



CAMARA DE
COMERCIO E
INDUSTRIAS
DE CORTES

CONFERENCIA

SEIS SIGMA

CONTROL ESTADISTICO DE PROCESOS

Expositor

M.Sc. Ing. Juan Pablo Hernández Flores





BIENVENIDOS



CAMARA DE
COMERCIO E
INDUSTRIAS
DE CORTES

BIENVENIDOS



TEMA CENTRAL



SEIS SIGMA

Control Estadístico de Procesos

Contenido:

- Antecedentes y Generalidades de Metodología Seis Sigma
- Definición Seis Sigma
- Ejemplos de Aplicaciones de Seis Sigma
- Conceptos Básicos de Control Estadístico de Procesos
- Ejercicio utilizando control estadístico de procesos
- Proceso Seis Sigma, Grados y Niveles
- Recomendaciones y Conclusiones sobre Seis Sigma

¿Es posible alcanzar “0” Defectos?



“Es importante desechar los MITOS y PARADIGMAS, y LUCCHAR hacia la excelencia con una perspectiva nueva.

¿Cuál es el objetivo de SEIS SIGMA?



- La **misión fundamental** de la **metodología 6ó** es proporcionar la **información necesaria** para implementar la **máxima calidad del producto o servicio** en **cualquier actividad**, así como crear una atmósfera de confianza y comunicación entre todos los que intervienen en el proceso. Esto es muy importante ya que la información, las ideas y la experiencia aportadas por todos los miembros del equipo ayuda a mejorar la calidad.

Antecedentes de Seis Sigma...



- Seis sigma es una evolución de las teorías sobre calidad de más éxito desarrolladas después de la II guerra mundial. Especialmente pueden considerarse precursoras directas:
 - TQM, *Total Quality Management* o **Sistema de Calidad Total**
 - SPC, *Statistical Process Control* o **Control Estadístico de Procesos**
 - Iniciado en **Motorola®** en el año 1982 por el ingeniero Bill Smith, como una estrategia de negocios y mejora de la calidad, pero posteriormente mejorado y popularizado por **General Electric®**

¿Qué ventaja Competitiva me ofrece Seis Sigma?

Reducción de defectos



Mejora de la rentabilidad



Mejora de la satisfacción del cliente



Mayor valor para el accionista

¿Qué empresas a nivel mundial han utilizado SEIS SIGMA?



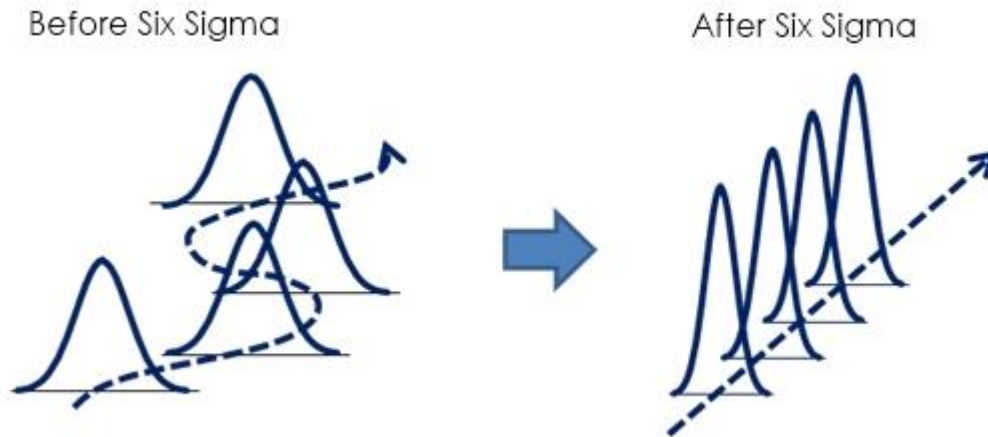
¿Qué significa SIGMA?

Sigma es un parámetro estadístico de dispersión que expresa la **variabilidad** de un **conjunto de valores** respecto a su **valor medio**, de modo que *cuanto menor sea sigma, menor será el número de defectos.*



- De tal forma en la escala de calidad de Seis Sigma se mide el **número de sigmas** que caben dentro del **intervalo definido** por los **límites de especificación**, de modo que **cuanto mayor** sea el número de sigmas que caben dentro de los límites de especificación, **menor** será el valor de sigma y por tanto, menor el número de defectos.

¿Cuál es la Meta de SEIS SIGMA?



- **Seis Sigma** es una **metodología de mejora de procesos**, centrada en la reducción de la variabilidad de los mismos, consiguiendo **reducir o eliminar los defectos o fallas** en la entrega de un producto o servicio al cliente.
- La meta de 6 Sigma es llegar a un máximo de **3,4 defectos por millón de eventos u oportunidades** (DPMO), entendiéndose como *defecto* cualquier evento en que un producto o servicio no logra cumplir los requisitos del cliente.
- Seis sigma es el **99.999966%** de eficiencia.

¿Qué representa Seis Sigma, Numéricamente....?

Sigma	% Bueno	% Defectos	DPMO*
1	30.9%	69.1%	691,462
2	69.1%	30.9%	398,538
3	93.3%	6.7%	66,807
4	99.38%	0.62%	6,210
5	99.977%	0.023%	233
6	99.9997%	0.00034%	3.4

