
I. DESPLIEGUE DE LEAN SIGMA EN LA ORGANIZACIÓN

MÓDULO I. LEAN SIGMA

Dr. Primitivo Reyes Aguilar / febrero
2009 www.icicm.com
primitivo_reyes@yahoo.com
04455 52 17 49 12

Contenido

I. DESPLIEGUE DE LEAN SIGMA EN LA ORGANIZACIÓN	5
I. Lean Sigma y metas organizacionales	5
I.1 Valor y fundamentos de Seis Sigma	5
Seis Sigma como estrategia	5
Integración de Lean y Seis Sigma	5
El principio de Lean Sigma:	7
Fases de Lean Sigma	8
Herramientas de Lean Seis Sigma	10
Introducción a Seis Sigma	11
Interpretación estadística de Seis Sigma	13
La distribución normal estándar	13
¿Qué es Sigma? (σ)	16
Capacidad de procesos	17
Las fases DMAIC de Seis Sigma	19
Las fases de Seis Sigma (DMAIC)	19
Factores críticos de éxito para Seis Sigma	20
Resultados de Seis Sigma	21
Razones por las que funciona Seis Sigma	21
Empresas que han adoptado la filosofía Seis Sigma	22
Infraestructura de apoyo a SS	22
Black belts:	22
Green Belts	22
I.2 Historia de la mejora continua	23
Philip B. Crosby (1928 – 2001)	24
Edward W. Deming (1900 – 1993)	25
Dr. Armand V. Feigenbaum (1920 -)	26
Dr. Kaoru Ishikawa (1915 – 1989)	27
Dr. Joseph M. Juran	28
Dr. Walter A. Shewhart	29

Dr. Genichi Taguchi	30
Bill Smith (1929 – 1923) – Padre de Seis Sigma	30
Mikel Harry – Arquitecto del movimiento Seis Sigma	31
Forrest Breyfogle III	31
I.3 Valor y fundamentos de Lean.....	32
Definición de Lean	32
La organización Lean	32
Evolución del Pensamiento Lean	33
Frederick Winston Taylor (1856 – 1915)	34
Henry Ford (1863 – 1947).....	34
Takichi Toyoda (1867 – 1930).....	35
Kiichiro Toyoda (1895 – 1952).....	35
Eiji Toyoda (1913 – 1999)	35
Taiichi Ohno (1912 – 1990)	36
Shigeo Shingo (1909 – 1990)	37
James Womack y Daniel Jones	37
Anand Sharma	38
Michael Jorge	38
Pensamiento Lean en 3 actividades clave de la empresa	38
Actividades sin valor o Muda	39
I.4 Beneficios de Lean Sigma	41
Mensajes de Lean Sigma	41
La métrica de Lean: eficiencia del ciclo (mide el qué tan rápido)	41
Fuentes de reducción de costos	42
Búsqueda y eliminación de las trampas de tiempo	42
Aplicando técnicas Lean:	43
Velocidad de cualquier proceso	44
Uso del mapa de la cadena de valor para encontrar el 20% del muda	45
Creación de un mapa de cadena de valor	45
Herramientas principales de Lean	48
Las leyes de Lean Sigma	48
I.5 Procesos de negocio y sistemas	48
Sistemas de negocio.....	48
Procesos	49

Procesos de negocio:.....	51
Colaboración entre funciones	51
Modelo generalizado de proceso	51
Mapa de procesos SIPOC.....	52
I.6 Aplicaciones de Lean Sigma.....	53
Diseño para Lean Sigma	54
Bibliografía	56

I. DESPLIEGUE DE LEAN SIGMA EN LA ORGANIZACIÓN

I. Lean Sigma y metas organizacionales

I.1 Valor y fundamentos de Seis Sigma

Seis Sigma como estrategia

Es una estrategia de mejora de negocios que busca encontrar y eliminar causas de errores o defectos en los procesos de negocio enfocándose a los resultados que son de importancia crítica para el cliente.

Es una estrategia y filosofía de negocios enfocada a que las organizaciones puedan tener una ventaja competitiva al reducir los defectos en sus procesos industriales y comerciales. **(Harry, 2000)**

Integración de Lean y Seis Sigma

Abajo se muestran algunas características de Lean y Seis Sigma para efectos de comparación:

Tópico	Seis Sigma	Lean
Mejora	Reducir la variación	Reducir el Muda
Justificación	Seis Sigma (3.4 DPMO)	Rapidez (velocidad)
Fuente de ahorros	Costo de no calidad	Costos de operación
Curva de aprendizaje	Larga	Corta
Selección de proyectos	Varios enfoques	Mapeo de la cadena de valor (VSM)
Impulsor	Datos	Demanda
Complejidad	Alta	Moderada

Tabla 1.1 Comparación de Lean y Seis Sigma

Tanto el enfoque Lean como Seis Sigma se enfocan hacia la satisfacción del cliente. Lean ataca el desperdicio y Seis Sigma la variación o variabilidad. Ambas permiten al personal crear estabilidad en los procesos y tener una cultura de mejora continua. Lo relevante de una estrategia Lean son las herramientas tales como mapa de la cadena de valor (VSM), organización del lugar de trabajo (5Ss), mantenimiento productivo total (TPM), sistemas de jalar Kanban, kaizen, reducción de tiempos de preparación, equipos de trabajo, a prueba de error, solución de problemas, manufactura celular y flujo de una pieza.

Varias técnicas de solución de problemas usan ambas metodologías, Lean y Seis Sigma. Incluyen tormenta de ideas, diagramas de causa efecto, 5 “por qué”, análisis de Pareto, 8Ds, AMEFs y

otras. Seis Sigma promueve un proceso sistemático y riguroso para encontrar la causa raíz real de los problemas.

El mapa de la cadena de valor (VSM) es la herramienta principal de diagnóstico de Lean, se inició en Toyota donde la denominan mapa del flujo de materiales e información. VSM crea una representación visual de lo que sucede en un proceso para mejorar su desempeño. Se desarrolló una versión de VSM por Rother y Shook en 1998. **(Rother, 2003)** El mapa de proceso es una herramienta utilizada por la comunidad Seis Sigma para identificar entradas, salidas y otros factores que pueden afectar un proceso. ¿Pueden coexistir Lean y Seis Sigma?, de acuerdo a Ron Crabtree, definitivamente SI, ya que siente que Lean permite que los procesos básicos tengan estabilidad y repetibilidad, eliminando la variación debida al personal. De esta forma los datos que se colecten para Seis Sigma son más confiables y exactos **(Crabtree, 2004)**

Ron Crabtree describe a las herramientas de Lean y Seis Sigma en un continuo con Lean Sigma en el centro, sugiere utilizar las metodologías de acuerdo a la problemática presentada, si: Parece haber mucho desperdicio.

- Hay necesidad de minimizar inventarios
- Hay necesidad de mejorar los flujos de operación
- Hay necesidad de hacer más rápidos los procesos
- Hay errores humanos

Utilizar Lean para:

- Eliminar desperdicios o Muda
- Incrementar velocidad
- Minimizar inventarios
- Simplificar procesos
- Mejorar flujos
- Hacer procesos a prueba de error

Si los retos de la organización tienen los atributos siguientes:

- Hay problemas de calidad
- Hay una variación excesiva
- Hay problemas complejos
- La identificación de causas raíz son difíciles
- Hay numerosas consideraciones técnicas

En estos casos, se pueden utilizar las herramientas de Seis Sigma para:

- Minimizar la variación
- Aplicar soluciones científicas de problemas
- Enfoque a aspectos de calidad
- Empleo de metodologías técnicas

En las organizaciones se tiene una combinación de ambos tipos de problemas por lo que Lean Sigma refleja un enfoque más holístico y sinérgico, contiene una amplia variedad de herramientas, principios y formas de pensar. (Crabtree, Magement presentation on Lean Six Sigma, 2006) **(Crabtree, 2004)**

La revista Quality Digest (Digest, November 2006) cita una investigación de Avery Point Group (firma especializada en la implantación de Lean y Seis Sigma) indicando que Lean y Seis Sigma están destinadas para caminar juntas para siempre, ahora el personal que se busca para proyectos se quiere que tengan habilidades en Lean y Seis Sigma. Esta firma establece que: *“las empresas que siempre dividen a Lean de Seis Sigma están olvidando que son filosofías claramente complementarias, no competidoras”*.

El principio de Lean Sigma:

Las actividades que causan problemas con los CTQ y los tiempos de respuesta largos en cualquier proceso, ofrece la mayor oportunidad de mejora en costo, calidad, capital, y tiempo de respuesta. Lean Sigma reduce el tiempo de ciclo de manufactura o servicios y la variabilidad en los procesos y tiempos de servicio. Lean sigma proporciona mejoras rápidas.

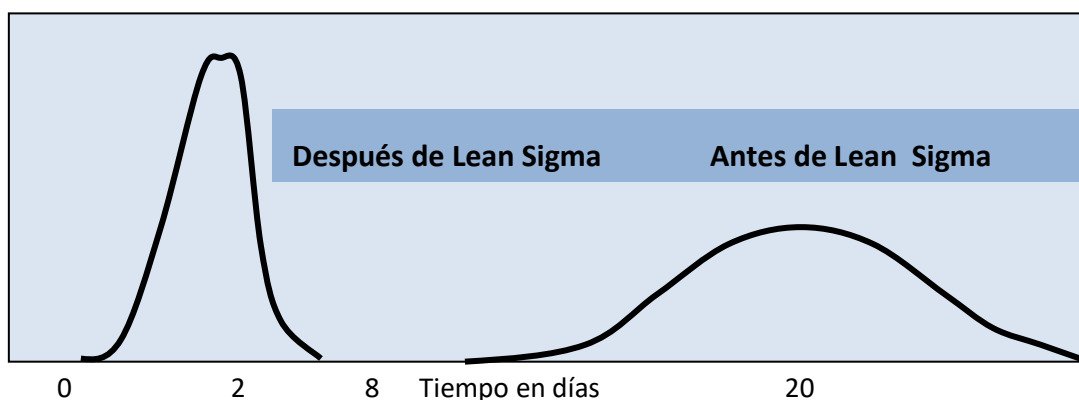


Figura 1.1 Efecto de Lean Sigma, reduce el tiempo de respuesta y la variabilidad al mismo tiempo

Por ejemplo, para un proveedor se puede reducir el tiempo de respuesta de 14 días con un rango de 9 a 19 días a dos días con un rango de cero a cuatro días. Al mismo tiempo hubieron otras mejoras:

- Reducción del tiempo de ciclo de manufactura de 14 a dos días

- Incremento en las vueltas de inventario por año de 23 a 67
- Reducción en costos indirectos de manufactura y costos de calidad en 22%
- Incremento en el margen de utilidad bruta de 12% a 19.6%
- Incremento del margen de operación de 5.4% a 13.8%
- Incremento en el ROIC de 10% a 33% (retorno sobre el capital invertido)
- Logro de niveles de calidad de CTQs a niveles de seis sigma

Para esta empresa Lean sigma:

Lean sigma es una metodología que maximiza el valor para los accionistas a través de la rápida tasa de mejora en la satisfacción del cliente, costo, calidad, ciclo del proceso, y capital invertido. La fusión se requiere ya que:

- Lean no puede traer a un proceso dentro de control estadístico
- Seis Sigma no puede sólo mejorar significativamente la velocidad de proceso o reducir el capital invertido.

Una de las razones de que se reduzca el costo a través de la reducción del tiempo de ciclo, es que *proceso lento es un proceso caro*. Un inventario lento debe ser movido, contado, almacenado, sacado, movido de nuevo, puede ser dañado o hacerse obsoleto. Los productos terminados de lento movimiento, deben ser vendidos a “precios promocionales”, con una utilidad reducida.

Si aparece un problema de calidad, una gran cantidad de inventario queda en riesgo de ser desperdicio o requerir retrabajo. En este caso se requiere más equipo y personal en lo que se llama la *planta escondida*, que no produce valor al cliente y consume recursos.

Fases de Lean Sigma

Aplicando la metodología DMAIC de solución de problemas se tiene:

Fase de definición:

- Clarificar los objetivos, valor del proyecto y problema
- Establecer el Contrato del proyecto (Team Charter)
- Identificar el promotor y los recursos para el equipo
- Preparar y planear el proyecto

Herramientas: Selección de proyectos, definición del problema, NPV/IRR/DCF, administración del proceso

Fase de medición:

- Colección de datos sobre el problema, en servicios a veces inexistentes
- Confirmar la meta del equipo
- Definir el estado actual o línea base
- Colectar y resumir los datos

Herramientas: Mapeo de procesos, análisis del valor, tormenta de ideas, técnicas de votación, diagrama de Pareto, diagrama de afinidad, diagrama de causa efecto, AMEF, hojas de verificación, cartas de tendencias, cartas de control, estudios R&R

Fase de análisis:

- Caracterizar la naturaleza y amplitud de defectos y trampas de tiempo
- Determinar capacidad y velocidad del proceso, determinar fuentes de variación y cuellos de botella

Herramientas: Cp, Cpk, acelerador de tiempo y análisis de restricciones en la cadena de valor, estudios Multi Vari, diagramas de caja, gráficas marginales, gráficas de interacción, análisis de regresión, ANOVA, matrices de causa efecto, AMEF, formatos de definición de problemas, Mapa de oportunidades.

Fase de mejora:

- Eliminar los defectos de calidad y mejorar la velocidad del proceso (tiempo de respuesta y entregas a tiempo)
- Generar ideas
- Realizar experimentos
- Crear modelos ficticios
- Realizar análisis B versus C
- Desarrollo de planes de acción
- Implementar planes de acción

Herramientas: Tormenta de ideas, sistemas de jalar (Kanban), reducción de tiempos de preparación y ajuste, TPM, flujo de proceso, Benchmarking, diagrama de afinidad, Diseño de experimentos, pruebas de hipótesis, mapeo de procesos, B vs C, campo de fuerzas, diagrama árbol, PERT / CPM, PDPC / AMEF, diagrama de Gantt.

Fase de control:

- Mantener los beneficios de las soluciones
- Desarrollar el plan de control
- Monitoreo del desempeño
- Procesos a prueba de error

Herramientas: hojas de verificación, cartas de tendencias, histogramas, diagramas de dispersión, cartas de control, diagrama de Pareto, revisiones interactivas, Poka Yokes.

