisfacer las necesidades técnicas del producto.
Aseguramiento de la Calidad	Sistemas y Procedimientos de la organización para evitar que se produzcan bienes defectuosos.	<ul style="list-style-type: none"> • Satisfacer al cliente externo como interno. • Ser altamente competitivo. • Mejora continua.
Calidad Total	Teoría de la administración empresarial centrada en la permanente satisfacción de las expectativas del cliente.	<ul style="list-style-type: none"> • Satisfacer tanto al cliente externo como interno. • Ser altamente competitivo. • Mejora continua.
Modelos de excelencia	No sólo gestionar la calidad, sino desarrollar la calidad de la gestión.	Asegurar la sustentabilidad de las organizaciones en el tiempo a través de la satisfacción de todos los involucrados, o partes interesadas, en su éxito: accionistas, dueños o mandantes; trabajadores; proveedores; clientes y la comunidad.

Esta evolución ayuda a comprender de dónde proviene la necesidad de ofrecer una mayor calidad del producto o servicio que se proporciona al cliente y, en definitiva, a la sociedad, y cómo poco a poco se ha ido involucrando toda la organización en la consecución de este fin. La calidad no se ha convertido únicamente en uno de los requisitos esenciales del producto sino que en la actualidad es un factor estratégico clave del que dependen la mayor parte de las organizaciones, no sólo para mantener su posición en el mercado sino incluso para asegurar su supervivencia.

En el **Anexo A-3** se puede conocer un poco más detallado los aportes de los grandes gurús a la Gestión de la Calidad.

Capítulo 2

La prensa especializada suele describir Seis Sigma como un “método altamente técnico utilizado por ingenieros y estadísticos para perfeccionar los productos y los procesos”. En parte, es cierto. Las medidas y la estadística son un ingrediente clave para la mejora Seis Sigma, pero no lo son todo.

Otra definición de Seis Sigma es que es un objetivo de “cuasi-perfección” en la satisfacción de las necesidades del cliente. De hecho, el término Seis Sigma en sí hace referencia a un objetivo de rendimiento (procedente de la estadística) de sólo 3,4 defectos por cada millón de actividades u “oportunidades”. Es una meta que muy pocas empresas o procesos pueden decir que han logrado.

Otra forma de definir Seis Sigma es como un esfuerzo de “cambio de cultura” radical para posicionar a una empresa, de manera que satisfaga mejor a los clientes y hacerla más productiva y competitiva. Considerando el compromiso con Seis Sigma a nivel de toda la empresa en lugares como *General Electric* o *Motorola*, el “cambio de cultura” es ciertamente una forma válida de describir Seis Sigma. Pero también es posible “hacer” Seis Sigma sin realizar un asalto frontal a la cultura de su empresa.

Si todas estas definiciones (medida, objetivo o cambio de cultura) no son completamente exactas, ¿cuál es el mejor modo de definir Seis Sigma? Basado en la experiencia de las grandes empresas pioneras de este sistema y en los ejemplos que aporta el creciente número de empresas que buscan las mejoras que ofrece Seis Sigma, se ha desarrollado una definición que capta la amplitud y flexibilidad de este método como un sistema para incrementar el rendimiento:

“Seis Sigma: un sistema completo y flexible para conseguir, mantener y maximizar el éxito en los negocios. Seis Sigma funciona especialmente gracias a una comprensión total de las

necesidades del cliente, del uso disciplinado del análisis de los hechos y datos, y de la atención constante a la gestión, mejora y reinención de los procesos empresariales.”

Los tipos de “éxito empresarial” que pueden lograrse son numerosos, ya que existe una gran variedad de beneficios probados del Sistema Seis Sigma, entre los que se incluyen:

- Reducción de defectos.
- Reducción de costos.
- Mejora de la productividad.
- Aumento de la cuota de mercado.
- Fidelización de clientes.
- Reducción del tiempo de ciclo.
- Cambio de cultura.
- Desarrollo de productos y servicios.

1.- Enfoques del sistema de gestión de calidad Seis Sigma

Como se ha mencionado, comprender qué es Seis Sigma no requiere ninguna habilidad en especial, ni formación en estadística. De hecho, en este presente trabajo, se desarrollará desde 2 distintos enfoques:

- Una medida estadística del nivel de desempeño de un proceso, producto o servicio.
- Un sistema de dirección para lograr un liderazgo duradero en el negocio y un desempeño de primer nivel en un ámbito global.

1.1.- Medida estadística del nivel de desempeño de un proceso, producto o servicio

Antes de empezar a analizar este enfoque se explicará un concepto básico en Seis Sigma: **la sigma.**

La sigma es “*un término utilizado en estadística para representar la desviación estándar, un indicador del grado de variación en una serie de medidas o en un proceso*”. Esto obligará a definir en mayor detalle la desviación estándar y la variación.

- Variación es “*cualquier diferencia cuantificable entre medidas individuales*”. Cualquier proceso de mejora debería reducir su variación, a fin de cumplir más consistentemente las expectativas del cliente.
- La desviación estándar es “**una forma estadística de describir cuánta variación existe en un conjunto de datos**”, en un grupo de artículos o en un proceso con respecto a la media.

Para poder entender mejor estos conceptos y de esta manera explicar la definición de Seis Sigma según este enfoque, se partirá de un ejemplo sencillo que ilustra lo que se va definiendo.

Ejemplo.- empresa norteña que produce chifles y los envasa en bolsitas para consumo nacional, por el momento la empresa sólo cuenta con una presentación para el cliente final. El peso de estas bolsitas de chifles debe ser de 120 gramos.

Si aleatoriamente, se toman unas 100 bolsitas de la línea de envasado y se pesan, se obtienen 100 datos. Con estos 100 datos se puede definir el valor medio y la desviación estándar, así como también muchas otras medidas estadísticas, de este conjunto de datos. Se define a μ como el valor medio y a σ como la desviación estándar.

Ahora si se traza el histograma correspondiente de este conjunto de datos se podría usar cada vez intervalos de menor amplitud y obtener finalmente un histograma que nos daría un perfil, tomando el punto medio de la altura de los rectángulos, similar a la función de *densidad de probabilidad* de la Figura 2.1. Es decir, la densidad de probabilidad es como un histograma hecho con todas las unidades que constituyen la población que estudiamos estadísticamente.

Esta función de probabilidad, como la variable es aleatoria, tiene forma de campana. Se cumple la denominada ley normal o de Laplace- Gauss que desempeña un papel muy importante en la estadística.

La ley sigue la fórmula:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}, \quad \forall x \in \mathbb{R}$$

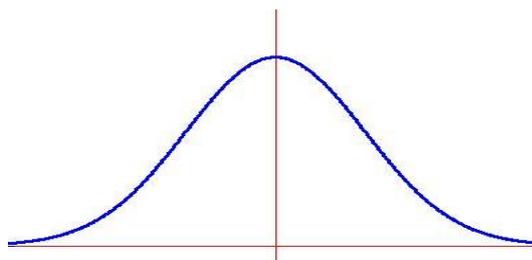


Figura 2.1. Función de densidad de probabilidad

Si cambia σ , cambia la forma de la campana. Es decir, si σ se hace pequeña, la campana se hace más estrecha, menos dispersión; en cambio si σ aumenta la campana se hace más ancha, más dispersión. Esto se ilustra en la Figura 2.2.:

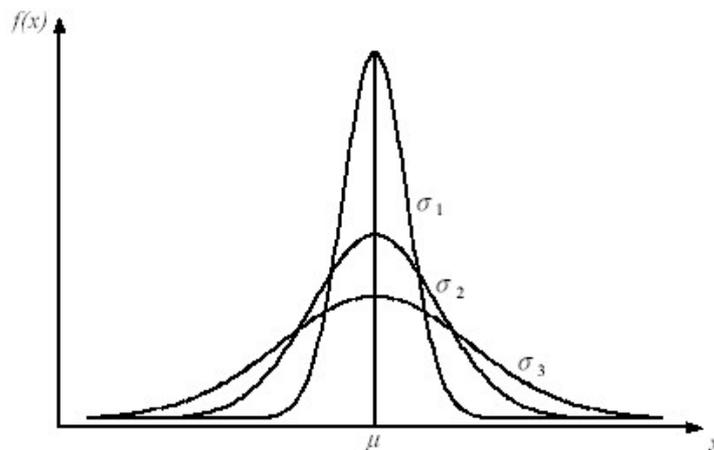


Figura 2.2. Curvas normales con distintas desviaciones estándar

También se puede dar el caso que varíe el valor medio. Si μ varía se modifica la posición de la campana, lo que es lógico ya que es el valor medio. En la Figura 2.3, se ilustra el caso en que tanto el valor medio (μ) como la desviación estándar (σ) varían.

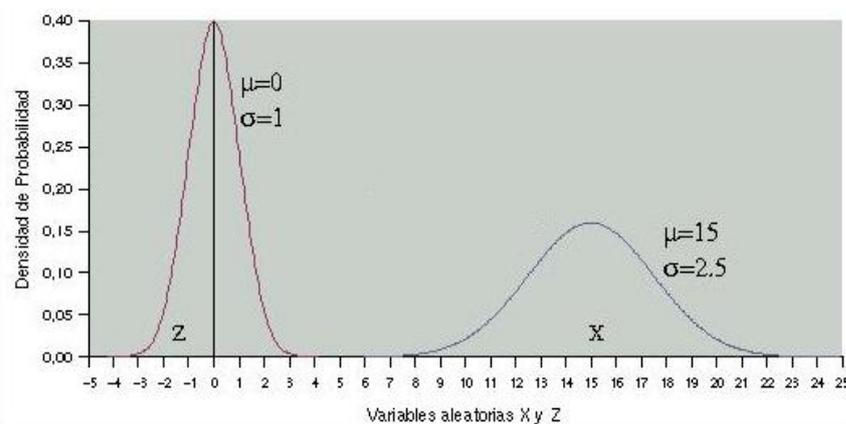


Figura 2.3. Curvas normales con distintas desviaciones estándares y medias

Después de realizar un estudio de mercado, la empresa de chifles descubrió que, es prioridad N° 1 para el cliente, contar con una bolsita de chifles con el peso exacto que se ofrece.

Entonces se mide un intervalo clave para el cliente que se tiene especificada con unas determinadas tolerancias que se denominan superior (LCS) e inferior (LCI) respecto al valor de 120g, denominado valor nominal.

Los valores de LCS y LCI son 126g y 114g respectivamente. Esto permite cumplir con las expectativas del consumidor. Es decir si la bolsita se encuentra fuera de estas especificaciones, se considerará como un producto defectuoso, ya que no satisficará las necesidades del consumidor. Siempre que la magnitud esté dentro del intervalo LCS-LCI

se dirá que el producto es conforme o de calidad. En este caso, se sigue una de las ideas de Philip B. Crosby² que considera calidad como sinónimo de “cumplimiento de las especificaciones”.

Antes de continuar es necesario definir un concepto estadístico más, que es vital para entender a la perfección Seis Sigma. Es decir, entender como se relaciona todos estos conceptos de la variación, la desviación estándar y las curvas con lo que es Seis Sigma: **“La Capacidad de Proceso”**.

El índice de capacidad (Cp) de un proceso se expresa normalmente como la anchura de proceso (la diferencia entre el LCS y el LCI) dividido por seis veces la desviación estándar (seis sigma) del proceso:

$$C_p = (LCS - LCI) / 6\sigma$$

Es decir, cuánto mayor sea el Cp, menor variación tendrá el proceso. En el caso de la empresa de chifles, con una tolerancia de +/- 6g respecto a la media ideal, se tendría los siguientes niveles de *sigma* de calidad, dependiendo del valor de la desviación estándar:

- Si $\sigma = 6,0g$, se tendría un proceso de llenado de nivel de **un** sigma de calidad.
- Si $\sigma = 3,0g$, se tendría un proceso de llenado de nivel de **dos** sigma de calidad.
- Si $\sigma = 2,0g$, se tendría un proceso de llenado de nivel de **tres** sigma de calidad.
- Si $\sigma = 1,5g$, se tendría un proceso de llenado de nivel de **cuatro** sigma de calidad.
- Si $\sigma = 1,2g$, se tendría un proceso de llenado de nivel de **cinco** sigma de calidad.
- Si $\sigma = 1,0g$, se tendría un proceso de llenado de nivel de **SEIS SIGMA** de calidad.

Es decir, alcanzar un nivel de **Seis Sigma** de calidad implicaría reducir la desviación estándar de este proceso (muy poca dispersión) de forma que abarquen **12 σ** en el intervalo definido por las tolerancias (LCS – LCI) . El índice de capacidad (Cp) de este proceso Seis Sigma es Cp = 2.

La importancia de contar con un proceso Seis Sigma ó de Cp = 2 radica en que fuera del intervalo habría un **0.000002 por ciento**, es decir, con esa σ tan baja ese producto tendría menos de 0.002 dpm (defectos por millón) de productos. **Esto es Seis Sigma**. Se puede apreciar un proceso con una magnitud especificada con este nivel de calidad en la Figura 2.4.

² **Philip B. Crosby** como encargado de calidad en Martin – Marietta (1957 – 1965) desarrolló el concepto de **“Cero defectos”**. Por este programa fue condecorado al Mérito por el Ministerio de Defensa de los Estados Unidos.

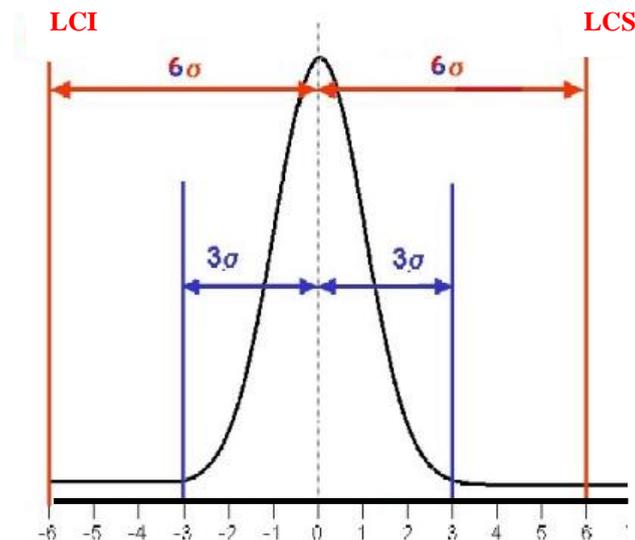


Figura 2.4. Seis Sigma centrado

Sin embargo, si el número de datos aumenta, ahora por ejemplo, se pesan 200 000 bolsitas distintas de chifles se descubre que μ no siempre coincide con el valor objetivo (120g), sino que varía aleatoriamente dentro de un cierto margen, debido al desgaste de útiles, diferencias de materiales, etc. En el modelo Seis Sigma de Mikel Harry³ se parte de la hipótesis que μ se deriva a lo largo del tiempo aleatoriamente hasta desplazarse como máximo hasta $1,5 \sigma$ (**desfase = d**). Una explicación en mayor detalle del ¿Por qué? de este desfase se encuentra en el **Anexo A-4**.

Es necesario comprender que el concepto de capacidad de proceso cambia si es que existe un desfase con respecto al valor medio. Ahora se halla el índice de capacidad de un proceso con desfase (Cpk) de la siguiente manera:

$$Cpk = (LCS - LCI - 2*d) / 6 \sigma$$

Si se hacen los análisis respectivos tomando como desfase (d) el valor de $1,5 \sigma$ con respecto al valor de la media, se obtienen los siguientes resultados:

- Un proceso con nivel **un** sigma de calidad cuenta con el **30.85%** de productos dentro de las especificaciones.
- Un proceso con nivel **dos** sigma de calidad cuenta con el **69.15%** de productos dentro de las especificaciones.
- Un proceso con nivel **tres** sigma de calidad cuenta con el **93.32%** de productos dentro de las especificaciones.
- Un proceso con nivel **cuatro** sigma de calidad cuenta con el **99.3790%** de productos dentro de las especificaciones.
- Un proceso con nivel **cinco** sigma de calidad cuenta con el **99.9767%** de productos dentro de las especificaciones.

³ **Doctor Mikel Harry**, fundador del Instituto de Investigación Seis Sigma de Motorola.

- Un proceso con nivel **Seis Sigma** de calidad cuenta con el **99.99966%** de productos dentro de las especificaciones.

Es decir para lograr un nivel Seis Sigma, ¿se tendría que contar con que el 99.9997 por 100 bolsitas dentro de las especificaciones! Esto es prácticamente la perfección. De hecho por cada millón de bolsitas que se pesara (lo que significaría mucho plátano) significa que sólo tendría 3 o 4 bolsitas fuera de especificación. A partir de aquí proviene el concepto de Seis Sigma más conocido a nivel mundial.

Nivel de Calidad $6\sigma = 3,4$ defectos por millón

Se puede apreciar un proceso con una magnitud especificada con este nivel de calidad y un desfase de $1,5\sigma$ en la Figura 2.5.

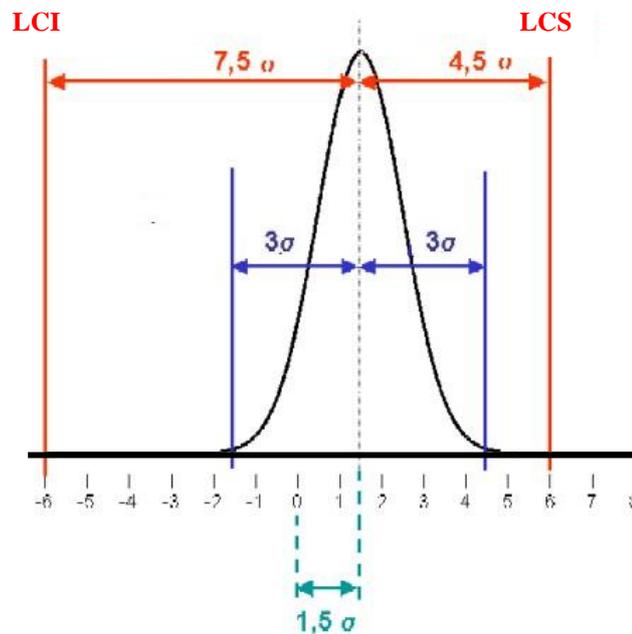


Figura 2.5. Seis Sigma descentrado en $1,5\sigma$

Este número (**Seis Sigma**) tiene en cuenta que existen fuentes de variabilidad en los procesos pero que éstas están controladas. Se considera un nivel de calidad excelente y, por tanto, un objetivo estratégico a alcanzar si una empresa pretende la satisfacción de sus clientes.

1.1.1.- El significado de medir en σ

Por lo mismo que interesa el resultado de un partido de fútbol, sin un número, sin cuantificar no se sabría nunca si se es el mejor, no se podría competir y ganar: sólo se estaría entrenando pero nunca se podría decir que se está compitiendo y que se ha ganado.

Bajo el marco competitivo actual se necesita continuamente medir; disponer de datos para focalizar los esfuerzos de mejora, para gestionar la empresa.

Por ejemplo, usando esta escala en σ se puede comparar una empresa de nivel 6 σ con una empresa que tenga un nivel de 4 σ . Esta empresa última tendría 6 210 dpm (defectos por millón). Ése sería el caso de una empresa que probablemente se diría, es buena en términos de calidad, pero seguro que no es la mejor de su sector, que estaría mucho más cerca de los 3,4 dpm.

1.1.2.- Propósito del desarrollo de la medida de calidad en sigma

La medida en sigma fue desarrollada para ayudar a:

1. Enfocar las medidas en los clientes que pagan por los bienes y servicios. Muchas de las medidas que tradicionalmente han usado empresas, como con las horas laborales, los costes y el volumen de ventas, evalúan cosas que no están relacionadas con lo que realmente le preocupa al cliente.
2. Proveer un modo consistente de medir y comparar procesos distintos. Usando la escala en sigma, se puede evaluar y comparar la prestación de, siguiendo con el mismo ejemplo, preparar los chifles y pesar las bolsitas de chifles, dos actividades muy distintas pero críticas.

El primer paso para calcular el nivel sigma o para comprender su significado es entender qué esperan sus clientes. En el lenguaje de Seis Sigma, los requerimientos y expectativas de los clientes se llaman CTQs (del inglés Critical to Quality = Críticos Para la Calidad).

En el ejemplo de los chifles uno de los requerimientos claves del cliente es el peso exacto. Otros requerimientos están relacionados con la textura de los chifles, el punto de sal, y así por el estilo. De hecho, una de las claves de Seis Sigma es comprender mejor y evaluar cuán bien opera un proceso con respecto a todos sus CTQs, no sólo uno o dos.

La Tabla 2.1 resume los niveles de desempeño en sigma relacionándolos con el número de defectos por millón de oportunidades o actividades y el valor del índice de capacidad.

Tabla 2.1. Niveles de desempeño en sigma

Nivel en sigma (σ)	Defectos por millón de oportunidades (centrada)	Índice de Capacidad (Cp)	Defectos por millón de oportunidades (desfase 1.5 sigma)	Índice de Capacidad (Cpk)
+/- 6 σ	0.002	2	3,4	1.5
+/- 5 σ	0.57	1.66	233	1.17
+/- 4 σ	63	1.33	6 210	0.83
+/- 3 σ	2700	1	66 807	0.5
+/- 2 σ	45500	0.66	308 537	0.17
+/- 1 σ	317300	0.33	690 000	-0.17

1.2.- Un sistema de dirección para lograr un liderazgo duradero

Seis Sigma es una forma más inteligente de dirigir un negocio o un departamento. **Seis Sigma pone primero al cliente y usa hechos y datos para impulsar mejores soluciones.**

Los esfuerzos Seis Sigma se dirigen a tres áreas principales:

- Mejorar la satisfacción del cliente.
- Reducir el tiempo de ciclo.
- Reducir los defectos.

Las mejoras en estas áreas normalmente representan grandes ahorros de costes para los negocios, así como oportunidades para retener a los clientes, capturar nuevos mercados y construirse una reputación de empresa excelente en productos y servicios.

Aunque envuelve el medir y analizar los procesos de negocio de una organización, Seis Sigma no es sólo una iniciativa de *calidad*: es una iniciativa empresarial.

Básicamente, la estrategia competitiva de Seis Sigma según Enric Barba⁴ es la siguiente:

Implantar en todos los niveles de la empresa un modelo de gestión empresarial basado en la mejora de procesos, usando el conocimiento derivado del proceso estadístico de datos, con el fin de determinar las acciones oportunas para lograr una calidad que represente un índice final de defectos del producto de sólo 3,4 dpm.

Conseguir el objetivo de Seis Sigma requiere mucho más que mejoras pequeñas, incrementales; requiere mejoras muy importantes en cada una de las áreas de la empresa.

La medida y la subsiguiente mejora de la calidad en los productos son absolutamente esenciales si se quiere lograr la excelencia en producción. Una empresa debe analizar primero cuál es su nivel de calidad medido en sigmas en cada una de sus secciones a partir del número de defectos por millón de sus productos o servicios.

No basta con una calidad 4σ . La mayoría de empresas que se embarcan en la iniciativa 6σ suelen partir de niveles entre $3,5\sigma$ y 4σ , que en principio no parecen tan malos. Pero es un nivel de calidad insuficiente. Es mucho fácil entenderlo a través del siguiente ejemplo:

En 1991, hubo cuatro accidentes de los 6 800 000 vuelos comerciales en EE.UU. Eso implica 0.588 dpm un nivel de defectos equivalentes a $6,5\sigma$. En cambio, el transporte de maletas se calcula que tiene una calidad del orden de 4σ , es decir 6 210 dpm (el nivel de dpm en este caso se mide contado del número de maletas dañadas, retrasadas o perdidas sobre el total de transportadas). Eso representa 42 228 maletas afectadas.

⁴ **Enric Barba** es Doctor Ingeniero de Telecomunicación, Master en Gestión y Organización de Empresas y Master Black Belt por la Six Sigma Academy. Es autor de Ingeniería Concurrente: "Guía para su implantación en la empresa".

¿Por qué hay diferencia entre el nivel de calidad del proceso asociado al transporte de maletas y la calidad de proceso asociado al transporte aéreo? La respuesta es evidente. Hay una cierta tolerancia de la dirección de las empresas aéreas en cuanto a la calidad de sus servicios; su razonamiento es que apuestan por las vidas de los pasajeros pero que el tema de las maletas no es tan importante. Pero, ¿no está cambiando la situación? En un entorno competitivo, si yo fuera pasajero habitual de una compañía ¿recomendaría a una línea aérea que tiene mala reputación en cuanto a la seguridad del avión? ¿No puede ser una mala estrategia a mediano plazo olvidarse del nivel de calidad del transporte de maletas?

En ese sentido, la escala en sigma proporciona un instrumento preciso para medir la calidad de la empresa a partir de la calidad de sus productos y nos permite un benchmarking, una comparación de los esfuerzos realizados en el ámbito interno y externo.

1.2.1.- Fundamentos del enfoque estratégico Seis Sigma

El fundamento del enfoque estratégico Seis Sigma resulta muy simple:

1.2.1.1.- Costes de No Calidad

Se busca reducir el número de defectos del producto o servicio logrando un nivel mayor de sigma (σ), en búsqueda del nivel 6 σ en el producto acabado, es decir, 3,4 defectos por millón, y con ello reducir al mínimo los costes asociados a los problemas de calidad en la empresa.

Si una empresa mejora el índice de calidad medido en sigma significa que ha reducido sus defectos por millón y, por tanto, ha mejorado la calidad de sus productos. Al lograrlo notará que se reducen los costes asociados a la baja calidad del producto (en muchos casos no cuantificados), sobretodo los costes de reproceso y de garantías. Eso se traducirá en una mejora de la cifra de resultados del negocio. Además, aumentará la competitividad de la empresa.

Se consideran costes de no calidad los costes derivados de la falta de calidad, de la no conformidad o no cumplimiento de las especificaciones de los clientes o de no alcanzar los niveles de calidad requeridos. Incluyen los fallos y errores en el diseño, desarrollo y producción antes y después de la entrega al cliente (garantía, etc.) que provocan su insatisfacción. Como consecuencia de no alcanzar el nivel de calidad deseado, el cliente puede optar por la competencia, arrastrando consigo a otros posibles clientes potenciales.

Una vez que se haya calculado los costes de no calidad y qué porcentaje sobre la cifra de ventas representan, se tiene que calcular su nivel de defectos por millón de productos acabados y mediante la tabla correspondiente obtener un nivel de calidad en sigma. Los costes de no calidad aumentan a medida que baja el nivel de sigma. Se comprobará que vale la pena usar la calidad del producto como una estrategia competitiva: la cuenta de resultados mejorará.

1.2.1.2.- Relación con proveedores

El papel que desempeñan los proveedores resulta fundamental para que Seis Sigma llegue a implantarse de forma efectiva. Los proveedores constituyen el primer eslabón de la cadena, y sobre ellos habrá que actuar para obtener calidad desde el origen ya que no depende exclusivamente de nuestra organización, sino que vendrá supeditada por grado de calidad que nos sirvan los proveedores. Es muy importante trabajar conjuntamente con ellos y que asuman la responsabilidad de proporcionar niveles de calidad acordes a los que tiene proyectados la propia empresa.

1.2.1.3.- Dentro de la empresa

Tener buenos proveedores es una condición necesaria pero no suficiente. Se requiere además, tomar acciones en el ámbito interno que mejoren el nivel de calidad en sigmas de todas las secciones que intervienen en la secuencia del proceso productivo, así como en el área de diseño, pues, también producción y diseño afectan la variabilidad del producto, como se pone de manifiesto en la Figura 2.6.

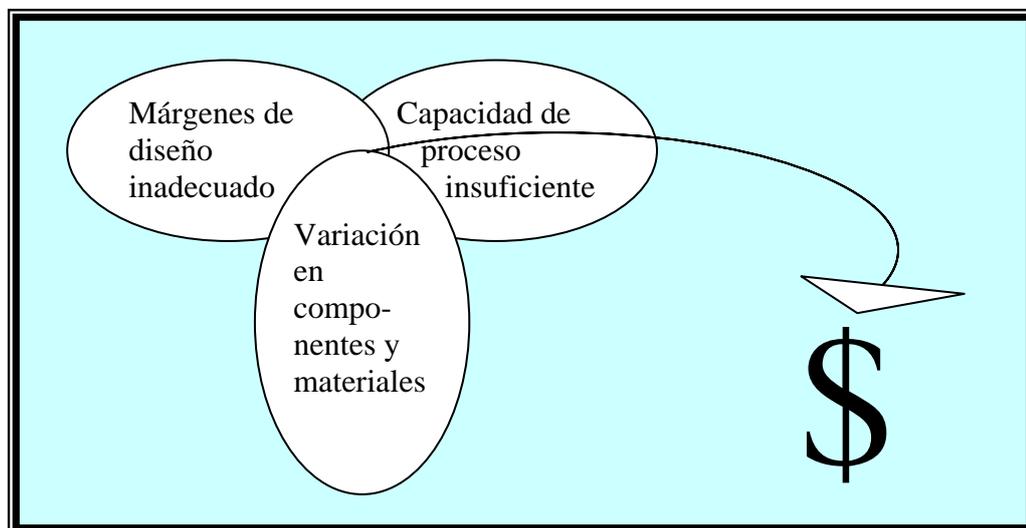


Figura 2.6. Las fuentes básicas de la variabilidad del producto

Por otra parte, la estrategia Seis Sigma reduce los costes globales de la compañía mediante la mejora de la calidad del producto acabado hasta cifras muy bajas, ya que está demostrada la experiencia de una alta correlación entre los defectos por millón de productos y los costes de no calidad de una compañía.

Para tal objetivo, ya no basta con frases ingeniosas que motiven al personal; se necesitan nuevos enfoques, un nuevo marco de actuación del personal para lograr el nivel Seis Sigma en la calidad del producto.

Se requiere una reingeniería de los procesos, un replanteamiento radical del modo en que se ejecutan las actividades en la empresa, para poder identificar los factores que causan los defectos y poder posteriormente neutralizarlos. Eso requerirá formación del personal involucrado en la empresa.

Cada uno de este personal se responsabilizará de liderar año tras año proyectos que reducirán los costes de la baja calidad asociados a procesos o productos con el subsiguiente impacto en la cuenta de resultados. Ahí está el retorno de la inversión en formación, en esos proyectos que tienen un gran impacto económico al reducir los costes de baja calidad de los productos.

La correcta gestión de la empresa, orientada a lograr la calidad Seis Sigma, supondrá *tomar como punto de partida de toda la actividad empresarial y sus procesos, al cliente final de los productos y servicios* y disponer la organización adecuada para que toda esta actividad esté directamente encaminada a satisfacer sus requerimientos.

2.- Elementos críticos de Seis Sigma

Se puede dividir los elementos críticos de Seis Sigma en seis principios. Estos principios – soportados por las muchas herramientas y métodos Seis Sigma que se presentará a lo largo de esta tesis- ayudarán a tener una vista preliminar de cómo será Seis Sigma en la organización.

2.1.- Principio 1: enfoque genuino en el cliente

A menudo las empresas que lanzan Seis Sigma se han sorprendido de descubrir lo poco que comprenden de verdad a sus clientes.

En Seis Sigma, el enfoque en el cliente es la prioridad principal. Por ejemplo, las medidas del nivel de desempeño en Seis Sigma, empiezan con el cliente. Las mejoras Seis Sigma se definen por su impacto en la satisfacción y creación de valor para el cliente.

2.2.- Principio 2: dirección basada en datos y hechos

Seis Sigma lleva el concepto de la “dirección basada en hechos” a un nivel nuevo y más poderoso. A pesar de la atención dada en los últimos años a mejores sistemas de información, la gestión del conocimiento y temas por el estilo, la realidad es que muchas decisiones empresariales aún se toman en base a opiniones e hipótesis. La disciplina Seis Sigma empieza por clarificar qué medidas son claves para medir cómo va el negocio, y luego pasa a la toma de datos y el análisis de variables claves. Así, los problemas pueden ser definidos, analizados y resueltos de una forma más efectiva y permanente.

En un nivel más práctico, Seis Sigma ayuda a los directivos a contestar dos preguntas esenciales para poder dar soporte a decisiones y soluciones basadas en datos:

1. ¿Qué datos/información realmente necesito?
2. ¿Cómo usamos esos datos/información del modo más ventajoso?

2.3.- Principio 3: los procesos están donde está la acción

Sea que esté enfocado en diseñar productos y servicios, en medir el desempeño, en mejorar la eficiencia o la satisfacción del cliente, o incluso en hacer funcionar el negocio, Seis Sigma coloca al proceso como el vehículo clave del éxito. Una de las mejoras más remarcables en los esfuerzos Seis Sigma hasta la fecha, ha sido el convencer a los

ejecutivos y directivos – en particular en funciones e industrias basadas en servicios – que dominar los procesos es la forma de crear ventaja competitiva al darle valor a los clientes.

2.4.- Principio 4: dirección proactiva

De una manera muy simple, ser proactivo significa actuar con antelación a los sucesos en lugar de reaccionar a ellos. En el mundo real, sin embargo, una dirección proactiva significa adoptar hábitos que son a menudo, prácticas empresariales abandonadas: definir metas ambiciosas y revisarlas frecuentemente, fijar prioridades claras, enfocarse en la prevención de problemas en lugar de actuar como bomberos y cuestionarse ¿por qué se hacen las cosas en lugar de defenderlas ciegamente?

En lugar de ser aburrido o excesivamente analítico, el ser proactivo de verdad es un punto de partida para la creatividad y el cambio efectivo. Seis Sigma, como se verá, contiene herramientas y prácticas que reemplazan los hábitos reactivos con un estilo de dirección dinámico, receptivo, proactivo.

2.5.- Principio 5: colaboración sin barreras

El trabajar “sin barreras” ha sido uno de los elementos clave en el éxito de Jack Welch⁵. Años antes de lanzar Seis Sigma, el entonces presidente de General Electric (GE) trabajaba para derribar las barreras y mejorar el trabajo en equipo dentro y a través de las áreas funcionales. Las oportunidades disponibles mediante una mejor colaboración dentro de las empresas y con los proveedores y clientes son enormes. Miles de millones de dólares se pierden cada día debido a la desconexión o a la competencia total entre grupos que deberían estar trabajando para una causa común: proveer valor al cliente.

2.6.- Principio 6: buscar la perfección; tolerar el fallo

¿Cómo se puede sentir impulso a lograr la perfección y sin embargo tolerar el fallo? En esencia, si se piensa, ambas ideas son complementarias. Ninguna compañía se podrá acercar al nivel Seis Sigma sin lanzar nuevas ideas y sistemas, que siempre envuelven algún riesgo. Si la gente que ve maneras posibles de acercarse a la perfección, tiene demasiado miedo de las consecuencias de sus errores, nunca las ensayará.

Afortunadamente, las técnicas que se revisarán para mejorar el desempeño incluyen una buena dosis de gestión del riesgo de modo que el impacto de revés o un fallo quede limitado. La realidad es que, cualquier compañía que haga Seis Sigma su meta, tendrá que mantener la presión para ser cada vez más perfecta, mientras que tendrá que estar dispuesta a aceptar y manejar reveses ocasionales.