$$66,807 / 1,000,000 = .066807$$

$$.066807 \times 100 = \mathbf{6.7\%}$$

$$100\% - 6.7\% = \mathbf{93.38\%}$$

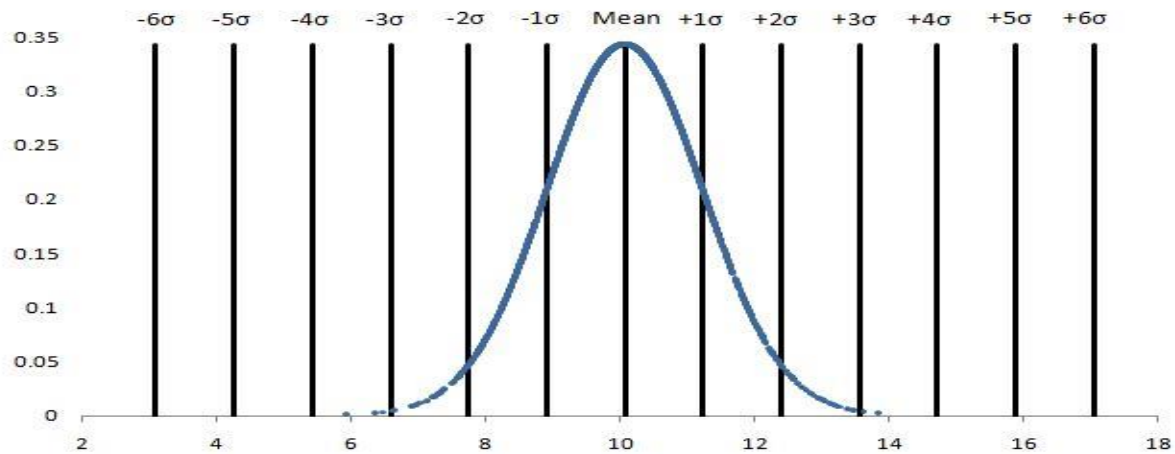
$$3.4 / 1,000,000 = .0000034$$

$$.0000034 \times 100 = \mathbf{.00034\%}$$

$$100\% - .00034\% = \mathbf{99.9997\%}$$

***DPMO**=**D**efectos **P**or **M**illón de **O**portunidades

¿Qué herramientas utiliza SEIS SIGMA?



Seis sigma utiliza **herramientas estadísticas** para la caracterización y el estudio de los **procesos**, de ahí el nombre de la herramienta, ya que **sigma** representa tradicionalmente la **variabilidad en un proceso** y el **objetivo** de la **metodología seis sigma** es **reducirla** a modo que mi proceso se encuentre siempre dentro de los **límites establecidos** por los **requisitos del cliente**.

Los esfuerzos de Seis Sigma se dirigen a **tres áreas principales**:

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

Ejemplo Eficiencia 6 Sigma



Por ejemplo,

Si tengo un **proceso** para fabricar **ejes** que tienen que tener un diámetro de **15 +/-1 mm** para que sean buenos para mi cliente.

*Si mi proceso tiene una **eficiencia** de **3 sigma**, de cada **millón** de ejes que fabrique, **66800** tendrán un **diámetro** inferior a **14mm** o superior a **16mm**.*

*Mientras que si mi proceso tiene una **eficiencia** de **6 sigma**, por cada **millón** de ejes que fabrique, tan solo **3,4** tendrán un **diámetro** inferior a **14mm** o superior a **16mm**.*

Ejemplo Eficiencia 6 Sigma



Por ejemplo,

Para ilustrar el objetivo Seis Sigma consideremos el siguiente ejemplo, si una alfombra de 1,70 metros cuadrados se limpiara a un nivel **Tres Sigma**, se esperaría que aproximadamente medio metro de alfombra quedaría sucia.

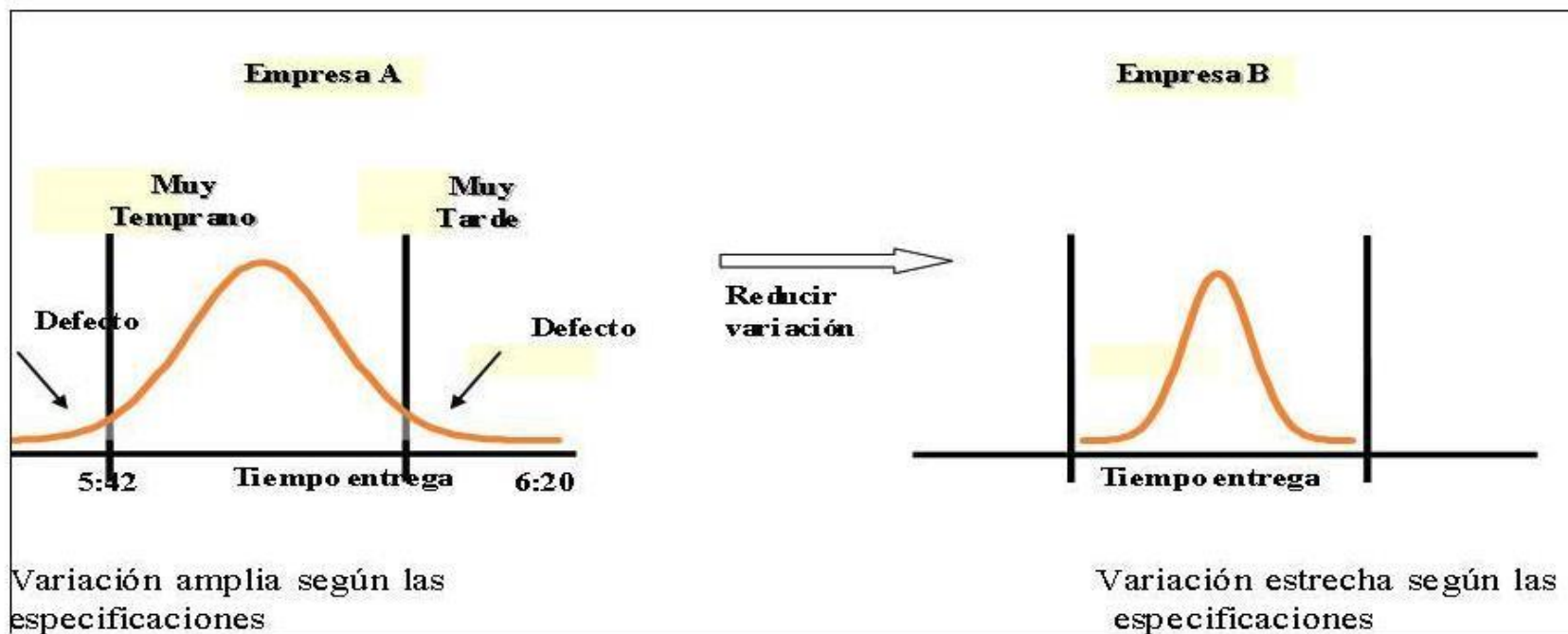
Si la misma alfombra se limpiara a un nivel de **Seis Sigma**, únicamente un área de tamaño de una cabeza de un alfiler quedaría sucia..