Herramientas de Lean Seis Sigma

Definición	Medición	Análisis	Mejora	Control
Mapa de la cadena de valor (VSM)	Matrices de priorización	Análisis de regresión	DOE	CEP
Contrato (charter) – Establecer el problema	Estudios de Capacidad de equipos de medición (MSA)	5 - porqués	Eventos Kaizen	Controles visuales
Voz del cliente	Estudios de capacidad	Diagrama de causa efecto	TOC	Planes de control
Planes de comunicación	Filmación	Análisis de causa raíz	Sistemas de jalar	TPM
Problemas con CTQs	Estudio de tiempos	ANOVA	SMED/SUD	Trabajo estándar
Resultados del negocio	SIPOC	Análisis Multivari	5Ss o 6Ss	Procedimientos e instrucciones de trabajo
Benchmarking	Colección de datos	Pruebas de hipótesis	Mejora del flujo de trabajo	Requerimientos de capacitación

Introducción a Seis Sigma

Seis Sigma es un proceso altamente disciplinado enfocado a desarrollar y entregar productos y servicios casi perfectos consistentemente. Es una estrategia de gestión que usa herramientas estadísticas y métodos de proyectos para lograr mejoras en calidad y utilidades significativas.

Bajo la dirección del CEO de Motorola¹ Bob Gavin, se usaron herramientas estadísticas para identificar y eliminar la variación. En 1981 Bob Gavin director de Motorola, estableció el objetivo de mejorar 10 veces el desempeño en un periodo de 5 años.

En 1984 Bill Smith de Aseguramiento de Calidad en Motorola concluyó que si un producto se reparaba durante la producción, otros defectos quedarían escondidos y aparecerían con el uso del cliente. Adicionalmente si un producto se ensamblaba libre de errores, no fallaba en el campo .

En 1987 Motorola desarrolla Seis Sigma como una iniciativa clave del negocio.

En 1988 Motorola ganó el premio Malcolm Baldrige, y las empresas se interesaron en analizarla, muchos creen que Seis Sigma tuvo una influencia significativa para este logro.

El Dr. Mikel Harry desarrolla la estrategia de cambio hacia Seis Sigma, sale de Motorola e inicia el "Six Sigma Research Institute" con la participación de IBM, TI, ASEA y Kodak. Después forma su "Six Sigma Academy" para acelerar los esfuerzos de las corporaciones en el logro de estándares de clase mundial. **(Harry M. , May, 1998)**

La metodología se expandió a Allied Signal, ASEA, GE, Sony, Texas Instruments, Bombardier, Lockheed Martin, ABB, Polaroid y otras.

¹ Six Sigma y Motorola son marcas registradas por Motorola, Inc., EUA

Estrategia de Seis Sigma en GE²

Fig. 1.2 Estrategia de Seis Sigma en GE

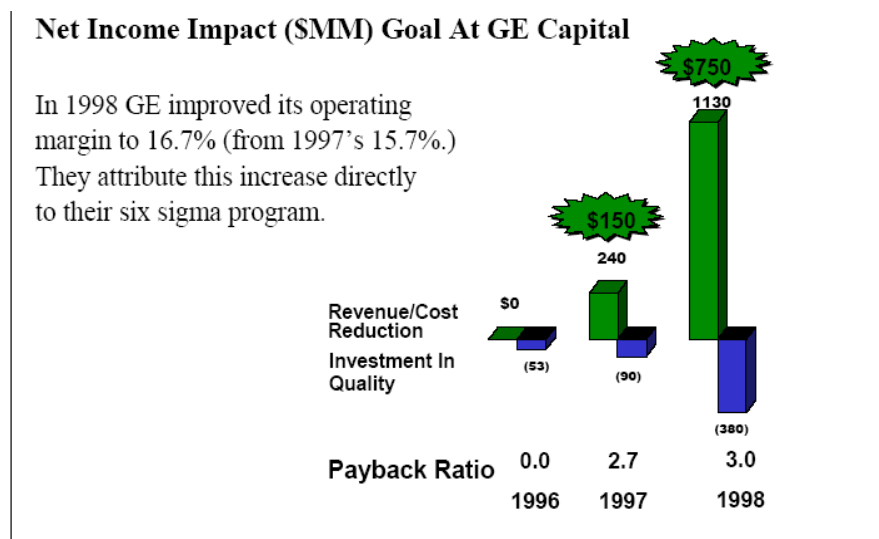


Fig. 1.3 Resultados de la implementación de Seis Sigma en GE

Sigma es un término estadístico que se refiere a la desviación estándar de un proceso alrededor de su media. Un proceso que se distribuye normalmente, tiene un 99.73% de área bajo ± 3 sigmas y 99.99932 bajo ± 4.5 sigmas.

Motorola notó que muchas operaciones, tales como ensambles complejos, tendían a recorrerse 1.5 sigmas en el tiempo, de modo que los límites de especificación de un proceso

² GE es una marca registrada por General Electric, Corp.. EUA

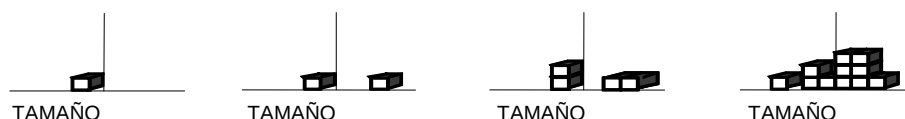
normal se deben encontrar a ± 6 sigmas de la media, para producir menos de 3.4 ppm o DPMOs.

Interpretación estadística de Seis Sigma

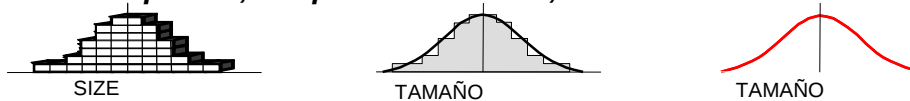
Cuando se efectúan un gran número de mediciones en un proceso que está operando bajo condiciones controladas, se obtiene un histograma que tiende a formar una campana de gauss o distribución normal, como se muestra a continuación:

Distribución gráfica de la variación – Curva normal

LAS PIEZAS VARÍAN DE UNA A OTRA:



Pero ellas forman un patrón, tal que si es estable, se denomina distr. Normal



LAS DISTRIBUCIONES PUEDEN DIFERIR EN:

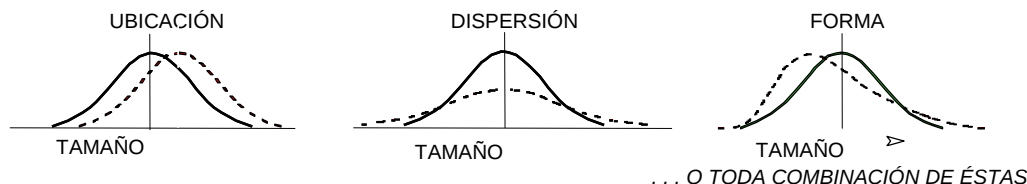


Fig. 1.4 distribución de frecuencia normal de un proceso controlado

La distribución normal estándar

La distribución normal estándar es una distribución de probabilidad que tiene una media de cero y una desviación estándar de uno. El área bajo la curva desde menos infinito a más infinito vale uno. La distribución normal estándar es simétrica, cada lado tiene una probabilidad o área bajo la curva de 0.5, su escala horizontal de la curva se mide en número de desviaciones estándar que se describe con Z.

Para cada valor Z se asigna una probabilidad o área bajo la curva mostrada en la Tabla de distribución normal, como se muestra a continuación:

La Distribución Normal Estándar

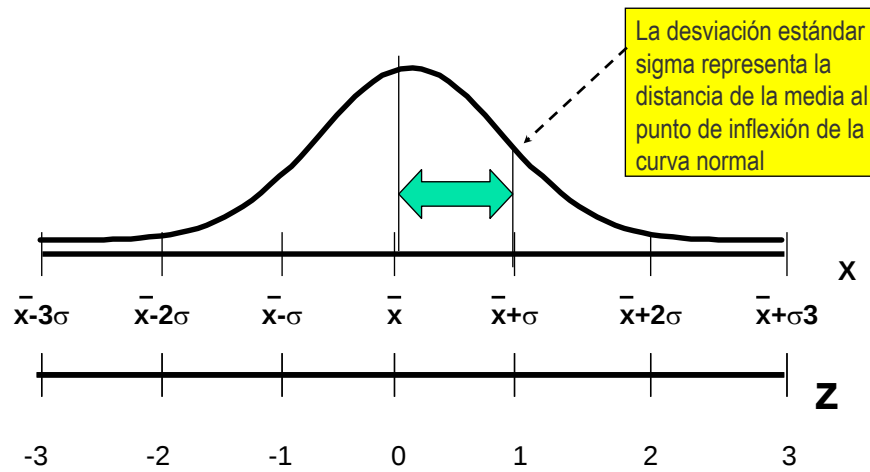
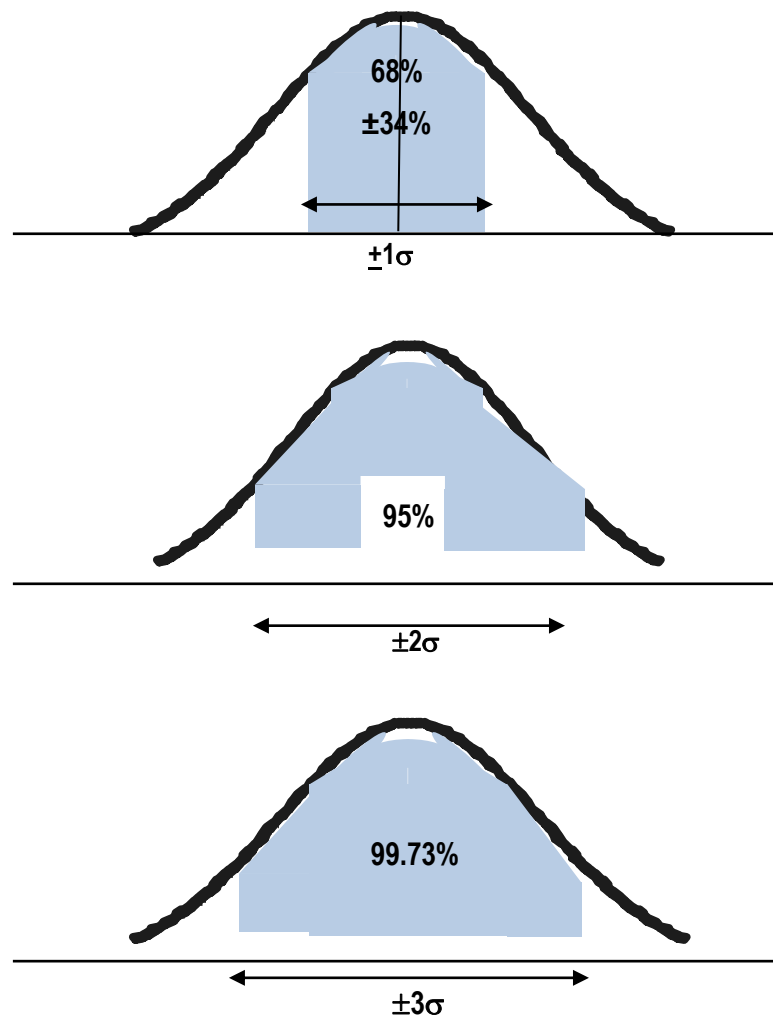


Fig. 1.4 La curva de distribución de probabilidad normal estándar

Fig. 1.5 Áreas bajo la curva normal estándar para ± 1 , 2 y 3 sigmas

El valor de Z

Determina el número de desviaciones estándar entre algún valor X y la media de la población, μ . Donde σ es la desviación estándar de la población.

En Excel usar Fx, ESTADÍSTICAS, NORMALIZACIÓN, para calcular el valor de Z.

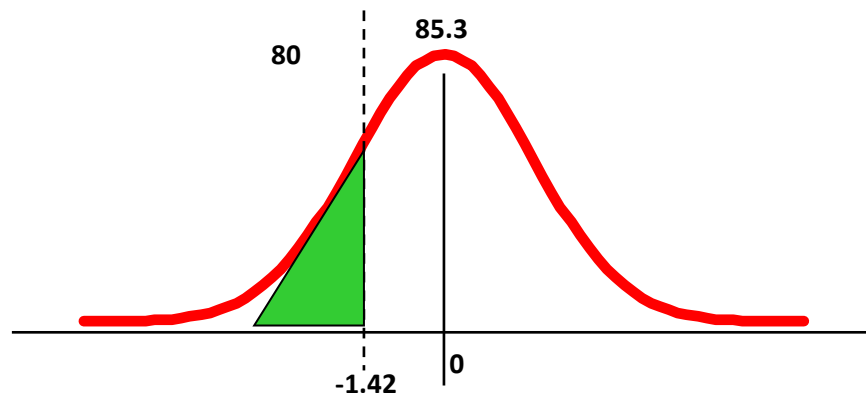
$$Z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

Ejemplos:

¿Que porcentaje de las baterías se espera que duren 80 horas o menos?

$$Z = (x - \mu) / \sigma$$

$$Z = (80 - 85.36) / (3.77) = -5.36 / 3.77 = -1.42$$



¿Cuál es la probabilidad de que una batería dure entre 86.0 y 87.0 horas?

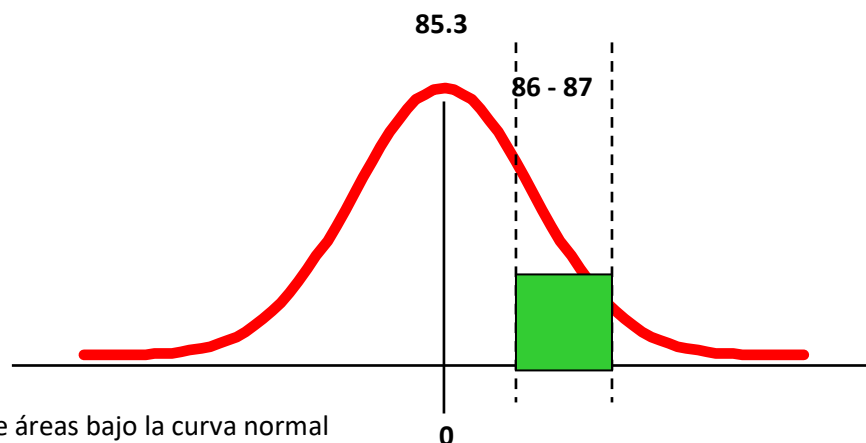


Fig. 1.7 Ejemplos de áreas bajo la curva normal

Procesos normales y medias muestrales

Un proceso normal es el que su salida sigue una distribución normal, se puede probar con el criterio de Anderson Darling o de Ryan si $n \geq 15$ o por Kolmogorov Smirnov si $n < 15$ para $P \text{ value} > 0.05$.