3.- Seis Sigma, según los expertos, más que un programa de calidad

3.1.- Fermín Gómez⁶ en su libro “Seis Sigma”

⁵ **Jack Welch** Presidente de General Electric inició en 1996 la era Seis Sigma con un coeficiente de 3,5 sigma de calidad y un porcentaje de 2%. Actualmente posee 6 Sigma de calidad en muchos de sus procesos.

⁶ **Fermín Gómez Fraile.** es Licenciado en Químicas. Ingeniero y Auditor de Calidad por la Fundación Confemetal, miembro de la ASQ (American Society for Quality). Socio-Director de ADS Quality.

Afirma que Seis Sigma no es sólo una iniciativa de calidad y menciona la diferencia entre TQM y Seis Sigma.

La diferencia entre Seis Sigma y otros métodos conocidos como Calidad Total, TQM (Total Quality Management), etc., residen en la forma de aplicar las herramientas comunes a todos estos métodos y en su integración con los propósitos y objetivos de la organización, como un todo. La integración y participación de todos los niveles y funciones dentro de la organización es factor clave, respaldado por el compromiso de la Dirección y una actitud proactiva de la satisfacción tanto de las necesidades y objetivos de los clientes, como necesidades y objetivos de la propia organización.

Tabla 2.2. Diferencias entre Calidad Tradicional y Seis Sigma

Calidad Tradicional	Seis Sigma
Está centralizada. Su estructura es rígida y de enfoque reactivo.	Esta descentralizada en una estructura constituida para la detección y solución.
No hay una aplicación estructurada de las herramientas de mejora.	Se hace uso estructurado de las herramientas de mejora y de las técnicas estadísticas para la solución de problemas.
No se tiene soporte en la aplicación de las herramientas de mejora. Su uso es localizado y aislado.	Se provee toda una estructura de apoyo y capacitación al personal, para el empleo de herramientas de mejora.
La toma de decisiones se efectúa sobre la base de presentimientos y datos vagos.	La toma de decisiones se basa en datos precisos y objetivos.
Se aplican remedios provisionales o parches. Sólo se corrige en vez de prevenir.	Se va a la causa raíz para implementar soluciones sólidas y efectivas y así prevenir la recurrencia de los problemas.
No se establecen planes estructurados de formación y capacitación para la aplicación de las técnicas estadísticas requeridas.	Se establecen planes de entrenamiento estructurados para la aplicación de las técnicas estadísticas requeridas.
Se enfoca solamente en la inspección para la detección de los defectos (variables clave de salida del proceso). Post mortem.	Se enfoca hacia el control de las variables claves de entrada al proceso, las cuales generan la salida o producto deseado del proceso.

3.2.- Peter S. Pande en su libro ¿What is Six Sigma?

Afirma que hay tres características claves que diferencian Seis Sigma de los antiguos programas de mejora de calidad.

- 1. *La Metodología Seis Sigma está enfocado en el cliente.*** Se convierte casi en una obsesión el mantener a la vista las necesidades de los clientes externos, impulsando el esfuerzo de mejora. (La mayoría de los Clientes Externos no son los que compran los productos y servicios de su negocio.)
- 2. *Los proyectos Seis Sigma producen grandes retornos sobre la inversión.*** En GE, por ejemplo, el programa Seis Sigma supuso los siguientes ahorros en relación a los costes:

- En 1996, retornos de 150 millones de dólares, frente a unos costes de 200 millones de dólares.
- En 1997, retornos de 600 millones de dólares, frente a unos costes de 400 millones de dólares.
- En 1998, retornos de más de 1.000 millones de dólares, frente a unos costes de 400 millones de dólares.

3. *Seis Sigma cambia el modo que opera la dirección.* Seis Sigma es mucho más que proyectos de mejora. La alta dirección y los directivos por toda la empresa aprenden las herramientas y los conceptos de Seis Sigma: nuevos enfoques sobre el modo de pensar, de planificar y de ejecutar para conseguir resultados. De muchas maneras, Seis Sigma trata de cómo poner en práctica la idea de trabajar de modo más inteligente, no más duro.

3.3.- Greg Brue⁷ en su libro “Six Sigma for Managers”

Las empresas existen por un único objetivo, servir de forma rentable a los clientes. De modo que cualquier iniciativa de resolución de problemas debería hacer lo mismo. Seis Sigma utiliza recursos para solucionar problemas identificables y crónicos. Demuestra su valía al unir sus resultados con la cuenta de resultados de la empresa.

Los programas de calidad ponen un fundamento valioso en crear una mentalidad de calidad. Pero más importante que esto es que, uno de los principales criterios en la elección de los proyectos de Seis Sigma es su retorno económico a la cuenta de resultados como resultado de los esfuerzos a **tiempo completo** de recursos dedicados.

Seis Sigma no es una teoría. Es la práctica de descubrir los pocos factores vitales que más le importan y repercutan directamente en su cuenta de resultados.

Seis Sigma es un esfuerzo activo, complicado, que pone en funcionamiento herramientas prácticas para eliminar de raíz los defectos en todos los niveles de una organización. No es un ejercicio teórico: no se **piensa** en Seis Sigma, sino que se **aplica**.

Puesto que Seis Sigma está directamente relacionado con los resultados económicos, genera resultados reales. Utiliza los recursos más disponibles en una organización, su activo humano. Esto implica que los resultados positivos y tangibles aparecen consecuentemente en cualquier momento y lugar, en el que los empleados estén comprometidos en la implantación de las técnicas de Seis Sigma.

Seis Sigma no es un programa de formación. Por su puesto, los profesionales son entrenados en la metodología para asegurar una correcta implementación y unos resultados. Pero Seis Sigma es una estrategia empresarial que promueve un cambio cultural en todos los niveles. Penetrando en los departamentos, los grupos funcionales y en todos los niveles de dirección, Seis Sigma varía la perspectiva y las prácticas de todos en la organización.

⁷ **Greg Brue** es Presidente Ejecutivo de Six Sigma Consultants, Inc. y Master Black Belt, ha implementado la metodología Seis Sigma en algunas de las más prestigiosas compañías del mundo.

Desde los empleados en las líneas de montaje y los contables hasta los directores de operaciones y personal de recursos humanos, la formación consiste simplemente en la implantación del método, facilitar la transformación y alcanzar los resultados financieros mediante el ataque a los defectos crónicos con las herramientas estadísticas de eficiencia probada.

Como se ha visto, Seis Sigma es capaz de producir resultados impresionantes. Pero lograrlos requiere mucho trabajo en equipo. Significa tener sistemas que suministren a los clientes lo que éstos quieren cuando lo quieran. Significa darles a los empleados tiempo y formación para vencer los desafíos del trabajo con herramientas, algunas básicas, otras sofisticadas.

Capítulo 3

La función que desempeña cada participante en el proyecto es uno de los elementos fundamentales del Sistema Seis Sigma. **Es el poder de la gente.**

Volviendo a la analogía del capítulo anterior, cualquier entrenador de fútbol sabe que cada uno de los jugadores ha de tener una función específica, perfectamente definida y que, si la incumple, ha de pagar las consecuencias. Del mismo modo que si tiene éxito en la empresa ha de ser recompensado. Y ese principio sirve para todos los casos, desde el líder del equipo hasta el asistente de los vestuarios.

Roger W. Hoerl⁸ publicó un excelente artículo en la “IEEE Engineering Management Review” titulado “Seis Sigma y el futuro de la profesión de la calidad”. Dentro de sus brillantes aportaciones, una favorita es:

“Los días de las grandes Organizaciones de Calidad en las instalaciones de producción o en las oficinas centrales corporativas son una cuestión del pasado. Existe aún un papel para profesionales de la calidad, pero será uno distinto al actual.”

El primer motivo de reflexión que se debe plantear para la aplicación de Seis Sigma es: ¿Cuál es la estructura de calidad de la organización, y cómo se piensa transformar según el modelo empresarial que se pretende?

Sin ninguna duda la implantación de la filosofía Seis Sigma requiere que los directivos, técnicos y otros responsables del departamento de calidad, o de Seis Sigma hablando de forma más general, sean capaces de desempeñar el nuevo papel de gestores del sistema de

⁸ ***Roger W. Hoerl*** es un gran líder en la implementación de Seis Sigma en la General Electric. Recientemente ha ganado American Society of Quality's 2002 Brumbaugh Award. Autor de *Leading Six Sigma* (Financial Times-Prentice Hall, 2003).

calidad y de proporcionar técnicas específicas especializadas a los grupos de operación y de marketing.

Dennis Sester⁹, lo expresó muy sucintamente: **“Seis Sigma no es un producto que puede comprarse. Es un compromiso”**.

No se debe afrontar un proyecto de la envergadura de Seis Sigma si no se está dispuesto a realizar los cambios en la organización que dicho enfoque requiere. Las técnicas estadísticas que dichos profesionales deberán no solamente conocer sino además ser capaces de enseñar, abarcan un amplio abanico desde los simples histogramas hasta el diseño de experimentos. Deberán también conocer y practicar otras técnicas no estadísticas como los diagramas de proceso y los de causa-efectos entre otros que se explicarán en el Capítulo 5.

Seis Sigma alterará necesariamente el *status quo*. Después de todo, como se ha mencionado en el capítulo anterior, si se está utilizando Seis Sigma, se va a producir una gran interrupción, o incluso un tumulto, pues se redefinirá la descripción de puestos de trabajo y las actividades serán cambiadas de forma radical. Esto deberá suceder para realizar cambios reales y permanentes. Seis Sigma no puede ser dirigido desde la banca: ¡es un deporte de contacto que establece nuevas reglas de juego y busca resultados más elevados! Todo el mundo es jugador, independientemente de su posición individual en la empresa.

Sin embargo, es importante puntualizar que no todos están capacitados para cargar con todas las responsabilidades de Seis Sigma. Se deberá elegir correctamente quién dirigirá los proyectos, quién participará en los equipos y quién perseguirá los objetivos mediante el uso de las varias herramientas de Seis Sigma como son las métricas y otras medidas estadísticas. Se necesita la mezcla correcta de talentos adecuados para reenfocar los proyectos Seis Sigma.

1.- ¿Quiénes son los jugadores clave y cuáles son sus roles?

Básicamente, hay cinco (Figura 3.1.):

- **Líderes ejecutivos:** para comprometerse con Seis Sigma y promoverla por toda la organización.
- **Champions:** (Campeones) para luchar por la causa de los Black Belts y eliminar los obstáculos.
- **Master Black Belt:** (Master Cinturón Negro) para servir como entrenador, mentor y guía.
- **Black Belts:** (Cinturones negros) para trabajar a tiempo completo en los proyectos.
- **Green Belts:** (Cinturones verdes) para asistir a los Black Belts a tiempo parcial.

⁹ Dennos Sester es vicepresidente corporativo de Motorola Service.

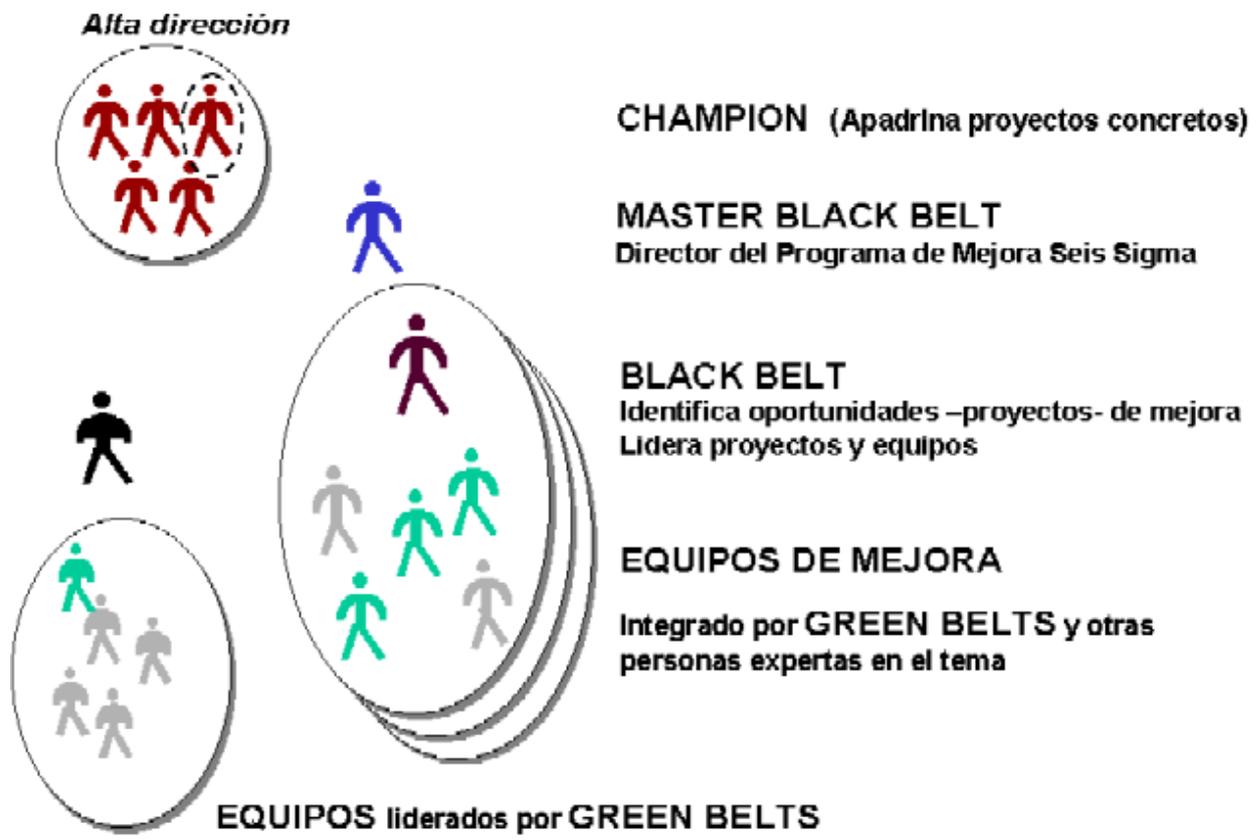


Figura 3.1. Organización: estructura

1.1.- Líderes ejecutivos

El papel fundamental de los líderes ejecutivos es decidir implantar Seis Sigma, para promocionarla públicamente a través de toda la organización. Los líderes de la empresa deberán lanzar y reforzar la visión global de Seis Sigma para conseguir el apoyo y la participación de todos. Es importante que Seis Sigma se trate como una iniciativa a nivel de toda la empresa: no está de más insistir en este punto. Y a medida que empieza esta iniciativa de cambios en la compañía, el liderazgo visible es crucial. Cohesiona a los empleados, otorga legitimidad a sus proyectos y manda la señal más clara que Seis Sigma y sus resultados objetivos son la mayor prioridad para la empresa.

¿Pero qué conllevan exactamente las responsabilidades de los ejecutivos? Existen algunos aspectos importantes que ayudan a construir y engrandecer los cimientos de una responsabilidad exitosa de la dirección ejecutiva.

1.1.1.- Condición sine qua non: la responsabilidad

Independientemente del papel designado, que cada participante desempeña en la iniciativa Seis Sigma, todos deberán tener la completa responsabilidad en sus áreas individuales. Dicho de una manera simple: ser responsable significa tener que rendir cuentas, ser digno de confianza y fiable. Es importante que todos los participantes reconozcan este punto

como su obligación: desde los Green Belt hasta los actos para la obtención de los óptimos resultados.

1.1.2.- Determinación

Los participantes necesitan mostrar determinación. Deben estar resueltos a creer firmemente que Seis Sigma tendrá éxito. Después del anuncio inicial a bombo y platillo de la introducción de Seis Sigma, los ejecutivos deberían estar determinados a obtener la formación, comprender los ahorros, perpetuar el uso de las métricas, exhibir los logros alcanzados por los Black Belts, marcar hitos claves y mantener la iniciativa global en marcha.

El Presidente Ejecutivo que implantó Seis Sigma en General Electric, dijo que Seis Sigma era una “parte del código genético” del futuro liderazgo en esa compañía.

De arriba abajo, pasando por todos los puntos de la organización, los líderes ejecutivos pueden inspirar y promover la cultura de Seis Sigma que continuamente produce resultados.

1.1.3.- Confianza

Los ejecutivos deben mostrar de forma activa confianza, no sólo en el método Seis Sigma, sino también en las personas encargadas de llevarlo a cabo. Al mostrar su confianza de forma activa con recompensas e incentivos, los líderes de la compañía inspiran un compromiso sostenido y un esfuerzo a sus empleados. Cuando un ejecutivo hace saber a sus empleados que él o ella cree en ellos, apoya sus éxitos y aplaude sus talentos, los empleados le responderán de la misma manera. La confianza es un motivador poderoso.

Y deben tener en mente que la confianza no es sólo halagos y felicitaciones. Puede basarse en hechos y datos que resulten de las métricas del proyecto; los ejecutivos pueden señalar resultados específicos y probar que esa confianza dada en un Champion, en un Black Belt o en el equipo de proyecto ha sido validada. Tal y como dice el viejo dicho, “no es fanfarronear si se puede hacer”.

1.1.4.- Integridad

Los ejecutivos deberán respaldar al sistema con integridad. Necesitan hacer lo que dicen que van a hacer. Esto inspira una confianza siempre creciente entre los equipos de proyectos en los que los ejecutivos cumplen con su palabra y demuestran que hay sustento tras las afirmaciones. Al cumplir con los compromisos y mantenerse fiel a un propósito mencionado, los ejecutivos demuestran un alto grado de liderazgo ético. La integridad estimula la lealtad y el respeto, dos motivadores para los empleados de toda la organización.

1.1.5.- Paciencia

Los líderes ejecutivos son responsables de practicar y modelar la paciencia. Esto puede parecer obvio, pero es realmente complicado de llevar a cabo en un ambiente empresarial que demanda resultados instantáneos y respuestas inmediatas. Los proyectos de Seis

Sigma llevan su tiempo; el saltarse alguna de las fases o acelerar el proceso pondrá en serio peligro los resultados.

Los ejecutivos de la compañía tienen una oportunidad de oro para desarrollar la relación con sus empleados cuando demuestran su determinación, confianza, integridad y paciencia. Al predicar con el ejemplo, destacan entre la multitud y muestran que Seis Sigma es mucho más que la última moda en teoría empresarial. Los ejecutivos deben dejar patente que están activamente comprometidos en liderar y facilitar los excitantes cambios en la organización, así como apoyar por completo a los empleados que impulsan esos cambios.

Corresponde también al líder ejecutivo el establecimiento de los objetivos del proyecto durante sus diversas fases de implantación. En la Tabla 3.1 se muestra los objetivos **ideales** a alcanzar en el periodo de 3 años en los procesos críticos (hay que considerar que esto depende mucho del tipo de empresa).

Tabla 3.1. Objetivos Seis Sigma

	1er año	2do año	3ro año
FORMACIÓN	1 Champion 2 Black Belt 10 Green Belt	2 Champion 1 Master Black Belt 8 Black Belt 24 Green Belt	2 Champion 2 Master Black Belt 20 Black Belt 80 Green Belt
PROYECTOS FINALIZADOS	8	44	200
AHORRO MEDIO POR PROYECTO	US\$ 1 700 000	US\$ 7 600 000	US\$ 23 000 000
CALIDAD	10 000 dpm	1 350 dpm	3,4 dpm

1.2.- Champions

Los Champions son esenciales en el éxito o fracaso de cualquier iniciativa de Seis Sigma. El concepto de “Champion” se remonta a la Edad Media, y proviene de un vocablo asociado al campo de batalla. Un Champion era alguien que se batía en el campo de batalla por una causa. En Seis Sigma, un Champion es un defensor que lucha por la causa de los Black Belts, remueven obstáculos (funcionales, financieros, personales o similares) de tal forma que los Black Belts puedan realizar su trabajo.

Los Champions están más próximos a los procesos y no es una exageración decir que son sus “propietarios” en todos los sentidos. Dependiendo del tamaño de la compañía, los Champions se eligen de las filas de ejecutivos y directivos. Los Champions tienen la responsabilidad diaria de supervisar y dirigir cada uno de los elementos críticos. Deben informar a la alta dirección acerca del progreso de los proyectos y deben apoyar a sus equipos. Los Champions deben asegurarse de que los proyectos escogidos se alinean con la estrategia ejecutiva y de que ésta puede ser fácilmente entendida y aceptada por los equipos de los proyectos.

Los Champions son los encargados de seleccionar a los candidatos a Black Belt, de identificar las áreas de proyecto y de establecer metas claras y medibles para los proyectos. Deben hacer lo imprescindible para mantener los proyectos al día.

A pesar que el Black Belt y los equipos de proyectos están a la caza de los defectos y del despilfarro, es el Champion el que elige el proyecto y controla su rendimiento. Los Champions deben comprender a fondo la estrategia y la disciplina de Seis Sigma y ser capaces de enseñar a otros acerca de sus herramientas e implementación. Los Champions dirigen y movilizan a los equipos para que realicen cambios duraderos. También se aseguran de que los equipos compartan lo que han aprendido transfiriendo su conocimiento a otras áreas e incrementando los resultados de forma exponencial.

Deben estar completamente comprometidos en el proceso, asignando como mínimo entre un 20% y un 30% de su tiempo, a fin de asegurarse de que los Black Belt estén progresando en sus proyectos y efectuando cambios duraderos. Es trabajo del Champion identificar y eliminar los obstáculos para que los Black Belts puedan centrarse en sus proyectos y alcanzar resultados que impacten la cuenta de resultados. ¡No puede hacerlo desde la banca; los Champions deben estar en primera línea de batalla! Los Champions hacen las funciones de abogados y defensores, de mentores y entrenadores. El Champion es en última instancia el responsable del proyecto Seis Sigma.

La iniciativa en Seis Sigma provoca más resistencia al cambio que otros anteriores sistemas de calidad, pues requiere más esfuerzo en formación y por tanto puede poner en evidencia algunas limitaciones. Está más orientada al resultado personal o al de pequeños equipos a los que exige resultados contrastables en contraposición a otras iniciativas más enfocadas al trabajo en grupo en las que a pesar de su riqueza participativa es más difícil poner en evidencia algunas limitaciones individuales.

El Champion se enfrentará a típicas tomas de posición tales como:

- “Seis Sigma es una iniciativa más, de la oficina central, para mantenerse y mantenernos ocupados”.
- “Otra vez la ley del péndulo: antes nos decían que actuaríamos con rapidez sin que los excesivos análisis paralizaran nuestra actividad; ahora deberemos mostrar datos para cualquier mejora que propongamos”.
- “No tenemos suficiente tiempo para realizar nuestro trabajo diario para que además tengamos que volver a estudiar las asignaturas de nuestra época estudiantil que casi nunca hemos utilizado durante nuestra vida profesional”.
- “Si el grupo de desarrollo hiciera bien su trabajo, los productos sería fácilmente producibles dentro de los márgenes del cliente. Sería mucho más rentable aplicar Seis Sigma a su departamento que no al nuestro”.
- “Ya me gustaría ver a este profesor aplicar sus teorías de diseño de experimentos en mi producto. Una cosa es jugar con una catapulta y la otra es diseñar un producto con cientos de variables que pueden afectar su funcionamiento final”.

El Champion debe prestar especial atención a la selección de las primeras personas que se deben involucrar en el proyecto. La selección de los Master Black Belt es fundamental, pues en ellos recaerá una de las funciones principales como es el asesoramiento y la tutoría a los expertos y especialistas en Seis Sigma.

Para finalizar este apartado, algunas consultorías recomiendan que los Champions sigan un período de formación de una semana. Porque es cierto que Seis Sigma, además de su contenido de fondo, aporta una terminología y una serie de aspectos formales que un Champion debería conocer para comunicarse más fácilmente con el resto de la organización.

1.3.- Master Black Belt

Esta función la acostumbra a realizar inicialmente un miembro del equipo del socio de implementación, es decir miembro de la consultora que asesora la implementación de Seis Sigma.

El Master Black Belt trabaja como entrenador, mentor y guía. Él o ella ponen al tanto al Champion, le ayudan a seleccionar al personal adecuado y le asisten en la revisión y selección de proyectos que le permitirán obtener aquellos dólares escondidos que pretende conseguir.

Una vez se tenga encaminada la iniciativa Seis Sigma, se haya establecido todos los elementos necesarios, se haya designado y entrenando al personal en sus funciones, se haya empezado los proyectos y se haya cosechado algunos resultados, se podrá graduar a miembros del equipo al nivel de Master Black Belt. Esto asegurará no sólo la supervivencia de la iniciativa, sino también el éxito sostenido. Las iniciativas Seis Sigma deben ser autoperdurables; a medida que los miembros del equipo ganan en experiencia y algunos se convierten en Master Black Belt, se estará en el camino correcto hacia el sostenimiento de los resultados Seis Sigma.

El Master Black Belt es un experto en las herramientas y tácticas de Seis Sigma, así como una fuente valiosa en términos de experiencia técnica e histórica. Maestro, mentor y agente principal del cambio, el Master Black Belt asegura que la infraestructura necesaria está disponible y que los Black Belt están formados. Enfocan el 100% de sus esfuerzos en la mejora de procesos.

Un aspecto clave del rol de un Master Black Belt es su capacidad para facilitar, de forma hábil, la resolución de problemas sin tener que hacerse cargo de un proyecto. En este sentido, los miembros del equipo tienen la seguridad de haber escogido el mejor proyecto, que están utilizando correctamente las herramientas y de que encontrarán las fuentes ocultas de despilfarro, todo sin perder autonomía, responsabilidad o la habilidad de dirigir el cambio.

Un Master Black Belt es un activo de gran valor cuando empieza su iniciativa Seis Sigma, coordinando y colaborando con la alta dirección, aconsejando y entrenando a los Black Belt y finalmente, manteniendo al Champion centrado en lo que es realmente importante en la selección de los proyectos e implementación de Seis Sigma.

1.4.- Black Belts

Los Black Belts trabajan a tiempo completo en los proyectos seleccionados. Como líderes del equipo y jefes de proyecto, los Black Belts son esenciales para el éxito de Seis Sigma. Están entrenados para indagar en los problemas crónicos y de alto impacto, y arreglarlos con las técnicas y prácticas de Seis Sigma. Parece bastante sencillo; arreglan los

problemas, eliminan los defectos y encuentran el dinero, pero implica mucho esfuerzo, trabajo y dedicación.

El papel del Black Belt es de gran responsabilidad y disciplina, es la columna vertebral de la cultura Seis Sigma. Los Black Belts pasan de la teoría a la acción. Siguiendo los pasos a continuación mencionados: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar, los Black Belt ordenan los datos, separan la opinión de los hechos y presentan en términos cuantificables los pocos factores vitales que causan problemas de productividad y rentabilidad.

Aunque los Champions son los responsables de lograr los resultados económicos, puesto que seleccionan los proyectos y monitorizan el progreso, los Black Belt son los responsables de realizar el trabajo. Persiguen incansables los objetivos del proyecto, se esfuerzan por comprender las causas y efectos de los defectos, y desarrollan los pasos necesarios para eliminarlos de forma permanente. Son elegidos para solucionar los problemas dentro del marco de Seis Sigma para la mejora de calidad.

Un black belt deberá conocer a fondo el conjunto de herramientas Seis Sigma. La mayoría de ellas se desarrollarán en el Capítulo 5, otras son de amplia divulgación. En la siguiente Figura 3.2 se muestra de forma muy general la caja de herramientas que un experto (Black Belt) debe conocer suficientemente bien para poder actuar como tutor de especialistas en Seis Sigma.



Figura 3.2. Herramientas para Seis Sigma

A la vista de la Figura 3.2 resulta evidente que el nivel de conocimientos en técnicas de calidad y en estadística que van a requerir los expertos es equivalente o superior al que se adquiere por ejemplo en diversas especialidades de ingeniería.

El número de horas de formación que precisará un Black Belt dependerá de su punto de partida pero en ningún caso se estimaría inferior a cien horas. En el caso de una persona recién titulada es probable que acceda muy rápidamente a los conocimientos teóricos y al dominio de las técnicas relacionadas en el cuadro antes expuesto. Pero un experto en Seis Sigma es una persona capaz de mejorar los procesos y por tanto no podrá hacerlo sin un mínimo conocimiento de los mismos. En el caso contrario se situarían los profesionales con varios años de experiencia, buenos conocedores de los procesos de sus respectivas empresas, pero que en la mayoría de los casos no se han visto en la necesidad de aplicar la totalidad de las herramientas que un correcto planteamiento Seis Sigma exigen, y por eso las tienen olvidadas.

En resumen se puede mencionar que los Black Belt se encuentran en el núcleo, trabajando los proyectos con el 100% de dedicación para arreglar problemas crónicos de costes. ¡Se aseguran de que aquello que se mejora **permanezca** mejorado! Los Black Belt manejan los riesgos, ayudan a establecer la dirección y lideran el camino hacia ganancias radicales en la calidad de productos o servicios.

1.4.1.- Seleccionando a los Black Belts

Tal y como se ha comentado, los proyectos de los Black Belts son fundamentales para Seis Sigma, por sus importantes responsabilidades como expertos técnicos, líderes de equipos y jefes de proyecto. Un Champion debe tener mucho cuidado a la hora de designar a los Black Belts. Por tanto, ¿cómo selecciona un Champion a los empleados para este rol?

Primero, no sirve cualquier empleado como candidato a Black Belt. Como ya se ha explicado, es una disciplina a tiempo completo que combina la habilidad de liderazgo, habilidades técnicas, algún conocimiento estadístico, la habilidad de comunicarse de forma clara y una curiosidad motivada. Si el Champion conoce a los miembros de su plantilla, sus habilidades y su desempeño, podrá determinar de modo preciso quién puede ser un buen candidato. Los Black Belts son los líderes técnicos y los agentes del cambio, los jugadores clave que implementan los principios, las técnicas y las herramientas de Seis Sigma. Los Black Belt con éxito normalmente comparten los siguientes rasgos:

- Trabajan bien tanto por su cuenta como en equipo
- Permanecen calmados bajo extrema presión.
- Se anticipan a los problemas y actúan sobre ellos inmediatamente.
- Respetan a sus compañeros de trabajo y son respetados por ellos.
- Inspiran a los demás.
- Son capaces de delegar tareas a otros miembros del equipo y de coordinar sus esfuerzos.
- Comprenden y reconocen las habilidades y limitaciones de sus compañeros de trabajo.
- Demuestran una preocupación sincera por los demás, de lo que necesitan o quieren.
- Aceptan las críticas correctamente.
- Están preocupados por los actuales procesos y resultados y quieren mejorar el sistema.

- Disponen de la inteligencia e interés para aprender a aplicar las herramientas de Seis Sigma.

1.4.2.- Certificación de los Master Black Belt y Black Belt

Debido a que son los roles más especializados y técnicos en Seis Sigma, los Black Belts y los Master Black Belt suelen estar sujetos a una certificación, usualmente mediante la aprobación de un test y de completar un determinado número de proyectos. Sin embargo, no existe una normativa formal u oficial para la certificación, de modo que los criterios no son consistentes. En algunas compañías la certificación es un punto esencial, en cambio en otras se da más énfasis a los resultados.

Pasar a desempeñar un rol en Seis Sigma puede a la vez excitar y asustar a mucha gente, aunque se puede afirmar que muy pocos de los que han pasado a desempeñar estas nuevas y a veces extrañas responsabilidades lo han lamentado. La mayoría de los testimonios admiten que el trabajo era un desafío y requería mucha energía y esfuerzo.

1.5.- Green Belts

Los Green Belts ayudan a los Black Belts en su área funcional. Trabajan en proyectos a tiempo parcial, normalmente en áreas específicas y delimitadas. Aplican las herramientas estadísticas de Seis Sigma para examinar y solucionar los problemas crónicos en proyectos dentro de sus trabajos normales. En este sentido, el conocimiento se transfiere y se utiliza en aplicaciones aún más específicas.

También ayudan a los Black Belts a conseguir más, en menos tiempo. Pueden ayudar a recoger o analizar los datos, realizar experimentos o conducir otras tareas importantes en un proyecto. Son miembros de un equipo con suficiente comprensión de Seis Sigma como para compartir las herramientas y transformar la cultura de la compañía desde sus cimientos. Trabajando en un modo complementario con los Líderes Ejecutivos, los Champions y los Black Belts, los Green Belts son “las abejas obreras” esenciales en conseguir resultados económicos.

A continuación se menciona algunos ejemplos que un Green Belt debería resolver con facilidad:

- Si el porcentaje defectuoso de un componente es de un 0,5 por ciento, ¿cuál es la probabilidad de que en una muestra de 150 componentes elegidos al azar no exista ninguna pieza mala?, ¿cuál sería la probabilidad que en la misma muestra existiera como máximo dos defectos?
- Una muestra de 200 ejes de la producción da el siguiente resultado de su dimensión crítica “diámetro exterior”:
Media: 44397 mm. Desviación estándar: 0.01 mm.

Suponiendo que los límites inferior y superior sean respectivamente de 44.90 mm. y 45.00 mm. ¿Qué porcentaje de ejes defectuosos se estarán produciendo, suponiendo que los diámetros presentan una distribución normal?

- Un fabricante de una pieza de plástico inyectado desea realizar un experimento para confirmar qué factores inciden en el peso final de la pieza. Decide experimentar con dos tipos de material, con la presión y la temperatura del molde y el tiempo de ciclo. Construir la matriz del diseño de experimento para identificarlos. Una vez eliminados dos factores que supuestamente no afectan al peso de la pieza, realizar la factorial completa que permita cuantificar y optimizar los otros dos factores.

Todos son formados en Seis Sigma para que todo el mundo hable el mismo idioma y luche por las mismas metas. **Ése es el poder de Seis Sigma.** Es la primera filosofía de gestión que implica a todos los escalones jerárquicos, de arriba abajo, de forma que todo el mundo está en la misma onda.

Capítulo 4

Ahora que se han explicado los roles y las responsabilidades de los implicados en un proyecto Seis Sigma, se verá el núcleo de la cuestión: **los pasos a seguir para aplicar Seis Sigma**.

Aún la más pequeña desviación en un proceso puede generar grandes consecuencias. Desviación, variación, defectos o despilfarro, llámese como se llame, el resultado final es siempre el mismo: ¡es un costo para la empresa! No importa el sector, sea manufacturero, distribución u otros servicios, cualquier fuente de despilfarro (oculta en cualquiera de los procesos) drena dólares que deberían ir a la cuenta de resultados.

Al implementar el núcleo de la metodología de Seis Sigma, se dispondrá de las herramientas que le permitirán identificar, corregir y controlar los elementos críticos para la calidad (CTQ) tan importantes para los clientes y para reducir el costo de no calidad.

1.- Los equipos de Seis Sigma

Los equipos de mejora, resolución de problemas y diseño de procesos son los componentes más visibles y activos de una iniciativa Seis Sigma, en especial los primeros. Estos equipos, se crean para resolver problemas organizativos y para capitalizar una oportunidad. Liderados por un Black Belt o Green Belt, los equipos, de entre tres a diez miembros (cinco o seis es lo recomendable) representan diferentes partes del proceso sobre el que se trabaja.