Tabla Ilustrativa



σ	PPM
2	308,537
3	66,807
4	6,210
5	233
6	3.4
Capacidad del proceso	Defectos por millón de oportunidades

Ejemplo de Eficiencia en la Entrega



Muy importante determinar cual es el tiempo de entrega “Optimo” para satisfacción entera de nuestros clientes!

Gráfica Ilustrativa

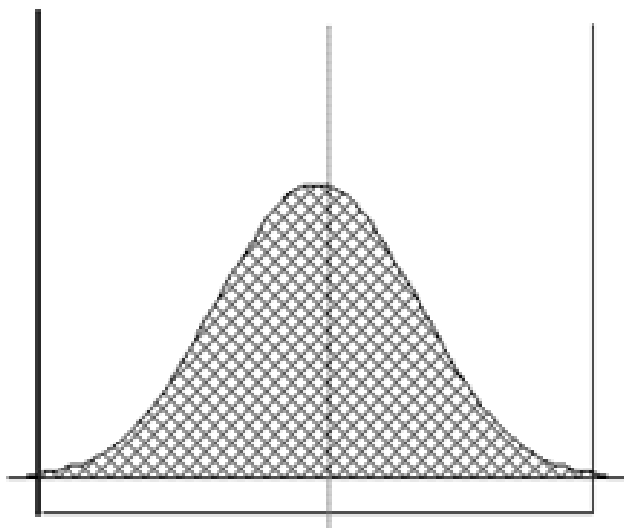


3 Sigma

Lower
Spec
Limit

Target

Upper
Spec
Limit

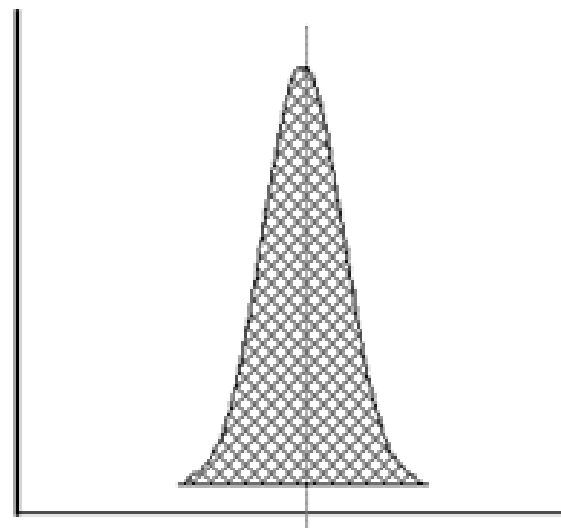


6 Sigma

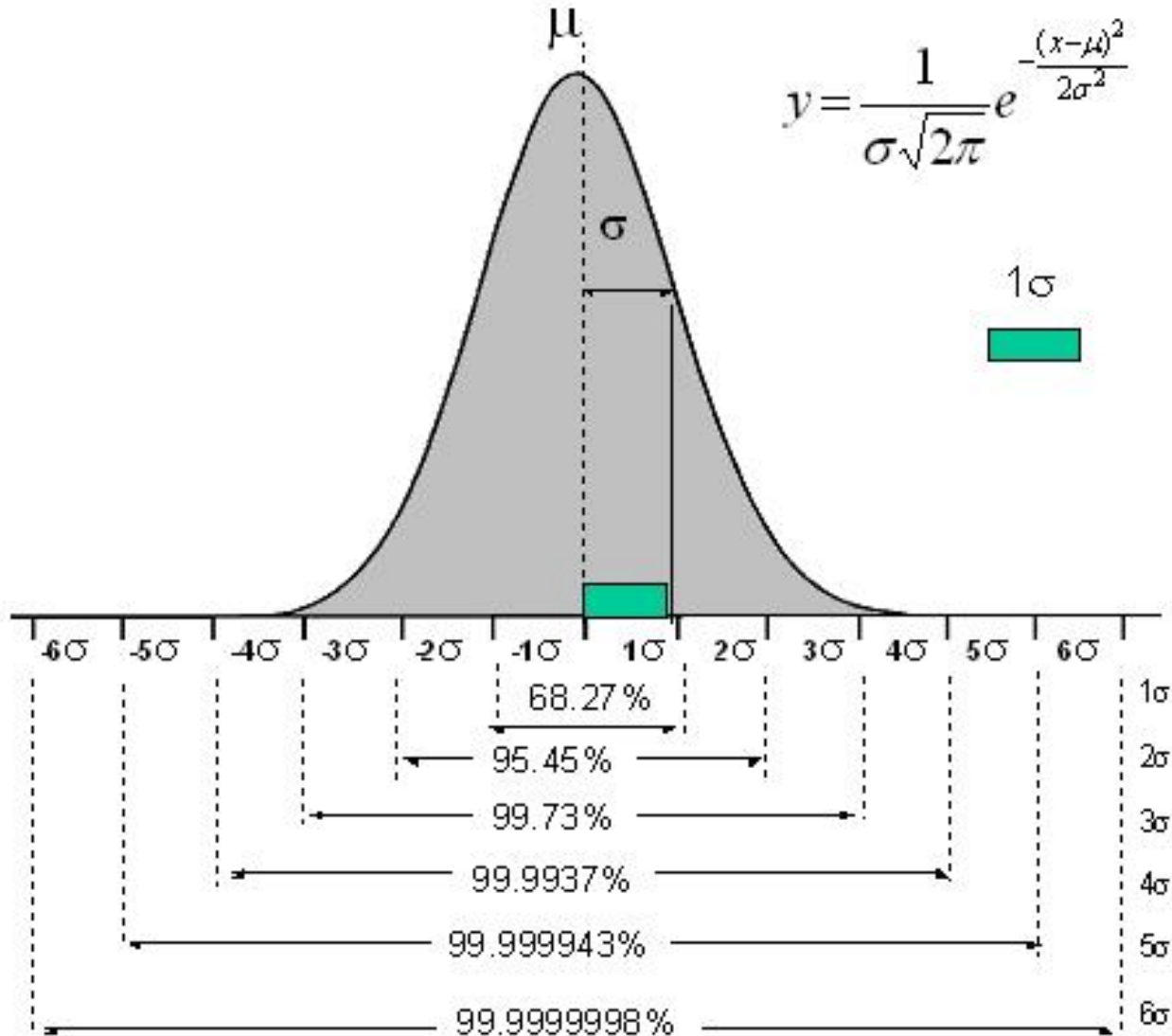
Lower
Spec
Limit

Target

Upper
Spec
Limit



Límites de Probabilidad



Ejemplo Ilustrativo: Monitoreo y Control del Peso de un Producto

Una empresa que elabora **AGROQUIMICOS**, debe mantener el **PESO** de sus **COSTALES** en **50 Kgs**, con una tolerancia de **+/- 1 Kgs**. Su especificación inferior **(EI) = 49 Kgs**, y su especificación superior **(ES)** será de **51 Kgs**.