Para el caso de las medias muestrales, el área bajo la curva normal se determina con la siguiente fórmula.

$$Z = \frac{x - \mu}{\sigma/\sqrt{n}}$$



¿Qué es Sigma? (σ)

Sigma es un concepto estadístico que representa cuanta variación hay en un proceso respecto a los requerimientos del cliente. Sigma σ es un término estadístico que se refiere a la desviación estándar de un proceso en relación con la media. En un proceso normal 99.73% de valores caen dentro de $\pm 3 \sigma$ y 99.99966% dentro de $\pm 4.5 \sigma$.

0 – 2 sigmas, dificultades para cumplir especificaciones

2 – 4.5 sigmas, se cumple la mayoría de especificaciones

4.5 – 6 sigmas, cumplimiento total a requerimientos. Un proceso 6σ tiene rendimiento del 99.9997%

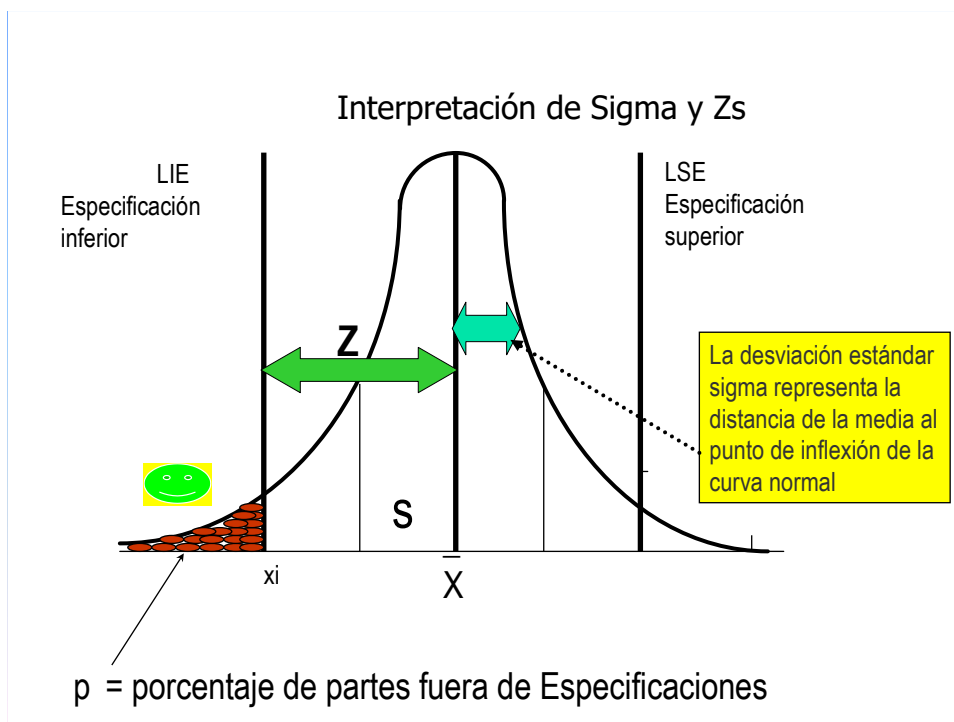


Fig. 1.8 Interpretación de Sigma y Z

¿Por qué es importante lograr niveles de calidad Seis Sigma?

Un 99.9% de rendimiento equivale a un nivel de calidad de 1 sigma, representa 10 minutos sin transmisión de TV o 10 minutos sin línea telefónica por semana



Capacidad de procesos

Motorola notó que muchas operaciones en productos complejos tendían a desplazarse $\pm 1.5 \sigma$ sobre el tiempo, por tanto un proceso de $\pm 6 \sigma$ a la larga tendrá 4.5σ hacia uno de los límites de especificación, generando 3.4 DPMOs (defectos por millón de oportunidades).

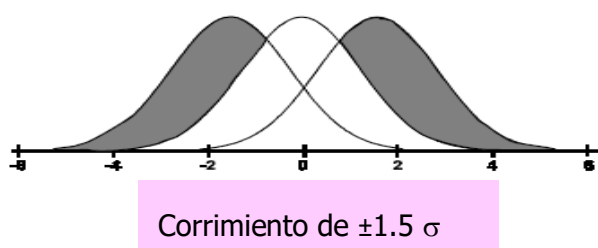


Fig. 1.9 Corrimiento de 1.5 sigmas en el largo plazo

La tasa de falla puede ser referida como los defectos por oportunidad (DPO), o defectos por millón de oportunidades (DPMO)

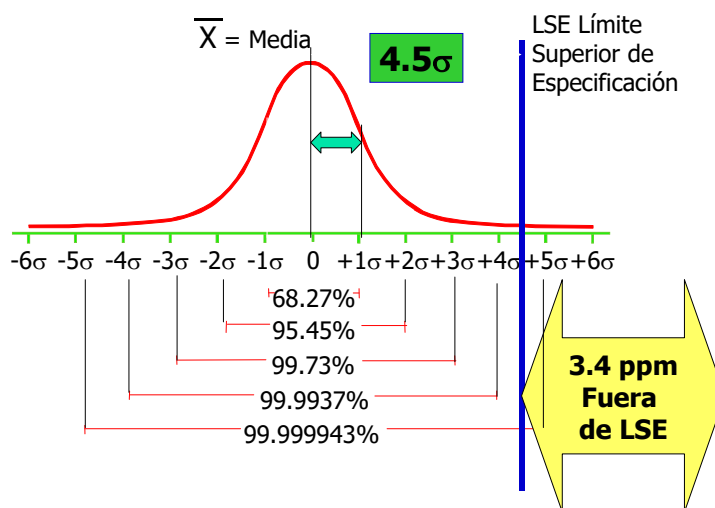
Sigma Level	ppm
6 sigma	3.4 ppm
5 sigma	233 ppm
4 sigma	6210 ppm
3 sigma	66,810 ppm
2 sigma	308,770 ppm
1 sigma	697,672 ppm

Algunas capacidades a largo plazo son:

- Para 2σ se tienen 308,770 ppm con $Ppk = 0.66$
- Para 3σ se tienen 66,810 ppm con $Ppk = 1$
- Para 4σ se tienen 6,210 ppm con $Ppk = 1.33$

El término Seis Sigma se ha aplicado a operaciones aun con distribuciones no normales, para los cuales la sigma es inapropiada, sin embargo el principio es el mismo, desarrollar productos y servicios casi perfectos al mejorar el proceso y eliminar los defectos, para deleitar al cliente.

Áreas bajo la curva normal
Entre menor sea el valor de σ
Mayor será la distancia entre X y LSE



Definición estadística de
Seis Sigma Con 4.5 sigmas
se tienen 3.4 ppm

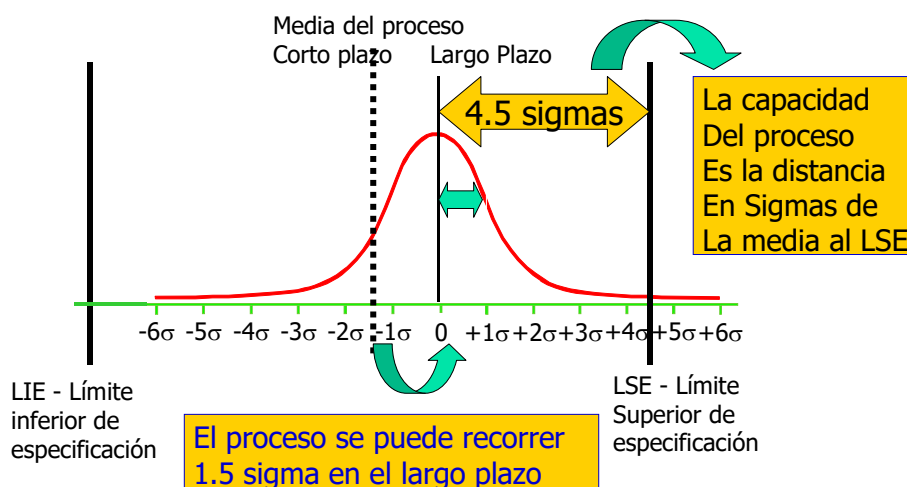
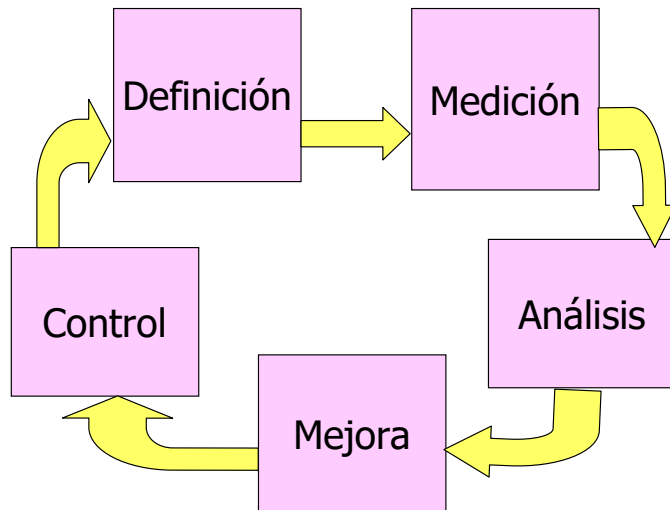


Fig. 1.10 Interpretación estadística de Seis Sigma

Las fases DMAIC de Seis Sigma

Las fases DMAIC de 6 Sigma



Las fases de Seis Sigma (DMAIC)

Definir: seleccionar las respuestas apropiadas ("Y"s a ser mejoradas)

Medir: Recolección de datos para medir la variable de respuesta

Analizar: Identificar la causa raíz de los defectos o de las mediciones que se desvían de las especificaciones de manera significativa (variables independientes X)

Mejorar: Reducir la variabilidad o eliminar la causa

Control: Una vez implementadas las mejoras, monitorear los procesos para mantener la mejora. Modificado de

Las fases de Seis Sigma (RDMAICSI de M. Harry)

Reconocer: la situación real del negocio

Definir: los planes a implementar para mejorar cada estado del negocio

Medir: Los sistemas de negocio que soporten los planes

Analizar: las brechas en el desempeño del sistema contra benchmarks

Mejorar: los sistemas para lograr las metas de desempeño

Control: de características a nivel de sistema que son críticas para el valor

Estandarizar: el sistema que pruebe ser el mejor en su clase

Integrar: sistemas mejores en su clase en el marco de planeación estratégica

Modelo DFSS para Seis Sigma

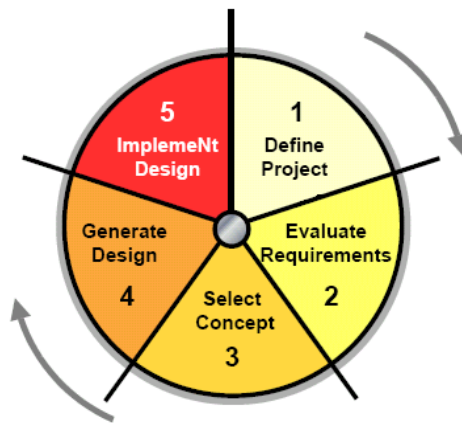


Fig. 1.12 Las fases de diseño para seis sigma (DFSS)

Modelo DFSS de Simon – DMADV

Definir: metas del proyecto y necesidades del cliente

Medir: Identificar necesidades del cliente y especificaciones

Analizar: Determinar y evaluar las opciones del diseño

Diseñar: Desarrollar los procesos y productos para cumplir los requerimientos del cliente

Verificar: Validar y verificar el diseño

Dado que Seis Sigma ha integrado diversas herramientas tales como manufactura Lean (esbelta), Diseño de experimentos (DOE), y Diseño para seis sigma (DFSS), se le ha denominado como el TQM en los asteroides

Factores críticos de éxito para Seis Sigma

Se requiere una cultura caracterizada por:

Orientación al cliente: el inicio del análisis de la cadena de valor es el conocimiento de lo que el cliente valora más, para deleitarlo. Descubrir tantos defectos como sea posible, Kiichiro Toyota de Toyota indica que *“cada defecto es un tesoro”* ya que permite prevenirlos. Sus impulsores son:

- Voz del cliente: lo que dicen los clientes que quieren
- Requerimientos: la traducción de la voz del cliente dentro de elementos medibles
- Críticos para la calidad (CTQs): los requerimientos más importantes para el cliente
- Defectos: no cumplimiento de los CTQs

- Diseño para Seis Sigma: diseño de productos y procesos con base en los requerimientos del cliente

Resultados financieros: Seis sigma habla el lenguaje de la dirección, a pesar de que hay que hacer una inversión alta inicial en capacitación, a la larga se paga. No se inicia ningún proyecto o esfuerzo, a menos que haya evidencia de los beneficios que se obtendrán. A cada Black Belt se le asigna una meta de beneficios anuales.

Compromiso de la dirección: La alta dirección debe estar comprometida con Seis Sigma, su responsabilidad es revisar y guiar los proyectos de mejora, para asegurar que se reenfoquen a las prioridades de la organización

Compromiso con los recursos: Pueden asignarse entre 1% a 3% del personal staff a los esfuerzos de Seis sigma a tiempo completo y se espera que otros empleados participen de manera regular en los proyectos.

Infraestructura de ejecución: el establecimiento de roles específicos como Back Belts y Master Black Belts, proporcionan la estructura para integrar los proyectos Seis Sigma al mundo real y mantener la tasa de mejora. Los Champions son altos directivos que apoyan a los proyectos.