Una de las cosas más atrayentes de los equipos Seis Sigma es su diversidad. Los miembros suelen venir de diferentes departamentos, niveles, estudios, habilidades y experiencia. En el equipo, todos son iguales y las contribuciones de cada miembro son claves para lograr las mejoras radicales que busca la iniciativa Seis Sigma.

Al juntar gente diversa en un equipo, es crítico tener un proceso común o modelo, que todos puedan compartir para lograr que se haga el trabajo. La respuesta a esta necesidad

en Seis Sigma es el proceso DMAMC: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. Siguiendo este proceso, un conjunto de cinco pasos, flexible pero poderoso, para lograr que las mejoras sucedan y se mantengan, el equipo pasa de una declaración del problema a una implementación de la solución, con muchas actividades en medio. El DMAMC es la clave para el método de solución de problemas de Seis Sigma; de hecho, es justo decir que es el método de solución de problemas.

Al trabajar mediante el proceso DMAMC el equipo también interacciona con organizaciones más grandes, entrevistando a clientes, recogiendo datos, y hablando con gente cuyo trabajo puede verse afectado por las recomendaciones del equipo.

Desde luego que los equipos Seis Sigma o equipos DMAMC no surgen espontáneamente. Resultan muy importantes los pasos que llevan a seleccionar los proyectos, formar el equipo, y desplazar el trabajo del equipo al mundo real. En este capítulo se explicará los pasos de formar y disolver un equipo DMAMC. También se explicará los pasos del modelo de resolución de problemas DMAMC. Las herramientas a usar en este modelo se explicarán en el siguiente capítulo.

1.1.- El ciclo de vida del equipo DMAMC

El ciclo de vida de casi todos los equipos DMAMC consta de varias amplias fases, aunque estas fases variarán de una compañía a otra.

1.1.1.- Fase 1: indentificación y selección de proyectos

En esta fase, la dirección revisa una lista de proyectos potenciales Seis Sigma y selecciona los más prometedores para ser atacados por el equipo. Fijar prioridades adecuadas es difícil pero muy importante para que valga la pena el trabajo en equipo.

Se aconseja a los directivos escoger proyectos que tengan significado y sean manejables. Un proyecto tiene que tener un beneficio real para el negocio y los clientes y tiene que ser suficientemente pequeño como para que el equipo lo lleve a cabo. Al final de esta fase, el equipo de liderazgo debería haber identificado problemas de alta prioridad y haberles dado un marco preliminar.

El desafío del grupo es claro, articular la necesidad del proyecto para la empresa. Por ejemplo, ¿cuánto le cuesta el problema a la empresa? ó ¿cuánto será el impacto de mejora? Normalmente también se selecciona un Champion para cada proyecto.

1.1.2.- Fase 2: formación del equipo

Junto al reconocimiento del problema viene la selección del equipo y del líder del equipo (Black Belt o Green Belt). Naturalmente, las dos acciones están relacionadas. La dirección intentará seleccionar los miembros del equipo entre los que tienen un buen conocimiento operativo de la situación pero que no están involucrados en ella que puedan ser parte del problema.

Los directivos inteligentes se dan cuenta de que la participación en un equipo DMAMC no puede darse a gente inútil. Si se escoge a alguien para un equipo significa que es

considerado como alguien con la inteligencia y la energía como para contribuir enormemente al proyecto.

1.1.3.- Fase 3: desarrollo del documento marco del proyecto

El documento marco del proyecto es clave ya que provee una guía estricta para el problema o proyecto. Incluye la razón para llevar a cabo el proyecto, la meta, un plan básico del proyecto, el ámbito y otras consideraciones, y una revisión de los papeles y responsabilidades. Típicamente, partes del borrador del documento son preparadas por el Champion y refinadas por el equipo. De hecho, el documento normalmente cambia a lo largo del desarrollo de la metodología DMAMC.

1.1.4.- Fase 4: formación del equipo

La formación es prioridad número uno en Seis Sigma. De hecho, algunos expertos dicen que el término “formación” no es el más correcto porque mucho tiempo “de clase” se invierte trabajando de verdad en el proyecto del Black Belt o del equipo.

El enfoque de la formación se da en el proceso DMAMC y en las herramientas. Normalmente, esta formación dura de una a cuatro semanas. El tiempo total no obstante se alarga. Después de la primera semana el líder del equipo y/o los miembros del equipo vuelven a su trabajo regular pero reservan una porción significativa de su tiempo para trabajar en el proyecto. Después de un intervalo entre dos y cinco semanas viene la segunda sesión de formación, luego otro período de trabajo y así sucesivamente.

1.1.5.- Fase 5: ejecución del DMAMC e implantación de soluciones

Casi todos los equipos DMAMC son responsables de implementar sus propias soluciones, no sólo de traspasarlas a otro grupo. Los equipos deben desarrollar los planes de proyecto, la formación, el piloto, los procedimientos para las soluciones y son responsables tanto de ponerlos en práctica como de asegurarse de que funcionan – midiendo y controlando los resultados – durante un tiempo significativo.

1.1.6.- Fase 6: traspaso de la solución

Desde luego con el tiempo, el equipo DMAMC se disolverá y los miembros volverán a sus trabajos regulares o pasarán a trabajar en otro proyecto. Debido a que suelen trabajar en las áreas afectadas por la solución, los miembros del equipo a menudo se mueven para ayudar a la dirección a gestionar el nuevo proceso o solución y asegurar el éxito.

El traspaso está a veces marcado por una ceremonia formal en la que el propietario oficial, al que se le suele llamar “Propietario del Proceso” de la solución, acepta la responsabilidad de mantener las ganancias logradas por el equipo. Algo también importante es que los miembros del equipo DMAMC toman un nuevo conjunto de habilidades y experiencia para aplicar en cuestiones que surgen en el día a día.

2.- El modelo de resolución de problemas del Sistema Seis Sigma

Como se explicó brevemente en el apartado anterior, el acrónimo DMAMC representa las cinco fases en la metodología de Seis Sigma:

- Definir
- Medir
- Analizar
- Mejorar
- Controlar

Como prácticamente todo lo demás que se hace en Seis Sigma, DMAMC implica pasos necesarios en una secuencia, cada uno de los cuales es clave para alcanzar los resultados deseados. No puede saltarse una fase o saltar entre cuatro o cinco fases y esperar obtener resultados creíbles. No tiene sentido empezar con Controlar, por ejemplo, y volver a Medir o Definir. Al seguir todos los pasos en su debido orden y al completar las tareas de cada uno de ellos, se podrá comprender, evaluar y trabajar de forma precisa en todos los aspectos de los elementos CTQ que influyen en la respuesta dado por el proceso.

Como he explicado ya en capítulos anteriores, Seis Sigma implica muchas estadísticas y ecuaciones, pero estas no deben sobrepasarse. Seis Sigma no es simplemente un programa estadístico; más bien enseña a utilizar la estadística y cómo comprender su valor, a fin de tomar decisiones racionales y medibles acerca de los procesos de su empresa.

El objetivo no es elaborar páginas y páginas de estadísticas; es producir resultados Seis Sigma y revelar las fuentes ocultas de dinero que de otro modo nunca se descubriría. Las medidas estadísticas y las métricas son la clave para encontrar esas oportunidades ocultas.

2.1.- La ecuación de los pocos factores vitales: $Y = f(X)$

El uso de una ecuación clave es fundamental para Seis Sigma, una ecuación que defina cuáles son los pocos factores vitales necesarios que necesitan ser medidos, analizados, mejorados y controlados para la consecución de los resultados económicos. Los pocos factores vitales son aquellos factores que explican de forma directa la relación causa – efecto en la salida del proceso. Típicamente, existen media docena o menos de factores que afectan en mayor grado la calidad de las salidas en ese proceso, aún cuando haya centenares de pasos en los que un defecto pudiera ocurrir.

Al utilizar el DMAMC, se puede dar cuenta rápidamente de que el éxito depende de la precisión y exactitud del análisis estadístico y de las formulaciones matemáticas. Y por encima de todo ello, se encuentra la ecuación de los pocos factores vitales: $Y = f(X)$.

“Y” es el resultado de un proceso; es una función de las Xs, las variables claves (los pocos factores vitales) en un proceso. “Y” es la característica de calidad que está tratando de alcanzar. Al identificar las Xs, se podrán medir, analizar, mejorar y controlar para conseguir los resultados óptimos en el menor tiempo. Al reunir todos los elementos del proceso en la ecuación, se obtendrá los pocos factores vitales que mejor predicen el resultado. Una vez se tenga un resultado predecible, podrá realizar los cambios que reduzcan sus costos. Básicamente, la ecuación le permite identificar lo que desconocía, y ése es el poder del conocimiento de Seis Sigma en acción.

Cuando se identifique esos factores, se podrá concentrar los esfuerzos donde el impacto y el retorno de la inversión sean más grandes. La Figura 4.1 muestra las características de un proceso, $Y = f(X)$.

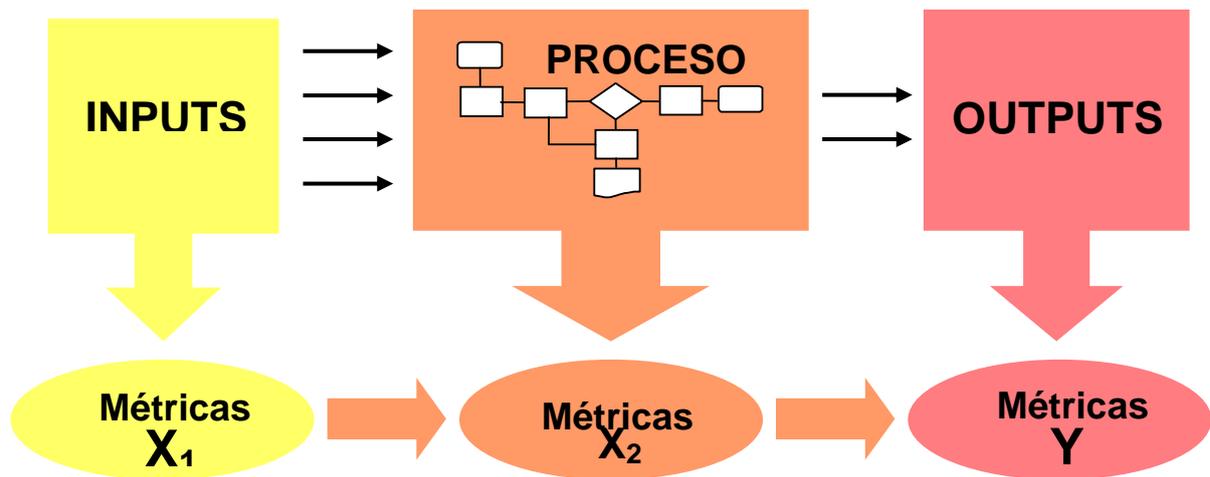


Figura 4.1. Características de un proceso que demuestra $Y = f(X)$

En la tabla 4.1 se explicará brevemente las cinco fases del DMAMC de Seis Sigma, antes de entrar en detalle de cada fase.

Tabla 4.1. Las cinco fases del DMAMC de Seis Sigma

Fase de Definir

1. Identificar los problemas más importantes en sus procesos.
2. Elegir un proyecto para combatir uno o más de los problemas y definir los parámetros de ese proyecto.
3. Determinar los pocos factores vitales a medir, analizar, mejorar y controlar.

Fase de Medir

4. Elegir la(s) característica(s) crítica(s) para la calidad (CTQ) en el producto o proceso; decir CTQ Y.
5. Definir los estándares de rendimiento para Y.
6. Validar el sistema de medida para Y.
7. Establecer la capacidad del proceso en la creación de Y.

Fase de Analizar

8. Definir las mejoras objetivas para Y.
9. Identificar las fuentes de variación en Y.
10. Examinar las causas potenciales para el cambio en Y e identificar los pocos vitales X_i^* .

Fase de Mejora

11. Descubrir la relación de variables entre los pocos vitales X_i^* .
12. Establecer las tolerancias operativas en los pocos vitales X_i^* .
13. Validar el sistema de medida para los pocos vitales X_i^* .

Fase de Controlar

14. Determinar la habilidad para controlar los pocos vitales X_i^*
15. Implementar un sistema de control de proceso de los pocos vitales X_i^*

3.- Metodología DMAMC

A pesar de todo esto, puede surgir la pregunta: “¿Qué hace que el modelo DMAMC sea diferente o mejor que otras técnicas de resolución de problemas?” DMAMC como conjunto de letras o pasos no es mejor. Pero lo que es mejor es lo que se hace a medida que se mueve por las cinco etapas del DMAMC. Las mayores diferencias o ventajas del DMAMC probablemente resultan ser siete puntos:

1. **Medir el problema.** En DMAMC no se puede solo asumir que se entiende de que va el problema; tiene que probarlo (validarlo) con hechos.
2. **Enfocarse en el cliente.** El cliente externo es siempre importante, incluso si se está intentando recortar costes en un proceso.
3. **Verificar la causa raíz.** En el pasado, que era malo, si un equipo estaba de acuerdo en una causa, eso era prueba suficiente. En la actualidad, que es mejor, un mundo Seis Sigma, se tiene que probar esa causa con, de nuevo, hechos y datos.
4. **Romper con los malos hábitos.** Las soluciones que resulten de proyectos DMAMC no deberían ser cambios menores en antiguos procesos. Un cambio de verdad y con resultados requiere nuevas soluciones creativas.
5. **Gestionar los riesgos.** El probar y perfeccionar las soluciones – descubrir sus fallos – es una parte esencial de la disciplina Seis Sigma y de un buen sentido común.
6. **Medir los resultados.** Como se nota, el seguimiento de cualquier solución es verificar su impacto real: una mayor confianza en los hechos.
7. **Sostener el cambio.** Incluso la mejor de las nuevas prácticas desarrolladas por un equipo DMAMC puede morir rápidamente si no se alimenta y si no se le da apoyo. El lograr que el cambio dure es la clave final a este enfoque de resolución de problemas más progresivo.

Hay más en el DMAMC que estas siete ventajas, pero éstas son seguramente las más importantes. A medida que se revise las cinco etapas, se obtendrá una mejor idea de cómo funciona el proceso.

3.1.- D – Fase de Definir

Es importante que se empiece Seis Sigma definiendo de forma clara el problema. Este es el propósito de la fase de Definir.

Primero se debe definir los aspectos crónicos “grandes” en el departamento u organización. Es fundamental que se defina los parámetros del proyecto. Expresado en un documento denominado “Project Chart2” se necesita analizar el alcance del proyecto y comprender desde el principio lo que se quiere conseguir con él. Comprendiendo su alcance y su secuencia de forma exacta se definirán las reglas del proyecto, su duración, lo que examinará, sus metas, las herramientas y el personal necesario para alcanzarlas.

Este documento, aunque varía de una empresa a otra, típicamente incluye:

- **Un plan de negocio:** ¿Por qué se ha elegido esta oportunidad?
- **Declaraciones del problema/oportunidad y objetivos:** ¿Cuál es el problema específico o el daño que queremos solucionar, y qué resultados buscamos?
- **Limitaciones/hipótesis:** ¿Qué limitaciones se aplicarán al proyecto y qué expectativas de recursos se han hecho?
- **Ámbito:** ¿Cuánto del proceso y/o del rango de cuestiones a tratar está incluido en el proyecto?
- **Protagonistas y papeles:** ¿Quiénes son los miembros del equipo, el Champion y otros interesados?
- **Plan preliminar:** ¿Cuándo se completará cada fase (D,M,A,M,C)?

Mediante este plan del proyecto se pretende definir y limitar el ámbito del proyecto, clarificar los resultados que se busca, confirmar el valor del negocio, fijar los límites y los recursos para el equipo, y ayudar al equipo a comunicar sus objetivos y planes. Este plan de proyecto es la primera autorización, y a menudo la más importante, que debe dar el Champion del proyecto antes de que el equipo siga adelante.

Una vez llegado a este punto, se entrega el proyecto a los Black Belts. Ellos formarán el equipo de proyecto para seguir analizando los elementos CTQ, es decir, lograr una idea clara sobre lo que quieren los clientes – en especial los clientes externos, cuya decisión de compra determina si la compañía continúa ganando dinero, creciendo y así sucesivamente, para entonces empezar a resolver los problemas.

Este trabajo que requiere lograr la “voz del cliente” (VOC = Voice of the Customer) puede ser un desafío. Los clientes mismos a menudo no están seguros de lo que quieren y tienen problemas para expresarlo. Pero en cambio son generalmente muy buenos en describir lo que no quieren. De modo que el equipo debe escuchar la “voz del cliente” y traducir el lenguaje de éste en unos requerimientos significativos como se ilustra en la Tabla 4.2

Tabla 4.2. Traduciendo la VOC en requerimientos del cliente

El cliente dice:	Significado para la empresa.	Requerimiento del cliente
“Sus entregas llevan mucho tiempo”	Se nos ve como lentos a la hora de hacer las entregas previstas.	Los pedidos deben entregarse en 3 días laborales tras la recepción del pedido.
“No sabía que sólo tenía 7 días para devolverles esto y me devolvieran el dinero”	Tenemos una norma de devoluciones poco clara o demasiada estricta.	Una clara comunicación de la norma de devoluciones es esencial.

Una herramienta que ayuda a escuchar la “voz del cliente” es el **Análisis Kano**. El modelo del Dr. Noriaki Kano¹⁰ permite priorizar los requerimientos del consumidor (no todos son iguales) basado en el impacto de su satisfacción final.

Kano determina que hay tres tipos de necesidades o requerimientos por parte del consumidor (Figura 4.2.):

- **Calidad esperada:** el consumidor espera que estas necesidades sean satisfechas por la empresa. Si ellas no son cubiertas, el consumidor estará completamente insatisfecho. Pero si estas son cubiertas, el consumidor no estará particularmente satisfecho (p. ej. La seguridad de un vuelo comercial).
- **Calidad unidimensional:** estas necesidades tienen un efecto lineal en la satisfacción del consumidor. A mayores necesidades cubiertas, más satisfecho queda el consumidor. (p. ej. Pasajes aéreos baratos)
- **Calidad atrayente:** estas necesidades no causan insatisfacción cuando no son cubiertas, pero sí causan satisfacción cuando son cubiertas (p. ej. Una aerolínea que sirve chocolate caliente con galletas en su vuelo).

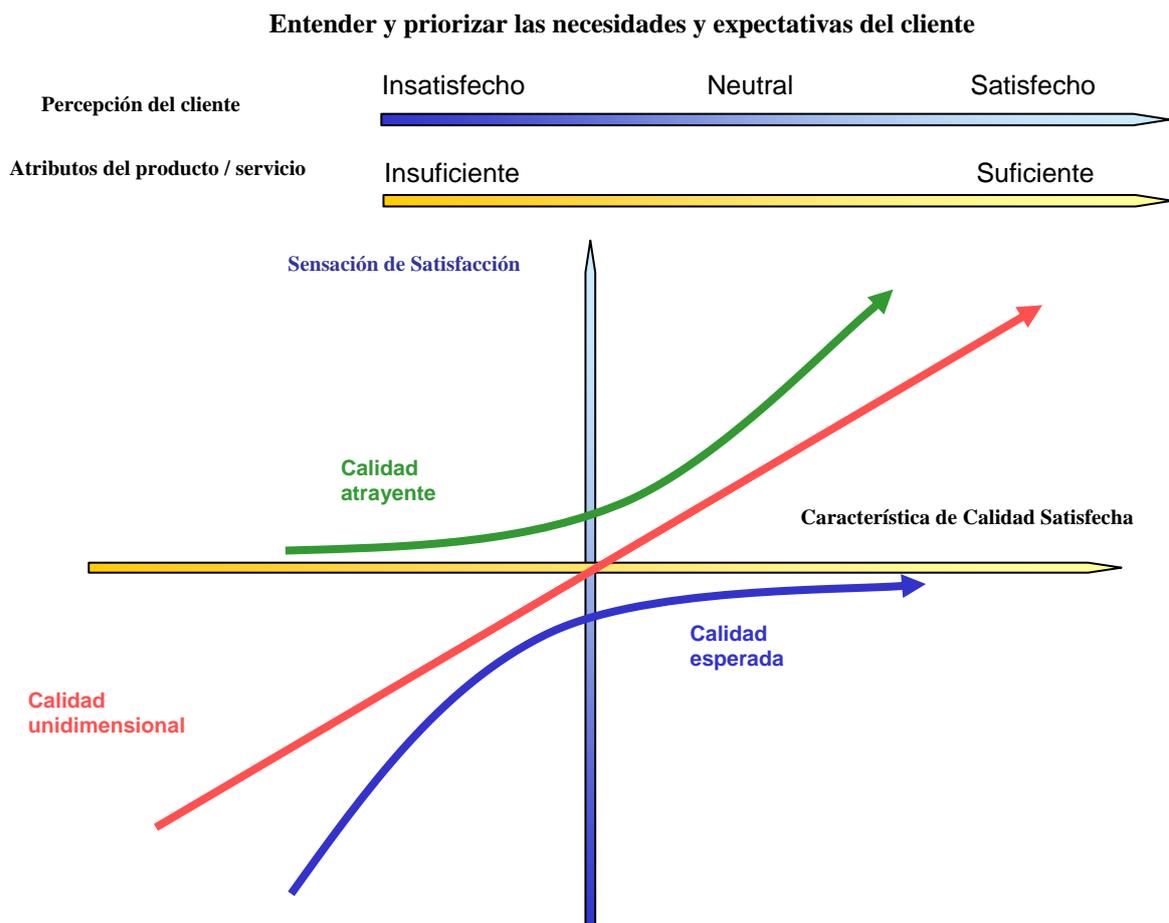


Figura 4.2. Análisis Kano

¹⁰ Prof. Dr. Noriaki Kano es Profesor del Departamento de Dirección Industrial e Ingeniería desde 1982 y fue Decano de la Facultad de Ingeniería durante 1998-2000, en la Universidad de Ciencias de Tokio (TUS).

Aunque cualquier proyecto es necesariamente un evento “limitado”, no se debe limitar la calidad de los resultados por no comprender por completo su alcance y sus criterios de objetivos. Cuanto más se conozca, más probable será que se encuentre aquello que se está buscando.

El definir los proyectos es la primera fase en el método de Seis Sigma. Ahora se puede pasar a solucionar los problemas con las restantes fases del método.

3.2.- M – Fase de Medir

La etapa de Medir es una continuación lógica a la de Definir y es un puente a la siguiente, Analizar. La etapa de Medir tiene dos objetivos principales.

1. Tomar datos para validar y cuantificar el problema, la oportunidad. Normalmente, ésta es una información crítica para refinar y completar el primer documento completo del marco del proyecto.
2. Empezar a obtener los datos y los números que nos puedan dar las claves para identificar las causas del problema.

Hay que recordar que, los equipos Seis Sigma adoptan una visión del proceso del negocio y usan esta visión para fijar prioridades y tomar buenas decisiones sobre las medidas que se necesitan. La Figura 4.1. (página 51) también muestra que un proceso tiene tres categorías principales de medidas:

- **Salida o Resultado:** los resultados finales del proceso. Las medidas en la salida se enfocan en los resultados inmediatos (entregas, defectos, quejas) y en los resultados de impacto a más largo plazo (beneficios, satisfacción del cliente, etc.).
- **Proceso:** elementos que se pueden seguir y medir. Normalmente ayudan al equipo a empezar a señalar las causas del problema.
- **Entrada:** elementos que entran en el proceso y se transforman en las “salidas”. Desde luego, unas malas entradas crean unas malas salidas, de modo que las medidas a las entradas pueden también ayudar a identificar las causas de un problema.

La primera prioridad del equipo DMAMC es casi siempre las medidas en la “salida”, porque son las que mejor cuantifican los problemas actuales. Esta medida de referencia se usará para completar el documento marco del proyecto, siguiendo el primer objetivo principal mencionado al inicio de este apartado; a veces si el problema resulta ser más pequeño o diferente de lo que se esperaba, se puede cancelar o modificar. En la Figura 4.3. se muestra los tipos y ejemplos de medidas.



Figura 4.3. Tipos y ejemplos de medida

Antes de empezar con esta fase, primero se deberá identificar los procesos internos cruciales que influyen en las medidas CTQ, que son las Ys, los resultados del proceso. Una vez que se sepa cuáles son, entonces se podrá medir los defectos generados en el proceso y qué tan profundamente afectan a su estándar de CTQ.

Así, por ejemplo: si el cliente espera un cierto estándar a un cierto precio, debe identificar los pocos factores vitales que afectan a esa expectativa. Esto es fundamental, ya que el determinar los pocos factores vitales permite concentrar los esfuerzos y los recursos. Entonces podrá medir el impacto de los defectos en esas áreas. Se debe hacer hincapié en que los defectos son características medibles de un proceso o de su salida y que no entran dentro de los límites aceptables para el cliente o especificaciones.

Una vez que se ha determinado qué se va a medir, el equipo DMAMC prepara un “plan de toma de datos”. Éste es el momento en que los miembros del equipo se mueven de la confortable sala de conferencias o de la sala de formación al mundo real, intentando conseguir gente que ayude a contar y cuantificar qué ocurre en el negocio.

Algunas de las técnicas más importantes que se aprenden en los cursos sobre DMAMC son la toma de datos, cuánto tomar (muestreo) y cuán a menudo. Conseguir la cooperación de los clientes, los colegas y los proveedores suele ser crítico. De hecho, la mayoría de las veces que alguien se relaciona por primera vez con proyectos Seis Sigma es cuando se le pide que ayude a la toma de datos.

Luego de identificar los defectos, entonces se podrá preguntar cuánto dinero se ahorraría si éstos fueran eliminados. Al hacerlo, se está conectado directamente el trabajo del proyecto con el impacto en dólares, relacionando la calidad mejorada con la rentabilidad mejorada. Ésta es una relación directa y medible entre defectos y dólares. En la fase de Medir, se puede descubrir esa relación de manera exacta.

La fase de Medir se completa cuando un Black Belt puede medir con éxito los defectos generados por un proceso clave que afecte a la característica CTQ. En la fase de Medir, el Black Belt realiza un análisis del sistema de medidas, que incluye estudios de incertidumbre de la medida y una valuación rigurosa de la capacidad de los procesos.

Antes de proseguir es muy importante explicar una herramienta fundamental dentro de la fase de Medir, el Estudio de Repetibilidad y Reproducibilidad, el resto de las utilizadas también en esta fase serán explicadas en el Capítulo 5.

3.2.1.- El estudio de R&R (repetibilidad y reproducibilidad)

Es un estudio que asegura que el sistema de medida es estadísticamente sólido. Se puede considerar un medidor de confianza. Mide cómo se está midiendo, para que se sepa que los sistemas están midiendo de forma precisa y adecuada.

Un análisis de R&R consiste en una serie de pasos. Abarcan la calibración del instrumento real de medida, con varios miembros del equipo realizando ensayos de muestras aleatorias en un número de pruebas, y finalmente evaluando los datos estadísticos para ver su solidez.

Básicamente, el estudio juega dos papeles:

- Puede alertar de cualquier discrepancia dentro de las medidas definidas, para que se pueda corregir al inicio del proyecto, más que descubrir que los datos tienen fallos meses más tarde.
- Puede validar que lo que se está haciendo es creíble, que se está utilizando las métricas que no sólo tienen sentido, sino, que además le proporcionan la información que se necesita para reducir o eliminar defectos.

El estudio de R&R repite medidas bajo varias condiciones, para contrastar la medida con estos cuatro criterios esenciales:

- **Precisión.** ¿Cuán precisas son sus medidas?
- **Repetibilidad.** Si la misma persona y/o equipo mide el mismo artículo más de una vez, ¿serán los resultados iguales?
- **Reproducibilidad.** Si otras personas y/o otros equipos miden el mismo artículo, ¿serán los resultados iguales?
- **Estabilidad.** ¿Cambiarán la precisión, la repetibilidad y/o la reproducibilidad con el tiempo?

Los estudios de R&R permiten que los Black Belts determinen si sus datos son precisos, repetitivos, reproducibles y estables o no, cualidades esenciales para hacer cualquier progreso en mejora de un proceso.

3.2.2.- Cuestiones a plantearse en la fase de Medir

Las cuestiones a ser planteadas son:

- ¿Cuáles son los procesos de los que soy responsable y quién es mi cliente?
- ¿Cuáles son los miembros relacionados con el proceso? ¿Cuál es su grado de trabajo en equipo?

- ¿Cuáles de los procesos de los que uno se debe responsabilizar tienen una necesidad de mejora más urgente? ¿En qué evidencias se sustenta dicha conclusión?
- ¿Cuál es el diagrama de flujo de los procesos seleccionados? ¿Disponemos de un sistema para medir sus variables críticas?
- ¿Disponemos de forma fiable de las especificaciones de nuestro cliente? ¿En qué datos nos basamos para afirmarlo?
- ¿Podemos calcular la capacidad de nuestro proceso?
- ¿Conocemos las causas de variabilidad de nuestro proceso? ¿Estamos en condiciones de tomar los primeros datos?

Un hito común en la etapa de Medir es desarrollar una medida inicial del nivel en sigma para el proyecto que intentamos mejorar. Como ya se ha mencionado antes, el nivel en sigma es bueno para ayudar a comparar el nivel de desempeño de procesos muy diferentes y relacionarlos con los requerimientos del cliente. Con una lectura del número de defectos o de salidas erróneas de un proceso, podemos calcular ese nivel inicial. El **Anexo A-5** explica como calcular el Nivel de Calidad Sigma.

En conclusión la fase de Medir consiste en: hacer un mapa del proceso, evaluar el sistema de medida, utilizar las métricas y estimar la línea de referencia de la capacidad del proceso. Esta fase está realmente completa cuando los Black Belts pueden identificar los pocos factores vitales (Xs), demostrando la capacidad del proceso y establecer un sistema de medida válido.

3.3.- A – Fase de Analizar

Llegados a este punto, se trata de comprender **por qué** se producen los defectos y plantear qué razones múltiples (nuevamente, las Xs) son identificadas como causantes. Dicho de otro modo, el equipo de Black Belt se preguntará qué entradas afectan las salidas.

A veces, las causas raíces de un problema son evidentes. Cuando lo son, los equipos pueden moverse rápidamente a través del análisis. A menudo, sin embargo, las causas raíces están enterradas debajo de montones de papel y de procesos obsoletos, perdidas entre las complejidades de mucha gente haciendo el trabajo a su manera y sin documentarlos, año tras año. Cuando esto ocurre, el equipo puede necesitar invertir semanas o meses aplicando una serie de herramientas y ensayando varias ideas antes de finalmente cerrar el caso.

Uno de los principios de una buena resolución de problemas mediante el DMAMC es considerar muchos tipos de causas, a fin de no permitir que la experiencia pasada o prejuicios ofusquen el juicio del equipo. Algunas de las categorías de causas comunes a explorar son:

- **Métodos:** los procedimientos o técnicas usados para ejecutar el trabajo.
- **Máquinas:** la tecnología, por ejemplo, ordenadores, fotocopiadoras o equipos de producción usado en el proceso de trabajo.
- **Materiales:** los datos, instrucciones, números o hechos, impresos y ficheros que, con fallos, tendrán un impacto negativo en la Salida.
- **Medidas:** datos de errores obtenidos de la medida de un proceso o acciones para cambiar la gente en base a lo que se midió y a cómo ha medido.

- **Madre naturaleza:** elementos ambientales, desde el tiempo a las condiciones económicas que impactan en cómo se lleva a cabo un proceso o negocio.
- **Personas:** una variable clara que afecta cómo todo el resto de elementos se combina para producir los resultados del negocio.

3.3.1.- Ciclo de Análisis

Los equipos DMAMC enfocan su búsqueda de las causas mediante lo que se llama el Ciclo de Análisis. El ciclo empieza mediante la combinación de la experiencia, los datos, medidas y una revisión del proceso y entonces se procede a formular una hipótesis inicial sobre la causa. El equipo entonces busca más datos y otras evidencias para ver si encaja con la causa sospechosa. El ciclo de análisis continúa, refinando la hipótesis o rechazándola hasta que la verdadera causa raíz se identifica y verifica con los datos.

Uno de los grandes desafíos en la etapa de Analizar es usar las herramientas adecuadas. Con suerte, con herramientas simples se puede describir la causa. Cuando las causas son más profundas o cuando la relación entre el problema y otros factores es compleja y oculta, es probable que se requiera técnicas estadísticas avanzadas para identificar y verificar la causa.

Al hacer el mapa y medir los procesos e identificar las variables de entrada que pueden afectar los atributos críticos para la calidad, probablemente se llegará a algunas suposiciones acerca de la relación entre su métrica de negocio (la medida de defecto crítico para la calidad, en la Y) y las entradas (los factores, las Xs) que le afectan. Por tanto, ahora podrá formular hipótesis y tests estadísticos para determinar qué factores son fundamentales para el resultado.

Aquí es donde la fase de Analizar empieza un nuevo ciclo, al realizar toda una serie de tests de hipótesis. El ciclo consta de los siguientes pasos:

1. Desarrollar las hipótesis sobre la(s) causa(s).
2. Analizar el proceso y/o datos.
3. Si la hipótesis es correcta, añadir la causa(s) a la lista de los pocos factores vitales. Si la hipótesis es incorrecta, hay perfeccionarla y volver al paso 2 o rechazarla y volver al paso 1.

El test de hipótesis utiliza una serie de análisis detallado para el cálculo de la probabilidad de que los factores que ha identificado como los pocos vitales sean realmente aquellos con mayor impacto en los aspectos críticos para la calidad del resultado. Se pasará entonces de las conclusiones estadísticas a diseñar soluciones prácticas, y a desarrollar planes para tomar acciones correctivas.

Cuando los equipos de proyecto están en la fase de Analizar, continuamente están haciendo un brainstorming (tormenta de ideas) en un sentido estadístico, están desafiando el status quo (estado actual) e investigando realmente qué pocos factores vitales están influenciando el resultado de un determinado proceso, eliminando los muchos triviales para revelar los pocos significativos.

Una vez que se tenga claros los pocos factores vitales que con más probabilidad son la causa de la mayoría de las variaciones, está preparado para continuar hasta la siguiente etapa, la de Mejorar.

3.4.- M – Fase de Mejorar

Esta etapa – la solución y la acción – es a la que muchos se sienten tentados a saltar desde el inicio del proyecto.

De hecho, el hábito de empezar a resolver un problema sin primero entenderlo es tan fuerte que muchos equipos consideran un desafío adherirse al rigor objetivo del proceso DMAMC. Sin embargo, cuando se ve el valor de hacer preguntas, de verificar las hipótesis y de usar datos, los miembros de equipo se dan cuenta de cuánto mejor es el enfoque Seis Sigma.

Antes de empezar a desarrollar soluciones, muchos equipos vuelven a revisar el documento marco del proyecto y modifican las declaraciones de problema y objetivo para que reflejen sus descubrimientos hasta este punto. Es común también reafirmar el valor del proyecto con los Champions del equipo. Los equipos también modifican el ámbito del proyecto, en base a una mejor comprensión del problema y del proceso. Pero una vez que el equipo ha realineado los objetivos, la etapa de Mejorar permite planificar y lograr los resultados.