Para monitorear el proceso de envasado, utilizaremos una carta de control X-R.

Para hacer un estudio inicial del desempeño del proceso de llenado, en un lapso de tiempo suficientemente representativo, en un período de 3 días de 8 horas, se llenarán 4 sacos consecutivamente, y se pesaran @ hora, registrando sus pesos en Kgs.

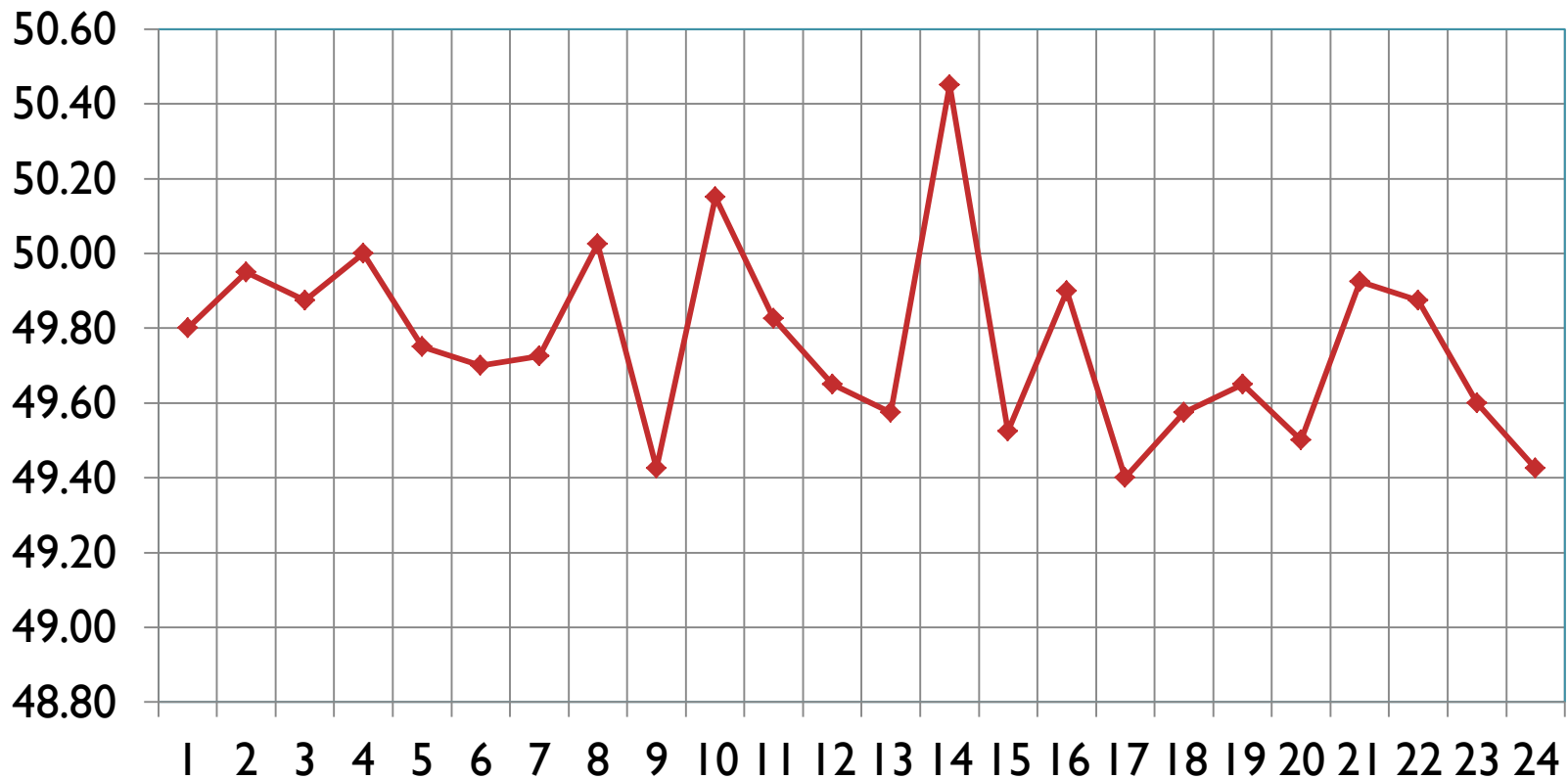
Luego, se analizarán los datos, calculando la media de los costales @ hora, y el rango de los mismos, así:



Carta de Control tipo Shewart

MUESTRA o SUB-GRUPO	Peso de los costales (KGS)				MEDIA	MEDIA Cuadrada	RANGO
	Costal 1	Costal 2	Costal 3	Costal 4			
1	50.2	49.9	49.0	50.1	49.80	2480.04	1.2
2	50.3	50.2	50.0	49.3	49.95	2495.00	1.0
3	49.8	50.0	50.0	49.7	49.88	2487.52	0.3
4	50.0	49.4	50.1	50.5	50.00	2500.00	1.1
5	50.2	49.8	49.1	49.9	49.75	2475.06	1.1
6	49.2	50.7	49.1	49.8	49.70	2470.09	1.6
7	49.6	49.9	49.5	49.9	49.73	2472.58	0.4
8	50.2	49.8	49.5	50.6	50.03	2502.50	1.1
9	50.1	49.3	49.0	49.3	49.43	2442.83	1.1
10	50.8	49.6	49.8	50.4	50.15	2515.02	1.2
11	50.7	48.8	49.7	50.1	49.83	2482.53	1.9
12	50.3	49.6	49.4	49.3	49.65	2465.12	1.0
13	49.3	49.3	49.2	50.5	49.58	2457.68	1.3
14	50.2	50.5	50.2	50.9	50.45	2545.20	0.7
15	48.8	50.2	49.5	49.6	49.53	2452.73	1.4
16	50.9	49.5	49.3	49.9	49.90	2490.01	1.6
17	49.7	48.8	49.6	49.5	49.40	2440.36	0.9
18	49.4	49.3	49.4	50.2	49.58	2457.68	0.9
19	49.9	49.7	49.9	49.1	49.65	2465.12	0.8
20	49.7	49.2	49.4	49.7	49.50	2450.25	0.5
21	50.6	49.6	49.6	49.9	49.93	2492.51	1.0
22	49.9	49.9	50.0	49.7	49.88	2487.52	0.3
23	49.6	50.2	49.9	48.7	49.60	2460.16	1.5
24	49.6	48.9	50.2	49.0	49.43	2442.83	1.3
					49.76	2476.26	1.05
					→ X Media	X2	→ Rango R

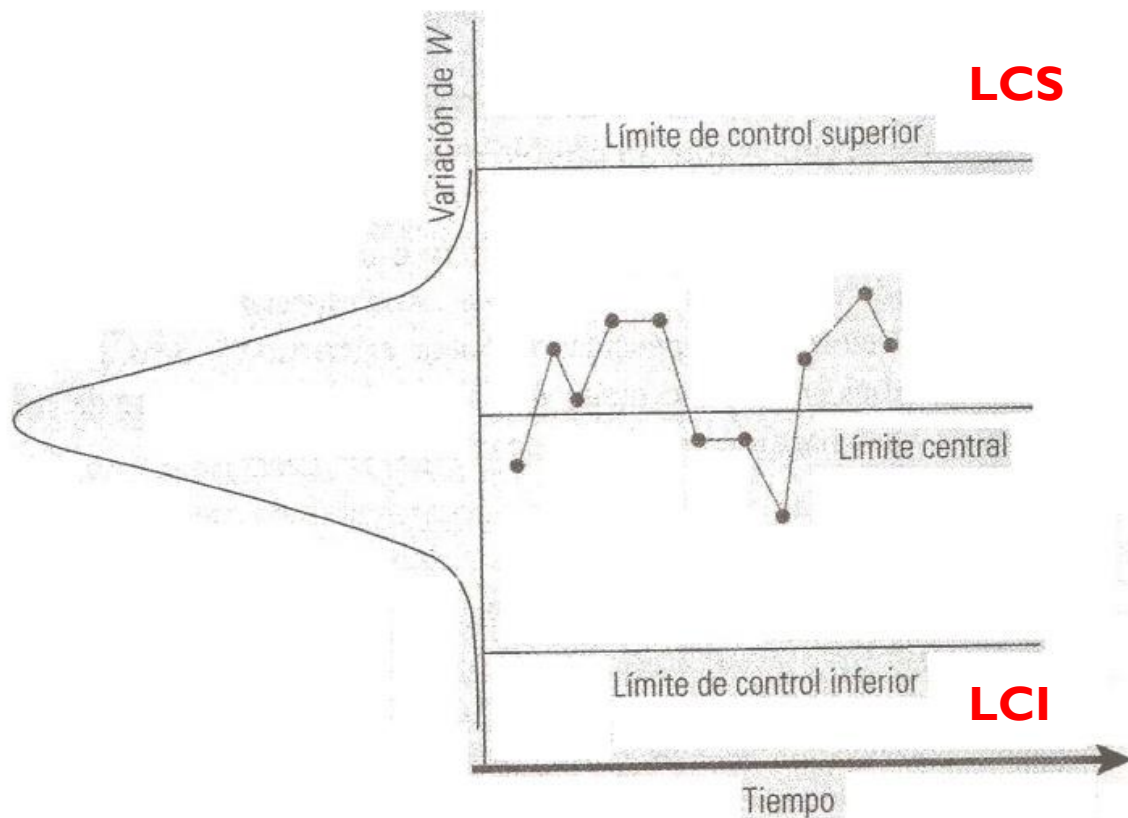
Gráfica del Proceso



Si todos los puntos están dentro de los límites, entonces se supone que el **proceso** está en **control estadístico**

Luego, hay que proceder a hallar los **límites de probabilidad** para calcular los **límites de control** que deseo obtener de mi proceso

Los Límites de Control Superior e Inferior en un Diagrama de Control



Fórmula para Obtener los Límites de Control Superior e Inferior en un Diagrama de Control

$$\text{LCS} = \mu + 3(\sigma / \sqrt{n})$$

$$\text{L central} = \mu$$

$$\text{LCI} = \mu - 3(\sigma / \sqrt{n})$$

$$\text{LCS} = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$$

$$\text{L central} = \bar{X}$$

$$\text{LCI} = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$$

$\bar{\bar{X}}$ = Media de las medias

$\bar{R}$ = Rango

A = Valor en tabla

n = numero de muestras

$\bar{\bar{X}}$ = media de las medias

$$\mu_{\bar{x}} = \bar{\bar{X}}$$

$\sigma_{\bar{x}}$ = Desviación Estándar de las medias

$$\sigma_{\bar{x}} = \sigma / \sqrt{n}$$

Fórmulas para Obtener los Límites de Control Superior e Inferior en un Diagrama de Control