Resultados de Seis Sigma

- Reducciones de costo
- Incremento de participación de mercado
- Reducción de defectos
- Mejoras en la productividad
- Mejora en la satisfacción del cliente
- Reducciones de tiempos de ciclo
- Cambios culturales (**Pande, 2000**)

Razones por las que funciona Seis Sigma

- Resultados en las utilidades
- Involucramiento de la dirección
- Un método disciplinado utilizado (DMAIC)
- Conclusión de proyectos en 3 a 6 meses
- Medición del éxito clara
- Infraestructura de personal entrenado (black belts, green belts)
- Enfoque al proceso y al cliente
- Métodos estadísticos utilizados adecuados (**Snee, September, 1999**)

Empresas que han adoptado la filosofía Seis Sigma

Las empresas que han seguido el proceso de mejora Seis Sigma por varios años, han obtenido desempeño de algunos procesos mayores a la calidad seis sigma. Cuando ocurren los defectos, como son raros, se les presta la atención debida y se corrigen las causas raíz, al final se exceden los requerimientos de la calidad seis sigma. Entre las empresas que han adoptado Seis Sigma se encuentran las siguientes: Motorola, General Electric, Dupont, Polaroid, Kodak, Sony, Toshiba, Allied Signal, Black and Decker, Dow Chemical, Federal Express, Boeing, Johnson & Johnson, Navistar

Infraestructura de apoyo a SS

Black belts:

- Promotores de proyectos de mejora con base en SS
- Instructores del personal en la empresa
- Apoyo al personal en proyectos locales SS
- Identifica oportunidades de mejora
- Influye y aboga en el uso de herramientas y estrategia de Seis Sigma

Green Belts

- Líderes de proyecto en su área
- Miembros de equipos multidisciplinarios Seis Sigma

Entrenamiento típico en Seis Sigma

1a. Semana:

- Panorama y ruta DMAIC, Mapeo de proceso, QFD
- FMEA, efectividad organizacional, MINITAB
- Capacidad de proceso, Análisis de sistemas de medición

2a. Semana:

- Pensamiento estadístico
- Intervalos de confianza y Pruebas de Hipótesis
- Regresión y correlación simple
- Análisis Multivari

3a. Semana:

- ANOVA
- Diseño de experimentos (factoriales, fraccionales, diseños de bloques balanceados)
- Diseños de superficie de respuesta
- Regresión múltiple
- Herramientas de facilitación

4a. Semana:

- Planes de control, A Prueba de Error
- Desarrollo de equipos, herramientas especiales

I.2 Historia de la mejora continua

Historia de la mejora organizacional – Gurús de la calidad que han influido en Seis Sigma

Guru	Contribución
Philip B. Crosby	Involucramiento de la dirección (ID), 4 absolutos de la calidad, costo de calidad
W. Edwards Deming	Ciclo de mejora PHEA, ID, enfoque a mejorar el sistema, constancia de propósito
Armand Feigenbaum	Control total de calidad / Gestión e ID
Kaoru Ishikawa	Diagrama causa efecto, CWQC, cliente siguiente Operación
Joseph Juran	ID, trilogía de la calidad, mejoramiento por proyecto, medir costo de calidad, Pareto
Walter A. Shewhart	Causas asignables vs comunes, Cartas de control, ciclo PHVA, estadística para mejora

Guru	Contribución
Genichi Taguchi	Función de pérdida, relación señal a ruido, Diseños de experimentos, diseños robustos. Orientado a mejorar productos y reducir costos
Bill Smith (1929-1993)	Gte. Aseg. Calidad – Motorola - Radios móviles,

Padre de Seis Sigma	sugirió mejorar de 3 sigma a 6 sigma (3.4ppm) Con Mikel Harry, desarrollo las fases MAIC de Seis Sigma con “filtros lógicos” con herramientas de cada fase
Mikel Harry (Arquitecto de Seis Sigma)	QE y RE – Motorola impl. Solución de problemas con Método Juran, CEP, Shainin y DOE. Funda la Six Sigma Academy en 1994
Forrest Breyfogle III – Texto completo Seis Sigma	Funda Smarter Solutions en 1992 para proporcionar consultoría y Capacitación en Seis Sigma

Philip B. Crosby (1928 – 2001)

Vicepresidente de ITT durante 14 años. Funda en 1979 Philip Crosby y Associates, Inc. En Florida, firma de consultoría.

Filosofía de calidad: Calidad es conformidad con los requisitos

Cuatro absolutos:

- Calidad significa conformidad a los requerimientos
- La calidad viene de la prevención
- El desempeño estándar en calidad es cero defectos
- La medición de la calidad es el costo de la no conformidad

Crosby era visto como hombre de negocios, sugiere que la calidad es responsabilidad del director general de las empresas y que los costos de calidad se debían integrar en el sistema financiero de las empresas.

Los 14 pasos recomendados a las organizaciones para la mejora de la calidad:

- Compromiso de la dirección
- Equipos de mejora de calidad
- Medición; Costo de calidad; Concientización en calidad
- Acción correctiva; Planeación cero defectos
- Educación de los empleados; Día cero defectos

- Establecimiento de metas; Remoción de causa de error
- Reconocimiento; Consejos de calidad
- Repetir el ciclo (Crosby, 1984)

Edward W. Deming (1900 – 1993)

Doctor en Física, Fundador de la tercera ola de la revolución industrial: Un producto o servicio tiene calidad si proporciona valor y goza de un mercado sustentable

Participó con el JUSE de Japón en 1950 para dar cursos a ejecutivos sobre métodos estadísticos, después se instauró el Premio Deming, fue más conocido en Japón que en su país EUA, hasta publicar ¿Si Japón puede, por qué nosotros no? Por la NBC en los 1980's.

14 obligaciones de la dirección

- Constancia de propósito para mejora de productos
- Adoptar la nueva filosofía, estamos en la nueva era
- Cesar la dependencia de la inspección
- Finalizar la práctica de negocios basadas en precios
- Continuamente mejorar los procesos y sistemas
- Instituir entrenamiento en el puesto una supervisión con liderazgo
- Eliminar el miedo a participar por los empleados
- Eliminar barreras entre departamentos
- Eliminar eslogans sin proporcionar los métodos
- Eliminar cuotas numéricas
- Eliminar los obstáculos que impiden a los empleados sentirse orgullosos de su trabajo
- Instituir programas de educación y reentrenamiento
- Enfatizar lo anterior para transformar a la organización

Las 7 enfermedades que deben curarse:

- Falta de constancia de propósito para planear y mantener productos y servicios
- Énfasis en utilidades a corto plazo
- Evaluación de desempeño del personal

- Movilidad de los gerentes
- Uso de figuras no conocidas por la gerencia
- Costos médicos excesivos
- Costos de garantía y legales excesivos

Otras aportaciones: Ciclo PDCA, concepto de 94% de la mejora al sistema es responsabilidad de la administración y 6% por causas especiales corregibles por el operario

La reacción en cadena:

- La calidad del producto se incrementa; decrece el costo
- Se reduce el tiempo de desarrollo y producción
- Se tiene un sistema de costos
- Se hace división de tareas y especialización
- El futuro cercano es más predecible
- Mejora el nivel de vida
- El sistema proporciona más y mejores empleos

Respuesta del mercado a la reacción en cadena:

- El cliente obtiene precios reducidos
- Hay cooperación del cliente
- Se proporcionan nuevos productos y servicios
- Se logra mayor satisfacción de clientes
- Hay una reducción de la competencia (Deming, 1986)

Dr. Armand V. Feigenbaum (1920 -)

Define al Total Quality Control como: El TQC es un sistema efectivo para integrar el desarrollo, mantenimiento y mejora de la calidad por los diversos grupos de la organización de tal manera de poder producir productos u ofertar servicios en los niveles más económicos enfocados a obtener la satisfacción plena del cliente

Factores de éxito del TQC:

- Es un proceso que involucra a todas las funciones

- La calidad es eso que el cliente dice que es
- Los costos de calidad y de producción están relacionados, a mayor calidad menores costos
- Se requiere el compromiso individual y de equipo
- La calidad es una forma de dirección por liderazgo
- La calidad y la innovación pueden trabajar juntos en el desarrollo del producto
- Por ética todos los gerentes deben estar involucrados en la calidad y no solo los especialistas
- Requiere mejora continua, con el uso de tecnologías actuales y nuevas
- Es la ruta más económica hacia la productividad implementada con clientes y proveedores

Algunas frases célebres:

- La calidad es responsabilidad de todos, pero puede transformarse en la responsabilidad de nadie, sin el liderazgo adecuado en la organización.
- Sin defectos ni problemas, nos estamos moviendo hacia los procesos de trabajo perfecto (Feigenbaum, 1991)

Dr. Kaoru Ishikawa (1915 – 1989)

Estuvo involucrado en la evolución del control de calidad japonés desde sus inicios en los años 1950's hasta su muerte en 1989, incluyendo los círculos de control de calidad.

Define el Control Total de la Calidad como: TQC es el desarrollo, diseño, producción y servicio de un producto que es el más económico, más útil, y siempre satisfactorio al cliente.

Algunos estatutos recomendados:

- El siguiente proceso es el cliente
- Entrenamiento y empowerment de los empleados
- Enfoque a la satisfacción del cliente
- Eliminación de seccionismo (no es mi responsabilidad)
- Supervisión humana
- Características distintivas del CWQC japonés:
- Mayor educación y entrenamiento en control de calidad
- Los círculos de calidad sólo representan el 20% del CWQC

- Participación por todos los miembros de la empresa
- Realizar auditorías de calidad
- Uso de las 7 herramientas básicas y métodos estadísticos avanzados
- Promoción nacional de actividades de control de calidad

Aportaciones: Diagrama de Ishikawa, es conocido como el padre del control de calidad japonés (Ishikawa, 1985)

Dr. Joseph M. Juran

Es quien más libros ha escrito, incluyendo el *Quality Control Handbook*, ha sido consultor en Japón desde los años 1954 con su curso “Managing for Quality” que ha impartido en asociación con la AMA durante 60 años. (Juran, 1999)

Filosofía de calidad: Adoptar una tasa revolucionaria de mejora en calidad, haciendo miles de mejoras año tras año.

Calidad es adecuación al uso

Recomendaciones para el éxito:

- Compromiso de la alta dirección en tiempo y recursos
- Las metas específicas de mejora de la calidad deben estar integradas en el plan de negocios de la empresa
- La responsabilidad de las mejoras debe ser asignada a individuos
- Los trabajadores deben tener empowerment para participar en los proyectos de mejora
- El personal debe ser entrenado para la gestión y la mejora de la calidad

Trilogía de Juran, sugiere que la calidad debe atenderse en forma similar que otras funciones:

- Planeación de la calidad: crear los procesos que permitan lograr los objetivos
- Control de la calidad: control y monitoreo de procesos atendiendo problemas esporádicos
- Mejora de la calidad: proyectos de mejora para reducir las pérdidas crónicas y estar en mejor posición (Joseph, 1993)

La dirección debe seguir estos pasos tal como lo hace para los presupuestos financieros, control de costos y mejora de las utilidades

Dr. Walter A. Shewhart

Su libro más notable fue *“Economic Control of Manufactured Product (1931)”*. Trabajó para la Western Electric Co. Fabricante de equipo telefónico de la Bell Telephone, de 1918 a 1924. EN 1924 Shewhart acotó el problema de fallas y reparaciones en variaciones por “causas asignables” y “causas comunes o aleatorias” e introdujo las cartas de control como una forma de distinguirlas.

De acuerdo a Deming, el genio de Shewhart consiste en saber cuando actuar y cuando dejar el proceso solo.

Deming presentó el ciclo de diseño siguiente de donde evolucionó el ciclo PDCA atribuible a Shewhart a los japoneses en 1951:

1. Diseñar el producto (con las pruebas adecuadas)
2. Hacer el producto (probarlo en laboratorio y producción)
3. Colocar el producto en el mercado
4. Probar el producto en servicio por medio de estudios de investigación de mercado
5. Rediseñar el producto, a la luz de la reacción del consumidor, y continuar el ciclo

Tal vez los japoneses desarrollaron este modelo hasta llegar al PDCA.

Aportación:

- Desarrolló las cartas de control que permiten reconocer cuando actuar sobre el proceso y cuando no actuar.
- Identifica causas especiales y causas comunes de variación en las cartas de control
- Desarrolló el Círculo de mejora PDCA

Ciclo de mejora Plan – Do – Check – Act

- Plan: ¿qué cambios se desean?, ¿qué datos se requieren?
- Do: realizar los cambios o pruebas de preferencia en pequeña escala
- Check: Observar los efectos del cambio o prueba. Deming Study ¿Qué aprendimos y qué podemos predecir de lo aprendido?

- Act: En base a lo aprendido, ¿es necesario mejorar todo o parte del proceso para satisfacer a clientes internos o externos?. Puede ser que no se requiera cambio alguno (Shewhart, 1931 reimpresso en 1980)

Dr. Genichi Taguchi

Es el padre de la Ingeniería de Calidad

Filosofía de calidad: la calidad está relacionada con la pérdida financiera a la sociedad causada por un producto durante su ciclo de vida.

Sus técnicas permiten a los ingenieros desarrollar productos y procesos en una fracción del tiempo requerido por las prácticas convencionales de diseño.

Dr. Genichi Taguchi – Calidad del producto

1. Evaluación de la calidad: la función de pérdida y la relación señal a ruido son formas de evaluar el costo de no cumplir con la meta establecida. El costos de incrementa paradójicamente conforme la característica del producto se aleja del valor meta.

2. Mejora de la calidad y factores de costo: usar métodos estadísticos para el diseño del sistema, diseño de parámetros y diseño de tolerancias del producto, incluyendo QFD, relación S/N y DOE con arreglos ortogonales.

3. Monitoreo y mantenimiento de la calidad: reducir la variabilidad de la línea de producción. Tomar mediciones y usar la información como retroalimentación para la mejora.

Sugiere el diseño de productos y procesos robustos:

Hacerlos insensibles a aquellas variables que son incontrolables o con control deficiente, deben cumplir la meta establecida.

Sus métodos mejoran productos y procesos (Taguchi, 1979)

Bill Smith (1929 – 1993) – Padre de Seis Sigma

Fue vicepresidente y Gerente de aseguramiento de calidad para la división de radios móviles de Motorola, cuando introdujo Seis Sigma como una métrica de calidad en 1986. Tenían un gran número de quejas de campo y propuso mejorar del nivel tres sigma actual a un nivel de seis sigma permitiendo un corrimiento de 1.5 sigmas a largo plazo.

Apoyó a Robert W. Gavin, CEO de Motorola a lograr niveles de calidad de 3.4 ppm. Después con Mikel Harry, desarrolló las fases de Seis Sigma: medir, analizar, mejorar y controlar (MAIC). En 1988 Motorola gana el premio Malcolm Baldrige y se le da el crédito de este logro.

Mikel Harry – Arquitecto del movimiento Seis Sigma

Junto con Richard Schroeder, fundaron la Six Sigma Academy en 1994 como un afirma de consultoría especializada en la metodología Seis Sigma. Se le conoce como el arquitecto de Seis Sigma.

Se unió a Motorola en 1985 como un ingeniero de calidad y confiabilidad, desarrolló el programa de solución de problemas que incluía: Ruta de mejora de Juran, CEP, herramientas de Shainin, y diseño de experimentos. Hizo equipo con Bill Smith y desarrollaron la metodología MAIC con herramientas para cada fase denominadas “filtros lógicos”. Mikel las había investigado en la Universidad de Arizona en su investigación de doctorado.

En 1989, Robert Gavin lo nombró director del Instituto de Investigación de Seis Sigma en la Universidad de Motorola, con énfasis en utilidades, transformación del negocio, y formación de una fundación para el proceso Seis Sigma. Junto con un gerente de planta de Unisys derivó el nombre de “Black Belt” para identificar a los expertos capacitados en estadística.