Es decir que tras medir cuidadosamente (a veces concienzudamente) y analizar la situación, se ha llegado al excitante punto de probar de verdad la teoría para encontrar la ecuación que solucione el problema. En la fase de Mejorar, se confirma las variables clave y se cuantifica los efectos de esas variables en los resultados críticos para la calidad (Ys). Como resultado, se podrá identificar el máximo margen aceptable para cada variable a fin de asegurar que el sistema de medida pueda de hecho medir esa variación.

Al llegar a la fase de Mejorar, se puede modificar cada variable para que permanezca dentro del margen aceptable. Cuando se puede activar o desactivar un defecto para mejorar por completo ambos lados de la ecuación $Y = f(X)$, se puede manipular los pocos factores vitales (X) a fin de alcanzar el resultado deseado (Y)

Sorprendentemente, esto es más fácil decirlo que hacerlo. Las soluciones creativas de verdad que ataquen las causas principales del problema y que el equipo que trabaja en el proceso las considere factibles no se encuentran fácilmente. Y una vez que esas nuevas ideas se desarrollan, tienen que ensayarse, refinarse e implementarse.

¿Por qué las nuevas soluciones de verdad son tan costosas? Una razón puede ser que el equipo ha estado acostumbrado a los enfoques actuales (en la medida y el análisis) por tanto tiempo que le cuesta librarse de esa manera de pensar. La otra razón es que las soluciones de verdad creativas son siempre escasas.

Diversos ejercicios de creatividad ayudan al equipo a sacudir su modo de pensar y enfocar la generación de ideas con nuevos métodos. El equipo también puede examinar otras empresas y otras divisiones de la empresa para ver si pueden tomar prestadas de ellas “mejores prácticas”.

Una vez que se han propuesto varias soluciones potenciales, las técnicas analíticas regresan y se usan varios criterios, incluyendo costes y beneficios probables, para seleccionar las soluciones más prometedoras y prácticas. La solución final o series de cambio deben ser siempre aprobadas por el Champion y, a menudo, por el equipo entero de liderazgo.

En este punto, Mejorar pasa a ser Implementar. (De hecho, algunos expertos añaden una I al proceso y le llaman DMAMIC)

La implementación no es una actividad de “hazlo ya”. Las soluciones DMAMC tienen que gestionarse con cuidado y verificarse. Es casi obligatorio hacer una implementación piloto a pequeña escala; los equipos tienen que hacer un cuidadoso “análisis de problemas potenciales” para determinar qué puede ir mal y prevenir o manejar dificultades. Los nuevos cambios tienen que “venderse” a los miembros de la organización cuya participación es crítica. Hay que tomar datos para seguir y verificar el impacto (y consecuencias inesperadas) de la solución.

3.5.- C – Fase de Controlar

El método DMAMC aleja de la mentalidad del “yo pienso”, “yo creo” o “me parece”. El DMAMC se basa en hechos medibles para erradicar el despilfarro y la ineficiencia. Es el conjunto de herramientas definitivas para la mejora de la calidad duradera, validada por los resultados económicos. Es el núcleo del método de solución de problemas de Seis Sigma.

A menudo se describe a las organizaciones y los procesos como gomas elásticas. Se puede trabajar duro y estirarlas mucho dándoles incluso formas nuevas e interesantes, pero inmediatamente que las suelte, vuelven a la forma original.

Precisamente, el principal objetivo de la etapa Controlar es evitar ese efecto de regresar a los viejos hábitos y procesos. De hecho, el que se logre un impacto a largo plazo en la forma que trabaja la gente y de asegurarse que dure, depende tanto de la persuasión y de la venta de ideas como de la medición y control de los resultados. Ambos son esenciales.

Explicado desde otro enfoque, la fase de Controlar es cuando se mantiene los cambios que se realizaron en las Xs de la ecuación a fin de sustentar las mejoras en las Ys resultantes.

En esta fase, se sigue documentando y controlando los procesos por medio de las métricas que se definió y otras herramientas de medida para evaluar su capacidad a lo largo del tiempo. En algunos casos, la fase de Controlar nunca existe, porque ha eliminado el problema por completo.

Siguiendo con la secuencia lógica del DMAMC, la fase de Controlar le permite mantener un nivel alto de calidad y productividad. Al hacer un mapa de sus procesos, y al medir y analizar cada factor, sabe cómo mejorar y controlarlos. Estos mecanismos de control pueden ser tanto macros como micros en su extensión.

Ahora se sabe lo que se debe hacer para conseguir cambios duraderos y provechosos. Se sabe lo que funciona y lo que no funciona. Ahora se dispone de un mapa para mantener el rumbo correcto.

4.- Tareas de Control Específico

Las tareas que los Black Belts y equipos DMAMC deben completar incluyen:

- Desarrollar un proceso de seguimiento para verificar el resultado de los cambios implementados.
- Crear un plan de respuesta para tratar los problemas que puedan surgir.
- Ayudar a fijar la atención de la dirección en unas pocas medidas críticas que les den información actual sobre los resultados del proyecto (la Y) y también de las medidas clave de procesos (las X)

Desde el punto de vista del personal, el equipo debe:

- Vender el proyecto mediante presentaciones y demostraciones.
- Traspasar las responsabilidades del proyecto a los que se encargan del día a día del proceso.
- Asegurarse del apoyo de la dirección para los objetivos a largo plazo del proyecto.

El proceso de resolución de problemas DMAMC y las fases del ciclo del proyecto van mano a mano. A menudo se refieren al DMAMC como iterativo. Esto significa que la línea de Definir a Controlar no es recta sino que a menudo va hacia delante y hacia atrás, revisando hipótesis preliminares y complementando temas sobre lo que se pasa por encima.

En un sentido, lo único que es inviolable durante un proyecto Seis Sigma es la necesidad de ser flexible al tratar con el cambio continuo, la habilidad de absorber e interpretar la información y la necesidad de permanecer abierto y atento a las aportaciones de grupos de interés dentro y fuera del equipo inmediato.

El éxito final del proyecto Seis Sigma descansa en los que hacen el trabajo en el área en la que se enfocó el proyecto. Idealmente, cuando esta gente vea el valor de las nuevas soluciones desarrolladas por el proceso DMAMC – y los resultados que ofrecen – también empezarán a comprender el potencial que el sistema Seis Sigma puede ofrecer.

Un equipo que puede lograr todo esto tiene pocos límites a su potencial para resolver problemas y mejorar el nivel de desempeño de la empresa.

Capítulo 5

De algún modo, cualquier técnica que ayude a comprender, gestionar y mejorar un negocio o un proceso, califica para ser una herramienta Seis Sigma. Pero algunas técnicas son especialmente claves para planificar y ejecutar proyectos Seis Sigma, mejor que otras. Es necesario comprender cuáles son estas herramientas para tener una clara perspectiva de cómo funciona Seis Sigma.

Como ya se ha mencionado, trabajar bajo el entorno de Seis Sigma es mucho más que trabajo en equipo. Implica utilizar una serie de técnicas para ayudar a desarrollar y fabricar productos de calidad. Se explicará la mayoría de las herramientas que se usan en un proyecto Seis Sigma, dándoles mayor énfasis a las menos conocidas.

1.- Evolución de las herramientas estadísticas para la mejora de calidad

Si se observa la evolución de métodos estadísticos empleados para la mejora de calidad, muy estrechamente relacionado con la historia que se contó en el Capítulo 1, se tiene en primer lugar la inspección como técnica más antigua para lograr la calidad, que permite detectar problemas generados en el producto una vez fabricados para que no alcancen al cliente. En esta fase se emplean técnicas de muestreo, en inglés conocidas como SQC (Statistical Quality Control), que corresponde al Control Estadístico de Calidad (CEC). Este método supone un coste elevado, pues se está rechazando productos fabricados, por tanto la calidad global es baja.

Posteriormente, aparecería en los EE.UU., el SPC (Statistical Process Control) o CEP (Control Estadístico de Procesos). Este método permite un control en tiempo real sobre la calidad, y además alguna corrección en el desarrollo del proceso, manteniéndolo bajo

control. El coste en este caso será medio, pues, aunque no se rechazan productos defectuosos, sí que puede llegar a producir paradas durante el proceso, que se traducen en su correspondiente coste. Finalmente, aparece el DDE (Diseño de Experimentos), convirtiéndose en la herramienta de calidad a medio y largo plazo, actuando antes del proceso, optimizando el diseño del producto, que aunque exige un coste inicial considerable, se puede considerar una inversión de muy alto rendimiento, al lograr una alta calidad; por tanto se puede considerar el coste global como medio. (Ver Tabla 5.1)

Tabla 5.1. Evolución de los métodos estadísticos como herramientas de calidad

ACTIVIDAD	MOMENTO	TIEMPO	COSTE	CALIDAD
Inspección	Después del proceso	Pasado	Alto	Baja
SPC	Durante el proceso	Presente	Medio	Media
DEE	Antes del proceso	Futuro	Bajo	Alta

2.- Las herramientas más aplicadas en un proyecto Seis Sigma

Las herramientas aplicadas en el método de mejora DMAMC son las siguientes:

Fase de Definir

- Brainstorming (Tormenta de ideas)
- Diagrama de afinidad
- Votación múltiple
- Estructura en árbol
- El mapa del proceso

Fase de Medir

- Brainstorming (Tormenta de ideas)
- Diagrama de afinidad
- Votación múltiple
- Estructura en árbol
- Análisis del sistema de medida
- La casa de la calidad (QFD)
- Capacidad del proceso

Fase de Analizar

- Brainstorming (Tormenta de ideas)
- Análisis del valor (y del no valor) añadido
- Análisis del flujo del proceso
- Muestreo
- Test de hipótesis
- Estudio de múltiples variables
- Diagramas y Gráficos

- Histogramas
- Diagrama de Pareto
- Diagrama de Causa-Efecto
- Gráficas temporales o de tendencia
- Dispersión o correlación
- Análisis de modo de fallos (AMFE)
- Diseño de Experimentos
- Test de significación estadísticas
- Correlación y regresión

Fase de Mejorar

- Diagrama de afinidad
- Votación múltiple
- Estructura en árbol
- Diseño de experimentos

Fase de Controlar

- Plan de control
- Método de gestión de proyectos
- Análisis de los grupos afectados
- Análisis de problemas potenciales y AMFE
- Diagrama de campo de fuerzas
- Documentación del proceso
- Cuadro de mando integral e indicadores del proceso

Los equipos de proyectos Seis Sigma usan estas herramientas de mejora en función de la complejidad del proceso, producto o proyecto. Como se puede observar, muchas de las herramientas son usadas en varias de las fases del modelo de solución DMAMC.

Como ya se ha mencionado, la meta de este capítulo es sólo una breve explicación de las más importantes herramientas que puedan reducir la variabilidad en los tres procesos que afectan más a la calidad de producción: diseño, producción y aprovisionamiento.

2.1.- Brainstorming (tormenta de ideas)

El brainstorming es una herramienta valiosa a probar durante la fase de Definir, de Medir, de Analizar y para la generación de ideas durante la fase de Mejorar. Es un método para generar ideas. Los participantes se centran en un problema o en una oportunidad y en obtener tantas ideas e impulsarlas tanto como sea posible.

Durante el brainstorming, no existe la crítica o discusión de las ideas; el objetivo es generar ideas y expandir el pensamiento acerca de un problema u oportunidad. A medida que los participantes mencionen sus ideas, alguien deberá recoger estas ideas en una tabla o en un block de papel de grandes dimensiones que se monta sobre un soporte.

Entonces después del brainstorming, el equipo puede analizar los resultados y examinar las mejores ideas. Un problema con esta técnica es que todo el mundo piensa que la domina, cuando en realidad, lleva trabajo y disciplina ser de verdad creativo.

2.2.- Diagrama de afinidad

Un diagrama de afinidad es una agrupación de ideas u opciones en categorías. Suele ser la continuación de una tormenta de ideas y ayuda a sintetizar y evaluar ideas. Por ejemplo, después de listar qué clientes entrevistar, el equipo puede crear un diagrama de afinidad de esa lista creando las categorías de clientes nuevos, antiguos y perdidos.

Como la tormenta de ideas, los diagramas de afinidad tienen diversas variaciones. El mejor método es que la gente esté en silencio y agrupe las ideas sin hablar entre ellos.

2.3.- Votación múltiple

Los equipos usan la votación múltiple para reducir el número de ideas u opciones. Se usa también a continuación de una tormenta de ideas. Cada participante dispone de un número de votos. Las opciones que logran el mayor número de votos serán objeto de un análisis o consideración más profundo.

2.4.- Estructura en árbol

Un árbol de estructura se usa para mostrar los enlaces o jerarquía entre las ideas resultado de las tormentas de ideas. Se puede usar esta técnica para ligar las necesidades principales de los clientes, tales como un valor adecuado o más requerimientos específicos como bajo coste de instalación, bajo coste de mantenimiento y así sucesivamente.

2.5.- Diagramas y gráficos

2.5.1.- Histogramas

Si se pudiera recoger datos sobre un proceso en el cual todos los factores (hombre, máquina, material, método, etc.) fueran perfectamente constantes, los datos sobre cada uno de estos factores conservarían su valor. Sin embargo, en la realidad es imposible mantener todos los factores constantes, no pueden ser perfectamente constantes. Es inevitable que los valores en un conjunto de información tengan variaciones. Los valores que toma un factor a través del tiempo no son siempre los mismos, pero eso no quiere decir que estén determinados de una manera desordenada. Aunque los valores cambian todo el tiempo, están gobernados por cierta regla, y ésta es que los datos tienen una determinada distribución.

Un histograma (Figura 5.1.), un tipo de gráfico de barras, muestra la distribución o variación de los datos sobre un rango: tamaño, edad, coste, intervalo de tiempo, peso y así por el estilo. (Un diagrama de Pareto en cambio, como se verá en el siguiente apartado, divide los datos por categorías)

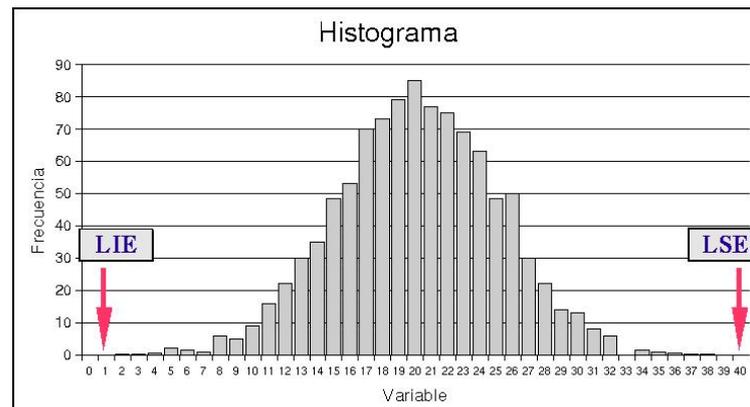


Figura 5.1. Histograma

Al analizar los histogramas, se puede mirar la forma de las barras o la curva (en este caso sigue la distribución normal), la anchura o rango (del mayor a menor) de la muestra o el número de sucesos de barras. Si se coloca los requerimientos del cliente en un histograma, se podrá fácilmente ver si se está satisfaciendo o no las necesidades de los clientes.

2.5.2.- Diagramas de Pareto

Se sabe que los problemas de calidad se presentan como pérdidas (productos defectuosos y su costo). Es muy importante aclarar el patrón de la distribución de la pérdida. La mayoría de las pérdidas se deberán a unos pocos tipos de defectos, y estos defectos pueden atribuirse a un número muy pequeño de causas. Si se identifican las causas de estos pocos defectos vitales, se podrá eliminar casi todas las pérdidas, concentrándose en esas causas particulares y dejando de lado por el momento otros muchos defectos triviales. El uso del diagrama de Pareto permite solucionar este tipo de problema con eficiencia.

El economista italiano V. Pareto presentó en 1897 una fórmula que demostraba que la distribución del ingreso es desigual, esto es, que el 20% de las personas poseía el 80% de las riquezas de un país. En 1907, el economista M.C. Lorenz expresó una teoría similar por medio de diagramas.

En el campo del control de calidad, el Dr. J.M. Juran¹¹ aplicó el método del diagrama de Lorenz como fórmula para clasificar los problemas de calidad en los pocos vitales y los muchos triviales, y llamó a este método: **Análisis de Pareto**. Señaló que, en muchos casos, la mayoría de los defectos y de los costos se deben a un número relativamente pequeño de causas.

Es decir, un Diagrama Pareto es un gráfico de barras que subdivide un grupo en categorías y las compara desde la mayor a la menor. Se usa para buscar las piezas más importantes de un problema o de los contribuyentes a una causa. El diagrama de Pareto le ayuda a descubrir cuáles de las cuestiones o problemas tiene el mayor impacto, de modo que se

¹¹ **Jospeh Juran** es gurú americano que aportó enormemente a la Gestión de la Calidad. Su aporte más importante fue el desarrollo de las “Seis fases para solucionar un problema”

pueda enfocar el proyecto y las soluciones en pocas cuestiones, pero que sean las de mayor impacto.

A continuación, en la Figura 5.2. se muestra un ejemplo de un Diagrama de Pareto y sus características, en donde se analiza las causas de insatisfacción de clientes con el Servicio de Cajeros Automáticos:

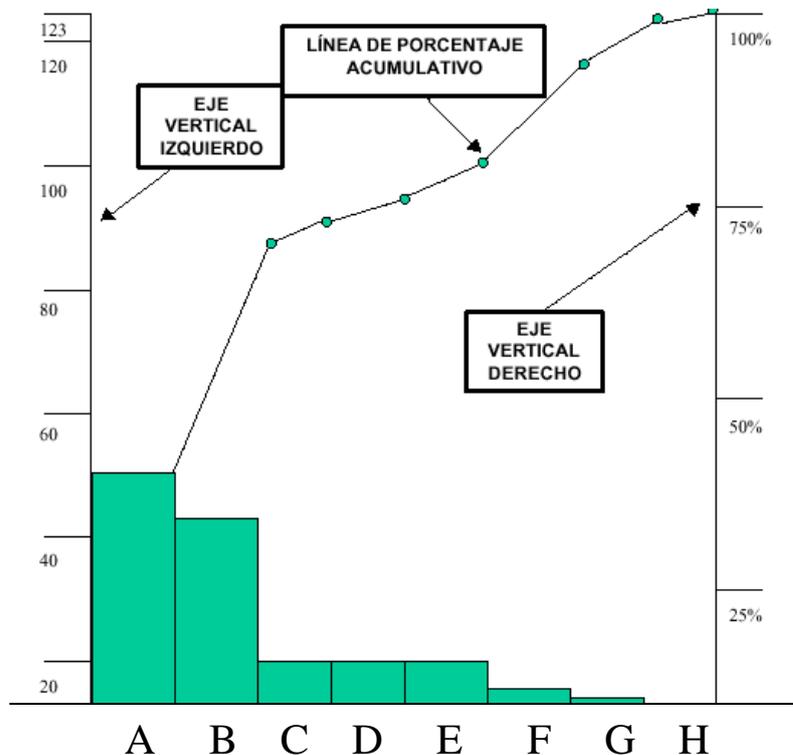


Figura 5.2. Diagrama de Pareto

Siendo:

- A:** Error en dispensar dinero
- B:** Suma equivocada acreditada
- C:** Área del cajero sucia
- D:** Recibo ilegible
- E:** Largas filas
- F:** ATM dañado
- G:** Los billetes nuevos se pegan
- H:** Otros

2.5.3.- Diagrama Causa-Efecto

Es una técnica muy popular o también llamada espina de pescado o Ishikawa. Este diagrama se usa en sesiones de tormentas de ideas para determinar posibles causas de un problema (o efecto), y coloca las posibles causas en grupos o afinidades; las causas que llevan a otras causas se unen como en una estructura de árbol. El valor del diagrama de causa-efecto es ayudar a reunir las ideas colectivas de un equipo sobre qué puede ocasionar

un problema y ayudar a los miembros del equipo a pensar en todas las causas posibles mediante clarificar las categorías principales.

Se sabe que el resultado de un proceso puede atribuirse a una multitud de factores, y es posible encontrar la relación causa-efecto de estos factores. Se puede determinar la estructura o una relación múltiple de causa-efecto observándola sistemáticamente. Es difícil solucionar problemas complicados sin tener en cuenta esta estructura, la cual consta de una cadena de causas y efectos, y el método para expresar esto en forma sencilla y fácil es un diagrama de causa-efecto.

Los diagramas causa-efecto no dirán la causa concreta. Más bien, ayudarán a desarrollar hipótesis adecuadas sobre dónde enfocar la medida y hacer un análisis más profundo sobre la causa raíz.

Una forma muy utilizada de agrupamiento de causas es las *4M*: *máquina*, *mano de obra*, *método* y *materiales*. A continuación en la Figura 5.3 se muestra un sencillo ejemplo.

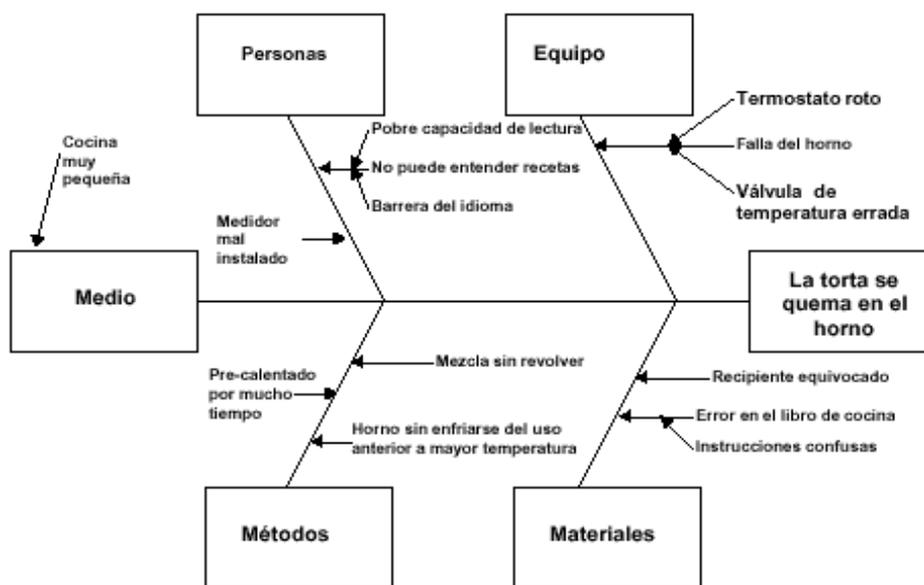


Figura 5.3. Diagrama de Ishikawa

Actualmente, el diagrama se usa no solamente para observar las características de calidad de los productos sino también en otros campos, y ha sido ampliamente aplicado en todo el mundo.

2.5.4.- Diagrama de dispersión o correlación

Un diagrama de dispersión busca la relación directa entre dos factores de un proceso, normalmente para ver si están correlacionados, es decir, que un cambio en uno ocasione un cambio en el otro. Si dos medidas muestran una relación, una puede ser causa de la otra. Sin embargo, eso puede que no sea cierto, de modo que tiene que ser prudente en sus conclusiones.

La correlación es una palabra muy utilizada e incorrectamente empleada en el ámbito empresarial. La correlación como concepto estadístico es el grado de relación entre variables. Para que los factores estén correlacionados deberá existir una relación causa-efecto, no simplemente una coincidencia. La entrada debe afectar a la salida, la ya explicada ecuación $Y = f(X)$.

Un estudio de correlación se utiliza para cuantificar la relación, si es que existe, entre dos series de puntos de datos. La gráfica típica utilizada en el estudio de correlación es un diagrama de dispersión. Un gráfico de dispersión de puntos proporciona una buena disposición visual de la relación entre dos series de puntos de datos. Para crear un diagrama de dispersión, los valores de una serie de datos se representan a lo largo de un eje y los valores de la otra serie de datos se representan en el otro eje.

El coeficiente de correlación es un número comprendido entre -1 y +1 que mide el grado en el que dos variables están linealmente relacionadas:

- Si las dos variables tienen una perfecta relación lineal con pendiente positiva, el coeficiente de correlación es +1; si existe correlación positiva, siempre que una variable tenga un valor elevado o un valor bajo, también lo tendrá la otra. Tal como se ilustra en la Figura 5.4.

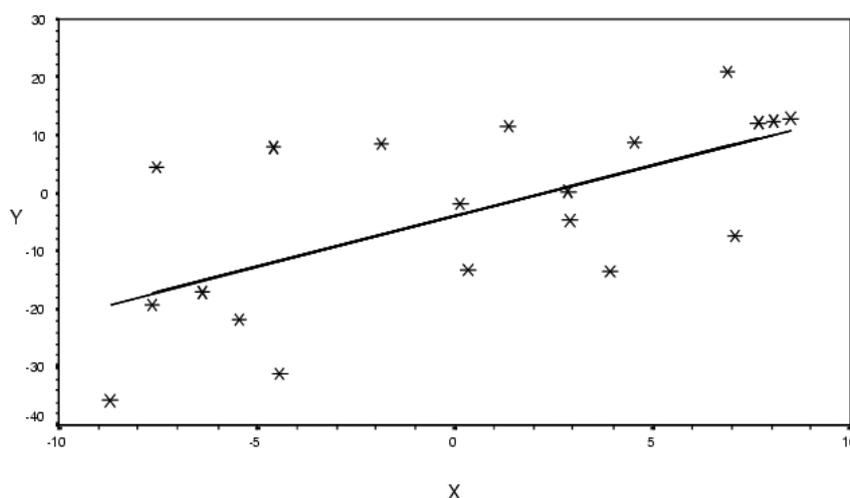


Figura 5.4. Coeficiente de correlación positivo

- Si dos variables tienen una perfecta relación lineal con pendiente negativa, el coeficiente de correlación es -1; si existe correlación negativa, siempre que una variable tenga un valor elevado, la otra tendrá un valor bajo. Tal como se muestra en la Figura 5.5.

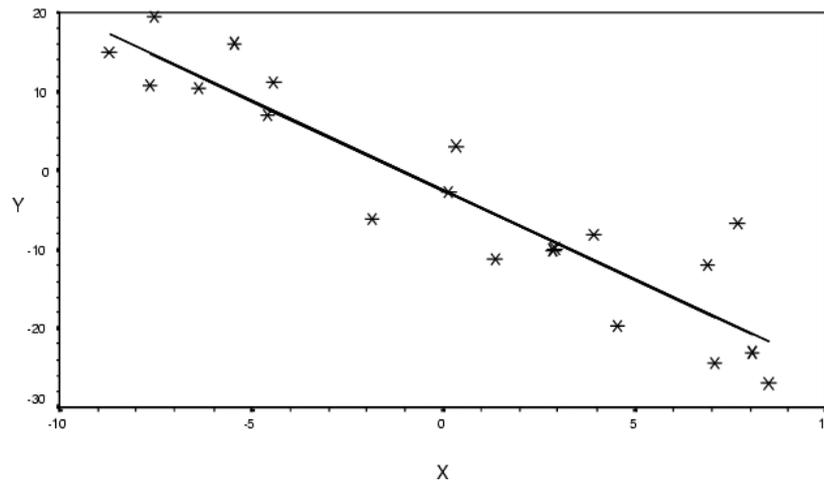


Figura 5.5. Coeficiente de correlación negativo

- Un coeficiente de correlación de 0 significa que las variables no tienen una relación lineal.

2.6.- Mapa del proceso

Herramienta utilizada con mayor frecuencia durante la fase de Medir del DMAMC (y también durante la fase de Definir), el mapa del proceso es una importante herramienta que ayuda a comprender cada aspecto de cada entrada o salida. Ayuda a documentar el proceso para que pueda mantener el control y reducir la variación debida a los cambios con el tiempo.

Las etapas para elaborar el mapa del proceso son muy sencillas pero extensas: se deberá listar todas las entradas y las salidas y (todos los pasos, todos los tiempos de ciclo, etc.) Es justo decir que, por lo general todo tiene asociado un proceso, existen entradas y salidas, con una distribución y una variación que tiene lugar en cualquier escenario que pueda imaginar. Al avanzar con el mapa del proceso, se podrá identificar los factores que proporcionan un valor añadido y los que carecen de dicho valor en sus procesos. Se hará una lista y se clasificará cada paso en este contexto, escarbando más y más profundamente para asegurarse que se ha documentado por completo cada factor que afecta a cada paso en ese proceso. Una vez se conozcan todas entradas y los factores se podrán designarlos como externos e internos y determinar si su efecto es beneficioso o perjudicial. Entonces, se podrá definir las especificaciones operativas y preguntar acerca de las expectativas a lograr para este proceso en particular.

La clave fundamental para elaborar un mapa del proceso es desarrollar una imagen exacta y global del sistema del proceso completo. La herramienta estándar es el diagrama de flujo, un esquema para mostrar operaciones, puntos de decisión, retrasos, movimientos, trasposos, bucles de proceso y controles de inspecciones. Al dividir el proceso en pasos, el diagrama de flujo simplifica el análisis del proceso. Al elaborar un mapa de sus procesos, es igualmente importante plantear dos preguntas clave: para cada paso, se deberá preguntar por qué se hace y cómo se sabe que es beneficioso.

Los símbolos comúnmente utilizados en los mapas de procesos se pueden apreciar en la Figura 5.6, estos son:

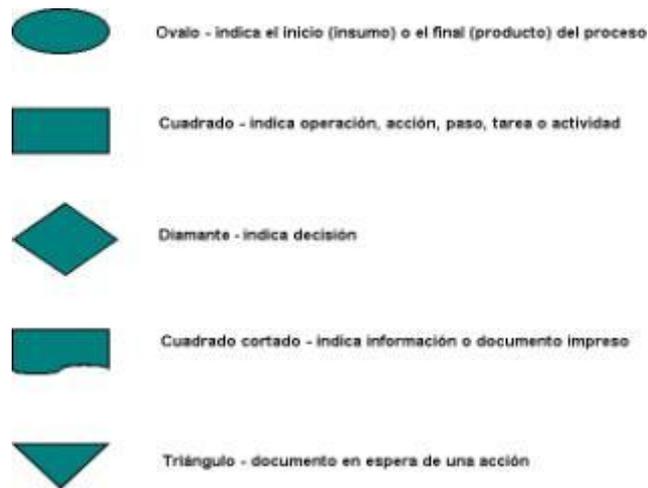


Figura 5.6. Símbolos usados en un mapa de proceso

En una palabra, un mapa de proceso es un documento “vivo”: ayuda a documentar el proceso para que pueda mantener el control sobre los cambios y estar alerta con las variaciones para cuando empiecen a aflorar con el tiempo. En la Figura 5.7 se muestra un ejemplo simple de un mapa de proceso.

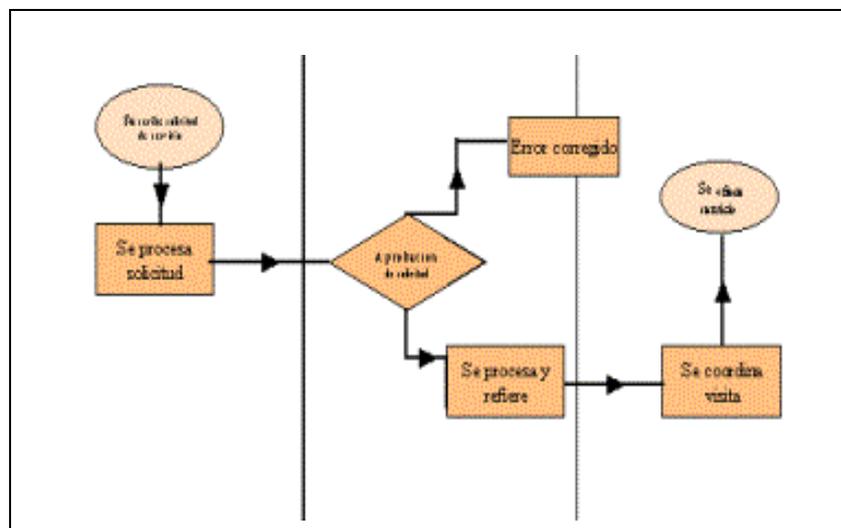


Figura 5.7 Mapa de proceso

Los directivos pueden utilizar el mapa del proceso como un sistema de comprobación para conseguir el resultado deseado. Los mapas de proceso mantienen a los miembros clave del equipo y a los recursos enfocados e involucrados, y les ayuda a identificar los beneficios y las oportunidades de atacar los cuellos de botella, las limitaciones primordiales u otros problemas de materiales. Por último, también pueden utilizarse proactivamente en la eliminación de obstáculos.

2.7.- Análisis del Sistema de Medida (AMS)

El objetivo de esta herramienta clave es asegurar que el sistema de medida sea estadísticamente confiable, que sea tan exacto como preciso cada vez que se utiliza. Realizado durante la fase de Medir, el análisis de sistema de medida (MSA - Measure System Analysis) determina si puede o no realizar una cierta medida, repetirla o reproducirla, usando distintas personas para que realicen la misma medida. Lo ideal es asegurarse de que todos los sistemas de medida funcionen independientemente y correctamente al 100% de las veces; si no, se arriesga a que los datos sean erróneos.

Dentro de las herramientas MSA existe otra herramienta específica, el estudio de repetibilidad y reproducibilidad (R&R), explicado con bastante detalle en el Capítulo 4, que compara los instrumentos de medida con otros. El estudio de R&R, asegura que se mide lo que se piensa que se está midiendo. Analiza las unidades de medida y el número de variables, calibra el instrumento de medida y entonces elige, de forma aleatoria, muestras para medir por distintos operadores. Una vez que las pruebas se completan, el estudio muestra dónde se encuentran los errores y toma acciones correctivas.

El rol del Champion aquí es involucrar a todos los miembros del equipo y acelerar cualquier acción necesaria para corregir su sistema de medida, puesto que el proyecto no puede avanzar sin ello. Nuevamente, para maximizar la inversión considerable de tiempo y de recursos involucrados en un proyecto Seis Sigma, se deberá estar seguro de que se está midiendo lo correcto en forma correcta para obtener resultados correctos.

2.8.- La casa de la calidad – matriz XY

Para la aplicación de esta herramienta, es necesario que se hayan definido quiénes son los clientes externos e internos, que se haya evaluado, la calidad que desean y que se haya analizado el mercado, quedando por abordar la manera de establecer las especificaciones de diseño y de fabricación. Esta herramienta reúne las habilidades de marketing, diseño técnico y fabricación desde el primer momento en que se concibe el proyecto, y asegura que se diseñen productos que reflejen las necesidades y los deseos de los clientes.

Utilizando esta herramienta, las empresas pueden reconciliar las necesidades de los clientes con las limitaciones de diseño y de fabricación. El modelo es muy flexible, y permite a la empresa registrar la importancia que tiene para el cliente cada característica, y la relativa de modificarla. Esto permite realizar compensaciones entre características basándose en criterios objetivos.

Es decir, se puede afirmar que esta herramienta se usa para relacionar los requisitos críticos para la calidad de los clientes (CTQ) con las entradas de su proceso, para estar seguro de que se dispone del conjunto de prioridades correctas en sus actividades de mejora del proceso. Esto se logra realizando un enfoque altamente estructurado hacia el brainstorming (tormenta de ideas).