*Tamaño de la Muestra	Carta X	Carta R		Estimación de (σ)
n	A_2	$D3$	$D4$	$d2$
2	1.880	0	3.267	1.128
3	1.023	0	2.575	1.693
4	0.729	0	2.282	2.059
5	0.577	0	2.115	2.326

$$LCS = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$$

$$L \text{ Central} = \bar{\bar{X}}$$

$$LCI = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$$

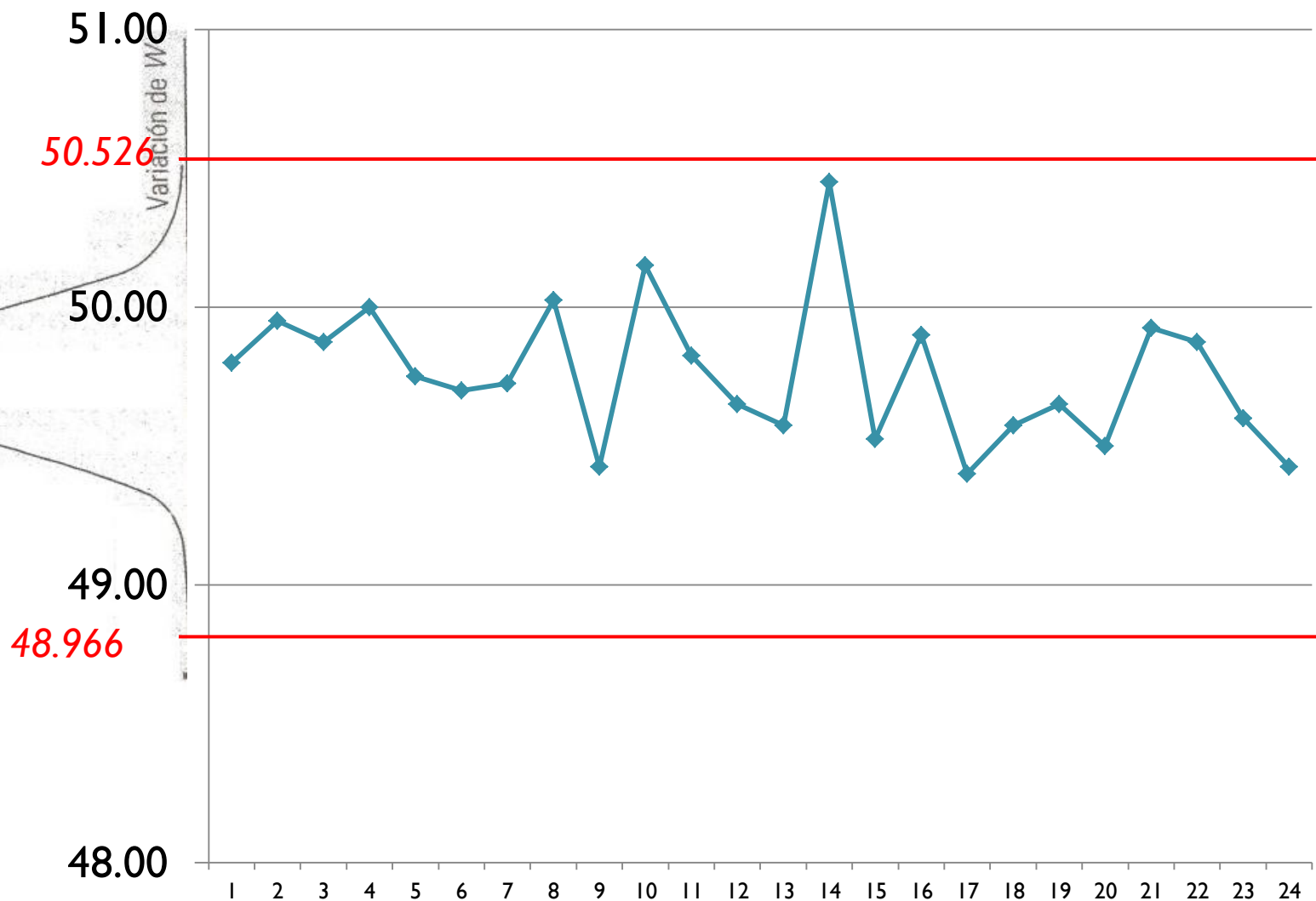
$$LCS = 49.76 + (0.729)(1.05) = \mathbf{50.526}$$

$$L \text{ Central} = \mathbf{49.76}$$

$$LCI = 49.76 - (0.729)(1.05) = \mathbf{48.996}$$

*Tabla: *Factores para la construcción de las Cartas de Control*

Límites de control

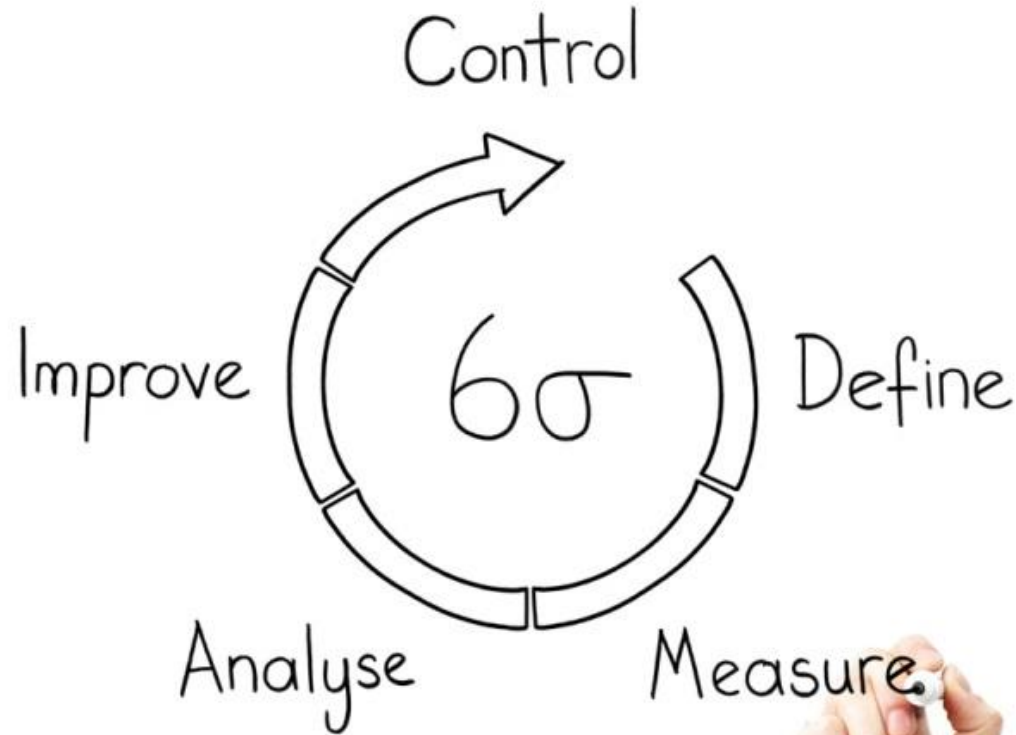




¿Cuál es la Utilidad de las fórmulas y la Gráfica en mi Negocio?