Forrest Breyfogle III

Fundador de Smarter Solutions Inc., en Austin, Texas. La empresa se formó en 1992, para proporcionar servicios de capacitación y consultoría en la metodología Seis Sigma. Integra los principios de planeación estratégica, métricas, ISO 9000, teoría de restricciones, Lean, y enfoque de procesos en conjunto con Seis Sigma. Es ingeniero mecánico con un posgrado en Ing. mecánica.

I.3 Valor y fundamentos de Lean

Definición de Lean

Lean es término acuñado después del estudio de cinco años del MIT en la industria automotriz en 1991 realizado por James Womack.

Lean son los métodos para tener flexibilidad y minimizar el uso de recursos (tiempo, materiales, espacio, etc.) a través de la empresa ampliada o la cadena de valor completa iniciando con los clientes (proveedores, distribuidores y clientes) para lograr la satisfacción y lealtad del cliente.

La organización Lean

La empresa Lean comprende todo el sistema de producción, iniciando con el cliente. Incluye las ventas, ensamble final, diseño de productos y procesos y todos los elementos de la cadena de valor (incluyendo las materias primas). Tiene dependencia de la demanda de sus clientes y la confiabilidad de sus proveedores, todo debe ser incluido en la planeación. **(Networks, 2006)**

Lean en producción y manufactura

Las técnicas Lean sirven para la identificación sistemática y eliminación de desperdicio, la implementación de flujo continuo “jalar” por el cliente. Sus beneficios incluyen: menores costos de producción, menos personal, desarrollo de producto más rápido, calidad alta, utilidades altas, y mayor flexibilidad del sistema. El enfoque es la reducción continua del desperdicio.

Los impulsores de Lean son: costo, calidad, entrega, seguridad y ambiente laboral. Así como el sistema de producción de producción en masa es característico del siglo XX, el sistema de producción Lean es reconocido como el sistema de producción del siglo XXI.

Lean en Servicios

Con base en que todos los sistemas contienen desperdicio, los métodos Lean son aplicables a cualquier sistema, cualquier implementación de los métodos Lean será diferente, dependiendo de los diversos factores tales como la industria, cultura y consideraciones internas del negocio. Las herramientas utilizadas para implementar operaciones Lean, y el orden el cual se combinan, depende de si la organización es un fabricante de productos discretos, productor continuo, o proveedor de un servicio.

Evolución del Pensamiento Lean

Pionero de Lean	Contribución
Frederick Taylor	Escribió los <i>Principios de la administración científica</i> . Divide el trabajo en componentes. Fue el mejor método en su tiempo para maximizar la producción
Henry Ford	Conocido como el padre de la producción masiva. Aboga por la reducción de desperdicio, funda Ford Motor Company y proporciona transporte accesible a las masas. En 1903 fabrica el modelo A y en 1908 el modelo T, reduce el tiempo de ciclo de 514 a 2.3 minutos. En los años 1920's entra GM al mercado
Sakichi Toyoda	Conocido como un inventor que mete las manos, desarrolla el concepto <i>Jidoka</i> , inició la Toyota Motor Company (TMC)
Kiichiro Toyoda	Continuó con el trabajo de su padre Sakichi. Promovió los conceptos A prueba de error y fue presidente de TMC
Eiji Toyoda	Primo del anterior. Desarrolló un laboratorio de investigación automotriz. Contrató gente brillante en TMC y fue su Chairman. En 1950 Eiji Toyoda de Toyota visita la planta de Ford para implantar mejores métodos en Japón con Taiichi Ohno su genio de producción.
Taiichi Ohno	Creo el sistema de producción de Toyota (TPS), integrado con la cadena de valor. Tuvo la visión de eliminar el desperdicio.
Shigeo Shingo	Desarrolló el sistema SMED. Apoyó el desarrollo de otros elementos de TPS
James Womack (1990) y Daniel Jones	Promotores conocidos de la empresa Lean, son coautores de la mayoría de los libros de Lean. Womack introduce el término de Manufactura Lean en 1990 con las prácticas de manufactura de Toyota para reducir muda
Anand Sharma	CEO de TBM Consulting Group, autor de libros importantes en empresa Lean
Michael L. George	Ampliamente conocido por sus libros de Seis Sigma fundador del grupo George

Tabla 1.2 Matriz de pioneros de Lean y sus contribuciones

Frederick Winston Taylor (1856 – 1915)

Estudió ingeniería e inició su trabajo como aprendiz en un taller de maquinados, siendo después supervisor. Aplicó estudios de tiempos y movimientos al minuto y administración científica para obtener la mayor producción, es el “Padre de la administración científica”. Con su método, no se requería personal muy capacitado, ya que las personas hacían operaciones simples. El trabajo requería menos cerebro, menos músculos y menos independencia.

Escribió su libro *Principios de la administración científica*, haciendo énfasis que los dueños y empleados deberían progresar juntos. Algunos de sus conceptos son:

- Comprender cada elemento de la tarea
- Seleccionar, entrenar y desarrollar al trabajador
- Dividir el trabajo entre administradores y trabajadores
- Cooperar con los trabajadores para seguir los procedimientos

Henry Ford (1863 – 1947)

Nace en una granja cerca de Dearborn, Michigan. Fue aprendiz de maquinista, en 1883 era ingeniero en jefe para la empresa Edison Illuminating Company, antes de fundar a Ford.

Funda a la Ford Motor Company en 1903, con el modelo A. En 1908, se crea el modelo T, fácil de fabricar y de usar. Sus partes eran intercambiables y simples, para su reparación por el cliente. **(Ford, 2006)**

Fue el maestro de la producción masiva (1913). Al principio cada estación requería de 514 minutos para su operación, con mejoras en las tareas y estudios de tiempos y movimientos lo redujo a 2.3 minutos. En 1913, con la introducción de la línea continua bajó a 1.19 minutos, logrado al reducir la complejidad de las tareas. Esto permitió que en la planta laboraran personas que hablaban alrededor de 50 idiomas, con un salario en 1914 de USD \$5 por día (el doble del original).

Introdujo una integración vertical incluyendo fundidoras y minas, donde además reciclaba los desperdicios de acero. Produjo 15 millones de su modelo T. **(Womack, 1990)**

Henry Ford fue un abogado de reducir el desperdicio en cada área operativa, algunos ejemplos incluyen:

- Retrabajar rieles usados para su uso
- Fundir desperdicio de acero para su uso
- Retrabajar herramientas y equipos rotos
- Convertir papel usado, y viruta en pizarrones

La producción en masa involucra la intercambiabilidad de partes, trabajadores, tareas más simples y mejor organización. Estas técnicas se utilizaron ampliamente por 60 – 70 años en todo el mundo.

Takichi Toyoda (1867 – 1930)

Fue comerciante llamado “Rey de los inventores”. Fue carpintero, trabajo con sus manos. Desarrolló una máquina de vapor para ayudar a sus familiares con una tejedora de potencia para el algodón a base de vapor, ya que sus familiares estaban en el negocio del tejido manual.

Un concepto que introdujo en su máquina fue el *Jidhoka* o automatización con toque humano. La tejedora paraba cuando había una ruptura del hilo. Esto permitió que los operadores pudieran atender varias tejedoras. Después funda la Toyota Automatic Loom Works en 1926, en 1929 vende su patente a Platt Brothers de Inglaterra en \$500,000 USD con lo que entra a la industria automotriz. **(Liker, 2004) (Toyoda, 1987)**

Kiichiro Toyoda (1895 – 1952)

Hijo del anterior, y segundo presidente de Toyota Motor Company. Negoció la patente del “sistema a prueba de error de la tejedora”. Con los fondos financiaron a sus proyectos. Visita los EUA y en 1935 su empresa Toyota Automatic Loom Works fabrica camiones de pasajeros A-1. El gobierno ordena sólo la fabricación de camiones de carga y producen 18 modelos G-1. Funda la Toyota Motor Company (TMC) en 1937 como empresa separada, con el concepto JIT, dada la escasez de materiales y flujo de efectivo. Tuvo mucha influencia de Ford y de los procesos de supermercados.

Después de la II guerra mundial, TMC entra en bancarrota por la inflación y problemas de administración. Se agravó por una serie de huelgas y despidos renuncia como presidente y vuelve a regresar en 1952, solo para fallecer en poco tiempo al año a la edad de 57 años. **(Womack, 1990)**

Eiji Toyoda (1913 – 1999)

Primo del anterior, ingeniero mecánico, funda el laboratorio “hotel de coches” donde repara coches, investiga motores y hace proyectos especiales. Es llamado al ejército pero regresa en dos meses a la industria. Sirvió en el negocio de camiones durante la guerra. Se transforma en director de TMC en 1945 y Director administrativo en 1950. Fue un año malo por las huelgas y la renuncia de Kiishiro Toyoda.

En 1950 viaja a EUA a las plantas automotrices y sus proveedores y se da cuenta que no podrá competir con “producción masiva” (TMC producía 40 unidades al día y Ford 8,000). Introduce su modelo de transporte de pasajeros “Cuervo” en 1955 llevando a TMC a ser una gran compañía, fue su presidente de 1967 a 1982. Durante este tiempo apoyó el trabajo duro de Taiichi Ohno dentro de TMC. Al unirse las empresas Toyota Motor Company y Toyota Motor Sales, sirve como CEO de 1982 – 1994. **(Liker, 2004) (Toyoda, 1987)**

Taiichi Ohno (1912 – 1990)

Fue el creador del sistema de producción de Toyota (TPS). En 1947 era jefe del taller de maquinados, donde experimentó con líneas paralelas y procesos en L, con mucha resistencia de los operadores. También implementó el concepto de Jidhoka que se utilizaba en las tejedoras y permitía que un operador atendiera varias máquinas.

Viajó a EUA y se dio cuenta que no podrían competir con producción masiva, donde las economías de escala generaban productividades versus Japón de 9:1. Sin embargo visualizó que en la producción masiva había muchos desperdicios: sobre producción, inventario excesivo, tiempos de preparación largos, retrabados, etc. Antes Kiichiro Toyoda estableció una meta “imposible” para la TMC para igualar a las plantas de EUA. Ohno visualizó que el método pudiera ser la producción masiva personalizada.

Desarrolla junto con su equipo varias técnicas para minimizar los desperdicios con los siguientes métodos:

1. Sistemas de jalar (supermercado, idea de 7-eleven)
2. Muda (7 tipos de desperdicios)
3. Cambios rápidos de dados (de días a horas, minutos y segundos)
4. Asignación flexible de tareas
5. Eliminar actividades que no agregan valor
6. Métodos Kanban
7. Celdas en U
8. Flujo de una pieza
9. Nivelación de producción

Se enfocó a identificar y eliminar los desperdicios dentro de Toyota y con sus proveedores. Estuvo fascinado con lo obvio y quería descubrir problemas invisibles. Mentalmente revisaba la secuencia de proceso de atrás para adelante y después a la inversa para descubrir problemas, probando sus ideas.

En 1950, como gerente y ejecutivo y con el respaldo del presidente Eiji Toyoda, promovió e impulsó la implementación de los conceptos de Lean en todo Toyota y sus proveedores (Toyota Production System – TPS), venciendo la clásica resistencia de que las cosas están bien como están ahora. Una vez implementado se retira en 1978 como Vicepresidente ejecutivo.

Como retribución a sus asistentes en el TPS, funda una empresa de consultoría Shingijutsu (nueva tecnología) Consulting Group para que tengan una forma digna de dejar Toyota (incluía a Yoshiri Iwata y Chichiro Nakao). El grupo sigue activo en EUA manteniendo el estilo de entrenamiento original de Toyota. **(Liker, 2004) (Ohno, 1988) (Womack J. &, 1996)**

Shigeo Shingo (1909 – 1990)

Se basó en los trabajos de Taylor, es un consultor muy conocido en mejora de la manufactura. Ha escrito varios libros como son:

- La revolución en manufactura: El sistema SMED
- Control de calidad cero: Inspección en la fuente y sistema Poka Yoke
- Producción sin inventarios
- *El sistema de producción de Toyota desde un punto de vista de la ingeniería industrial.*

Es un ingeniero mecánico. Se inicia como consultor en la Japan Management Association (JMA) en 1945. Inició en 1950 trabajos para reducir el tiempo de cambio de dados en Toyo Industries.

En 1959, forma su consultoría Institute of Managemet Improvements, y trabaja para todo el lejano oriente. Sus trabajos se centraron en A prueba de error, control de calidad cero y aseguramiento de calidad de proveedores. En 1969 Taiichi Ohno le encarga reducir el tiempo de preparación y cambio de dados de 1.5 horas a 3 minutos (Single minute Exchange of die – SMED), venían de 4 hrs. y parece imposible, sin embargo en tres meses logra la meta. **(Shingo, 1989) (College of Business, 2006)**

Apoyó como consultor a Toyota desde 1954 hasta 1982 con capacitación y asesoría, con sobre 87 sesiones a 2,000 estudiantes, no fue empleado de Toyota, solo apoyó su TPS. En 1988, la universidad de Utah, para promover actividades lean de clase mundial, establece el **Shingo Prize**.

James Womack y Daniel Jones

Han sido investigadores del MIT sobre la industria automotriz desde 1979. Se les encargó un estudio “*El futuro del automóvil*”. Publicaron “El futuro” en 1984, donde mostraron que la productividad de Toyota era tres veces mayor que los americanos (cuando en los 1950’s era al revés de 1:9).

Esto impulsó un estudio más detallado del sistema de producción de Toyota (USD \$5,000,000 durante 5 años) y otras industrias. El estudio originó el libro “*La máquina que cambio al mundo*” mostrando como los métodos Lean requieren para la producción, alrededor de la mitad de los recursos de la producción masiva (esfuerzo humano, espacio, inversión, ingeniería y tiempo). Publicaron otros dos libros “*Pensamiento Lean: eliminar desperdicio y crear valor en la organización*” y “*Soluciones Lean: como las empresas y los clientes pueden crear valor y riqueza juntos*”.

Womack y Jones han establecido una red global de manufactura Lean (esbelta) con redes particulares en EUA y Europa.

Anand Sharma

Presidente de TBM Consulting group (NC), es uno de los “Héroes de la manufactura” (Fortune, marzo 2001). A través de visitas a la planta, clama que “donde la gente ve complejidad, busco como simplificar las cosas”. No trabaja con empresas que despiden empleados al implementar su sistema.

Se graduó en la India, yendo a EUA a trabajar para varias empresas. Aprendió el sistema de producción de Toyota del grupo Shingijutsu de Japón. Escribió dos libros: *“La máquina perfecta: cómo ganar en la nueva economía de demanda al fabricar bajo órdenes con menos recursos”* y *“El antídoto: cómo transformar el negocio para los cambios extremos del siglo XXI”*.