Los pasos generales para realizar una matriz XY son los siguientes:

- El equipo de proyecto y el Champion pueden hacer un listado con las entradas para un proceso en particular y entonces compararlas con el listado de las salidas que son realmente importantes para sus clientes. Se hace

énfasis en que el propósito de utilizar la matriz XY es el estudiar y comprender la relación entre lo que se introduce en un proceso y lo que el cliente obtiene. La matriz XY permite que su equipo identifique las distancias a cubrir, las áreas de mejora.

- Por tanto, lo ideal es desarrollar una matriz que demuestre que Y es una función de X: alinear las entradas del proceso (las X's) contra las salidas del proceso (las Y's que son funciones de esas entradas).
- Entonces los miembros del equipo evaluarán las entradas en una escala del 1 al 10, en términos de su importancia para el cliente. A continuación, se puntúa las variables de entrada frente a las variables de salida utilizando la misma escala, basada en la relación entre X e Y. Finaliza con un mapa de los factores a la entrada que más afectan al resultado, lo que quiere el cliente.

Con la matriz XY, se trata de priorizar lo que opina y cree la gente acerca de una situación dada. Entonces, se podrá ir y recoger los datos que validarán estas creencias. Nuevamente, no se trata de adivinar, se trata de una reflexión disciplinada de las prioridades de los clientes. La matriz XY es una herramienta direccional; señala lo que se piensa, son las variables sospechosas en un proceso para que pueda empezar a medirlas.

En la Figura 5.8. se muestra como luce una matriz XY para el sencillo ejemplo en el que se le pide a un equipo de mejora definir las especificaciones para un almuerzo ideal, en la fase de control de producción:

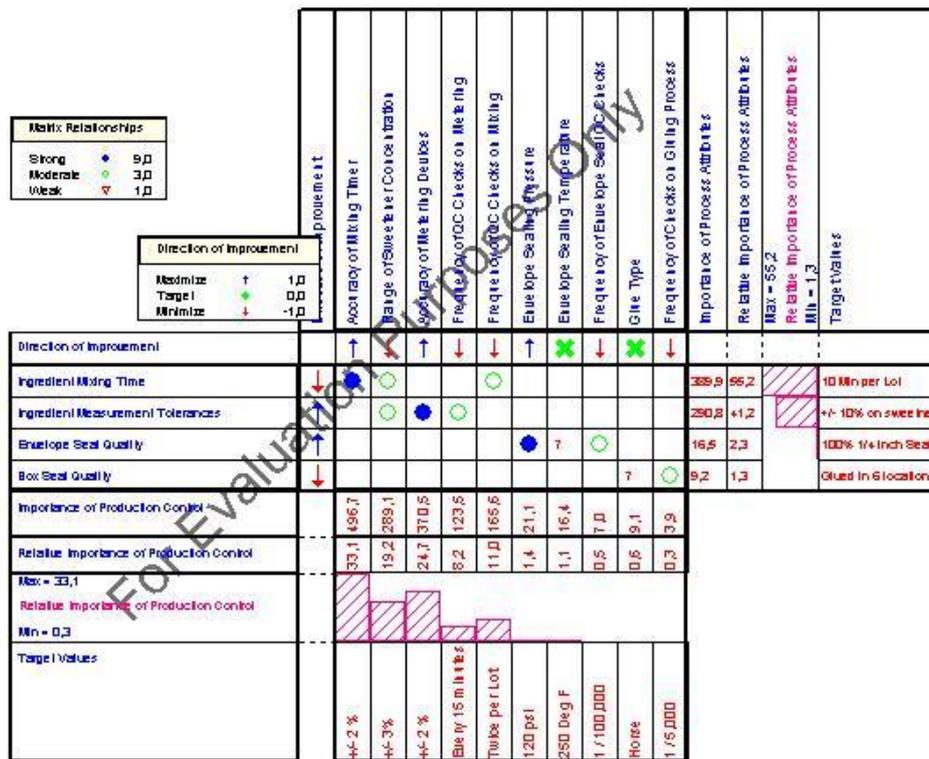


Figura 5.8. Matriz XY

2.9.- Capacidad del proceso

Llegando al final de la fase de Medir en el DMAMC, la capacidad del proceso es una herramienta a utilizar de vital importancia. La capacidad del proceso, definición explicada detalladamente en el Capítulo 2, es la medida de que un proceso sea capaz de cumplir con las especificaciones requeridas y completar las necesidades CTQ de los clientes en una base a largo plazo. Es fantástico poder identificar, medir y arreglar algo de forma inmediata, pero para cosechar realmente los beneficios se deberán conseguir que los arreglos perduren.

Una vez más, a través de una serie de pasos, el análisis de capacidad del proceso establece patrones de desviación a corto y largo plazo y líneas de referencia en el rendimiento para cada uno de los procesos. Esta herramienta determina si el proceso trabaja o no dentro de las especificaciones, muestran cómo disminuir la variación y le ayuda a planificar la dirección necesaria para alcanzar una capacidad óptima y estadísticamente probada.

Es decir, con mucha frecuencia, después de que el histograma muestra que se sigue una distribución normal (Figura 5.1), se inicia un proceso de la capacidad del proceso. El índice de capacidad de proceso (C_p) tiene que ser mayor a 1 para que demuestre ser un proceso capaz (Figura 5.9).

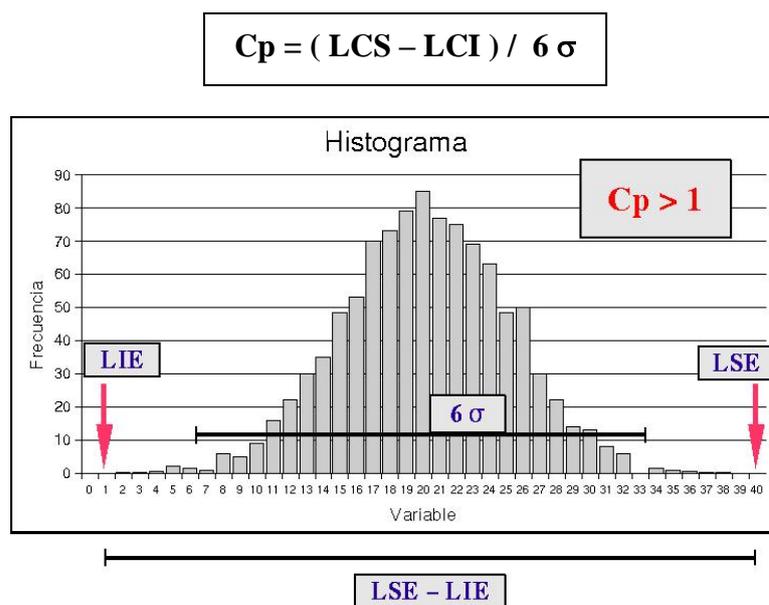


Figura 5.9. Capacidad de proceso

2.10.- Estudio de múltiples variables

Al iniciar la fase de Análisis del DMAMC, puede que se utilice los estudios para identificar las entradas significativas y caracterizar los procesos. Se deberá saber cómo las entradas afectan las capacidades de las salidas de un proceso. Los estudios de múltiples variables estudian las fuentes de variación dentro de una pieza o de un lote, las variaciones de pieza a pieza y las variaciones relacionadas con el tiempo para discernir cuál contribuye en mayor medida a la variación. Caracterizan la capacidad de referencia de un proceso, mientras que en modo productivo, se recogen los datos. Los datos son luego analizados

para determinar las capacidades inherentes y las limitaciones del proceso. Los estudios de múltiples variables comparan cómo las mismas funciones, ejecutadas por distintas personas o en turnos distintos, funcionan a lo largo del tiempo.

El Champion deberá continuar dirigiendo la participación del equipo, buscando un compromiso completo, eliminando barreras y acelerando las soluciones. Al dirigir de este modo, será el primero en conocer cuáles son las pocas variables vitales de la variación y será capaz de dirigir una contención a corto plazo a la vez que investiga soluciones a largo plazo.

2.11.- Análisis del valor (y del no valor) añadido

Una gran ventaja de enfocar la atención en los requerimientos de clientes externos es la habilidad de evaluar los procesos sobre la base de sus actividades de valor añadido. Los procesos de negocio tienden a crecer con el tiempo, y normalmente las tareas añadidas – inspecciones, prestaciones extras, análisis, informes, etc.; resultan en poco o en nulo beneficio para el cliente que paga las facturas.

En cada análisis del valor (no valor) añadido, cada etapa de un mapa de proceso detallado debe ser evaluada en función de su valor real para clientes externos. Nunca será posible eliminar todas las actividades sin valor añadido, ya que algunas están en vigor para proteger el negocio o cumplir con requerimientos legales. Pero este enfoque ayuda en lo que algunos de los clientes llaman “eliminar atrocidades”: eliminar las tareas sin sentido que son innecesarias y que consumen recursos.

2.12.- Análisis del flujo del proceso

Equipado con un mapa o diagrama de flujo del proceso, un equipo DMAMC puede empezar a someter a escrutinio el proceso, buscando redundancias, trasposos pocos claros, puntos de decisión innecesarios y cosas por el estilo. Si se añade datos sobre el proceso, otros problemas pueden aflorar (retrasos, cuellos de botella, defectos y reprocesos). El análisis del proceso puede ser una de las formas más rápidas de hallar claves sobre cuáles son las causas raíz de los procesos.

2.13.- Muestreo

El tomar datos de todo lo que ocurre en un proceso puede ser muy caro y una pesadilla logística. Por suerte, tal como los encuestadores dirán, se puede tomar relativamente pocos datos de un grupo y sacar conclusiones sobre todo él. El muestreo puede dar dinero y aún dar datos excelentes para medir o analizar un problema.

2.14.- Test de Hipótesis

Esta herramienta explicada también en el Capítulo 4, en la mayoría de las veces es aplicada en la fase de Analizar, y se utiliza para obtener decisiones racionales acerca de las causas posibles de un efecto dado.

El test de hipótesis, compara de forma estadística hechos para determinar un valor de probabilidad y aislar los factores “culpables”. A través del proceso de medida de los atributos y de las capacidades y al identificar las variables que puedan afectar el CTQ, se

habrá desarrollado algunas suposiciones o hipótesis acerca de los procesos, de las variables clave y de las áreas objetivo a mejorar. Ahora, mediante una secuencia lógica de pasos, el test de hipótesis define el problema, verifica estadísticamente las suposiciones de los datos, selecciona muestras y determina la probabilidad de que el defecto sea debido a una consecuencia aleatoria o tiene una causa más tangible oculta en el proceso.

Uno de los modos de validar las hipótesis es a través de simulaciones. Los programas de software permiten introducir los datos y realizar un test a las hipótesis del tipo “¿Qué pasaría si?”.

A medida que el proyecto avanza, también lo hace la gestión de esta herramienta, ya que se repite el rol del Champion de mantener a los miembros del equipo involucrados, eliminando obstáculos y sabiendo que los resultados de los tests se producen para mantener el enfoque en la recogida de datos en corto plazo, para desarrollar soluciones a largo plazo.

2.15.- Análisis de Modo de Fallas y Efectos (AMFE)

El Análisis de Modo de Fallos y Efectos (AMFE) es una metodología que permite analizar la calidad, seguridad y/o fiabilidad del funcionamiento de un sistema, tratando de identificar los fallos potenciales que presenta el diseño, y por tanto tratando de prevenir problemas futuros de calidad. Se aplica por medio del estudio sistemático de los fallos (que se denominan modos de fallos) y sus causas, partiendo de sus efectos. El estudio tendrá como objetivo la corrección de los diseños para evitar la aparición de los fallos, estableciendo en lo necesario un plan de control dimensional, como resultado del estudio de los fallos y su corrección, en lo que sea necesario para evitar la aparición de los mencionados fallos.

De la propia definición del AMFE se deduce que se trata de una herramienta de predicción y prevención. La aplicación de este método se puede enmarcar en primer lugar dentro del proceso de diseño de nuevos productos, para los que se aplicará con el fin de validar los diseños desde el punto de vista funcional. En ese sentido, podría aplicarse a continuación de la planificación del diseño por medio de la Casa de la Calidad – herramienta del QFD (Quality Function Deployment).

EL AMFE también es aplicable a la mejora de productos ya existentes, y por otro lado, a los procesos de fabricación, pero extendiéndose a cualquier tipo de proceso, de ahí que sea realmente una herramienta poderosa.

Esta técnica es un método de análisis de fiabilidad cualitativo dirigido a identificar los modos de fallo cuyas consecuencias afectan de forma significativa el funcionamiento del producto en una aplicación determinada. Ese método es muy recomendado para su uso durante las revisiones de diseño del producto y del proceso de producción que efectúa el equipo del proyecto Seis Sigma.

El análisis debe efectuarse durante el diseño del producto y durante el diseño del proceso productivo, identificado mediante dos documentos, separando los potenciales modos de fallo, tanto del producto como del proceso productivo.

Se necesita conocer la estructura del producto para relacionar todos los modos de fallo de sus componentes (efecto por el que se observa un fallo en el sistema) y las posibles causas del fallo.

Como objetivos AMFE se puede señalar:

- Análisis de los fallos que pueden afectar a un producto o sistema y las consecuencias de aquellos sobre éstos.
- Identificación de los modos de fallo, así como la priorización de estos modos sobre los efectos en el producto o sistema de estudio, teniendo en cuenta para ello diferentes criterios.
- Determinación de los sistemas de detección para los distintos modos de fallo, y aseguramiento de los mismos a través de revisiones periódicas.
- Satisfacción del cliente (interno y externo) mediante la mejora de la calidad del proceso o del diseño del producto.

Por lo que hace referencia a los modos de fallo, elementos fundamentales del estudio, se define como la manera en que una pieza o sistema puede fallar potencialmente respecto a unas especificaciones dadas. Asimismo, se considera fallo de un elemento cuando no cumple o satisface unas funciones para las cuales ha sido diseñado. Un fallo puede ocurrir, pero no necesariamente, de ahí que exista la posibilidad de que el cliente no lo detecte, pero debemos considerarlo como tal.

Una función del proceso puede conllevar varios modos de fallo. Éstos se expresan en términos físicos: fatiga, vibraciones, agarrotamiento, corrosión, bloqueo, pandeo, desalineación, circuitos con fugas, etc.

Para cumplir este punto es recomendable comenzar con el repaso de AMFE anteriores, o bien si se trata de un elemento nuevo, con estudios de fiabilidad y AMFE realizados a elementos afines a este nuevo.

También hay que tener en cuenta las condiciones extremas de funcionamiento, para encontrar modos potenciales de fallo, que en condiciones normales de trabajo no aparecerían.

Otros elementos de gran importancia en el AMFE son los **efectos** de fallo. Éstos han tenido lugar precisamente como consecuencia de los fallos, cuando éstos se han dado; por otra parte, los efectos es lo que realmente se percibe como resultado del fallo, y a partir de ellos debe identificarse el modo de fallo; es conveniente que se identifiquen los efectos de forma que estén en consonancia con las observaciones y experiencias del cliente del producto.

De acuerdo con la percepción del cliente, pueden darse las siguientes categorías de fallos:

- Sin consecuencias
- Ligeras molestias
- Descontento
- Gran descontento
- Problemas de seguridad

Los efectos, además, deben ser evaluados globalmente, es decir, a parte de la importancia del efecto por sí misma, hemos de tener en cuenta la repercusión sobre el sistema. Ejemplos de efectos pueden ser combado, ruido, suciedad, ausencia de funcionamiento, fugas, y cualquier otro que pueda ser detectado por los cinco sentidos o por instrumentos de medición y comprobación. Otros elementos, que junto a modos de fallo y efectos son determinantes, son las causas de los fallos.

De hecho, la investigación fruto del AMFE debe dirigirse hacia la identificación de las causas de los modos de fallos y sus efectos, así como a las acciones correctoras.

Las causas de fallos podemos definir las como la manera que el modo de fallos puede ocurrir. Se deben relacionar todas las causas potenciales atribuibles a cada modo de fallos. Estas causas deben ser descritas lo más concisamente posibles en términos claros de forma que permitan llevar a cabo acciones correctivas que vayan dirigidas a esas causas concretas. Por tanto, se ha de evitar cualquier ambigüedad en su descripción. Vibraciones, calor, dimensiones excesivas o cortas, excentricidad, fragilidad, falta de lubricación, sobretensiones eléctricas, etc., serían ejemplos claros de causas de fallos.

Pueden existir una o varias causas para un único modo de fallo. Cuando son varias las causas que afectan a modo de fallo, pueden ser independientes entre sí, pero es más frecuente que exista una relación que liga esa dependencia. Cuando el número de causas es elevado, se hace difícil hallar esta relación de dependencia, entonces es recomendable apoyarse en herramientas estadísticas, de las cuales el DDE (Diseño de Experimentos) que se explica en el siguiente apartado será la más apropiada para los objetivos.

2.16.- Diseño de experimentos (DDE)

Es la herramienta menos conocida por lo general pero la más efectiva de la iniciativa Seis Sigma. El Diseño de Experimentos (DDE) o usando sus siglas en inglés el DOE (Design Of Experiments) puede resultar una ventaja competitiva para las empresas que quieren minimizar la variabilidad de sus productos y procesos.

La adquisición de un conocimiento nuevo, el descubrimiento, requiere habitualmente que ocurra un fenómeno distinto de lo habitual en presencia de un experto capaz de extraer consecuencias tras reflexionar sobre él. Mediante la experimentación se intentan reproducir artificialmente ambas circunstancias. En un entorno competitivo como el actual las empresas que sean capaces de aprender mediante la experimentación gozarán de una ventaja competitiva clara.

Mucha gente desconoce el hecho de que la manera en que se recogen los datos sobre un proceso influye en el grado de dificultad de análisis posterior de esos datos. En realidad existe una gran diferencia entre analizar un conjunto de datos existentes y analizar los resultados de un experimento programado según un DDE. En muchos casos, los datos que no responden a un DDE son inconsistentes porque no están registrados los valores de todas las variables que afectan al proceso ni están definidos los procedimientos con los que se obtuvieron.

En otros casos, ocurre que dos variables del proceso están relacionadas entre sí. Cuando analizamos la respuesta del proceso no sabemos si esa respuesta que medimos depende de una variable, de la otra o de la combinación de ambas.

En esos casos, si sólo se tiene en cuenta el análisis los datos correspondientes a una de las dos variables correlacionadas puede aparecer una relación entre esa variable y la respuesta, que en realidad es falsa – no hay relación causa efecto – porque en realidad la relación existe entre la respuesta y la otra variable.

El DDE es, en la actualidad, una de las herramientas más importantes dentro del marco de la iniciativa Seis Sigma. Aporta una metodología para reducir la variabilidad propia de las características de calidad de los productos, y las que originan los procesos sobre los productos. Constituye un recurso de gran utilidad en la gestión diaria de los procesos que permite aumentar la “capacidad” de las características dentro de las tolerancias impuestas. Su misión es obtener procesos capaces y productos con características capaces.

Uno de los objetivos que persigue cualquier empresa moderna para lograr la competitividad es conseguir productos y servicios de gran calidad y mínimo coste. La calidad es el mejor camino para lograr el éxito y, bien planteada logrará la reducción de costos. En este sentido, el DDE desempeña un papel realmente importante en la optimización de procesos, productos y servicios.

Dentro de lo que pueden denominarse herramientas de mejora Seis Sigma, el DDE se enmarca dentro del grupo de técnicas que persiguen la optimización y la mejora continua. El DDE se emplea en las fases de diseño y planificación de productos, servicios y procesos de fabricación. No obstante, también se utiliza para la mejora de procesos, productos y servicios ya desarrollados.

Con el DDE se entra en la etapa de diseño o mejora de productos y procesos con el objetivo de reducir la variabilidad en la respuesta que interesa. Para ello se identifica primero qué variables o factores afectan a esa respuesta y después se obtiene un modelo de esa respuesta y de su desviación típica en función de las variables significativas.

El DDE suministra al técnico una forma de interrogar al proceso. No obstante, no sustituye al conocimiento técnico ni a la experiencia, pero permite al técnico ser más efectivo a la hora de eliminar la variabilidad en los procesos que afectan negativamente a su calidad.

El DDE es el cambio intencionado de las entradas de un proceso para observar cambios en la salida o salidas del proceso. Un proceso es un conjunto de pasos o una serie repetible de actividades que produce un producto o un servicio. Las entradas son factores que influyen en el comportamiento del proceso. Pueden incluir máquinas, materiales, métodos, personal, factores medioambientales, etc. La salida del proceso es una característica que se registra para determinar la calidad del proceso. Esa salida o respuesta puede ser el número de piezas defectuosas, el tiempo de servicio a un cliente, la altura de una capa metálica, etc.

El objetivo del DDE es mejorar las prestaciones del nuevo producto y de su proceso productivo o proceso que consideramos claves para garantizar la satisfacción del cliente.

Todo producto o proceso presenta una variabilidad respecto a los objetivos previstos – especificaciones- en las magnitudes que definen la calidad del producto. Interesa lograr que la media de las características que se miden en el producto coincida con las

especificaciones deseadas, los valores objetivo con la mínima dispersión o variabilidad; usando términos estadísticos, con la menor desviación estándar posible.

El DDE permite lograr dos objetivos:

- **Detección:** Identificar qué factores de entre todos los técnicamente posibles son las fuentes principales de variabilidad en las características elegidas que garantizan la calidad de las prestaciones del producto o proceso.
- **Modelado:** una vez identificado esos factores, determinar a qué valores deben ajustarse para que las características deseadas logren las especificaciones deseadas con la mínima variabilidad (o desviación estándar) mediante el modelado de la respuesta en función de los factores identificados.

El DDE es necesario porque si intentamos resolver el problema experimentado a base de cambiar el nivel de los factores uno cada vez, dejando los demás constantes, no podemos determinar si existen interacciones entre esos factores, y las interacciones están presentes en muchos casos.

El DDE trata de reducir la variabilidad (desviación respecto a un valor objetivo) de la(s) respuesta(s) de interés que caracteriza(n) nuestros procesos y productos, frente a variaciones de variables o causas a las que se llaman “ruido”. Dependiendo de su origen, estas causas se denominan “ruido interno” o “externo”. En la Figura 5.10 se incluyen ejemplos de ambas clases de ruido.

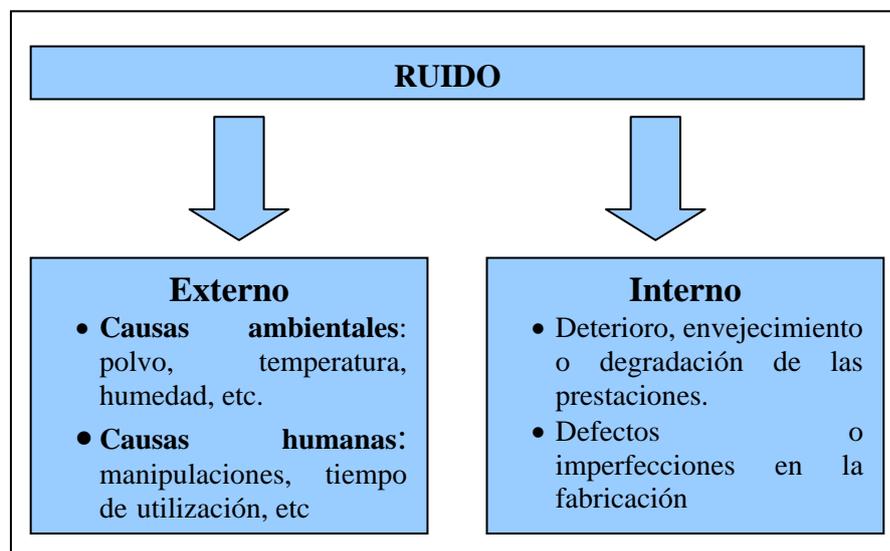


Figura 5.10. Tipos de ruido

El principal beneficio de la reducción de la variabilidad es la obtención de productos y servicios más robustos, insensibles y resistentes al denominado “ruido”, variables tanto internas como externas. En este sentido, se hace especial incidencia en obtener la robustez

de los productos mediante la minimización de los efectos de esas causas, es decir, haciendo insensible la respuesta de interés a las variaciones de las variables “ruido”.

2.17.- Plan de Control

Esta clase de herramienta se utiliza en la fase final del DMAMC, la fase de Controlar. Proporciona una descripción escrita del sistema para controlar las partes y los procesos. Pero un plan de control es mucho más que recitar hechos y pasos.

Mejora la calidad al realizar una evaluación minuciosa de las características del proceso y las fuentes de variación. También ayuda a incrementar la satisfacción del cliente, al enfocar los recursos en las características del proceso y producto importantes para el cliente. Mejora la comunicación al identificar y comunicar los cambios en las características de los procesos, el método de control y en la medida de las características.

Un plan de control es una evaluación detallada y una guía para el mantenimiento de todos los cambios positivos que el Champion, el Black Belt y el equipo de proyecto han evaluado. Asegura que todo su análisis y esfuerzo conservan su efecto y que se dispone de la información para prevenir una recaída o un retorno a estándares de actuación subóptimos.

Un punto importante a recordar es el siguiente: para que Seis Sigma funcione, el proceso debe estar bajo control. Si el proceso está fuera de control, medidas como la media y la capacidad del proceso tiene poco significado.

2.17.1.- El gráfico de control

Es una herramienta fundamental en el control estadístico de un proceso: indica el rango de variabilidad incorporado en el proceso (conocido como la variación de causa común). Por tanto, ayuda a determinar si un proceso opera de forma consistente o si una causa especial ha provocado el cambio en la media o la varianza.

Los límites de gráfico de control están marcados por los límites de control superiores e inferiores, tal y como ligeramente se describió en el Capítulo 2 cuando se menciona el ejemplo de la empresa de chifles. El límite de control inferior (LCI) y el límite de control superior (LCS) marcan los límites inherentes mínimo y máximo de un proceso. Los puntos de datos que caigan fuera de estos límites representan variaciones debidas a causas especiales; estas causas pueden normalmente identificarse y eliminarse. Por el contrario, la mejora en la variación de las causas comunes exige cambios fundamentales en los procesos.

Se considera que un proceso está bajo control si toda la variación es aleatoria y si se ajusta a las tres reglas básicas siguientes:

- No hay ningún punto de dato fuera de los límites de control.
- No hay ninguna secuencia de 7 puntos de datos ascendiendo ni descendiendo (evidencia de que se está produciendo un movimiento en el proceso).

- No hay tendencias de 7 puntos de datos por encima o por debajo de la media (evidencia de que se está produciendo un movimiento en el proceso).

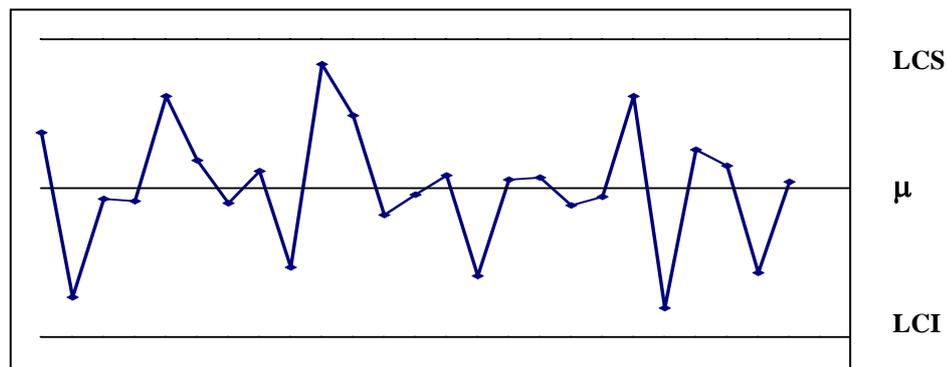


Figura 5.11. Gráfico de control en un proceso bajo control

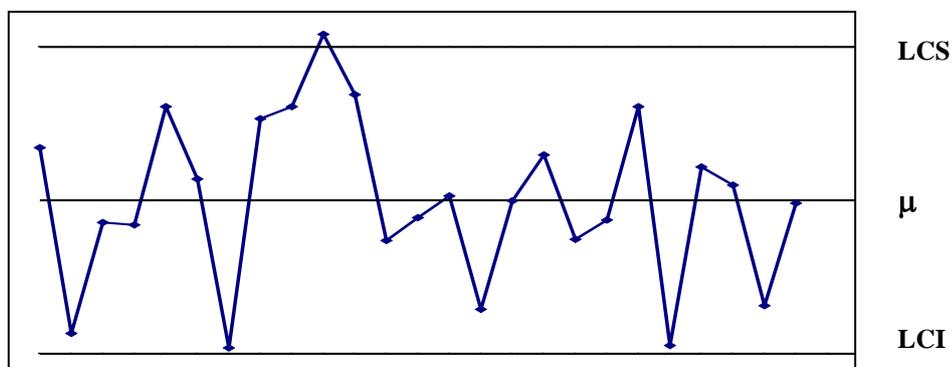


Figura 5.12. Gráfico de control en un proceso fuera de control

A continuación se enuncia algunas preguntas importantes a hacer en la fase de Controlar:

- ¿Qué es el plan de control?
- ¿Se utilizan los gráficos de control?
- ¿Cómo se controlarán las lecturas de los gráficos de control para seguir la evolución de las prestaciones?
- ¿Se proporcionará una formación específica para la interpretación del gráfico de control?
- ¿Cómo conseguirán los equipos mantener los beneficios?
- ¿Qué entradas y salidas claves medirán el equipo periódicamente?
- ¿Cómo comprobará el equipo las variables en la entrada, en el proceso y en la salida para descubrir condiciones subóptimas?
- ¿Cómo mantendrá el equipo al día los cambios en las expectativas del cliente y las utilizará para mejorar el proceso?

Hay que recordar que en la fase de Controlar, se necesita asegurar, una vez más, que todos los miembros del equipo estén involucrados. Además, se debe asegurar que se sigue el procedimiento de control y que existen medidas de responsabilidad relacionadas con él.

Por último, se querrá que el personal sea responsable del plan y que se sientan propietarios de su éxito duradero.

2.18.- Métodos de Gestión de Proyectos

Que se haya analizado un problema, no significa que sea capaz de implantar una solución. Las empresas Seis Sigma reconocen muy pronto la importancia de tener fuertes habilidades de gestión de proyectos: planificar, controlar, comunicar, dirigir al personal. Las herramientas técnicas de gestión de proyecto como son los Diagramas de Gantt-planificación temporal- son también importantes.

2.19.- Análisis de problemas potenciales

Estos es uno de los métodos claves de prevención que se aplican tanto al implementar nuevos procesos como al manejarlos día a día. Empieza listando (mediante una tormenta de ideas) los muchos puntos que pueden fallar. Luego, el potencial de esos problemas se prioriza. Finalmente, los de mayor riesgo se protegen mediante la búsqueda de formas que impidan que ocurran, así como mediante formas de limitar el daño si ocurren (se llaman “contingencias”).

2.20.- Análisis de grupos afectados

Un cambio complejo puede afectar a mucha gente. Los equipos o líderes con experiencia reconocen que pueden esperar que un cambio tenga éxito sólo si consideran las necesidades y perspectivas de las varias partes involucradas: de los grupos afectados. Su análisis requiere la identificación de la gente y los grupos cuya necesidad hay que tener en cuenta, sus probables puntos de vista sobre el proyecto o sobre la solución y acciones para ganar sus ideas y/o apoyo.

2.21.- Diagrama de Campo de Fuerzas

Un campo de fuerzas muestra la relación entre factores que ayudan a promover un cambio y aquellos que se oponen o crean resistencia en contra. Como el análisis de los grupos afectados, el campo de fuerzas se usa para desarrollar planes que ayuden a lograr apoyo para un cambio crítico.

Tras revisar brevemente este capítulo, se puede concluir que Seis Sigma tiene muchas herramientas que ayudan a la gente a tomar mejores decisiones, resolver problemas y gestionar el cambio. Pero hay que tener cuidado con pensar que Seis Sigma y las herramientas son la misma cosa. El usar demasiadas herramientas, hacerlas demasiado complicadas o el pedir que se usen cuando no son útiles, puede dañar los objetivos Seis Sigma tanto como el no usarlas. Se resume el tema con estas sugerencias para los usuarios de las herramientas Seis Sigma:

- Usar las herramientas que ayuden a ejecutar el trabajo.
- Mantener el proyecto tan simple como sea posible.
- Parar y probar con otra herramienta, cuando la primera no sea útil.

Capítulo 6

Ahora que en los anteriores capítulos se ha explicado acerca de las bases, metodología, equipos de trabajo y herramientas del sistema de dirección Seis Sigma, la pregunta es: ¿Es posible en el Perú entregar los bienes de mayor calidad al menor coste y compensar a sus empleados justamente? La respuesta es un **SÍ** rotundo. Si en el Perú se implementa Seis Sigma y se mantiene a lo largo del tiempo es suficiente para alcanzar estos objetivos.

Hay que recordar que es una fórmula suficientemente sencilla: proporcionar al cliente lo que quieren y cuando lo quieren a un precio competitivo. Es decir, atendiendo los factores críticos para con la calidad (CTQ), la empresa podrá emerger como el proveedor de mayor calidad a un menor coste.

Al mismo tiempo, es necesario recordar que es primordial que se retenga al personal en el que se ha invertido tiempo y formación, y eso se consigue del mejor modo compensando y premiándolos con salarios y bonos que reflejen fielmente su alto valor. Al hacerlo, se estará demostrando el nivel de compromiso, al enviar un mensaje claro de que se espera resultados y de que se hará lo que se deba para conseguirlos. De esta forma se demuestra que el compromiso no es teórico. Al presionarles para que obtengan resultados y entregándoles compensaciones competitivas, se estará en efecto dando a entender que se les toma en serio, que la dirección se compromete a mantener las satisfacciones siempre y cuando ellos se comprometan con las satisfacciones del cliente al poner en práctica Seis Sigma a tiempo completo y como principal objetivo.

Para comprender mejor cómo la teoría se transforma en aplicaciones reales, cómo se puede utilizar Seis Sigma para disminuir los defectos e incrementar la rentabilidad, ayuda el hecho de examinar casos reales de empresas que aplican Seis Sigma en el Perú.

¿Dónde está el inconveniente? No existe ninguno, todos los factores CTQ se cumplen y sostienen. Tal y como comentó el gigante de los automóviles Henry Ford, el entregar productos de la mayor calidad con el menor costo por parte de trabajadores bien pagados

es la regla empresarial más importante y sencilla de todas, y es una regla que dará lugar a resultados continuos. En todos los temas de definiciones, fase, selecciones de proyectos, herramientas estadísticas y formación de personal que se ha explicado hasta este punto, la línea de referencia de Seis Sigma es asegurar que el balance final siga aumentando, devolviendo ingresos ocultos a la hoja de balance y propulsando la productividad en cada nivel.

Bien, por tanto, “¿Dónde esta la prueba?”. Esto es lo que se va a ver en este capítulo. Se va a mostrar ejemplos recientes de cómo se aplica Seis Sigma a empresas en el Perú. Esto será una prueba positiva de que Seis Sigma funciona también en este país.