- ✓ Los **límites de control** reflejan la **variación esperada** para las **medias muestrales** de **tamaño n** , mientras el proceso no tenga cambios importantes
- ✓ Se espera que el peso de los costales varíe entre **48.996 Kgs** a **50.526 Kgs**
- ✓ Estos **límites de control** nos ayudan a detectar **CAMBIOS** en la **MEDIA** del **PROCESO** para evaluar su estabilidad
- ✓ NO SON LAS ESPECIFICACIONES O TOLERANCIAS INDICADAS POR MI CLIENTE
- ✓ **Límites de Control** nos ayudan a **detectar** donde puede estar el o los **factores de variabilidad**, y como controlarlos para obtener las tolerancias requeridas

El Proceso Seis Sigma



El Proceso Seis Sigma



Se caracteriza por 5 etapas bien definidas:

Definir el problema o defecto

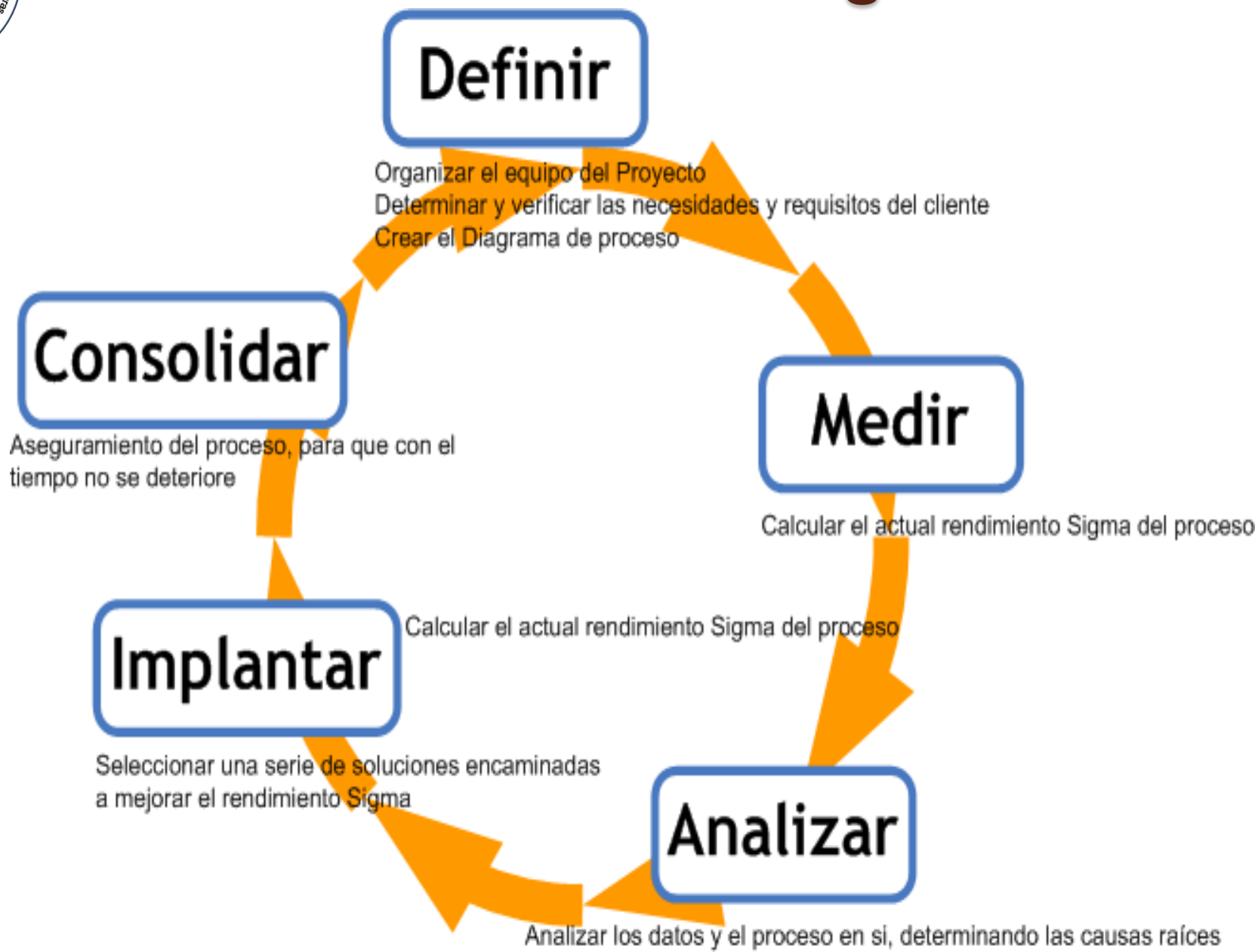
Medir y recopilar datos

Analizar datos recopilados

Mejorar los procesos

Controlar los procesos

El Proceso Seis Sigma



Procesos SEIS SIGMA?

1. Definir.

- En la fase de definición se identifican los posibles proyectos **Seis Sigma**, que deben ser evaluados por la dirección para evitar la inadecuada utilización de recursos.
- *En esta fase deben responderse las siguientes cuestiones:*
 - ¿**Qué procesos** existen en su área?
 - ¿**De qué actividades (procesos)** es usted el responsable?
 - ¿**Quién o quiénes** son los **dueños** de estos **procesos**?
 - ¿**Qué personas interactúan** en el **proceso**, directa e indirectamente?
 - ¿**Quiénes** podrían ser parte de un **equipo** para **cambiar el proceso**?