Michael George

CEO del George Group (TX), se enfoca al desempeño operacional y valor al accionista por medio de Seis Sigma, Lean Seis Sigma, gestión de la complejidad y esfuerzos de innovación. Estudió el sistema de producción de Toyota. Tiene varias patentes en reducción del tiempo de ciclo y complejidad. Algunos de sus libros son: *Innovación rápida, Lean Six Sigma, Lean Six Sigma para servicios y Conquistando la complejidad en los negocios*.

Shingijutsu Co. Ltd. (nuevas tecnologías)

Está en Gifu Japón, en 1987, Taiichi Ohno apoyo a esta empresa como destino de sus empleados leales que dejaban Toyota. Su misión es *“Encontrar la forma de combinar gente, materiales y equipos, de la manera más eficiente para mejorar las condiciones financieras de la empresa”*. Solo dan consultoría a empresas que tienen un alto compromiso en la mejora continua y tienen como valor “el respeto a la gente”.

Pensamiento Lean en 3 actividades clave de la empresa

Lanzamiento de nuevos productos: definir el concepto, diseño y desarrollo del prototipo, revisión de planes y mecanismo de lanzamiento

Gestión de información: toma de pedidos, compra de materiales, programación interna y envío al cliente

Transformación o Manufactura: realización del producto desde la transformación de materias primas hasta producto terminado

El esfuerzo Lean es convertir los procesos por lote a procesos de flujo continuo. Algunos obstáculos son:

- Siempre se ha hecho en lotes
- Vivimos en un mundo de departamentos y funciones
- Esta es una planta basada en producción

- No hacemos cambios de herramientas rápidos
- Tenemos maquinaria no flexible

En flujo continuo los pasos de producción son por pieza sin WIP, en secuencia y operación muy confiable

Lean = Eliminación de Muda

Actividades sin valor o Muda

Muda son las actividades que no agregan valor en el lugar de trabajo, su eliminación es esencial ya que representan más del 40%:

- Sobreproducción
- Defectos / Rechazos
- Inventarios
- Movimientos excesivos
- Procesos que no agregan valor
- Esperas
- Transportes innecesarios

A continuación se detallan:

Sobreproducción: planeada y generada por fallas de máquinas, rechazos, capacidad de máquinas, etc.

Reparaciones y rechazos: Se utilizan operadores de línea y de mantenimiento para corregir los problemas, Generan desperdicios

Inventarios de todos tipos, ya que requieren: Espacio en planta, Transporte, Montacargas, Sistemas de transportadores, Mano de obra adicional, Intereses en materiales

Son afectados por:

- Polvo, humedad y temperatura
- Deterioración y obsolescencia
- Movimientos y ergonomía, analizar cada estación: El operador no debe caminar demasiado, cargar pesado, agacharse demasiado, tener materiales alejados, repetir movimientos, etc.
- Layout de planta inadecuado genera distancias recorridas excesivas
- Procesos sin valor: operaciones que no agregan valor (eliminar rebabas)

- Esperas: operadores y máquinas ociosas por desbalances de línea, falta de partes o tiempos muertos de máquina
- Transporte: inadecuado induce al daño, entre menor sea es mejor

Las metas de la empresa Lean

- Mejorar la calidad
- Eliminar el desperdicio
- Reducir el tiempo de ciclo de procesos
- Reducir los costos totales

Beneficios de la empresa Lean

- Incremento de participación de mercado
- ROI y Rentabilidad más alta
- Más Vueltas de inventario
- Lealtad de clientes por Calidad y servicio

Las principales herramientas de Lean son:

- Equipos Kaizen
- Orden y Limpieza - 5S's
- Administración visual
- Trabajo estandarizado
- Preparaciones y ajustes rápidos - SMED
- Mantenimiento productivo total – TPM
- Calidad cero defectos – Poka Yokes
- Celdas de manufactura con Kanban
- Empleados multihabilidades
- Gestión de restricciones

El concepto Lean se puede aplicar en las actividades de gestión de la organización como sigue:

Métodos Lean en Recursos Humanos: desarrollo de empleados con multihabilidades, administración participativa, trabajo en equipo y empowerment.

Métodos Lean con Proveedores y Transportistas: surtimiento por Kanban, comunicación electrónica, lotes pequeños, alta calidad y flexibilidad.

Métodos Lean en Ingeniería: incluir a proveedores y manufactura en el diseño, estandarización y minimización de partes, procesos lean, diseños para facilitar su reproducibilidad y servicio, uso de CAD / CAM / CAE.

Métodos Lean en Planeación y Control de la Producción: uso de Kanban, transacciones Backflush, control de producción por los operadores.

Métodos Lean con Distribuidores y Clientes: escuchar su voz, surtimiento por pedido, comunicación electrónica, lotes pequeños, alta calidad y flexibilidad.

Métodos Lean en Finanzas: énfasis en Indicadores de tiempo de ciclo, throughput, rotación de inventarios, etc.

I.4 Beneficios de Lean Sigma

Mensajes de Lean Sigma

- Todo inicia con el cliente
- La infraestructura para el cambio cultural es la contribución más importante de Lean Sigma
- Los proyectos elegidos se basan en el impacto en el NPV o TIR
- Las mejoras solo se pueden lograr con el apoyo de la dirección
- Las metas de la dirección se traducen a proyectos Lean Sigma que son coordinados con personal y recursos técnicos
- Lean Sigma proporciona los medios y herramientas para la toma de decisiones en la solución de problemas.

La métrica de Lean: eficiencia del ciclo (mide el qué tan rápido)

Es la comparación de la cantidad de tiempo de valor agregado (el trabajo que un cliente reconoce como necesario para crear el producto o servicio) y el tiempo total de respuesta (cuanto tiempo toma el proceso de principio a fin).

Eficiencia del ciclo de proceso = $\text{Tiempo de valor agregado} / \text{tiempo de respuesta total}$

Para que el proceso sea Lean, se requiere una eficiencia de al menos el 25%.

Por ejemplo:

El tiempo tomado por el proceso para elaborar un producto es de 3 hrs.

El tiempo total desde el surtimiento de materiales a la línea de manufactura, hasta que se embarcó el producto es de 12 días de 8 horas. El material espera demasiado.

*La eficiencia del ciclo de proceso = $3 / (8 * 12) = 3\%$*

Las eficiencias típicas de clase mundial son las siguientes:

Aplicación	Eficiencia de ciclo típica	Eficiencia de ciclo de clase mundial
Maquinados	1%	20%
Manufactura	10%	25%
Ensamble	15%	35%
Manufactura continua	30%	80%
Procesos de negocio transaccionales	10%	50%
Procesos de negocio Creativo/Cognitivo	5%	25%

Tabla 1.3 Indicadores y métricas de clase mundial (Michael George, 2002)

Fuentes de reducción de costos

- Tiempos de respuesta más cortos, incrementan el crecimiento de los ingresos
- Menor manejo, reduce la demanda de personal y equipo
- Menor costo de almacenamiento, menor espacio y área de almacén
- Menor número de actividades de servicio al cliente
- Por menor inventario, se evitan los problemas siguientes:
 - Partes faltantes causadas por estaciones no flexibles
 - Necesidad de operadores adicionales, surtidores, supervisores, y tiempo extra
 - Los costos de embarcar una tasa desproporcionada de productos al fin de mes
 - La posibilidad de defectos que lleguen al cliente y su atención en campo y pérdida de ventas

Lean no significa manufactura sino velocidad.

Búsqueda y eliminación de las trampas de tiempo

Si el 80% del retardo o espera es causado por el 20% de las actividades, es vital identificar ese 20% y eliminarlo a través de Lean Sigma. Para encontrar las trampas de tiempo, no solo se

trata de observar donde hay más inventarios, donde parecer haber una restricción, se deben utilizar datos para encontrar estas trampas.

Por ejemplo si la demanda del cliente son 1000 partes de cada una de A, B, C y D, (17 de ABCD por hora), la producción de cada una tarda 10 horas y el tiempo de preparación es de 4 horas se tiene:



Tiempo de ajuste producto A 4 hrs.	Tiempo producción de 1000 prod. A 10 horas	Tiempo de ajuste producto B 4 hrs.	Tiempo producción de 1000 prod. B 10 horas	Tiempo de ajuste producto C 4 hrs.	Tiempo producción de 1000 prod. C 10 horas	Tiempo de ajuste producto D 4 hrs.	Tiempo producción de 1000 prod. D 10 horas
---	---	---	---	---	---	---	---

Inventario WIP de A es de aprox. 1000 después de completar el lote. Por tanto habrá en promedio 500 partes de cada tipo en proceso en cualquier momento.

La tasa de demanda del cliente y de consumo es de 17 de ABCD por hora

En promedio hay 28 horas de espera entre el momento que la parte ingresa al proceso hasta que sale del mismo. Parece ser que en la primera estación se tiene una trampa de tiempo ya que inyecta un tiempo de espera de 28 horas. Con lotes más pequeños se puede reducir.

Para empezar se puede utilizar la ecuación de la primera ley de Lean Sigma:

Demanda del cliente = Tamaño del lote (mín.) / Tiempo de proceso de la estación de trabajo

O tiempo de espera = Tiempo de proceso de la estación / 2 =

*= Tamaño del lote (mín.) / (2 * Tasa de demanda del cliente)*

Aplicando técnicas Lean:

Con SMED se puede reducir hasta en 90% el tiempo de preparación y ajuste con gasto mínimo.

El operador también reduce el tamaño del lote de 1000 a 100 y todavía puede cumplir con la demanda del cliente.

Por tanto el tiempo de espera se reduce de 28 a 2.8 horas.

El inventario en proceso WIP se reduce de 2000 partes a 200 partes

El proceso de prensas a ensamble redujo su tiempo de respuesta de 28 horas a 2.8 horas con los pasos siguientes:

- Encontrar una trampa de tiempo

- Aplicar herramientas de mejora de Lean Sigma'
- Reducir el tamaño del lote

Cuando el tamaño del lote se basa en los EOQs cargados en el MRP, esto evita la mejora en el tiempo de respuesta ya que son fijos. Como se pudo observar la velocidad del flujo, el tamaño del lote, y el tiempo de proceso de la estación (para la demanda del cliente) están interconectados. **(Jorge, 2002)**

Velocidad de cualquier proceso

Al reducir el WIP en 90%, se reduce el tiempo total de espera en 90%, produciendo el mismo número de productos por hora, de acuerdo a la **ley de Little**:

Tiempo de respuesta del proceso = No. de "cosas" en proceso / producción por hora.

Por ejemplo si se tienen 10 cosas por hacer en mi escritorio y me toma dos horas para completar cada una, necesito 20 horas de espera para iniciar una nueva tarea.

Si los materiales pasan por cinco estaciones de trabajo, se puede calcular el número de estaciones de trabajo por hora por las que se mueve el producto, y es la velocidad del producto a través del proceso:

Velocidad del proceso = No. actividades en el proceso / Tiempo de respuesta del proceso (Process Lead Time)

= (Completados por hora)(Número de actividades) / No. de "cosas" en el proceso

Las "cosas en el proceso" pueden ser materiales, cuentas por cobrar, etc.

Esta es la tercera ley de Lean Sigma para la aceleración de la cadena de valor.

% Red. WIP	% Incr. Velocidad
50	100
55	120
60	150
65	190
70	220
75	300
80	400
85	500
90	900

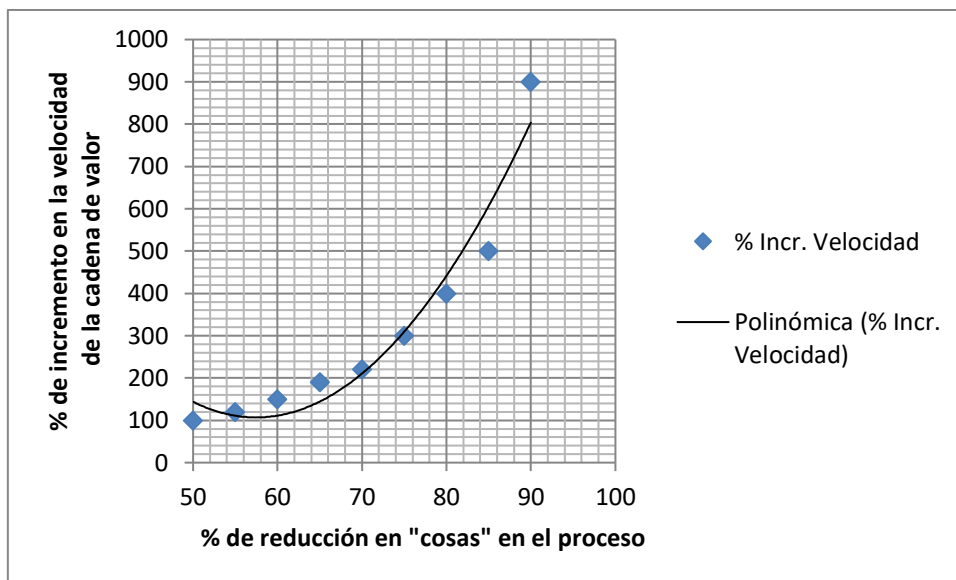


Fig. 1.15 Incremento de la velocidad conforme el inventario en proceso (WIP) se reduce

Enfocarse en el 20% de las estaciones que causan el 80% del tiempo de espera o retardo, da origen a la segunda ley de Lean Sigma del *80/20 para acelerar la cadena de valor*.

Uso del mapa de la cadena de valor para encontrar el 20% del muda

En un sistema Lean, se inicia con un *mapa de la cadena de valor*, que describe los pasos del proceso (incluyendo los retrabajos) asociados con la formación de un producto o servicio, para cumplir una necesidad del cliente, e indica cuánto valor agrega cada paso al producto o servicio.

Cualquier actividad que cree una forma, característica, o función de valor para el cliente, se denomina *valor agregado*, las que no lo hacen se dice que *no son de valor agregado*.

El mapa proporciona una visión clara del proceso al:

- Visualizar niveles de proceso múltiples
- Resaltar los desperdicios o mudas y sus fuentes
- Mostrar puntos "escondidos" de decisión

Creación de un mapa de cadena de valor

El mapa de la cadena de valor se hace con papel y lápiz, el mapa presenta visualmente representa el flujo de la información y el producto desde el cliente hasta el proveedor, en la situación actual y en la futura.

El mapa de la cadena de valor típicamente clasifica cada actividad o tipo de tarea por medio de preguntas:

A. Preguntas de valor agregado al cliente (CVA):

- ¿La actividad agrega una forma o característica al producto o servicio?

- ¿La actividad proporciona una ventaja competitiva (reducción de precios, entrega más rápida, menores defectos)?
- ¿El cliente nos pagaría extra o nos preferiría ante la competencia si supiera que estamos haciendo esta tarea o actividad?