Se tuvo entrevistas con tres importantes empresas de gran trayectoria a nivel nacional. En Telefónica del Perú S.A. la persona encargada de explicar la implementación del sistema fue el Sr. Javier Bereche¹². En Ferreyros S.A. fue el Sr. Augusto Ayesta¹³ y en BHP Billiton Tintaya S.A. la Srta. Silvia Boulanger¹⁴.

1.- Telefónica de Perú S.A.

1.1.- Información sobre la empresa

Telefónica es un operador global e integrado de soluciones de comunicación. Es líder en el mercado de habla hispana y portuguesa y una de las diez mayores operadoras del mundo por capitalización bursátil. Tiene 115 millones de **clientes**, en un mercado potencial de 500 millones. Su presencia es significativa en **13 países**, uno de ellos el Perú, si bien realiza operaciones en más de veinte.

Telefónica es una empresa totalmente privada. Cuenta con más de 1,6 millones de accionistas directos. Sus acciones cotizan en el mercado continuo de las bolsas españolas (Madrid, Barcelona, Bilbao y Valencia) y en las bolsas de Londres, París, Frankfurt, Tokio, Nueva York, Lima, Buenos Aires, São Paulo y SEAQ Internacional de la Bolsa de Londres. Sus filiales Telefónica Móviles, TPI (Telefónica Publicidad e Información) y Terra también cotizan en bolsa.

1.2.- ¿Cómo nace la idea de aplicar Seis Sigma en la empresa?

Telefónica del Perú tiene una tradición en el uso de diversas sistemáticas, estando además en continua prospección y evaluación de las metodologías existentes y de nueva aparición en el mercado. La fuerte apuesta que han hecho por la calidad los ha impulsado a querer ir más allá de sus límites actuales y buscar soluciones innovadoras, que les permitan incrementar el binomio eficacia-eficiencia de manera radical: buscar la máxima satisfacción del cliente al menor coste posible puede parecer utópico, pero es un norte revelador.

¹² **Javier Bereche** es Administrador de Empresas por Universidad de Piura (UDEP) y es Magister en Dirección y Gestión de Empresas por UDEP. También es Black Belt de Telefónica del Perú.

¹³ **Augusto Ayesta** es Ingeniero Mecánico por la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) con estudios de Post Grado en Gestión Minera de la Universidad del Pacífico. Black Belt y Master Black Belt certificado por la Caterpillar University. Actualmente es Gerente Seis Sigma Master Black Belt en Ferreyros S.A.

¹⁴ **Silvia Boulanger** es Ingeniera Industrial y de Sistemas por la Universidad de Piura. Actualmente trabaja en el área de Recursos Humanos de BHP Billiton S.A.

El abanico de tecnologías para acometer cualquier mejora es enormemente amplio. Sin embargo, algo que en principio debería ser conceptualmente simple, como resolver un problema, llevado a la práctica puede complicarse hasta el extremo de incluso empeorar las cosas. Tras un análisis detallado de las diferentes opciones disponibles, se han identificado algunos problemas más comunes en este tipo de prácticas. Para todos ellos, Telefónica del Perú encontró que Seis Sigma ofrece soluciones específicas, lo que ha sido uno de los determinantes de su implementación final en la empresa.

Para Telefónica del Perú la calidad puede llegar a ser un negocio rentable, no sólo en la forma tradicional de mejora de los servicios y de la imagen exterior, sino directamente con un fuerte *impacto en la cuenta de resultados*.

En esta decisión también influyeron los numerosos y conocidos éxitos tras tres años de implementación de la metodología Seis Sigma en Telefónica de España. En España entran al tercer año de implementación de esta metodología. En el primer año Telefónica de España contó con 12 proyectos, en el segundo año hubo 100 proyectos y actualmente se vienen ejecutando 300 proyectos. Es así como en marzo del 2004 se inició en Telefónica del Perú un proceso de cambio de filosofía, a la filosofía de gestión Seis Sigma.

De esta forma Telefónica del Perú asegura que ser competitivos en el mercado es imprescindible para ser más eficiente, pero no suficiente. La clave del éxito de esta empresa moderna es que sabe hacia dónde debe dirigir todos sus esfuerzos, hacia el cliente, y lo tiene presente en todo el momento.

1.3.- Seis Sigma en la actualidad en Telefónica

Se denomina “ola de proyectos” al conjunto de proyectos realizados por los Black Belt en la empresa. Como ya se ha explicado anteriormente, estos proyectos tienen una duración de 4 a 6 meses, y de igual forma se vienen desarrollando en esta empresa. En la primera “ola de proyectos” Telefónica del Perú a nivel nacional contó con 8 Black Belts que junto con sus respectivos equipos de trabajo (18 miembros aprox.) desarrollaron 10 proyectos de mejora. Actualmente Telefónica del Perú se encuentra en pleno proceso de selección de 14 Black Belt más para efectuar más proyectos Seis Sigma en lo que sería la ejecución de su segunda “ola de proyectos”, se espera realizar 35 proyectos para este segundo período.

El éxito de esta primera “ola de proyectos” fue rotundo, tanto que si el Comité de Dirección en algún momento se mostró dubitativo, ahora está convencido radicalmente de los grandes beneficios que significa la implementación de los proyectos Seis Sigma en la empresa.

Telefónica del Perú apuesta por el sistema Seis Sigma, en lugar de un sistema de TQM (Total Quality Management) porque considera que a pesar que un sistema TQM implica una mejora continua en busca de la calidad, no escucha al cliente. En cambio el sistema Seis Sigma lo hace mediante el VOC (Voice of Customer). Los proyectos escogidos a desarrollar son los que significan mayor aumento de la satisfacción de los clientes en lo que ellos priorizan como requerimientos principales de los bienes o servicios que la empresa puede brindar. Además de lo caro y el largo tiempo que toma implantar un TQM.

1.4.- Equipos de Mejora en Telefónica del Perú

Estos equipos de mejora son liderados por un Black Belt, el cuál es elegido mediante un difícil test denominado PI (Preductive Index) y entrevistas con el departamento de Recursos Humanos y la consultora que los apoya a implementar este sistema. La consultora que trabajó con Telefónica del Perú en la primera “ola de proyectos” fue Ernst & Young, cuenta con los servicios de un Master Black Belt, de nacionalidad argentina, está certificado por la Coca Cola Company con 127 proyectos de éxitos en su haber.

Todo el equipo de mejora recibió capacitación en la metodología Seis Sigma, cada miembro en distinta profundidad dependiendo de su rol.

El Black Belt en Telefónica del Perú utiliza el 100% de su tiempo en la elaboración de sus proyectos y son personas que se encontraban en el nivel de gerentes o a veces hasta subgerentes. El Black Belt recibe una formación en la metodología Seis Sigma de 4 semanas aproximadamente. Pero esta capacitación es intermitente, es decir, se les capacita 1 semana y ellos tienen que volver al trabajo a aplicar lo que se haya aprendido, y así sucesivamente hasta terminar el tiempo de capacitación, tal y como lo sugieren los grandes gurús involucrados con el tema.

Mientras que los Green Belts ocupan el 50% de su tiempo en la participación en Seis Sigma, su capacitación es más corta. Los Green Belt son personas que ocupan los puestos de supervisores. También se capacitan a los dueños de los procesos durante una semana y media.

Telefónica del Perú cuenta con equipos de mejora de aproximadamente 18 personas por equipo, en dónde se encuentran personas de todas las sedes del Perú. Esto se hace con la finalidad que la solución de mejora sea implementada en todas las sedes del país, ya que el involucramiento de estos miembros del equipo garantizarán que la implantación y seguimiento de la mejora sea ejecutada correctamente.

En Telefónica del Perú se considera un proyecto de “nivel” Black Belt si el ahorro esperado supera los US\$ 500 000 y el problema no tiene solución simple a la vista. Se considera un proyecto de “nivel” Green Belt si el ahorro está del orden de US\$ 150 000 – US\$350 000. Muchas veces los proyectos Green Belt aparecen en el camino de la resolución de los proyectos iniciales.

En Telefónica del Perú se recomienda que los primeros proyectos realizados por un Black Belt sean de su misma área; los siguientes a realizar sí podrán ser problemas de otras distintas áreas de la empresa.

1.5.- Herramientas de mejora en Telefónica

Las herramientas utilizadas en esta primera “ola de proyectos” han sido en su gran mayoría las ya explicadas en el Capítulo 5. Brevemente se explica a continuación las más usadas en cada una de las fases de implementación del sistema Seis Sigma en Telefónica del Perú.

Etapa de Definir

- Mapeo del Proceso
- Matriz SIPOC (Proveedores-Entradas-Proceso-Salidas-Cliente)

- Matriz de priorización

Etapa de Medir

- DOE (Diseño de Experimentos)
- Análisis de Correlación
- AMS (Análisis de Sistemas de Medida)
- Diagrama de Pareto

Etapa de Analizar

- Diagrama de Pescado (Diagrama de Ishikawa)
- Diagrama de Pareto
- Matriz de Severidad vs Ocurrencia
- Xi Cuadrado

Etapa de Mejorar

- Matriz de Soluciones
- AMFE (Análisis de Modo de Fallas)

La mayoría de estas herramientas se pueden desarrollar con la ayuda de un sencillo software que usa la empresa, el Minitab, aplicado para desarrollar las herramientas de la estadística aplicada.

1.6.- Proyectos más importantes

- **Reducción del tiempo de espera en la atención de clientes de las oficinas comerciales de, 22 minutos a 12 minutos.-**

Esto significó un enorme aumento de la satisfacción del cliente. Este proyecto incrementó la mejora del nivel sigma de calidad de 3,4 sigma a 4,6 sigma.

La pregunta ahora es ¿Por qué no llegar a un nivel 6 Sigma si se tiene las herramientas y metodología? La respuesta viene dada por el análisis de conveniencia. Es decir, mediante una rigurosa recolección de datos, se demuestra que la satisfacción del cliente no aumentará más significativamente si se llegase a aumentar el nivel de sigma. En la etapa de medir, se había determinado que el cliente peruano tolera la espera de 12 minutos.

- **Reducción de la devolución de los equipos “Speedy” de 22% a 11%.-**

Este proyecto aparte de lograr un significativo aumento de la satisfacción del cliente, implicó un ahorro de los costos de calidad. Finalmente hubo un balance positivo, al cabo de tan sólo 2 meses de la mejora implantada los ahorros llegaban los US\$ 200 000.

2.- Ferreyros S.A.

2.1.- Información de la empresa

Enrique Ferreyros Ayulo y un pequeño grupo de socios fundaron en 1922 la empresa Enrique Ferreyros y Cía, la cual se dedicó en sus primeros años de operación a la comercialización de productos de consumo masivo, atendiendo al mercado de abarrotes. Veinte años más tarde la empresa experimenta un giro trascendental, cuando toma la decisión de asumir la representación de Caterpillar Tractor Co. en el Perú. A partir de este momento la compañía empieza a incursionar en nuevos negocios y a redefinir su cartera de clientes, marcando así el futuro desarrollo de toda la organización.

Dos décadas después, otras líneas de máquinas y equipos como Massey Ferguson le encomiendan su representación, sumándose a esta más adelante marcas como Ingersoll Rand, Chevrolet, Kenworth y otras.

En 1996, la empresa modifica su antigua razón social por la de Ferreyros S.A., como parte de un proceso de modernización a fin de reflejar la nueva estructura accionaria.

Este cambio fue reforzado por la introducción de una nueva imagen, en la que se introduce el símbolo Magis “Más”, que resume el compromiso de la empresa por ofrecer cada día más valor, más servicio y respaldo total a sus clientes.

2.2.- ¿Cómo nace la idea de aplicar Seis Sigma en la empresa?

Las necesidades de los clientes constituyen para Ferreyros el punto de partida para un trabajo eficiente y de calidad. En la búsqueda permanente de soluciones rápidas y competitivas, la empresa ha puesto en marcha el programa Seis Sigma, orientado precisamente a determinar lo que el cliente quiere y a elaborar un plan estratégico para atender dicha demanda de forma adecuada.

Augusto Ayesta, Gerente Seis Sigma Master Black Belt y responsable institucional de Seis Sigma en Ferreyros, explicó que la iniciativa de adoptar el programa Seis Sigma nació de Caterpillar, principal socio comercial de Ferreyros. Caterpillar lo adecuó y aplicó primero a nivel interno, durante los años 2000 y 2001 y a partir del 2002 comenzó a aplicarlo en algunos distribuidores piloto y proveedores. Ferreyros fue uno de los primeros distribuidores en el mundo en llevar a cabo dicho programa.

"Desde el punto de vista técnico, este programa se basa en el análisis de los procesos, la información y la mejora; desde el punto de vista del cliente, está orientado a resolver sus necesidades; primero a conocerlas, para saber cuáles son las oportunidades de mejora en los productos o servicios que brindamos. El objetivo es que nuestro trabajo esté libre de defectos", refirió el ejecutivo.

Precisó que una vez que se conoce cuáles son las necesidad del cliente, qué productos o qué servicios le interesan, se analiza la información, obtenida a través de encuestas o de la propia percepción de los empleados y vendedores, se analizan los procesos que impactan en estos requerimientos y se establecen proyectos para mejorar los problemas que se han detectado.

"El programa fue lanzado en febrero del 2003, en esa primera “ola de proyectos” se desarrollaron cinco; en la segunda mitad del mismo año los proyectos atendidos llegaron a ser diez”, agregó.

Se recuerda mucho las palabras del Sr. Tito Otero, líder ejecutivo, cuando paralelamente a la implantación del sistema Seis Sigma se celebraban los 80 años de la empresa. "Estos 80 años significan un umbral para Ferreyros y uno de los factores que nos van a permitir ser considerados la mejor empresa del Perú, es el programa Seis Sigma", destacó aquel alto ejecutivo.

"El objetivo final de este programa es contar con un cliente más satisfecho y más motivado a seguir contando con Ferreyros. Asimismo, vamos a ser capaces de reducir nuestros costos, mediante procesos y sistemas más eficientes", señaló Ayesta, para luego indicar que también los empleados y trabajadores se sienten mejor con la labor que realizan, porque van descubriendo que su trabajo es cada vez más productivo.

2.3.- Seis Sigma en la actualidad en Ferreyros

Para Ferreyros Seis Sigma permite mejorar la calidad en todos los niveles de la empresa, por lo tanto en la actualidad no es un programa aislado, sino que involucra la participación de la gerencia general, así como de todos los gerentes y trabajadores de la compañía.

Ayesta indicó que, teniendo en cuenta que a pesar de encontrarse en su tercer año de implantación del sistema Seis Sigma no se pueden desarrollar todos los proyectos a la vez, se da prioridad a los más importantes, es decir los que tienen el mayor impacto en la satisfacción de los clientes y en los resultados económicos y financieros de la empresa.

También refirió que otro aspecto que destaca de este programa es que compromete en su ejecución y planeamiento a todo el equipo gerencial. Actualmente se encuentra ya alineado el planeamiento y la estrategia de la empresa con Seis Sigma. "Este sistema ayuda a que la estrategia de la empresa se enfoque de manera más efectiva en los temas más importantes", manifestó.

Dentro de la organización del Seis Sigma se pueden identificar a los Black Belt (cinturones negros) quienes son los líderes de los proyectos y estarán dedicados a tiempo completo a esta labor. Ellos recibieron entrenamiento intensivo especializado en el extranjero por la CAT University. Después de esta capacitación ellos dominan a la perfección la metodología DMAMC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar). Al igual que hacen otras empresas, los primeros proyectos realizados por estos Black Belts estaban íntimamente relacionados con su misma área. Para luego pasar a resolver proyectos de otras varias distintas áreas de la empresa.

2.4.- Los equipos de mejora de Ferreyros

Actualmente existe 10 Black Belt que ocupan el 100% de su tiempo en el desarrollo de proyectos Seis Sigma, estos deberán realizar alrededor de 70 proyectos en el presente año. Se espera que dentro de los siguientes 3 años el 3% de todo el personal de la empresa sea un Black Belt. Los Black Belt son considerados en Ferreyros como unos "detectives de la investigación" que también tienen como función verificar los datos que los miembros del equipo van presentando conforme se desarrollan estos proyectos en el tiempo. Una característica muy importante que debe poseer un Black Belt es el dominio avanzado de software como el Vizio, Project Management y Minitab.

En estos equipos de mejora son multidisciplinarios, sin embargo debe haber por lo menos una persona que domine el proceso que se está tratando de optimizar. Esto ayudará enormemente a la hora de seguir la metodología que encontrará la solución para aumentar la satisfacción del cliente y/o reducir los costos de calidad.

2.5.- Metodología de mejora en Ferreyros

A continuación se muestra algunos puntos dentro de la metodología DMAMC que Ferreyros considera más importantes durante su aplicación en la empresa.

Definir

- Presentar “Project Chart” al inicio del proyecto.

Medir

- Medir para poder determinar luego si hubo éxito o no en las mejoras implantadas.
- Medir todo lo que se pueda medir y si no hay data, generarla.

Analizar

- Averiguar la “causa raíz” del problema.

Mejorar

- Eliminar los ruidos externos e internos que puedan haber antes de iniciar alguna mejora.
- Averiguar si la mejora es perjudicial para otros procesos (análisis de riesgos).
- Informar el plan de implementación al Líder Ejecutivo.
- Hacer un piloto de solución antes de implantar.

Controlar

- Responsabilizar a los dueños de los procesos de la aplicación de las mejoras.

Existe mucha tentación por eliminar los pasos y pasar directo a la etapa de mejorar, sin embargo, está demostrado que la mejor manera de encontrar soluciones óptimas es seguir fielmente la metodología dinámica del sistema Seis Sigma.

2.6.- Los proyectos de mejora más importante

Estos equipos de mejora en Ferreyros están en la capacidad de resolver problemas que no tienen solución aparente, sin embargo, poseen mucha data disponible. Los proyectos más importantes que se realizaron y significaron mayor reducción de costos y a la vez aumento en la satisfacción del cliente fueron:

- Eliminar reparaciones del taller de mantenimiento.
- Incrementar ventas de oficina comercial en Arequipa
- Reducción de fallas de maquinaria rentada.

Estos proyectos han hecho que la calidad en nivel sigma pase de 3,6 sigma a 4,2 sigma. Ferreyros considera muy difícil alcanzar el nivel Seis Sigma, sin embargo, su esfuerzo y dedicación es para alcanzarlo en un largo plazo.

Ferreyros acepta que hubo mucha resistencia durante los inicios de Seis Sigma, pero luego los resultados hicieron que los escépticos cambiaran de posición frente a esta metodología.

Se acepta también que se desarrollan todo tipo de proyectos. Hay buenos, malos y regulares. “Si buscamos la perfección, debemos ser tolerantes al fallo...” afirmó finalmente el Sr. Ayesta.

3.- BHP Billiton Tintaya S.A.

Tintaya, un productor de concentrado y cátodo de cobre, se encuentra en la provincia Espinar, a aproximadamente 260 kilómetros de Cuzco y Arequipa, a 4100 metros sobre el nivel del mar. Originalmente propiedad del Estado de Perú, el depósito empezó su producción en 1985. La producción actual de cobre es de 86.000 toneladas de cobre en concentrado por año. Desde el foso a cielo abierto que contiene mineral sulfuro de cobre, se extrae concentrado de cobre por medio de un proceso de flotación. Luego el concentrado se transporta al puerto de Matarani donde se embarca a los mercados de todo el mundo.

Un proyecto de ampliación de óxidos con valor de US \$138.2 millones se desarrolló y logró empezar la producción comercial en junio del 2002. La planta de óxidos es una instalación SX/EW de lixiviación de cobre para el procesamiento de reservas de óxido. La planta de óxido producirá de 34.000 toneladas de cátodo de cobre por año.

3.1.- Los equipos de mejora en BHP Billiton Tintaya S.A.

A diferencia de las dos empresas referidas en los apartados anteriores, el equipo de mejora Seis Sigma en Tintaya difiere levemente respecto a las denominaciones de los miembros que lo conforman. En Tintaya también existen lo que ellos denominan Yellow Belts y White Belts. Cuyas funciones son las siguientes:

- **Yellow Belts.-** son los puntos estrella de los equipos de trabajo cuando una idea de mejora tiene oportunidad de llevarse a cabo. La idea es que tengan contacto directo con los Green Belt y los Black Belt y mostrarán el camino al grupo.
- **White Belts.-** se les brinda un conocimiento general de Seis Sigma para que den ideas de mejoras, como por ejemplo al momento de realizar los *brainstorming*. Su cargo está al nivel de operarios, empleados.

Casi todos los Cinturones Negros han sido ya acreditados, los Maestros y Master Black Belts recibirán su certificación a fines de diciembre del presente año.

En BHP Billiton Tintaya la evaluación y calificación de los proyectos implementados en toda la empresa minera están a cargo del equipo de Seis Sigma, liderado por Juan Carlos Montjoy¹⁵, quién destacó el trabajo realizado por los equipos de Óxidos el año pasado del 2004.

¹⁵ **Juan Carlos Montjoy** es Superintendente General de Knowledge Service, Seis Sigma y Planeamiento Corporativo de BHP Billiton S.A.

3.2.- Seis Sigma en la actualidad en Tintaya

En el año fiscal 2004, se dirigió la implementación de Six Sigma desde el Comité Ejecutivo, demostrando que Tintaya BHP Billiton es una empresa comprometida con Seis Sigma. El CSG (Customer Sector Group) “promociona” el programa en las instalaciones. Quieren aumentar la tasa de mejoras y asegurar que los efectos de los proyectos exitosos se difundan a través del CSG y al resto de BHP Billiton.

En la actualidad afirman que tienen una gran cantidad de datos por todas partes. Sin embargo, desean anticiparse al momento en que puedan decir con orgullo que BHP Billiton no sólo es “rica en datos” sino que su rápida ejecución de proyectos de perfeccionamiento se basa en que todo su personal convierta los datos en información significativa y luego en acción. Para Tintaya las grandes ideas y soluciones necesitan implementarse rápidamente si quieren lograr mejoras impresionantes.

En el futuro podrían cruzarse de brazos y decir que saben cómo hacerlo y sólo repetir lo que hicieron el año pasado. Sin embargo, en Tintaya se busca que todos asuman el desafío mayor de apoyar a todos los Jefes de Proyectos y Dueños de Proceso en las instalaciones que han solicitado tener más ingerencia en las actividades de Seis Sigma.

Asimismo, desean ver que se aprenda de los proyectos del resto de la Compañía para que no desperdicien su tiempo “inventando” una vieja solución. Necesitan ubicar, mejorar e implementar activamente las ideas de otros, ¡y sentirse orgullosos cuando otros hacen lo mismo con sus soluciones!

3.3.- Los proyectos de mejora más importante en Tintaya

El año pasado, una de las divisiones de Tintaya, Base Metals, ejecutó más del 40% de todos los proyectos de BHP Billiton Diego Hernández¹⁶, comenta que observó excelentes resultados en el año fiscal 2004, al llevar a cabo proyectos empleando las metodologías Six Sigma.

En el año fiscal 2004, se superaron las metas fijadas para el año, en relación con los beneficios reales obtenidos como para los beneficios proyectados anualmente. No sólo Base Metals tuvo importantes logros en el desarrollo de proyectos. Los proyectos más importantes dentro de toda la corporación BHP Billiton Tintaya:

- **En Escondida**

Una Cinturón Negro de Escondida, Paola Segovia, fue recientemente reconocida como la Cinturón Negro más productiva de todo BHP Billiton por ejecutar diez proyectos en el año.

La variedad de proyectos incluyó desde los que acrecentaron la producción por hora, el incremento de las tasas de recuperación, aumentaron los tiempos de operación, redujeron costos, evitaron el derroche y optimizaron las rutas de tratamiento o las dosis de reactivos.

¹⁶ Diego Hernández es Presidente Base Metals de BHP Billiton S.A.

En Escondida, las mejoras fueron encabezadas por proyectos para disminuir los tiempos de inactividad no planificados en los chancadores, mejorar el tiempo de operación del molino SAG N° 3 y controlar la dosificación de Na HS en Los Colorados, tanto para aumentar las recuperaciones como para disminuir el costo.

- **En Cannington,**

El mejor ejemplo de un proyecto valioso lo aportó el sistema de bombeo para el molino.

- **En Tintaya**

En Tintaya, un ejemplo de sus principales proyectos fue el de optimización del uso de la cal. Los proyectos ganadores del año fiscal 2004, son la “Optimización del consumo de Ácido en las Pilas”, que logrará un beneficio de US\$ 797 000 en ahorros y el otro proyecto ganador es la “Disminución de Consumo de Combustible en Calderas”, donde se logrará un beneficio de 420 mil dólares.

- **En Cerro Colorado**

El uso de un diseño de experimento para reducir el consumo de ácido demostró el valor de esta nueva forma de lograr mejoras.

4.- **Seis Sigma en el Perú bajo el enfoque de una consultora**

Para terminar con los conceptos fundamentales de Seis Sigma, se visitó a la Consultora Ernst & Young. Los colaboradores que brindaron su tiempo fueron el Sr. Numa Arellano¹⁷ y el Sr. José Bellina¹⁸. **Ernst & Young** es un importante socio colaborador de muchas empresas peruanas que intentan implementar la metodología Seis Sigma.

Se sacó como conclusión que una definición que propondría para una “organización Seis Sigma” es la siguiente:

“Una organización que trabaja activamente para incorporar los principios y prácticas de Seis Sigma a sus actividades diarias de gestión, y que muestra mejoras significativas en el rendimiento de sus procesos y en la satisfacción de sus clientes.”

A continuación se incluye algunas notas que acompañan esta definición.

1. Para estar cualificado, no se precisa haber alcanzado niveles de rendimiento Seis Sigma (99,997 por ciento de perfección) en todos sus procesos, tal como hemos podido comprobar en las empresas referidas. Algunas personas extraen la falsa conclusión de que una “organización Seis Sigma” como GE o Motorola ha alcanzado este “nirvana de calidad” en toda la empresa (algo que está lejos de ser cierto). Puede que lo hayan conseguido en algunos procesos (en la compañía de

¹⁷ **Numa Arellano** es Gerente de Business Risk Service (BRS) de la consultora Ernst & Young.

¹⁸ **José Bellina** es candidato a Master Black Belt de la consultora Ernst & Young.

comunicaciones por satélite GE Americom se habla de algunos niveles de rendimiento Seis Sigma), pero ninguna empresa tiene más que unos procesos a ese nivel (todavía). Aun así no es conveniente desesperarse: simplemente conseguir que todos los procesos se encuentren en un nivel de cuatro Sigma (99,37 por ciento de rendimiento) sería un logro enorme para cualquier compañía, sobretodo en el Perú.

2. El mero hecho de usar medidas o unas pocas herramientas de Seis Sigma no cualifica a una compañía para ser considerada como una “organización Seis Sigma”. La definición implica unos criterios más estrictos, al demandar un amplio espectro de actividades y compromisos. Una verdadera “organización Seis Sigma” debería ser aquella que ha aceptado el desafío de medir y mejorar todos sus procesos, con el objetivo de construir el sistema con capacidad de respuesta, en “bucle cerrado”, como se ha descrito anteriormente, o bien tomar prestado un principio de AlliedSignal: **“Crear una cultura para un cambio continuo”**. Si, por ejemplo, la compañía aplica técnicas Seis Sigma para mejorar los diseños de nuevos productos, es fantástico hacer uso de métodos Seis Sigma. Pero esto todavía no convierte a la empresa en una organización “Seis Sigma”.

A propósito, no hay nada equivocado en no lanzarse a ser una organización Seis Sigma desde el principio. Se debería sentir cómodo haciendo una pausa antes de decidir si quiere ser una organización Seis Sigma. Si se hiciera la pregunta: “¿Es correcto usar aquellas partes del sistema que sean de mayor utilidad para nosotros?”, le respondería: “Sí, es perfecto”.

3. No se tiene por qué dominar Seis Sigma para ser una organización Seis Sigma. El sistema, los métodos y el compromiso son muchos más importantes que el nombre que se le dé a al esfuerzo de mejora. Algunas empresas pueden encontrar que el nombre Seis Sigma es demasiado “oscuro”, o que no es el más apropiado para usar como reclamo para su esfuerzo de renovación continua. De hecho, un cliente (llamado “XYZ”) ha implantado con éxito muchas de las prácticas Seis Sigma que se describe en este trabajo. Ellos han elegido denominarlo “Sistema de Gestión XYZ”, pero los beneficios que han obtenido no son menos significativos que los que habrían conseguido si lo hubieran llamado Seis Sigma.

En el Perú, conforme más y más compañías adoptan Seis Sigma (sinceramente o sólo de cara a la galería), surge el peligro que el término “organización Seis Sigma” pierde su significado. Se espera que el éxito de los esfuerzos Seis Sigma no se debilite por una excesiva promoción o por un bombo publicitario sin garantía alguna. Las compañías que alcancen el éxito por medio de Seis Sigma deberían comprobar que sus efectos se reflejan en la cuenta de resultados y en los clientes (y no debería ser necesario “vender” en exceso los esfuerzos realizados).

5.- Cómo se puede implementar Seis Sigma en el Perú

A pesar de toda la bibliografía existente, nadie puede decir con precisión cómo será este proceso de implementación. Esto se debe a que las organizaciones son diferentes y estas diferencias justifican los varios enfoques para implementar el proceso de cambio a Seis

Sigma. Sin embargo para la consultora Ernst & Young cada despliegue de Seis Sigma sigue básicamente el mismo modelo de éxito para la implementación.

En el caso que se dé la pregunta: ¿Cómo se lleva a cabo todo esto?, hay que recordar que el consultor externo (en este caso podría ser Ernst & Young) está ahí para dirigir, entrenar y ejecutar los elementos críticos del proceso de planificación. El socio de implementación puede ayudar a organizar todas las responsabilidades, roles y calendarios para permitir una transición suave desde la planificación hasta la implementación.

El socio de implementación debe ser alguien que predique y practique Seis Sigma. Se necesita elegir un socio externo con una larga experiencia reconocida en ser un “minero de dinero” de verdad para las compañías que han sido sus clientes. Después de todo, lo que se quiere es que la inversión se recupere de un modo tan rápido y efectivo como sea posible. El consultor debería ayudar a establecer el trabajo preliminar y a establecer la infraestructura requerida para que pueda avanzar hacia la autosuficiencia de un modo rápido. También debería estar centrado en transferir los conocimientos, en mostrar cómo solucionar los problemas a través de los métodos más efectivos y en cómo eliminar los defectos en los procesos con las herramientas adecuadas, a fin de que pueda transmitir ese conocimiento por toda la organización.

A continuación se menciona que existen tres posibles itinerarios o enfoques; cada uno elige la ruta distinta que quizá lleve a la empresa a un destino diferente. La ruta que la organización escoja determinará el ámbito y la profundidad del impacto de Seis Sigma en los trabajadores.

5.1.- Itinerario 1: la transformación del negocio

¿Está la empresa quedándose atrás en el mercado, perdiendo dinero, fallando a la hora de lanzar nuevos productos? ¿Han creado oportunidades para revitalizar la organización los nuevos clientes, las adquisiciones o las tecnologías? ¿Ha caído el personal en el hábito de trabajar poco y necesita despertarse? ¿Están creando los éxitos recientes un estallido de actividad que necesita un enfoque y una base?

Los empleados atentos y los directivos pueden a menudo ver la necesidad de que una compañía rompa con viejos hábitos y se transforme. Para aquellas organizaciones que tengan la necesidad, la visión y el empuje para lanzar Seis Sigma como una iniciativa de cambio a gran escala, este primer itinerario, *la transformación del negocio*, es el enfoque correcto.

Si la organización se halla en medio de una implementación Seis Sigma de transformación de negocio, verá como la alta dirección marca un nuevo ritmo a la organización. La comunicación será amplia e intensiva: videos con ejecutivos y mandos medios exaltando las virtudes de Seis Sigma, almuerzos de trabajo y conferencias explicando y debatiendo qué es Seis Sigma y cómo ayudará, artículos en la revista para empleados y explicaciones de los directores de departamento. Se puede empezar a oír frases como “una nueva cultura empresarial”, “una manera de vivir” o “la clave a nuestro futuro”.

Un cambio dramático estará en marcha. En todas partes, la dirección estará intentando lograr resultados de los cambios así como controlar el impacto.

A los equipos formados a lo largo de un itinerario “transformación de negocio” a menudo se les pide que miren áreas de procesos claves y que hagan recomendaciones de cambio. Estos equipos pueden someter a escrutinio:

- Como la empresa distribuye sus productos.
- La efectividad del proceso de ventas.
- Desarrollo de nuevos productos.
- Quejas críticas de clientes.
- Defectos de productos y problemas habituales.
- Sistemas de información críticos para la toma de decisiones empresariales.
- Reducciones de lote a gran escala.

Si la compañía escoge el itinerario de transformación de negocio, el personal lo sabrá definitivamente. Este enfoque tendrá un impacto en el trabajo, en como lo mide, en cómo lo interaccionará con los clientes y colegas y en cómo el trabajador y el desempeño de su trabajo serán evaluados. Más pronto o más temprano Seis Sigma se convertirá en un gorila de 270 kg que no podrá ser ignorado.

5.2.- Itinerario 2: mejora estratégica

Este itinerario ofrece el mayor número de opciones. Una iniciativa de *mejora estratégica* puede limitarse a una o dos necesidades críticas de la empresa, con los equipos y la formación dirigidos a actuar sobre las principales oportunidades o debilidades. O bien, puede ser una iniciativa Seis Sigma concentrada en unas unidades de negocio limitadas o áreas funcionales de la organización.

De hecho, a los directamente involucrados, el enfoque de mejora estratégica les parece que abarca tanto como un esfuerzo a nivel de toda la corporación, excepto que no es tan extenso o ambicioso como las iniciativas más agresivas. Por otra parte, un número de empresas que han empezado con este enfoque que estratégico más limitado, más tarde expandirán Seis Sigma en una iniciativa corporativa de cambio de alcance total y también podrán evolucionar también de ese modo.

Empresas importantes en el mundo que han tomado este itinerario de mejora estratégica son: Johnson & Jonhson, Sears, American Express y Sun Microsystems. Veamos un par de ejemplos de este enfoque.

- Una gran empresa de equipo y suministros médicos lanzó una iniciativa Seis Sigma para corregir cuestiones claves en producción, defectos, costes y productividad. Para el grupo de producción, esta iniciativa muy agresiva y envolvente, aún continúa, mientras que otras pocas áreas de la empresa ha tenido contacto con Seis Sigma. Animada por los éxitos de esta primera iniciativa enfocada en producción, la empresa ha lanzado desde entonces una iniciativa destinada a solucionar problemas críticos en almacenes y distribución. Pero hasta ahora, Seis Sigma no ha sido adoptado como el tema para el cambio en un ámbito corporativo.
- Un líder en innovadores sistemas de ordenador y software se embarcó a principios del año 2000 en una iniciativa Seis Sigma que abarcaba toda la empresa. Aunque la iniciativa ha sido descrita como de transformación del negocio, hasta ahora se ha enfocado básicamente en unas cuantas prioridades limitadas. Es probable que la

iniciativa Seis Sigma de esta empresa llegará a abarcarla toda ella, pero hasta la fecha eso aún está por verse.