B. Preguntas de valor agregado al negocio (BVA):

- ¿Esta actividad o tarea es requerida por las leyes o reglamentaciones?
- ¿Esta actividad reduce el riesgo financiero al propietario?
- ¿Esta tarea soporta los requerimientos de reporte financiero?
- ¿Puede pararse el proceso si no se hace esta tarea?

Al reconocer que estas actividades realmente no agregan valor pero son necesarias, se debe tratar de eliminarlas o al menos reducir su costo.

C. Preguntas de no valor agregado (NVA)

- ¿Esta actividad o tarea incluye las siguientes actividades: contar, manejar, transportar, mover, esperar, almacenar, retrabajar, expedir o dar seguimiento, proceso de firmas múltiples?
- ¿Con tiempos de respuesta más rápidos y costos menores, se cumple con los requerimientos actuales?
- ¿Con tiempos de respuesta más rápidos, cuántos centros de distribución pueden ser eliminados?

Para crear un mapa de la cadena de valor se siguen los pasos siguientes:

1. Seleccionar una cadena de valor (familia de productos, etc.) cuya mejora sea de impacto al negocio y en sus utilidades.
2. Crear un mapa de proceso o bajarlo de la información de rutas del MRP, con datos de pasos de valor agregado, como inicio.
3. “Caminar” en el proceso para evaluar lo que realmente sucede e identificar las actividades y tareas que agregan y que no agregan valor (retrabados, inspecciones, movimientos de materiales, etc.)
4. El equipo realiza una operación de sanidad al verificar los datos del MRP con los operadores.
5. Ingresar los datos a una hoja de cálculo o a un software de aceleración de la cadena de valor. Se ordenan las trampas de tiempo.

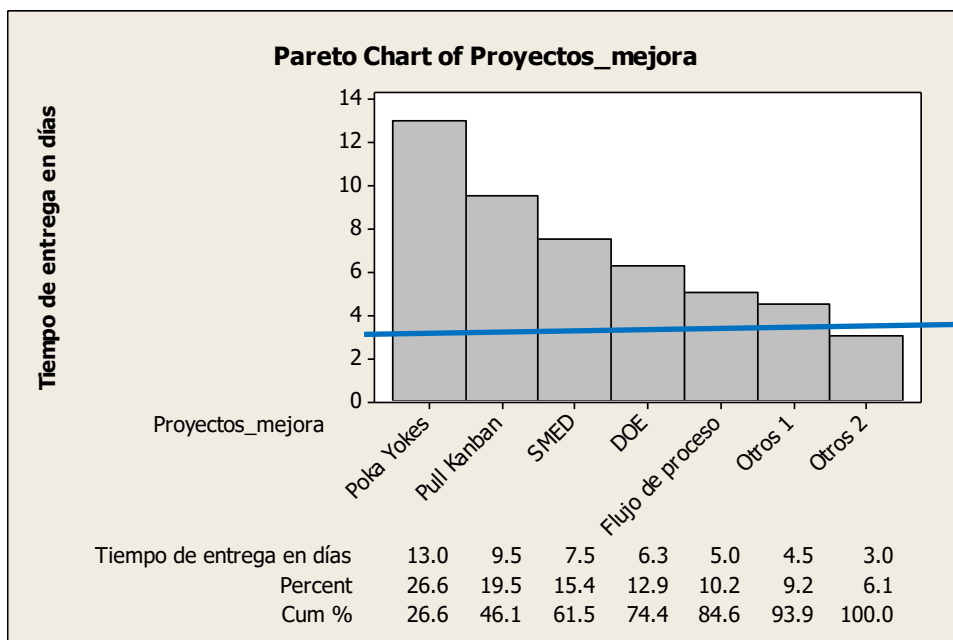


Fig. 1.16 Enfocando las tareas que no agregan valor

6. Calcular el tiempo de espera en cada trampa de tiempo y recomendar la aplicación de las herramientas de Lean Sigma.

7. Implementar las actividades de mejora para atender las trampas de tiempo en orden de prioridad.

Esto solo funciona si el personal puede identificar estos problemas:

- ¿Cuáles son los pasos que no agregan valor (retrabado, movimientos, cuentas, etc.)
- ¿Cuáles son las trampas de tiempo en orden de prioridad?
- ¿Cuáles métodos de mejora se requieren para cada trampa de tiempo?
- ¿Qué tanto se requiere mejorar?
- ¿Cuál es el tamaño de lote más pequeño a correr?
- ¿Cuál es el tiempo de espera más corto en las estaciones de trabajo y el proceso total?

Con lo anterior se pueden identificar los pocos vitales en trampas de tiempo (normalmente menos del 20% de las estaciones de trabajo), que afectan a la cadena de valor crítica. También, se establecen una serie de objetivos de Lean Sigma y las formas de eliminar las causas del retraso o esperas. En algunos casos, los problemas de calidad por defectos impactan mucho en los tiempos de espera, un 10% de rechazos puede tener un efecto de 40% de reducción en tiempo de ciclo.

Es importante hacer un mapa del estado futuro de la cadena de valor, para ver que sucede cuando ya se hayan implementado todas las soluciones. **(Jorge, 2002)**

Herramientas principales de Lean

Sistemas de jalar “Pull” o Kanban: permite mantener los niveles de WIP menores a cierto nivel máximo establecido. Esto se logra con el control de la producción a través de tarjetas Kanban.

Reducción de tiempos de preparación (SMED): el tiempo de preparación o ajuste se define como el intervalo entre la última parte buena de una corrida de producción y la primera parte buena de un nuevo número de parte.

Mantenimiento productivo total (TPM): se enfoca a reducir los tiempos muertos por fallas en las máquinas y equipos, esto es más crítico en procesos automatizados o en procesos cuya utilización es muy alta.

Las leyes de Lean Sigma

- Lean significa velocidad; se aplica a todos los procesos
- Los procesos lentos son procesos caros
- La métrica de Lean es la eficiencia del ciclo del proceso
- Los tamaños de lote deben calcularse por medio de variables de flujo
- En el 95% de los tiempos de respuesta se depende de los tiempos de espera

Para mejorar la velocidad, se necesita identificar y eliminar las mayores trampas o restricciones de tiempo, a través de las tres leyes de Lean Sigma:

Ley Cero (Ley del mercado): se deben atender primero los problemas con los CTQs

Primera ley (Ley de la flexibilidad): la velocidad del proceso es directamente proporcional a la flexibilidad. La máxima flexibilidad se logra lanzando lotes de tamaño mínimo = Tasa de demanda del cliente x tiempo de proceso de la operación (ciclo más preparación y ajustes).

Segunda Ley (ley del enfoque): el 80% del tiempo de espera o retardo en cualquier proceso es causado por el 20% de las actividades.

Tercera ley (Ley de la velocidad): la velocidad promedio de flujo a través de cualquier proceso, es inversamente proporcional a ambos, el número de “cosas” en el proceso y la variación promedio entre abastecimiento y demanda. (Jorge, 2002)

I.5 Procesos de negocio y sistemas

Sistemas de negocio

Un Sistema es una serie de acciones, actividades, elementos, componentes, departamentos o procesos que colaboran juntos para un propósito determinado. La efectividad del sistema es una medición del grado al cual un sistema puede lograr un conjunto de requerimientos específicos.

Los sistemas de negocio se forman de una variedad de procesos tales como ventas, planeación, recursos humanos, etc. Todas estas funciones deben trabajar juntas para lograr la satisfacción del cliente.

El liderazgo directivo es una medida de cómo los ejecutivos guían a la organización y como atiende sus responsabilidades con el público y prácticas de buen ciudadano. Algunas actividades clave son: Planeación estratégica, enfoque al cliente y mercado, información y análisis, enfoque a los recursos humanos y gestión de procesos

Procesos

Proceso como parte de un sistema o subsistema:

Es un número de elementos individuales, acciones o pasos. Omdahl (**Ohmdahl, 1997**) lo define como un conjunto de actividades y recursos interrelacionados que transforman entradas en salidas con el objetivo de agregar valor.

Juran (**Joseph, 1993**) define al proceso de negocio como: la organización lógica de personal, materiales, energía, equipo e información en actividades diseñadas para producir un resultado requerido (producto o servicio)

Juran define 3 dimensiones de calidad de procesos:

- Efectividad: que tan bien la salida cubre los requisitos del cliente
- Eficiencia: la habilidad de ser efectivo al menor costo
- Adaptabilidad: la habilidad para permanecer efectivo y eficiente a pesar del cambio

Es difícil optimizar el proceso de producción cuando el producto atraviesa por muchas fronteras funcionales como se muestra en la figura. Si las relaciones no son claras, el proceso es lento y caro. Con la gestión de procesos se utiliza un esquema matricial y de proyectos para la producción (línea punteada). A veces se suboptimiza una operación local pero se reduce el ciclo total. Por ejemplo un ajuste adicional puede incrementar el costo local pero reducir el WIP total.

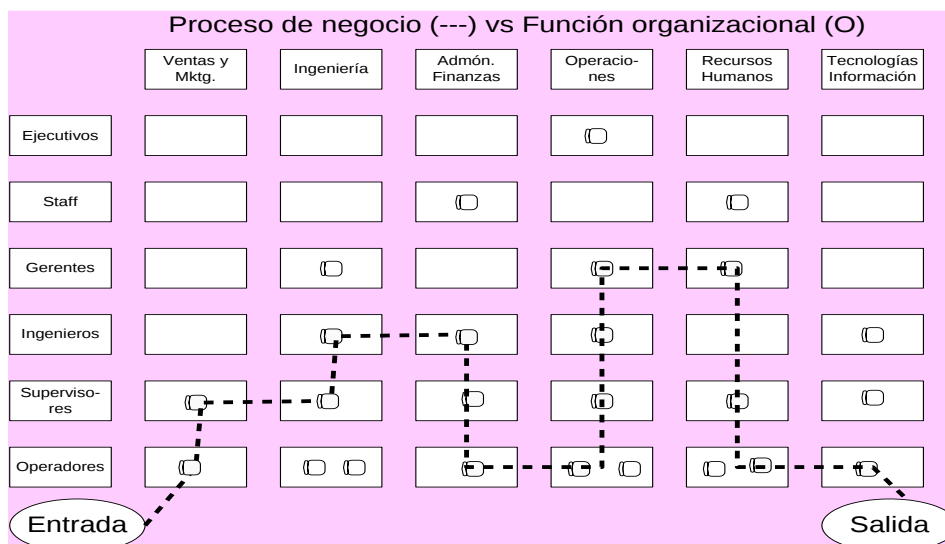


Fig. 1.17 Un proceso puede atravesar varios departamentos funcionales

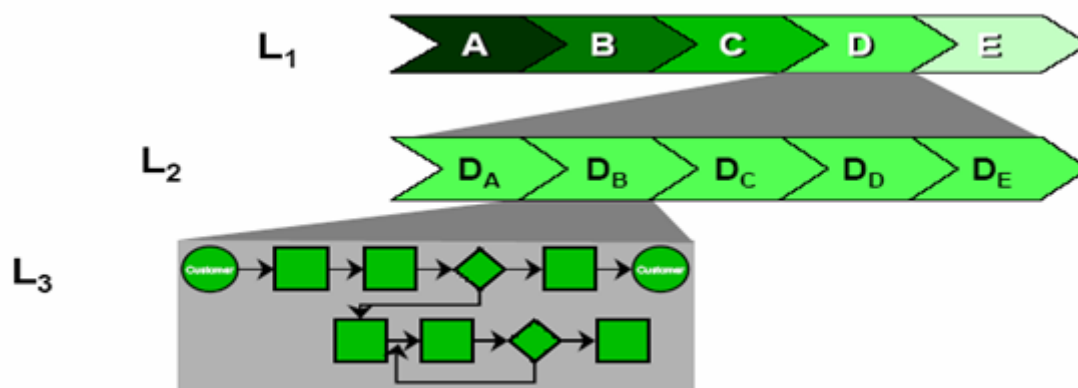


Fig. 1.18 Macroprocesos, procesos y diagrama de flujo de un proceso específico

Cada proceso consiste de entradas y salidas que pueden ser monitoreadas, para su optimización. Los requerimientos de entradas deben ser establecidos de manera que las métricas de entrada clave puedan ser controladas.

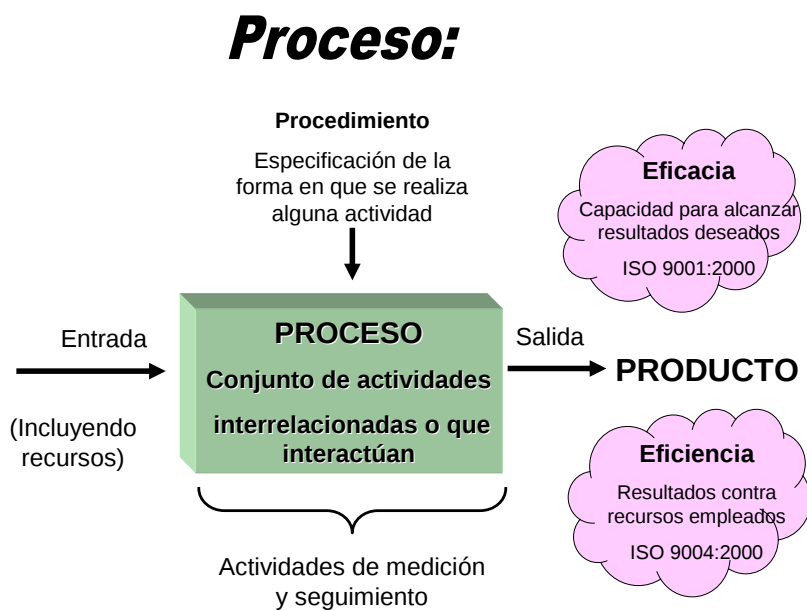


Fig. 1.19 Esquema de un proceso

Procesos de negocio:

Las interacciones deben ser evaluadas para asegurar que las mejoras en una operación no afecten en forma negativa a otras operaciones. Las responsabilidades funcionales más comunes son:

- Recursos Humanos, Ingeniería,
- Ventas y Mercadotecnia,
- Finanzas, Legal, Manufactura,
- Seguridad e Higiene, Investigación y desarrollo,
- Compras, TI, Planeación de producción,
- Calidad, Medio ambiente, Tecnología
- Servicio

Colaboración entre funciones

Según Galbraith:

Es necesaria la colaboración lateral de funciones agrupadas para producir el resultado requerido, todas son interdependientes. Las reglas para mejorar la integración son:

- Reglas y procedimientos claros, todos saben que hacer
- Referencia jerárquica, los problemas de coordinación van a un superior
- Planeación: metas y objetivos bien conocidos
- Contacto directo entre gerentes, cara a cara
- Roles de enlace con otras áreas
- Organización matricial para proyectos

Modelo generalizado de proceso

Todas las entradas y salidas son medibles; las mediciones en el proceso ayudan a controlarlo; la retroalimentación de procesos posteriores ayudan a mejorar los procesos anteriores.

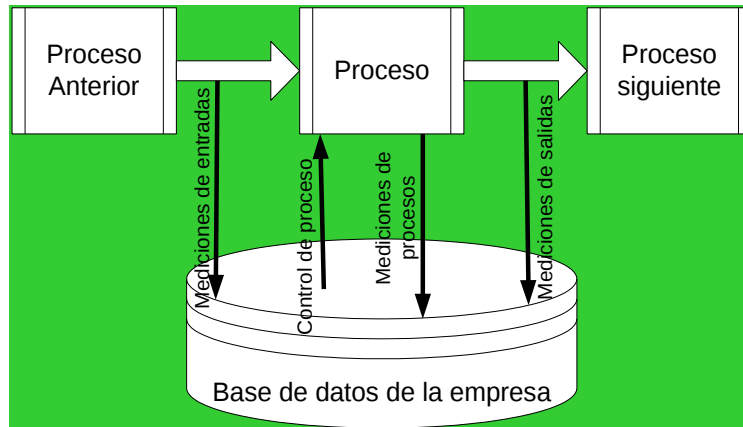


Fig. 1.20 Esquema de proceso con retroalimentación

Mapa de procesos SIPOC

Su objetivo final es identificar el flujo de las actividades y fuentes de variación en el tiempo. Incluye los componentes clave del éxito desde proveedores, procesos internos hasta los clientes clave.

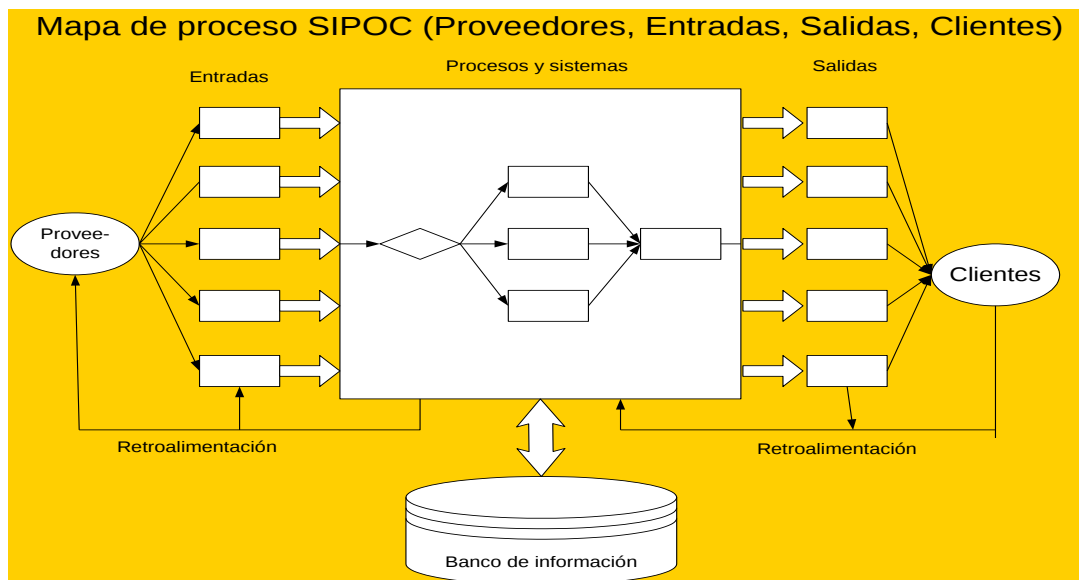


Figura 1.21 Diagrama PEPUSU o SIPOC de alto nivel

Ventajas:

- Muestra las actividades multifuncionales en un diagrama simple
- Es un esquema “panorámico” al cual se le puede agregar detalle
- Es un marco de referencia aplicable a todas las organizaciones

I.6 Aplicaciones de Lean Sigma

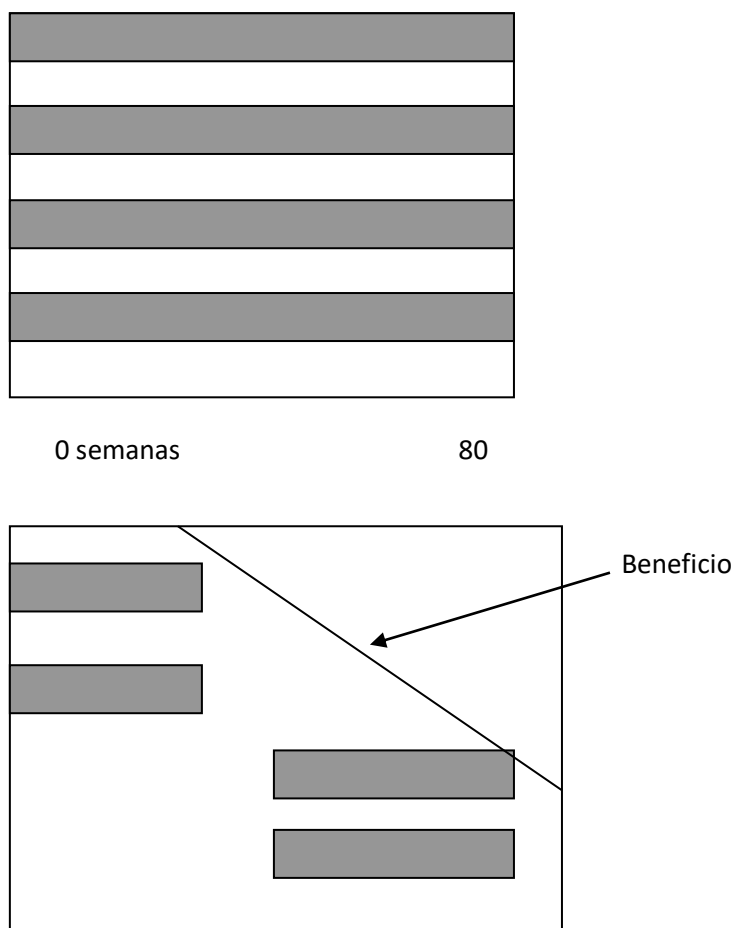
Como se vio anteriormente, los métodos de Lean Sigma se pueden aplicar a todo tipo de organizaciones: manufactura, servicios, transaccionales, diseño de productos y servicios, innovación, etc. Para el caso de diseño de nuevos productos e innovación, llegar al mercado como segunda opción, tiene el riesgo de entrar al mercado como productor de artículos no diferenciados en marca (commodities), con todo lo que implica para el accionista.

Todas las empresas tienen una capacidad limitada para crear, mejorar, o mejorar productos y servicios. Para ser el primero en el mercado, se debe reducir el tiempo de lanzamiento:

Tiempo promedio de respuesta = Proyectos en proceso / Proyectos terminados por periodo

Cada uno de los proyectos compite por los recursos escasos y el tiempo de terminación de cada proyecto es ineludiblemente determinado por la ecuación anterior.

En este caso si se tienen 4 proyectos, los recursos no se dispersan para atenderlos al mismo tiempo, sino más bien se pueden concentrar en los dos que den un mayor NPV y así sucesivamente:



Como se puede observar, en lugar de tomar 80 semanas para terminar los cuatro proyectos, los proyectos más críticos se terminan en 20 semanas (reducción del 75%), y así sucesivamente.

Se tienen tres pasos para asignar recursos para proyectos de desarrollo de productos:

1. Crear la línea base del tiempo de ciclo (abre los ojos): el tiempo de ciclo promedio es igual a la suma de los proyectos por el personal que requieren dividido entre el personal total por mes.
2. Valorar los proyectos potenciales: encontrar los proyectos de diseño con el mayor valor de NPV y tasa interna de rendimiento TIR.
3. Seleccionar los proyectos: una vez que se tienen todos los proyectos y el valor que aportan en NPV o TIR, se pueden ordenar para su selección por NOPV o TIR.

Por lo anterior reduciendo los proyectos en proceso se mejora el desempeño, trabajando solo en proyectos de alto impacto en la organización. También ayuda a la efectividad de Lean la simplificación de la línea de productos.

Diseño para Lean Sigma

Usa tres herramientas clave: Despliegue de la función de calidad (QFD), Teoría inventiva de solución de problemas (TRIZ), y Diseño Robusto por medio de métodos de Taguchi.

QFD: es una técnica para capturar los requerimientos del cliente para un producto o servicio, y traducirlo a cambios de diseño requeridos en el producto o en el proceso. Aplicado correctamente, el QFD asegura que las necesidades de los clientes sean priorizadas, con requerimientos de diseño para atenderlas, estos requerimientos de diseño se priorizan para enfocar el esfuerzo de diseño, y se establecen metas de diseño.

TRIZ: ayuda a incrementar la innovación durante el proceso de diseño, a través de atender los retos técnicos y resolver contradicciones, opuesto a hacer compromisos o equilibrios. La forma como los diseñadores tratan con los problemas técnicos son:

Ignorarlos y esperar que ya no se presenten

Hacer compromisos o negociaciones

Resolverlos

TRIZ fue desarrollado por un científico ruso, el Dr. Genrich Altshuller, quien estudio muchas patentes con dos objetivos: ¿Cómo se puede reducir el tiempo para inventar? Y ¿Cómo puede ser estructurado el proceso de pensamiento de ruptura?. Estudió más de 40,000 patentes y encontró que problemas similares en diferentes industrias fueron solucionados por soluciones similares.

Altshuller determinó que se usaron un número finito de principios para resolver conflictos dentro de un número finito de parámetros técnicos. Si se puede definir el problema en términos genéricos para parear conflictos entre esos dos parámetros de diseño (tamaño, peso, velocidad, esfuerzo, temperatura, etc.) se puede aprender como otros han resuelto los conflictos entre los mismos dos parámetros a aplicar la solución a el problema.

Por ejemplo, un fabricante de diamantes artificiales tenía el problema de que algunos tenían fracturas, para no perder trataba de partirlos en el punto de fractura, sin embargo esto creaba más fracturas, reduciendo el tamaño. Con una solución de TRIZ “Cómo hacer que los objetos exploten o se separen”, aplicó en una cámara con los diamantes fracturados, una presión de varios miles de atmósferas y reducía la presión rápidamente, el cambio repentino hacia que el aire en las fracturas se expandiera y rompiera el diamante sin crear más fracturas.

TRIZ combina el conocimiento de los que resuelven problemas con el conocimiento de miles de inventores.

Diseño robusto: se aplica para mejorar la calidad de los productos, al diseñarlos inmunes a los factores de ruido. El Dr. Genichi Taguchi define la robustés como “el estado donde el desempeño de la tecnología, el producto, o el proceso es prácticamente insensible a factores que causen variabilidad (ya sea en el ambiente del usuario o de la manufactura) y envejeciendo al mínimo costo de manufactura unitario”. El establecer el diseño con los parámetros adecuados, se puede optimizar el diseño para minimizar el efecto de estos factores de ruido.

Con el DOE, se trata de “prevenir fuegos” en lugar de “apagar fuegos”, al optimizar el diseño desde sus primeras etapas (cuando los cambios son muy económicos) para evitar problemas posteriores en manufactura y uso por el cliente (cuando los cambios ya son muy caros).

Bibliografía

College of Business, U. S. (24 de 10 de 2006). www.shingoprize.org. Recuperado el 24 de 10 de 2006, de www.shingoprize.org: www.shingoprize.org

Crabtree, R. (2006). Magement presentation on Lean Six Sigma. Milwaukee: ASQ.

Crabtree, R. (2004). Peaceful coexistence? Expoloring the relationship between the heavyweight methodologies of 'Six Sigma' and 'Lean'. *APICS - The performance advantage*, Vol. 14, No. 7, July/ August .

Crosby, P. (1984). *Quality Without Tears*. Nueva York: McGraw Hill.

Deming, W. (1986). *Out of the Crisis*. Cambridge, MA: MIT, CAES.

Digest, Q. (November 2006). Six Sigma and Lean: Happily ever after. *Quality Digest* .

Feigenbaum, A. (1991). *Total Quality Control*. Nueva York: McGraw Hill.

Ford, H. (20 de 10 de 2006). <http://www.hfmgv.org>. Recuperado el 20 de 10 de 2006, de <http://www.hfmgv.org>: <http://www.hfmgv.org>

Harry, M. &. (2000). *Six Sigma*. Nueva York: Currency, Double Day.

Harry, M. (May, 1998). Six Sigma: A breakthrough strategy for profitability. *Quality Progress*

Ishikawa, K. (1985). *Waht is the Total Quality Control*. Nueva York: Prentice Hall.

Jorge, M. L. (2002). *Lean Six Sigma*. Nueva York: McGraw Hill.

Joseph, J. (1993). *Quality Planning and Analysis*. Nueva York: McGraw Hill.

Juran, J. (1999). *Quality Control Handbook*. Nueva York: McGraw Hill.

Liker, J. (2004). *The Toyota Way*. Nueva York : McGraw Hill.

Networks, N. L. (14 de 10 de 2006). www.nwlean.net. Recuperado el 14 de 10 de 2006, de www.nwlean.net: <http://www.nwlean.net/leanfaqs.htm>

Ohmdahl, /. (1997). *Quality Dictionary*. Terre-Haute, IN, EuA: Quality Council of Indiana.

Ohno, T. (1988). *Toyota Production System*. Cambridge, MA, EUA: Productivity Press.

Pande, P. N. (2000). *The Six Sigma Way*. Nueva York: McGraw Hill.

Rother, M. &. (2003). *Learinig to See*. Cambridge, MA, EUA: The Lean Enterprise Institute.

Shewhart, W. (1931 reimpresso en 1980). *Economic Control of Quality of Manufactured Product*. Milwaukee, EUA: ASQ Quality Press.

Shingo, S. (1989). *A study if the Toyota Production System from an industrial engineering viewpoint*. Cambridge, MA, EUA: Productivity Press .

Snee, R. D. (September, 1999). Why should statisticians pay attention to six sixma? *Quality Progress* .

Taguchi, G. &. (1979). *Of Line Quality Control*. Nagaya, Central Japan: Quality Control Association.

Toyoda, E. (1987). *Toyota, fifty years in motion: An autobiography*. Tokio y Nueva York: Kofansha International.

Womack, J. &. (1996). *Lean thinking:Banish waste and create wealth in your corporation*. Nueva York: Simon & Schuster.

Womack, J. J. (1990). *The Machine that changed the world*. Nueva York: Harper Perennial.