5.3.- Itinerario 3: resolución de problemas

Este itinerario usa la ruta a la mejora Seis Sigma que deja más tiempo libre. Esta iniciativa se dirige a problemas persistentes y señalados y que a menudo han sido el enfoque de antiguos programas de mejora que resultaron un fracaso, usando para ello personal formado en el conjunto de herramientas de Seis Sigma. Estas herramientas, como veremos un poco más tarde, conducen a un mejor análisis de problemas y de sus soluciones, basadas en hechos y en la comprensión real de las causas y sus necesidades.

El enfoque de resolución de problemas es el mejor para las empresas que quieren engancharse a los beneficios de los métodos Seis Sigma sin crear grandes olas de cambio dentro de la organización. Si su empresa adopta este enfoque, existe una elevada probabilidad de que sólo unos pocos estarán de verdad involucrados en el esfuerzo, a menos, claro está, que se cambie de itinerario más tarde. El beneficio de este camino es enfocarse en cuestiones significativas y en atacar las causas raíces, usando datos y un análisis efectivo más bien que la pura intuición.

Como ejemplo de este itinerario, una gran compañía inmobiliaria “ABC” ha organizado unas pocas clases de formación y ha puesto a gente a trabajar sobre problemas claves. Aunque la compañía tiene unos cuantos Black Belts (Cinturones Negro) formados y algunos proyectos completados en unos meses, eso es todo lo que, de momento se puede predecir. Esta empresa, como la mayoría que toman esta ruta de resoluciones de problemas, está de momento, por así decirlo, comprobando el estado de los neumáticos de su automóvil Seis Sigma.

5.4.- ¿Cuál ruta es la correcta?

Seguramente, se puede adivinar que la profundidad del compromiso o el itinerario escogido por la empresa dependerá de lo que sea lo mejor para la organización. Cada itinerario tiene sus ventajas y riesgos. Si se trata de una iniciativa de transformación del negocio, se puede mirar hacia delante a un cambio rápido y, probablemente, a mejoras significativas dentro de sólo unos meses. Por otra parte, es casi seguro que será algo caótico y ciertamente un desafío, reunir la gente y el tiempo necesarios para satisfacer la demanda de este enfoque radical.

La opción de la mejora estratégica puede ayudar a una empresa a enfocarse en las oportunidades de mayor prioridad y limitar los desafíos de dirigir y vender el cambio a toda la empresa entera. Sin embargo, este itinerario puede crear frustración al hacer que algunos se sientan aislados del proceso o bien inseguridad en cuanto a cómo alinear las partes de la organización que están aplicando Seis Sigma con las que no lo hacen.

El enfoque de resolución de problemas es el menos difícil y le da a una empresa una oportunidad de probar cómo trabajan las herramientas Seis Sigma. Desafortunadamente, este itinerario es también engañosamente arriesgado. No resuelve los problemas organizativos ni toma una visión de lograr un cambio con éxito. Es como intentar apagar el fuego en casa sin sacar antes los materiales combustibles del sótano.

Como en muchos intentos, lo que resulta más importante, no importa a qué nivel de esfuerzo lo lance su empresa, es hacerlo bien. Los trabajadores y colegas tendrán que comprender y adoptar alguno de los nuevos papeles que dan el apoyo al sistema Seis Sigma.

6.- Conclusiones

Cuando se acerca al final del camino a lo largo del método Seis Sigma, se espera que sea un principio para las empresas peruanas. De alguna forma, este trabajo se ha limitado a arañar la superficie en cuanto a esquematizar las ideas, conceptos, herramientas y disciplinas que configuran este sistema de gestión. Para concluir, se mencionará algunos conclusiones claves de la investigación realizada, de las experiencias de diversas organizaciones visitadas que intentan convertirse en “organizaciones Seis Sigma” y los consejos de la consultora Ernst & Young, en una lista de *claves para el éxito*. Se espera que esta lista trate las áreas que no se han cubierto con tanta profundidad y que ayude a extraer los puntos fundamentales de los temas que ya he descrito en detalle.

6.1.- Claves para el éxito

- **Enlazar los esfuerzos Seis Sigma a la estrategia y prioridades de la empresa**

Aunque los primeros esfuerzos se dirijan a problemas bastante precisos, el impacto sobre las necesidades fundamentales de la empresa ha de ser claro. Siempre que sea posible, hay que observar cómo los proyectos y otras actividades enlazan con los clientes, los procesos clave y la competitividad.

- **Situar Seis Sigma como un método mejorado para la gestión de hoy en día**

Los métodos y herramientas Seis Sigma tienen sentido para las organizaciones que triunfan en el siglo XXI. Son producto de las lecciones aprendidas por las empresas y directivos que los han aplicado, que se enfrentan a las dificultades del cambio rápido, de la competencia intensa y de las demandas crecientes de los clientes.

- **Mantener el mensaje completo y claro**

Tener cuidado de no alinear a la gente con términos extraños o jerga que puedan crear “clases” en un entorno Seis Sigma. Aunque el nuevo vocabulario y las habilidades forman, obviamente, parte de la disciplina Seis Sigma, el corazón del sistema y la visión de Seis Sigma de la empresa deben ser accesibles y comprensibles para todo el mundo.

- **Desarrollar un propio camino hacia Seis Sigma**

Los principios, prioridades, proyectos, formación, estructura; todo ello debe decidirse en función de lo que mejor funcione para la empresa. Pensar en ello: ¿Por qué tiene que haber una fórmula rígida para que un método cree una organización más flexible y con mayor capacidad de respuesta?

- **Centrarse en los resultados a corto plazo**

Probar la potencia de lo que puede hacer Seis Sigma para que la organización sea más competitiva y rentable y para que los clientes se sientan más fieles y satisfechos. Desarrollar e impulsar un plan que concrete los logros iniciales en los primeros cuatro o seis meses.

- **Centrarse en el crecimiento y desarrollo a largo plazo**

Conseguir un equilibrio entre el impulso para obtener resultados rápidos y el reconocimiento de que esos beneficios deben fundarse en la potencia real de Seis Sigma: la creación de una empresa con mayor capacidad de respuesta, orientada al cliente, resistente y próspera a largo plazo.

- **Publicar los resultados, admitir los errores y aprender de ambos**

No esperar que Seis Sigma funcione perfectamente en la empresa. Reconocer y celebrar los éxitos, pero prestar igual atención a las dificultades y a las decepciones. Estar preparado para mejorar continuamente e, incluso, para rediseñar los procesos Seis Sigma a medida que progresa.

- **Invertir en hacer que suceda**

Sin tiempo, apoyo y dinero, los hábitos y procesos existentes en su empresa no cambiarían gran cosa. Los resultados traerán probablemente una rápida recuperación de la inversión, pero primero se tendrá que hacer.

- **Utilizar las herramientas Seis Sigma de forma apropiada**

Ninguna herramienta o disciplina individual de Seis Sigma puede producir clientes más satisfechos o mejorar los beneficios. Las estadísticas pueden responder a preguntas, pero no pueden dar servicios. Las ideas creativas pueden mantener un potencial pero, sin desarrollar procesos ni entregarlos, no son más que sueños. El éxito en Seis Sigma depende de la aplicación de estos métodos con el equilibrio adecuado para maximizar los resultados. Se debe valorar altamente el uso de las herramientas más simples, que funcionen, y no de las más complejas.

- **Vincular los clientes, procesos, datos e innovaciones para crear el sistema Seis Sigma**

Éstos son los elementos clave del método Seis Sigma. Si se comprende el mercado, las operaciones, y se puede utilizar medidas y creatividad para aumentar el valor y el rendimiento, ésta es la potente combinación que puede convertir la vida de los competidores en un sufrimiento continuo.

- **Hacer que la alta dirección se responsabilice y colabore.**

Hasta que la alta dirección de la empresa, de la unidad de negocio o del departamento acepte Seis Sigma como parte del trabajo (o hacerlo formar parte de

él), la verdadera importancia de la iniciativa quedará en entredicho y la energía que haya tras ella se debilitará.

- **Hacer de la formación una actividad diaria**

Unos cuantos meses de formación, aunque sea intensiva, no bastan para cimentar todos los conocimientos y habilidades necesarios para sostener Seis Sigma. Con el tiempo, se deberá buscar fuera de la disciplina de Seis Sigma otros métodos e ideas que complementen las herramientas que he explicado en el capítulo anterior.

- **Hacer de Seis Sigma una diversión.**

Sí, todo esto de la supervivencia de la empresa, la competencia y la medida es serio: incluso, a veces, produce confusión o llega a asustar. Pero el método Seis Sigma abre la puerta a nuevas ideas, a nuevas formas de pensar y a un nuevo soplo de aire fresco de éxito. Añadirle humor y pasar un buen rato con Seis Sigma, aumentará las posibilidades de éxito: siempre que la gente disfruta algo, le añade automáticamente más energía y entusiasmo.

Para terminar, en el lenguaje empresarial uno se ve obligado a utilizar frases cortas para describir ideas complejas. Seis Sigma no es más una *cosa* de lo que son “política económica” o “excelencia organizativa”, o cualquier otra de las expresiones abreviadas que se usa cada día. Como se ha indicado desde el inicio de este trabajo, Seis Sigma es un sistema que aúna muchos conceptos, herramientas y principios, así pues, no es una *cosa*.

Hay suficientes elementos esenciales, potentes y válidos para hacer del sistema Seis Sigma, de alguna forma, parte de cada *empresa* próspera. Esto se lograría adaptando la disciplina y los métodos Seis Sigma para que logren el mayor impacto en la cultura, sector, posición del mercado, personal y estrategia. El mayor temor debería ser que la gente “accepte” o “rechace” Seis Sigma como si fuera una cosa y que no lo utilice como un sistema flexible.

Finalmente, después de estudiar Seis Sigma y de que las empresas en el Perú lo apliquen desde ya hace unos pocos años, es sorprendente saber lo mucho que queda por aprender todavía y del número de nuevas perspectivas que puede llegar a haber.

Bibliografía

- BARBA, E.; BOIX, F.; CUATRECASAS, L. *Seis Sigma. Una iniciativa de calidad total*. Barcelona (España): Ediciones Gestión 2000, S.A., 2000.
- BRUE, G. *Seis Sigma para directivos*. Madrid (España): McGraw-Hill/Interamericana de España, S.A.U., 2002.
- CENTRO DE DESARROLLO INDUSTRIAL (CDI) *Calidad y Excelencia*. Año 8 Número 38. Lima (Perú): Sociedad Nacional de Industrias (SNI), 2004.
- CHOWDHURY, S. *El poder de Seis Sigma*. Madrid (España): Pearson Educación, S.A., 2001.
- ESCALANTE, E. *Seis Sigma: metodología y técnicas*. México: Editorial Limusa, S.A., 2004.
- HITOSHI, K. *Herramientas estadísticas básicas para el mejoramiento de la calidad*. Colombia: Grupo Editorial Norma S.A., 1993.
- ISHIKAWA, K. *¿Qué es el Control Total de Calidad? La modalidad japonesa*. Colombia: Grupo Editorial Norma S.A., 1994.
- LÓPEZ, G. *Metodología Six-Sigma: calidad industrial*. México: Neoediciones JP&A., 2001.
- Munro-Faure, L.; Munro-Faure, M. *La Calidad Total en acción*. Barcelona (España): Canon Editorial, S.L., 1994.
- NAVAJAS, J. “*De la calidad de vida laboral a la gestión de calidad. Una aproximación psicosocial a la calidad como practica de sujeción y dominación*”. Iñiguez, L. (dir). Tesis doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona. Unitat de Psicologia Social. Departament de la Salut i de Psicologia Social. Barcelona, 2003.
- PANDE, P.; HOLP, L. *¿Qué es Seis Sigma?* Madrid (España): McGraw Hill/Interamericana de España, S.A.U., 2002.
- PANDE, P.; NEUMAN, R.; CAVANAGH, R. *Las claves de Seis Sigma: la implantación con éxito de una cultura que revoluciona el mundo empresarial*. Madrid (España): McGraw Hill/Interamericana de España, S.A.U., 2002.
- SALÍS, J. *Evolución de la calidad: de la conformidad con las certificaciones a la satisfacción del cliente*. Madrid (España): Economía Industrial, 1999.
- SNEE, R., HOERL, R. *Leading Six Sigma*. EE.UU.: Financial Times Prentice Hall, 2002.
- VILAR BARRIO, J.F.; GÓMEZ, F.; TEJERO, M. *Seis Sigma*. España: Fundación Confemetal, 2002.

- WILLIAMS, M.; BERTELS, T. *Six Sigma: pocket guide*. EE.UU.: Eleventh Printing, 2003.

Páginas WEB de referencia

- American Society for Quality <http://www.asq.org>
- ASQ Six Sigma Forum <http://www.sixsigmaforum.com>
- iSixSigma Consultans. <http://www.isixsigma.com>
- Juran Institute. <http://www.juran.com>
- Overview of Six Sigma <http://www.six-sigma-training.org>
- Six Sigma Consultans. <http://www.sixsigmaco.com>
- Six Sigma Global <http://www.sixsigmaglobal.com>

Definiciones asociadas a la gestión de la calidad (Anexo A-1)

Las siguientes definiciones proceden de la norma ISO 9000:2000

- **Gestión:** Actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización.
- **Gestión de la calidad:** Actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización en lo relativo a la calidad.

Nota: La dirección y control, en lo relativo a la calidad, generalmente incluye el establecimiento de la política de calidad y los objetivos de la calidad, la planificación de la calidad, el control de la calidad, el aseguramiento de la calidad y la mejora de la calidad.

- **Política de la calidad:** Intenciones globales y orientación de una organización relativas a la calidad tal como se expresan formalmente por la alta dirección.

Nota1: Generalmente la política de la calidad es coherente con la política global de la organización y proporciona un marco de referencia para el establecimiento de los objetivos de la calidad.

- **Objetivo de la calidad:** Algo ambicionado, o pretendido, relacionado con la calidad.

Nota1: Los objetivos de la calidad generalmente se basan en la política de la calidad de la organización.

Nota2: Los objetivos de la calidad generalmente se especifican para los niveles y funciones pertinentes de la organización.

- **Planificación de la calidad:** **Parte de la gestión de la calidad enfocada al establecimiento de los objetivos de calidad y la especificación de los procesos operativos necesarios y de los recursos relacionados para cumplir los objetivos de calidad.**

En la fase de planificación se determinan los objetivos de calidad aplicados a los productos, procesos y sistemas. Estos objetivos pueden ser los siguientes:

Producto: Especificaciones técnicas, tolerancias, etc.

Procesos: Tiempo medio de procesamiento, número de defectuosos, capacidad del proceso, etc.

Sistemas: Cumplimiento de los requisitos de la norma ISO 9001:2000, cumplimiento de los requisitos del modelo de excelencia de la EFQM, etc.

- **Control de la calidad:** Parte de la gestión de la calidad orientada al cumplimiento de los requisitos de la calidad.

En la fase de la planificación de la calidad se han descrito objetivos de calidad que se quieren cumplir. En esta fase de control de la calidad se determinan y llevan a cabo las actividades necesarias para el control del cumplimiento de dichos objetivos. Estas actividades abarcan todas las fases del ciclo de vida de un producto, desde el desarrollo del producto hasta la desaparición del mismo.

Ejemplos de actividades de control de la calidad:

Para productos: Inspección de las piezas, implantación del método de análisis modal de fallos y efectos (AMFE).

Para procesos: Seguimiento de los procesos a través de cartas de control, diseño de experimentos para la optimización de procesos.

Para sistemas: Auditorías a sistemas.

- **Aseguramiento de la calidad:** Parte de la gestión de la calidad orientada a proporcionar confianza en que se cumplirán los requisitos de la calidad.

El aseguramiento de la calidad permite observar cómo están relacionadas todas las actividades de la organización relativas a la calidad y cómo se llevan a cabo estas actividades. El típico formato para la descripción de todo ello es un manual de la calidad.

- **Mejora de la calidad:** Parte de la gestión de la calidad, orientada a aumentar la capacidad de cumplir con los requisitos de la calidad.

Nota – Los requisitos pueden estar relacionados con cualquier aspecto tal como la eficacia, la eficiencia o la trazabilidad.

En la etapa de control de la calidad se han podido observar potenciales de mejora. Estos potenciales pueden ser considerados para llevar a cabo una mejora de la calidad.

- **Sistema de gestión:** Sistema para establecer la política y los objetivos y para lograr dichos objetivos.

Nota – Un sistema de gestión de una organización podría incluir diferentes sistemas de gestión, tales como un sistema de gestión de la calidad, un sistema de gestión financiera o un sistema de gestión ambiental.

- **Sistema de gestión de la calidad:** Sistema de gestión para dirigir y controlar una organización con respecto a la calidad.

Diferencias entre Total Quality Management y Seis Sigma **(Anexo A-2)**

Uno se queja de las exageraciones ajenas, y luego es indulgente en cuanto a las propias. Respecto al título de este anexo, se debe admitir que contiene algo de exageración.

En primer lugar, aunque Seis Sigma está triunfando definitivamente en la generación de algunos resultados y cambios culturales impresionantes en ciertas organizaciones influyentes, lo cierto es que todavía no es un éxito muy generalizado, precisamente en el momento en que muchas empresas todavía están empezando iniciativas de ese sistema. Además, aunque la Gestión de la Calidad Total (TQM) y la mejora continua de procesos son menos visibles en muchas empresas de lo que lo eran a principios de los noventa, no se puede decir que “la TQM ha muerto”. Muchas compañías siguen comprometidas con trabajos basados en los principios y herramientas de TQM. Y Seis Sigma, como la historia que se vió en el Capítulo 1, es, en muchos aspectos, un renacimiento vigoroso de los ideales y métodos de la calidad, puesto que se aplica incluso con mayor pasión y compromiso del o que se hacía en el pasado.

Además, la premisa básica del título de este capítulo es exacta: Seis Sigma revela un potencial de éxito que va más allá de los niveles de mejora logrados con muchos de los esfuerzos de la Gestión de la Calidad Total. Los anteriores programas de calidad fueron a menudo víctimas de errores que dañaron tanto a sus resultados como a la reputación de TQM, errores que fácilmente podrían repetir las empresas que ahora están probando Seis Sigma.

1.- Seis Sigma y los fallos de la Gestión de la Calidad Total

Si la TQM ha dejado tras de sí un legado positivo, todavía se mantiene con vida en muchas organizaciones y ha proporcionado el ímpetu para la creación del sistema Seis Sigma, ¿por qué tiene mala reputación? En parte, esta visión negativa es una simple percepción, el precio que la TQM ha tenido que pagar por haber permanecido en la cumbre absoluta durante estos años. Por tanto, la gente que ha visto y trabajado en “calidad” puede ser la más difícil de convencer de que Seis Sigma tiene realmente algo nuevo y superior que ofrecer.

Algunos de los errores en los esfuerzos de la TQM de ayer se pueden repetir en una iniciativa Seis Sigma si no tenemos cuidado. La Tabla A-1-1. ofrece una revisión de alguno de los mayores fallos de la Gestión de la Calidad Total, así como sugerencias de cómo puede el Sistema Seis Sigma evitar que se perjudiquen su esfuerzo.

Tabla A-1.1. Fallo en TQM vs Solución Seis Sigma

<p><u>Fallo de la TQM: falta de integración</u></p> <p>La calidad solía ser una actividad “colateral” separada de los asuntos principales de la estrategia de la compañía. Los signos de advertencia incluían un “comité de calidad” formado por delegados en vez de por gente del equipo directivo, o personal del “departamento” de calidad sin vínculo alguno con las P&L (acrónimo en inglés de <i>Profit&Loss</i>, pérdidas y ganancias). Otra deficiencia en la integración surgía cuando los mandos intermedios de la empresa quedaban fuera del proceso de decisión y la autoridad para resolver los problemas se entregaba a equipos sobre los que no existía control oficial alguno.</p> <p>La verdadera integración quedaba socavada también cuando, a pesar de la expresión “Calidad Total”, el trabajo realmente se limitaba a funciones de producción y de fabricación.</p>	<p><u>Solución Seis Sigma: vínculos con el negocio y el personal de base</u></p> <p>Las organizaciones Seis Sigma han puesto en acción la gestión, la mejora y la medida de procesos, como parte de las responsabilidades diarias, especialmente de sus directores de operaciones. Los incentivos (por ejemplo, el 40 por ciento de la retribución por objetivos del personal de GE quedó vinculada a Seis Sigma) ayudaron a reforzar el mensaje de que Seis Sigma es “parte del trabajo”.</p> <p>Un área que todavía demanda atención es la aplicación de Seis Sigma a los procesos administrativos o de servicios: sin embargo, se han logrado algunos éxitos enormes en la unidad financiera de GE Capital Services.</p>
<p><u>Fallo de la TQM: apatía del liderazgo</u></p> <p>En cada esfuerzo que la TQM ha llevado a cabo, los líderes se comprometían activamente a dirigir el proceso. Con mucha mayor frecuencia, sin embargo, ha sido aparente el escepticismo de la alta dirección o bien ha resultado débil su voluntad para llevar a cabo las ideas de calidad.</p> <p>En esas organizaciones, la calidad fue algo “temporal” y cuando los líderes que la iniciaron abandonaron la compañía, quedo demostrado que la calidad había sido algo pasajero.</p>	<p><u>Seis Sigma: liderazgo en vanguardia</u></p> <p>Resulta incuestionable la pasión por Seis Sigma y la creencia en este método por parte de la alta dirección de empresas como Bombardier, AlliedSignal y GE Junto con esa pasión (y con una disponibilidad para dar golpes de tambor casi constantemente en honor al sistema Seis Sigma), está el reconocimiento de uno de los directivos de que Seis Sigma es sinónimo de reinención constante en la empresa.</p> <p>Siempre se dice que la señal que denota que un departamento o empresa está madura para adoptar Seis Sigma se produce cuando su alta dirección ha decidido que el cambio es esencial para un éxito continuado (dando por descontado la supervivencia).</p>

<p><u>Fallo de la TQM: un concepto difuso</u></p> <p>La confusión de la TQM empezó con la palabra <i>calidad</i> en sí misma. Es un término familiar con muchas sombras en su significado. En muchas empresas, calidad era un departamento existente con responsabilidades específicas para “control de calidad” o “aseguramiento de la calidad”, cuya disciplina tendía a centrarse más en estabilizar que en mejorar los procesos.</p> <p>La idea global de las “filosofías” de calidad hizo también que muchas personas vieran el concepto global como algo misterioso. La vaguedad de la TQM se agravó cuando, a medida que emergieron nuevos métodos como el certificado ISO 9000 o la reingeniería, no se integraron en los esfuerzos de calidad existentes.</p>	<p><u>Solución Seis Sigma: un mensaje simple, consistentemente repetido</u></p> <p>A este respecto, Seis Sigma puede tener algunas de las mismas dificultades que tiene la Gestión de la Calidad Total. Después de todo, las palabras Seis Sigma no describen perfectamente lo que este sistema representa. La definición más concisa que he sugerido creo que puede hacer un papel bastante bueno: “Seis Sigma es un sistema empresarial para lograr y mantener el éxito por medio de la orientación al cliente, la gestión por procesos y la mejora de procesos, así como la utilización inteligente de los hechos y de los datos”. Clara, precisa y específica. Al continuar comunicando esa definición y evitando el debate acerca de qué herramientas son obligatorias o qué filosofía sigue su empresa, usted podrá mantener la orientación de manera que no se haga confusa ni se disipe.</p>
<p><u>Fallo de la TQM: un objetivo poco claro</u></p> <p>Muchas empresas hicieron la calidad aún más confusa al determinar objetivos que sonaban a positivos para “cumplir y sobrepasar los requisitos de cliente”, sin establecer un método de seguimiento del progreso hacia esa meta. Los métodos de calidad que se enseñaban en los ochenta y en los noventa tampoco hicieron una buena labor a la hora de enfrentarse con la realidad de los diversos y cambiantes requisitos del cliente.</p> <p>Sin herramientas para comprender realmente esas necesidades, la TQM en acción se convirtió en un sistema en “bucle abierto”, en el que la compañía podía satisfacer las necesidades de hoy pero no estaba lista para las de mañana. (De hecho, esto parece que sucedió con numerosas “historias de éxito” sobre calidad que más tarde se convirtieron en “historias de horror”.)</p>	<p><u>Solución Seis Sigma: definición de un objetivo ambicioso que tenga sentido</u></p> <p>El eje central de Seis Sigma es un objetivo claro. Resulta una meta extremadamente retadora, pero siempre viable, a diferencia de las pasadas campañas de “cero fallos”. Ya se exprese el objetivo en rendimiento (99,9997 por ciento de perfección), en Defectos por Millón de Oportunidades (3,4 DPMO) o Seis Sigma (6σ), la gente implicada en las iniciativas Seis Sigma puede ver crecer sus resultados; y pueden también equipararlos a impactos económicos. Igualmente importante, al centrarse en los métodos para seguir los cambios en las necesidades y requisitos de los clientes, las empresas Seis Sigma están construyendo un sistema dinámico que mide el rendimiento basado en las últimas y más importantes demandas del cliente. Aunque el objetivo puede cambiar con el tiempo, el sistema Seis Sigma “en bucle cerrado” ayuda a la organización a ajustarlo.</p>

Fallo de la TQM: actitudes puristas y fanatismo técnico

Uno de los efectos más frustrantes de los “conocimientos técnicos” de la TQM fue la creación de lo que se podría llamar “policía de la calidad”: personas que insistían en hacer las cosas de cierta manera (solamente). Si alguien se desviaba de esa manera o de esa creencia, estaba traicionando el ideal de calidad o las enseñanzas del gurú de turno. El efecto del purismo en la calidad tuvo dos caras: 1) se utilizaron recursos para analizar problemas empleando herramientas que no eran adecuadas o necesarias; e incluso peor, 2) la gente “normal” que intentaba aplicar la calidad (los no expertos) fue apartada de los esfuerzos de calidad.

A riesgo de crear un estereotipo, estas actitudes parecieron surgir más en la gente partidaria de las técnicas o herramientas más complejas, que insistían en que tales técnicas debían aplicarse incluso cuando no fueran absolutamente necesarias. Si alguien simplificaba una herramienta para adecuarla a sus necesidades ¡se enfrentaba a sus iras! Para muchos de los que se convirtieron en “paladines” de la calidad, los medios fueron el fin.

Seis Sigma: adaptación de herramientas y del grado de rigor a las circunstancias.

Mientras que los líderes de la empresa reconozcan que Seis Sigma es un método para crear una organización con más éxito (que demanda mayor diversidad de habilidades y no solamente conocimientos técnicos), podrán evitar este problema. Hay muchos “métodos Seis Sigma”. La actitud más sana a adoptar es: “Vamos a utilizar las herramientas y métodos que den resultados con la mayor simplicidad”, y no: “Necesitamos que todo el mundo haga un profundo análisis, tanto si es necesario como si no”.

No hay nada equivocado en disponer de métodos consistentes o en aplicar técnicas avanzadas para medir y mejorar los procesos; lo que desvirtúa las cosas es la locura de la “consistencia”. Seis Sigma, puesto que conjuga tantas ideas y métodos, puede vencer el “problema del purismo”.

Además, debemos advertir a las organizaciones que el fanatismo que dañó a la TQM también es un peligro para el sistema Seis Sigma.

<p><u>Fallo de la TQM: fracaso en hacer caer las barreras internas.</u></p> <p>Cuando la TQM se hallaba en sus días de esplendor, seguía siendo una actividad “departamentalizada” en la mayoría de las empresas.</p> <p>Eso no es del todo malo, puesto que hay clientes departamentales y departamentos que tienen procesos que se pueden medir y mejorar. Pero la mayoría de las conversaciones en torno a la “Calidad Total” (que aglutinaba un proceso que abarcaba a la organización completa) se quedaban en charlas.</p> <p>Los proyectos de mejora se llevaban a cabo de forma aislada: Ingeniería tenía sus proyectos al igual que Finanzas, Fabricación o Recursos Humanos.</p> <p>La TQM se hizo más interfuncional cuando evolucionó, pero en la mayoría de los casos se dirigió a pequeños conflictos, no a las principales cuestiones críticas para el cliente.</p>	<p><u>Solución Seis Sigma: prioridad a la gestión por procesos interfuncionales</u></p> <p>Los practicantes más iluminados de Seis Sigma ponen la destrucción de “silos” (barreras interdepartamentales) cerca del número uno de su lista de prioridad.</p> <p>Es importante como objetivo, porque ayuda a crear a una empresa más eficaz, más eficiente y que funciona con mayor facilidad: y como herramienta para eliminar la duplicidad de los trabajos creados por desconexiones y mala comunicación.</p> <p>Aun así, el éxito de Seis Sigma para echar abajo las barreras de la organización se ve a largo plazo; unos cuantos éxitos no significan una victoria.</p> <p>Por ello, la disciplina de la gestión por procesos es tan importante en el sistema Seis Sigma como lo son los métodos para medir o mejora procesos</p>
<p><u>Fallo de la TQM: cambio incremental frente a cambio exponencial</u></p> <p>Las enseñanzas de la Gestión de la Calidad Total suelen poner el énfasis en que los cambios han de llevar abundancia de pequeñas mejoras. No hay una exclusión explícita de cambios más radicales en el <i>kit</i> de herramientas de la TQM, pero no se puede negar que se produjo cierta impaciencia entre muchos líderes corporativos cuando se vino abajo el concepto de “reingeniería”.</p> <p>Los abogados de la TQM tacharon a la reingeniería de arma de doble filo que estaba devastando a las empresas, mientras que los partidarios de la reingeniería ridiculizaron a los de la TQM tratándoles de “poca cosa”. No existía un punto intermedio. Fue una lucha que dejó en muchas empresas a ambas partes mal heridas o muertas.</p>	<p><u>Solución Seis Sigma: cambio incremental exponencial</u></p> <p>Una de las mayores oportunidades de Seis Sigma es empezar por reconocer que tanto las pequeñas mejoras como las grandes son una parte esencial de la supervivencia y del éxito de la empresa del siglo XXI.</p>

Fallo de la TQM: formación ineficaz

Utilizamos el término “ineficaz” como cajón de sastre para toda la variedad de problemas que surgieron durante el funcionamiento de la formación en Gestión de la Calidad Total.

En realidad, como se verá oportunamente, no hay un método perfecto para formar a una empresa en TQM (ni en Seis Sigma). Siempre hay planteamientos en torno al momento (¿cuándo es adecuado dar nuevas habilidades al personal?), a la profundidad (¿con qué nivel de detalle hay que darlo?) y recursos (¿cuánto tiempo y dinero podemos dedicar a la formación?).

De ningún modo fue siempre ineficaz la formación en Gestión de la Calidad Total, pero tendió a ser “superficial” y a centrarse mucho más en las herramientas de aprendizaje que en proporcionar un contexto claro acerca de cómo hacer que las mejoras funcionasen. Como resultado, la gente conoció las herramientas, pero no cuándo y cómo es mejor aplicarlas.

La formación en TQM puso el énfasis en los proyectos (sin aplicación práctica), y, por tanto, la gente no los encontró relevantes para las responsabilidades de cada día. Quizá lo peor de todo en la formación sobre calidad fue que cayó con frecuencia en el papel de víctima de diversos juegos, cuyo éxito venía determinado por el “número de personas formadas” o “equipos formados”.

Solución Seis Sigma: Black Belts, Green Belts y Master Black Belt.

Las empresas Seis Sigma están definiendo estándares muy estrictos de formación y los están respaldando con las inversiones necesarias en el tiempo y dinero para ayudar al personal a cumplirlos. Aunque la mayoría de las organizaciones se sienten morir cuando la formación ocupa más de dos horas, los Black Belts de GE (los principales responsables de las mejoras Seis Sigma) emplean tres semanas en formarse, con exámenes de certificación y aprendizaje continuado mediante conferencias y otros foros. Incluso lo más impresionante es el compromiso de los Green Belts: todos los directivos reciben un mínimo de dos semanas de formación en los métodos Seis Sigma.

Es fácil (y hemos oído que mucho lo hacen) subestimar el esfuerzo de GE creyéndolo posible solamente debido a sus tremendos recursos. Pero no es lógico suponer que la gente de GE que ha obtenido esas habilidades tenga menos trabajo del que tiene personal de otras empresas. Lo cierto es que el compromiso de formación supone un sacrificio, es decir, una inversión, que el personal adquiere conscientemente. No es necesario seguir los pasos de formación de GE o de otra empresa Seis Sigma para tener éxito, pero el principio de la renovación y de la mejora continua demandan una inversión más elevada y mayores expectativas de formación de lo que las empresas han asumido tradicionalmente. Los otros desafíos (vincular la formación al trabajo diario del personal y crear medidas de resultados que vayan más allá del “número de asistentes”, la métrica estándar de formación) aparecen tanto en el diseño de la formación como en las expectativas de las personas antes y después de su experiencia de aprendizaje.

<p><u>Fallo de la TQM: enfoque a la calidad del producto</u></p> <p>A pesar de la palabra “total”, muchos esfuerzos de calidad se concentraron en los procesos de producción o fabricación, pero no en los servicios, Logística, Marketing u otras áreas igualmente críticas. Se sabe, por ejemplo, de una imprenta que encauzó a sus equipos hacia la eliminación de milímetros de desviación en el grosor del papel (un importante factor de calidad, seguro), mientras que se olvidaron de los procesos de seguimiento de pedidos. Aunque la calidad del producto era excelente, los clientes no lo recibían a tiempo.</p>	<p><u>Solución Seis Sigma: atención a todos los procesos de la empresa</u></p> <p>Como se verá a través del desarrollo del presente trabajo, Seis Sigma no solamente funciona en servicios y en procesos transaccionales, sino que probablemente ofrece más oportunidades ahí que en fabricación.</p> <p>Por ello, Seis Sigma tiene mayor potencial para convertirse en “total” ¡que la Calidad Total!</p>
--	---

El fallo final que puede cometer cualquier organización orientada a la mejora, ya sea TQM, Seis Sigma o como se le quiera llamar, es la complacencia. Con seguridad, sería perjudicial que cualquier organización que haya integrado provechosamente la mejora de la calidad de la calidad en sus prácticas empresariales, la abandonase y la “reemplazase” por Seis Sigma. Sin embargo, es igualmente contraproducente ignorar las ventajas de las herramientas y principios de gestión empresarial que se pueden obtener del sistema Seis Sigma, solamente porque “ya estamos trabajando con calidad”.

GE, por ejemplo, ha confesado que necesita redoblar sus esfuerzos para garantizar que sus ahorros más importantes añaden verdadero valor a los clientes, que preguntan: “¿Cuándo obtengo yo beneficios de Seis Sigma?”. Los líderes de GE han observado: “La mejora de nuestros procesos internos carece de interés para el cliente”. De la misma forma, los líderes de Allied/Honeywell han admitido que la “euforia inicial de nuestros primeros éxitos con Seis Sigma nos dejó de alguna manera muy satisfechos con nosotros mismos, cerrando así nuestros ojos a lo mucho que dejábamos encima de la mesa”. Por tanto, si la única razón para ignorar Seis Sigma es porque se cree que los actuales esfuerzos para mejorar son “lo suficientemente buenos”, eso mismo debería servir de advertencia.

Los grandes gurús (Anexo A-3)

Se llama gurú de la calidad a una persona que ha hecho una contribución destacada en el ámbito de la calidad. Se pueden identificar tres grupos claros de gurús:

- Los gurús americanos tempranos que desarrollaron sus ideas en EEUU y contribuyeron a su expansión en Japón. (Años cincuenta).
- Los gurús japoneses que desarrollaron nuevos conceptos en respuesta a estos mensajes de los gurús americanos. (A partir de los años cincuenta).
- Los nuevos gurús occidentales. (Años 70 – 80).+

Dentro de los **gurús americanos tempranos** destacan los siguientes personajes:

- Walter A. Shewart
- W. Edwards Deming
- Joseph M. Juran
- Armand V. Feigenbaum

Entre los **gurús japoneses** se encuentran:

- Kaoru Ishikawa
- Masaaki Imai
- Taiichi Ohno
- Shigeo Shingo
- Genichi Taguchi

Dentro de **los nuevos gurús occidentales** nos encontramos con:

- Philip B. Crosby
- Garvin
- Walter Masing

1.- Gurús americanos tempranos

1.1.- Walter A. Shewart (1891 - 1967)

En 1924 comenzó a implantar el Control Estadístico de Procesos (**CEP**) en la Bell Telephone. Con ello consiguió reducir el número de defectos en la empresa. Se le considera el padre del control estadístico de procesos. Describe su teoría en su libro “Economic Control of Quality of Manufactured Products”.



La otra de sus grandes aportaciones fue el **ciclo de Shewart**: Metodología que ayuda a realizar las actividades de mejora y a mantener lo mejorado.

1.1.1.- Ciclo de Shewart

- **Planificar** (Plan): En primer lugar se planifica cómo se va a llevar a cabo la solución del problema.
- **Hacer** (Do): Se lleva a cabo este plan.

- **Comprobar** (Check): Se comprueba los resultados que se han obtenido al implantar la solución.
- **Actuar** (Act): Si las medidas implantadas han dado los resultados esperados se documentan para tomarlos como un estándar a seguir. Si no, habrá que volver al primer punto para buscar otra solución.

Este ciclo (Figura A-2.1) se puede repetir continuamente. Aunque se hayan alcanzado los resultados esperados, éstos siempre podrán ser mejorados.

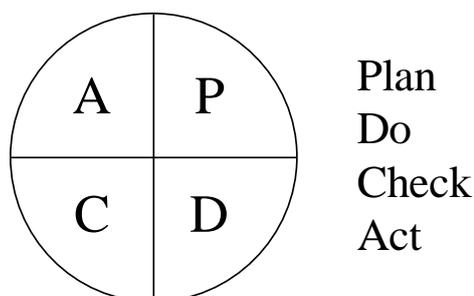


Figura A-2.1. Ciclo de Shewart

1.2.- W. Edward Deming (1900 - 1993)

Fue discípulo de Shewhart. Nació en 1900 en Wyoming, EE.UU. En 1921 se licencia como ingeniero eléctrico en la universidad de Wyoming y en 1928 obtiene el grado de doctor en ciencias exactas por la universidad de Yale. Es un gran conocedor de la estadística.

En los años 30 trabaja en el Ministerio de Agricultura americano, en los 40 en la Oficina Nacional de Censos.



Sus ideas fueron ignoradas en su propio país, EE.UU., pero en 1950 la unión de ingenieros y científicos japoneses (JUSE) le invita a impartir una serie de conferencias en Japón sobre el uso de la estadística en el control y mejora de la calidad.

Deming consiguió transmitir sus ideas al Japón, y fue tan importante su aportación que en 1951 se creó un premio en su honor: el Deming Prize.

En 1980, la sección metropolitana de la Sociedad Americana de Control de Calidad estableció la medalla Deming, para ser otorgada por logros obtenidos en técnicas estadísticas para la mejora de la calidad.

1.2.1.- Publicaciones

- Statistical Adjustment of Data.
- Out of the Crisis.
- The New Economics.
- Numerosos artículos sobre Estadística.

1.2.2.- Premios recibidos

- Doctor Honoris Causa por seis universidades.
- Medalla de Shewhart de la ASQC.(American Society for Quality Control)
- El emperador japonés le otorgó la Orden del Sacro Tesoro.
- Condecoración otorgada por Ronald Reagan.

1.2.3.- Aportaciones más destacadas

1.2.3.1.- Divulgación del ciclo de Shewart

A partir de 1950 Deming aplicó el ciclo de Shewart en el Japón, por lo que los japoneses le llamaron ciclo de Deming. Desde entonces, al ciclo de Shewart se lo conoce con el nombre de ciclo de Deming o ciclo PDCA.

1.2.3.2.- Los 14 puntos para la gestión

Con sus 14 puntos para la gestión, Deming pretende demostrar la importancia del papel de las personas, y en especial de la dirección en la competitividad de las empresas:

1. Crear constancia con el propósito de mejorar el producto y servicio.
2. Adoptar la nueva filosofía. Adaptar la empresa a la nueva economía en que vivimos.
3. Dejar de depender de la inspección para lograr la calidad.
4. Acabar con la práctica de hacer negocios sobre la base del precio solamente. En vez de ello, minimizar el coste total trabajando con un solo proveedor. Estrechar los lazos con los proveedores.
5. Mejorar constantemente y continuamente todos los procesos de planificación, producción y servicio.
6. Formar y entrenar a los trabajadores para mejorar el desempeño del trabajo.
7. Adoptar e implantar el liderazgo.
8. Desechar el miedo para que las personas trabajen seguras y den lo mejor de sí mismas.
9. Derribar las barreras entre los departamentos.
10. Eliminar los slogans, exhortaciones y metas para la mano de obra. Sustituirlos por acciones de mejora.
11. Eliminar los cupos numéricos para la mano de obra y los objetivos numéricos para la dirección. Son incompatibles con la mejora continua.
12. Eliminar las barreras que privan a las personas de sentirse orgullosas de su trabajo. Eliminar la calificación anual o el sistema de méritos.
13. Estimular a las personas para su mejora personal.
14. Poner a trabajar a todas las personas de la empresa para conseguir la transformación aplicando el método PDCA.

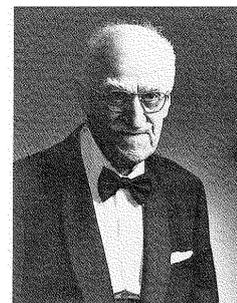
Deming sugiere que la gestión americana sufre una serie de enfermedades mortales que conspiran para evitar el eficaz desarrollo de las prácticas de la dirección:

1. Falta de constancia en el objetivo.
2. Énfasis en los beneficios a corto plazo.
3. Evaluación de la actuación o revisión anual.

4. Movilidad de la alta dirección.
5. Dirigir una compañía sólo por cifras.

1.3.- Joseph M. Juran (1904 -)

Nació en Rumania en 1904. En 1912 se trasladó a vivir a EE.UU. En 1924 comenzó a trabajar en la Western Electric, la división industrial de Bell Telephone System. En 1945 Juran ya trata de inculcar en la Western Electric un nuevo enfoque de la calidad que persigue una mentalización de las personas, de todos los miembros, más allá de la simple inspección.



En 1954 visita Japón para realizar una serie de conferencias y seminarios.

1.3.1.- Publicaciones

- Quality Control Handbook (1951).
- 12 libros en 13 idiomas (Managerial Breakthrough, Planning for Quality, Leadership for Quality).
- Publicación de numerosos artículos.

1.3.2.- Premios recibidos

- Más de 30 premios distintos.
- Recibió junto a Deming la Orden del Sacro Tesoro otorgada por el emperador japonés.

1.3.2.- Aportaciones más destacadas

Su aportación más destacada es la **trilogía de la calidad**: Planificación, control y mejora de la calidad.

La organización (empresa) en la etapa de planificación se fija unos objetivos “coste de mala calidad” y define las acciones necesarias para alcanzarlos. Posteriormente aplica el control de calidad durante el proceso de fabricación, tomando acciones correctoras cuando se aleja de los objetivos. En paralelo va aplicando la mejora de la calidad sistemáticamente para reducir el nivel de coste de mala calidad.

Desarrolló las **seis fases de la solución de problemas** (Figura A-1.2.):

1. **Identificar el proyecto**: Nombrar posibles proyectos de mejora, evaluar los proyectos, seleccionar uno de ellos.
2. **Establecer el proyecto**: Preparar una exposición de la misión del proyecto, seleccionar el equipo que llevará a cabo el proyecto de mejora, verificar la misión del proyecto.
3. **Diagnosticar la causa**: Analizar los síntomas del problema, confirmar la misión y en su caso modificarla, formular teorías, comprobar las teorías, identificar el origen de la causa.

4. **Remediar la causa:** Identificar las alternativas, crear el remedio, diseñar los controles, crear la cultura, comprobar la efectividad, implementar la solución.
5. **Mantener las ganancias:** Diseñar los controles efectivos, auditar los controles.
6. **Repetir y nombrar:** Repetir los resultados, nombrar nuevos proyectos.

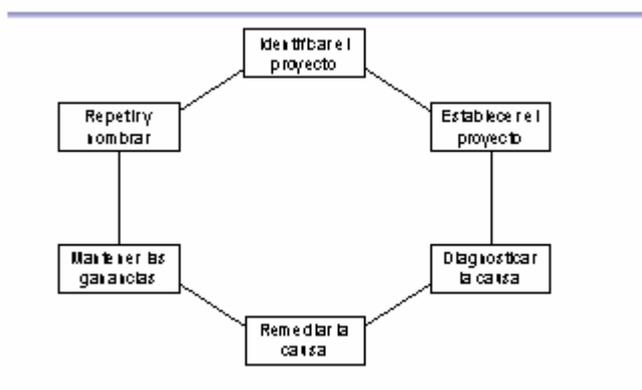


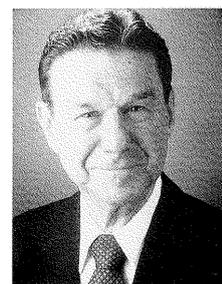
Figura A-2.2. Seis pasos para la solución de problemas

Juran fue el primero en señalar que se podía aplicar el principio de **Pareto para mejorar la calidad**. La base era distinguir los pocos pero vitales problemas, de los muchos pero triviales:

- Tuvo mucho interés en estudiar los **costes de la calidad**.
- Juran contempló el concepto de **cliente interno**.

1.4.- Armand V. Feigenbaum

Publicó su libro Total Quality Control cuando todavía era un doctorando. Se doctoró en el MIT. Entre 1958 y 1968 desarrolla su actividad en la empresa General Electric en el campo de dirección de operaciones y control de calidad. Es fundador de la International Academy for Quality y presidente de General Systems Company Incorporation. En 1988 es nombrado miembro del comité que otorga el United States Malcolm Baldrige National Quality Award.



1.4.1.- Publicaciones

- Total Quality Control

1.4.2.- Aportaciones más destacadas

- La idea de que todos los miembros de la organización son responsables de la calidad y no solamente el departamento de calidad. La calidad debe ser asegurada en todos los ámbitos de la organización y de esta manera lograr la máxima satisfacción de los clientes.

2.- Gurús japoneses

2.1.- Kaoru Ishikawa (1915 - 1989)

Nació en Tokio en 1915. Terminó sus estudios de Química en la Universidad Imperial de Tokio en 1939 y se doctoró en 1947. Falleció en 1989. Desarrolló parte de sus actividades en la empresa de carburantes de NISSAN.



Fue un experto y pionero en el control de la calidad en Japón. Trabajó como profesor en la universidad de Tokio y fue miembro de la JUSE, Unión de Científicos e Ingenieros Japoneses. Considera la calidad como la principal característica para obtener el éxito a largo plazo: *“Mediante la calidad total y con la participación de todos los empleados, incluido el presidente, cualquier compañía puede crear mejores productos o servicios a menor coste, aumentar las ventas, mejorar beneficios, convirtiéndose así en una organización mejor”*.

2.1.2.- Publicaciones

- Guide to Quality Control.
- What is TQC, the Japanese Way.

2.1.3.- Premios recibidos

- Deming Application Prize for Individuals.
- Grant Award de la American Society of Quality Control.

2.1.4.- Aportaciones más destacadas

- **Diagrama de Ishikawa**, creado en 1943. También llamado diagrama causa – efecto o diagrama de espina de pez.
- **Recopilación de las Q7**. Recopiló una serie de herramientas, las siete herramientas para la mejora de la calidad, las Q7, para ser aplicadas por los operarios en sus proyectos de mejora.
- **Círculos de calidad**. Es conocido principalmente por el desarrollo de los círculos de calidad en 1962. Un círculo de calidad es un grupo compuesto por personas voluntarias que resuelve los problemas de los niveles más operativos de la empresa. Todos sus miembros pertenecen al mismo área de trabajo de la empresa y habitualmente es el mismo grupo quien determina el problema a resolver. Para que estos círculos de calidad funcionen es necesario que vengán apoyados desde la dirección de la empresa. Estos círculos se reúnen habitualmente en horas de trabajo.

2.2.- Masaaki Imai

Presidente del Instituto Kaizen fundado en 1986. Es el difusor de KAIZEN.

Define Kaizen como una estrategia basada en el principio de que cualquier método de trabajo en cualquier área puede ser mejorado. El Kaizen aboga por pequeñas mejoras sin un coste significativo frente a grandes innovaciones que suponen fuertes desembolsos

económicos (p.ej. adquisición de nuevas tecnologías o equipos). Estas pequeñas mejoras afectan no sólo a los procesos de fabricación, sino también al resto de áreas de la organización, y son totalmente necesarias como complemento a la innovación.

Kaizen significa mejoramiento progresivo que involucra a todos, incluyendo tanto a gerentes como a trabajadores. Es un asunto de todos.

Los principios que diferencian el Kaizen (mejora) de la Kairu (innovación) son los que se muestran en la Tabla A-2.1. y la Figura A-2.3 lo demuestra de una manera bastante simpática:

Principios Kaizen	Principios Kairu
<ul style="list-style-type: none"> • Pequeños cambios o mejoras graduales • Orientada a generalistas • Atención a problemas concretos • Enfoque personas • Información abierta, compartida • Uso de la tecnología existente 	<ul style="list-style-type: none"> • Cambios bruscos • Orientado a especialistas • Atención a grandes temas • Enfoque tecnología • Información cerrada • Búsqueda de nuevas tecnologías

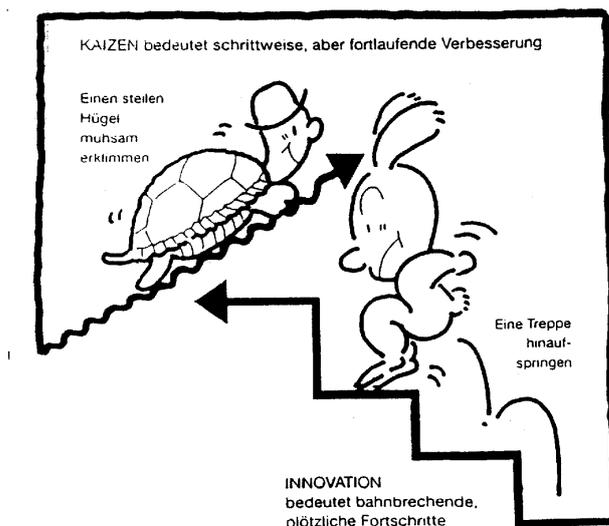


Figura A-2.3. Kaizen vs Kairu

2.3.- Taiichi Ohno

Afirma que el sistema de Toyota nació de la necesidad de desarrollar un sistema para fabricar pequeñas cantidades de muchas clases distintas de automóviles. Fue vicepresidente de Toyota Motor donde desarrolló el sistema de gestión de la producción Just in Time, **JIT**. Este sistema está orientado a mejorar los resultados de la empresa con la participación de todos los empleados a través de la eliminación de actividades que no aporten valor (despilfarros).

Identifica siete tipos de despilfarro en la empresa:

1. **Desperdicio por exceso de producción.** Se fabrican más artículos de los que necesita el mercado. El trabajo se hace por anticipado y los costes aumentan al consumirse más materias primas y al pagar salarios por trabajos innecesarios.
2. **Desperdicio por tiempos de espera.** Este tipo de desperdicios se hace patente con una simple observación de la actividad laboral (trabajadores a la espera de recibir material, operarios que se limitan a observar cómo trabaja una máquina, etc.)
3. **Desperdicio involucrado en el transporte de unidades.** El transporte y la doble o triple manipulación son desperdicios que se observan comúnmente en la mayoría de las fábricas. Para eliminarlos es necesario mejorar el diseño de la circulación, la coordinación de procesos, los métodos de transporte, el orden y la organización del lugar de trabajo.
4. **Desperdicio en el procesamiento.** El proceso en sí mismo puede constituir una fuente de problemas que provoque desperdicios innecesarios (operaciones que requieren mano de obra adicional, actividades que resulten innecesarias para cumplir las especificaciones, aparatos no correctamente mantenidos o preparados, etc.)
5. **Desperdicio en tomar inventario.** Un exceso de existencias incrementa el costo de un producto. Se requiere más manipulación, más espacio, mayor financiación, más mano de obra, etc.
6. **Desperdicio de movimientos.** Todo movimiento que no se dedique a añadir valor al producto o servicio debe eliminarse en la mayor medida de lo posible. El movimiento no implica necesariamente trabajo. Los movimientos de tipo buscar, recoger, colocar o caminar tienen que reducirse al máximo.
7. **Desperdicio en forma de unidades defectuosas.** La producción de defectos incrementa los costos. Aumenta el tiempo de producción y requiere de mano de obra adicional para que lleve a cabo acciones correctoras.

Además existe otro tipo de desperdicio mucho peor que todos los anteriores: el **despilfarro de potencial humano**. Consiste en no saber aprovechar al máximo las capacidades de las personas que trabajan en la organización, no aprovechar su inteligencia, imaginación, creatividad, etc.

2.4.- Shigeo Shingo

La contribución más importante de Shingo es el desarrollo de los sistemas "Poka-Yoke". Un poka – yoke es un sistema para prevenir que los trabajadores cometan errores o descubrir directamente errores que se hayan producido.



En la vida diaria tenemos ejemplos de poka – yokes:

- Es imposible introducir un diskete en el ordenador de una forma que no sea la correcta (Figura A-2.4).
- El cortacésped se para automáticamente si se suelta la palanca (Figura A-2.5).
- Si uno se olvida de cerrar bien el grifo el agua se escapará por el agujero (Figura A-2.6).



Figura A-2.4



Figura A-2.5



Figura A-2.6

2.5.- Genichi Taguchi (1924 -)

Nació en 1924 en Tokamichi. En 1941 terminó sus estudios como ingeniero textil y en 1962 fue doctorado por la Universidad de Kywshu.

Entre 1942 y 1945 trabaja en el Ministerio de Salud y Asistencia Social. Entre el 1954 y 1955 desarrolla tareas de investigación en la India, también colabora en el Instituto de Estadística Matemática y en el Ministerio de Educación. Entre 1950 y 1963 trabaja en la sociedad japonesa de Teléfonos y Telégrafos. En 1964 es Profesor en la Aoyame Gakuin University en Tokio.



2.5.1.- Publicaciones

- Design of Experiments.

2.5.2.- Premios recibidos

- 1960: Deming Application Prize for Individuals.
- 1951, 1953 y 1984: Deming Awards for Literature on Quality.

2.5.3.- Aportaciones más destacadas

- Función de pérdida de la calidad.
- Método de Taguchi.
- Diseño de experimentos.

2.5.3.1.- La función de pérdidas de Taguchi

Un producto se considera aceptable cuando sus dimensiones están dentro de las tolerancias. Según la concepción tradicional de aceptación o rechazo de un producto (Figura A-2.7), los lotes A y B deben ser aceptados por igual, mientras que el lote C, que está fuera de las tolerancias, debe ser rechazado. Cuando el valor de una característica se sale de las tolerancias (como en el caso C) es cuando se produce una pérdida, pero no se producen pérdidas para los valores de la característica dentro de sus tolerancias.

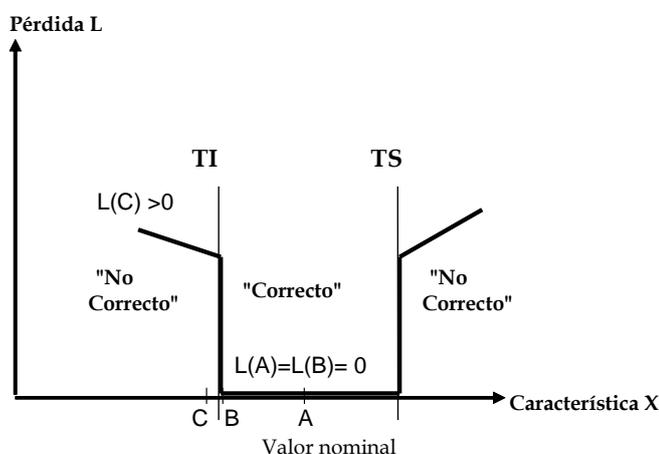


Figura A-2.7. Concepción tradicional de aceptación o rechazo de un producto

Taguchi no está de acuerdo con esta concepción. Dice que sólo cuando el valor de la característica que se está considerando es justo el valor nominal, es cuando no existe ninguna pérdida. Cualquier desviación de este valor nominal produce una pérdida. Taguchi propone para esta función de pérdidas una función de segundo grado.

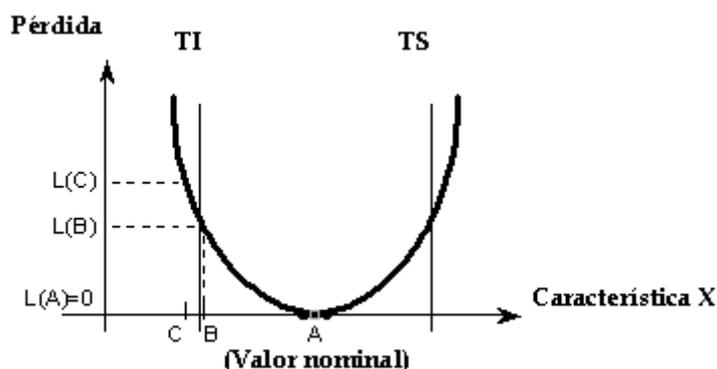


Figura A-2.8. Concepción tradicional de aceptación o rechazo de un producto

Dependiendo del tipo de valor nominal que se este considerando, esta función de segundo grado tendrá diferentes formas (Figura A-2.9):

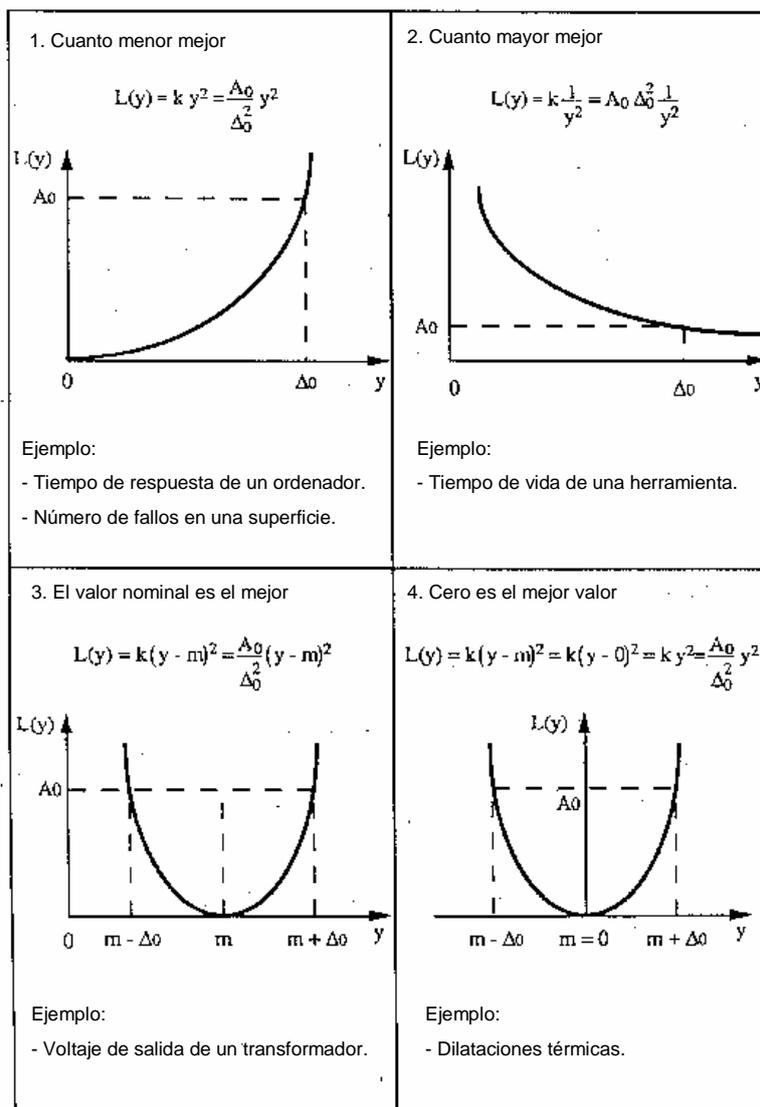


Figura A-2.9. Formas de la Función de Pérdida de Taguchi

Δ_0 = Desviación del valor de la característica respecto del valor nominal.

A_0 = Pérdida que se origina debido a la desviación Δ_0 .

Ejemplo:

Un componente electrónico de un televisor en color debe proporcionar una tensión comprendida entre 115 ± 20 V. Cuando esta tensión está fuera de tolerancias, se debe realizar una reparación que cuesta 100 €. Calcular la pérdida que supone entregar al cliente un televisor con un componente que proporciona una tensión de 110 voltios. (SOLUCIÓN: 6, 25 €.)

3.- Los nuevos gurús occidentales

3.1.- Philip B. Crosby (1926 - 2001)

Nació en Virginia del Oeste en 1926. Comenzó su trabajo como profesional de la calidad en 1952. Como encargado de calidad en Martin – Marietta (1957 – 1965) desarrolló el concepto de „Cero defectos“. Durante 14 años (1965 – 1979) fue vicepresidente corporativo de ITT.



En 1979 creó Philip Crosby Associates. En 1991 se retira y se dedica a la filosofía del negocio, una de sus pasiones. Funda Career IV, Inc. una empresa especializada en la organización de seminarios y discursos para empresarios y ejecutivos.

3.1.1.- Publicaciones

- Quality is Free
- Quality without Tears
- Quality 2000

3.1.2.- Premios recibidos

- Condecoración al mérito del Ministerio de Defensa americano por su programa de cero defectos.

3.1.3.- Aportaciones más destacadas

- Creación de una cultura de la Calidad.
- Concepto de cero defectos.
- Calidad es conformidad con las necesidades.
- Prevención en el aseguramiento de la calidad.
- Los 14 pasos de Crosby.

“Calidad es conformidad con las necesidades”; una vez que se hayan determinado las necesidades, el proceso de producción mostrará calidad si el producto o servicio resultante está de acuerdo con esas necesidades.

3.1.4.- Los 14 pasos de Crosby

1. Compromiso de la dirección.
2. Equipos de mejora de la calidad.
3. Medidas de la calidad.
4. El coste de la calidad.
5. Conciencia de la calidad.
6. Acción correctora.
7. Planificación cero defectos.
8. Formación del supervisor
9. Día cero defectos.

10. Establecer un objetivo.
11. Eliminación de la causa del error.
12. Reconocimiento.
13. Consejos de calidad.
14. Repítalo. Mejora continua.

3.2.- Garvin

Es profesor de la Escuela de Negocios de Harvard. Desarrolló lo que se conoce como las ocho dimensiones de la calidad. Introdujo en 1988 la noción de los cinco enfoques de la calidad.

3.2.1.- Las ocho dimensiones de la calidad

Según Garvin la calidad puede desagregarse en ocho dimensiones o factores, que aunque son diferentes, pueden estar relacionados: Rendimiento, prestaciones, fiabilidad, conformidad, durabilidad, capacidad de servicio, estética y calidad percibida. Estos ocho factores afectan a la percepción que tiene el cliente sobre la calidad.

- **Rendimiento:** Hace referencia a las características principales del producto o servicio. Por ejemplo, para un coche la aceleración, el consumo, etc. para una radio el alcance de la transmisión, etc.
- **Prestaciones:** Son las características secundarias que complementan las anteriores características de rendimiento y contribuyen a completar el paquete completo que compra el cliente.
- **Fiabilidad:** Es la función de un producto o servicio de actuar según lo esperado durante un período de tiempo específico. Generalmente la fiabilidad se mide utilizando el tiempo medio hasta el primer fallo y el tiempo medio entre fallos.
- **Conformidad:** Es el grado en que un producto, su proceso de fabricación y/o su diseño se ajustan a unos estándares. La conformidad es el tema central de la gestión de la calidad.
- Conformidad y fiabilidad están estrechamente relacionadas. La fiabilidad depende en primer lugar de lo correctas que sean las especificaciones del diseño y en segundo lugar de la conformidad con estas especificaciones.
- **Durabilidad:** Desde un enfoque técnico, la durabilidad es el periodo de tiempo durante el cual un producto puede ser efectivamente utilizado con un rendimiento y unos requerimientos de funcionalidad por encima de ciertos valores mínimos. La durabilidad está relacionada con la vida útil del producto y puede ser entendida de dos modos: Vida del producto antes de tener que reemplazarlo o vida del producto antes de reemplazar alguna de sus componentes.
- **Capacidad de servicio:** Esta dimensión está obteniendo cada vez mayor importancia. Se concreta en cuestiones como un servicio rápido, coste bajo de mantenimiento, establecimiento de una relación eficaz y eficiente de carácter profesional entre usuario y proveedor.

- **Estética:** Se refiere a la reacción del cliente ante características del producto que se perciben con los sentidos: color, tacto, gusto, vista, olfato. Es una dimensión de la calidad que depende de cada persona. Lo que a uno le puede parecer perfecto, a otro puede no gustarle nada.
- **Calidad percibida:** Se refiere a la percepción de calidad asociada a elementos tales como la buena imagen y fama de la marca del producto.

3.2.2.- Los cinco enfoques de la calidad

Garvin agrupó en 1988 las definiciones de calidad en cinco grupos:

- Enfoque trascendente de la calidad.
- Enfoque de la calidad basado en el producto.
- Enfoque de la calidad basado en el usuario.
- Enfoque de la calidad basado en la fabricación.
- Enfoque de la calidad basado en el valor.

3.3.- Walter Masing (1915 -)

Nació en 1915 San Petersburgo en Rusia. Entre 1934 y 1940 estudió Física y Matemáticas en las Universidades de Tartu (Estonia) Rostock y Leipzig y se doctoró en 1940 por la universidad de Leipzig. Ha trabajado en laboratorios electrotécnicos en Berlín y en la sociedad de física-electrónica (GEPHY).

Entre 1948 y 1969 fue director técnico de la empresa por él mismo fundada, Dr. Masing & Co. En 1957 vicepresidente de la Deutschen Gesellschaft für Qualität (DGQ)¹ y presidente y fundador de la European Organisation for Quality Control (EOQC)

Entre 1964 y 1993 presidente y miembro de la junta directiva de la Academy for Quality.

3.3.1.- Publicaciones

- Handbuch der Qualitätssicherung (1980)

3.3.2.- Premios recibidos

- En 1969 es nombrado miembro de la American Society for Quality Control.
- En 1975 recibe la medalla Edwards.
- En 1985 recibe el premio Lancaster de la ASQC.
- En 1996 Doctor Honoris Causa por la Technische Universität Berlin.

3.3.3.- Aportaciones más destacadas

- Control estadístico de la calidad.
- Calidad y costes.

¹ Sociedad Alemana de la Calidad (DGQ)

Desfase 1,5 Sigma (Anexo A-4)

A pesar de todos los esfuerzos para controlarlo, la capacidad de un proceso Seis Sigma puede cambiar a largo plazo. El cambio es un tema complejo en Seis Sigma. En términos simples, el cambio se debe a la degradación de la capacidad del proceso del corto plazo al largo plazo, cuando todas las posibles causas relacionadas al tiempo son consideradas.

La capacidad de un proceso a corto plazo es “la mejor”, sin ningún tipo de variación relacionada al tiempo. El valor de sigma de todo proceso, por convención, es el valor de un proceso a corto plazo. A largo plazo la capacidad de un proceso es “la peor”, se toman en cuenta todas las variaciones relacionadas al tiempo.

Convencionalmente el desfase calculado es de “1,5 Sigma”, una figura empírica ahora considerada estándar – un valor de defecto usada hasta obtener datos exactos del proceso. Entonces la capacidad de proceso es generalmente tomada en sigmas a corto plazo- sin la presencia de causas especiales de variación.

Luego, para considerar el cambio en el proceso a través del tiempo, se determina la capacidad de un proceso restando 1,5sigma al cálculo de capacidad. Por lo tanto, si un proceso opera a 6 Sigma, debemos afirmar que opera a 3,4 defectos por millón de oportunidades y no a 0.002 dpmo que nos muestra un cálculo de capacidad sin desfase de 1,5 Sigma.

El desfase de 1,5 Sigma de un proceso de corto plazo a uno de largo plazo aparece en Motorola. La compañía determinó, basada en años de experiencia, que cada proceso varia a través del tiempo. Lo que es normalmente llamado “*long-term dynamic mean variation*” varía entre 1.4 y 1.6. Sin embargo en muchos casos, el desfase es controversial. Algunos expertos han discutido acerca de generalizar el desfase de 1,5 Sigma.

Calculando el nivel de calidad en Sigmas (Anexo A-5)

Calcular el nivel de calidad en sigmas para la mayoría de procesos es bastante fácil. Se necesita una calculadora, pero no matemáticas avanzadas. Lo que se precisa son datos básicos y definiciones para los siguientes términos:

- La “unidad” o artículo que se entrega al cliente.
- Los “requerimientos” que hacen que la unidad sea buena o mala para el cliente.
- El número de requerimientos, o de “oportunidades de defectos”, para cada unidad.

Por ejemplo, en nuestro sencillo ejemplo de la empresa de chifles. Se determinan cuatro “requerimientos” principales: punto de sal, peso exacto, ingredientes en buen estado y sin daños en el empaque para cada bolsita de chifles.

Tomamos datos en 500 bolsitas de chifles al azar y se descubre que 25 tenían demasiada sal, 10 estaban fuera de las especificaciones de peso, 7 presentaban daños, y 16 tenían sabor a aceite rancio. Para calcular el nivel en sigmas se toma el número total de defectos que se han contado, se divide por el número total de unidades y se multiplica por el número de oportunidades de defecto. Se llamará al resultado “defectos por oportunidad (DPO)”:

$$(25 + 10 + 7 + 16) / 500 * 4 = 0.029 \text{ DPO}$$

Como se explicó en el Capítulo 2, se considera habitualmente 1 millón de oportunidades, eso daría $0.029 \times 1\,000\,000 = 29\,000$ defectos por millón de oportunidades (DPMO). Ahora todo lo que se necesita es buscar en la tabla adjunta qué nivel en sigmas representa partiendo de ese número de DPMO. Para este caso, el proceso de la empresa de chifles opera a unos 3,3 sigma.