Procesos SEIS SIGMA

2. Medir.

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

En esta fase deben responderse las siguientes cuestiones:

- ¿Sabe **quiénes** son sus **clientes**?
- ¿Conoce las **necesidades** de sus **clientes**?
- ¿Sabe **qué es crítico** para su **cliente**, derivado de su proceso?
- ¿**Cómo** se desarrolla el proceso?
- ¿**Cuáles** son los pasos?
- ¿**Qué** tipo de pasos compone el proceso?

Procesos SEIS SIGMA

3. Analizar.

En la fase de análisis, el equipo evalúa los datos de resultados actuales e históricos. Se desarrollan y comprueban hipótesis sobre posibles relaciones causa-efecto utilizando las herramientas estadísticas pertinentes.

En esta fase deben responderse las siguientes cuestiones:

- ¿**Cuáles** son las **especificaciones** del **cliente** para sus parámetros de medición?
- ¿**Cómo** se **desempeña** el **proceso actual** con respecto a esos parámetros? Muestre los datos.
- ¿**Cuáles** son los **objetivos** de mejora del proceso?
- ¿**Cómo** los definió?
- ¿**Cuáles** son las **posibles fuentes de variación** del proceso? Muestre cuáles y qué son.

Procesos SEIS SIGMA

4. Mejorar

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

En esta fase deben responderse las siguientes cuestiones:

- ¿**Qué** relación hay entre los *parámetros de medición* y las *variables críticas*?
- ¿**Interactúan** las *variables críticas*?
- ¿**Cómo** lo definió? Muestre los datos.
- ¿**Qué** ajustes a las variables son necesarios para optimizar el proceso?
- ¿**Cómo** los definió? Muestre los datos

Procesos SEIS SIGMA

5. Controlar

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

En esta fase deben responderse las siguientes cuestiones: Para las variables ajustadas

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

¿Cómo alcanzar metas *SEIS SIGMA*?



- Líderes ejecutivos Comprometidos
- Capacitación Corporativa en los conceptos y herramientas de 6 Sigma
- Determinación de la dificultad de los objetivos de Mejoramiento
- Refuerzo Continuo y Estímulos



Grados Necesarios a completar por Equipo Humano



Existen varios niveles de dominio de la metodología.

Niveles para Dominar SEIS SIGMA

DEFINICIONES:

- **Yellow Belt:** Personas que dentro de la organización tienen una formación para realizar entre otras funciones, las siguientes: **a) Intervenir directamente en el proceso a mejorar.** **b) Participa en los proyectos con los Green Belt y Black Belt.**
- **Green Belt:** Posee un nivel de formación superior al anterior; Debe poder cerrar su primer proyecto en menos de seis meses. Participa en proyectos más complejos en donde se despliegan todas las fases de 6 sigma (*definir, medir, analizar, mejorar, controlar*). Aplica las herramientas y principios de resolución de problemas de 6 sigma en su trabajo diario.
- **Black Belt:** Dirige y enseña la metodología 6 sigma dentro de la empresa. Suele dirigir entre cuatro y seis proyectos cada año. Se le ponen objetivos cuantitativos de reducción de PPM (*piezas rechazadas por el cliente por cada millón entregadas*)
- **Master Black Belt:** Forma y es coach de los *Black belt*. Es responsable de dirigir proyectos con varios *Black Belts* hasta el fin de la realización.
- **Champion del Proyecto:** Son los responsables de la selección, el enfoque y de la finalización con éxito de los proyectos. Eliminan obstáculos para que los *Black* y *Yellow Belt* cumplan con el timing de los proyectos.
- **Champion de Despliegue:** Acuerda los objetivos y estrategias con el director de 6 sigma. Impulsa la implementación y la realización de la metodología y los objetivos en planta.
- **Director de 6 sigma:** Acuerda los objetivos y estrategias con los altos directivos. Impulsa la implementación y la realización de la metodología y los objetivos en la empresa. Aplica la metodología en todas las divisiones de la empresa. Informa al Director de Operaciones de la empresa.

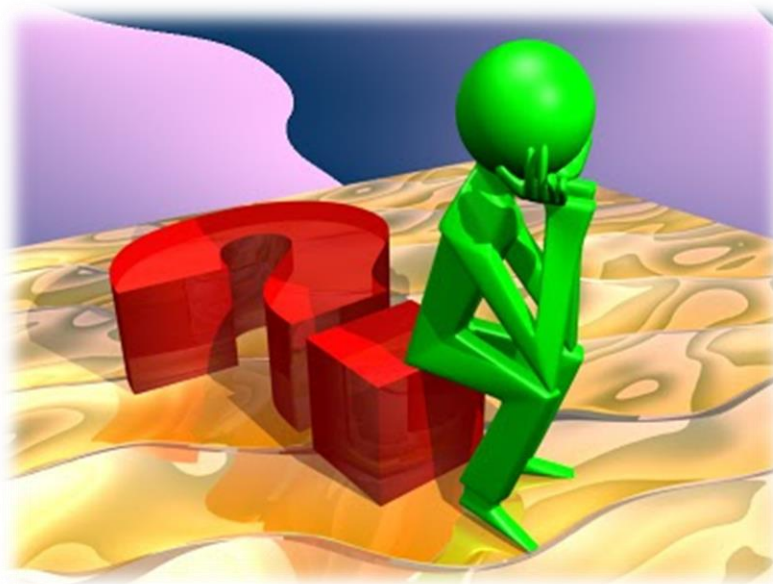
Conclusiones

- ***Seis Sigma*** se ha convertido en una metodología e iniciativa estratégica que las empresas están utilizando para alcanzar elevados beneficios. Empresas como ***Motorola, General Electric, Honeywell y Polaroid*** están materializando elevadas ganancias económicas gracias a la implementación de ***Seis Sigma***.
- Para muchos es como un **mito**, algún exclusivo sistema de gestión o programa adecuado únicamente para grandes empresas. Por otro lado, es común la idea equivocada de que ***Seis Sigma*** es simplemente un ***enfoque estadístico*** al análisis de los problemas.
- Pero es mucho más que eso, ***es una cultura***, una manera de pensar o un conjunto de nuevos comportamientos.

Bibliografía Sugerida

- **Calidad Total y Productividad** Humberto Gutiérrez Pulido. Editorial McGraw Hill, 3era Edición. 2010.
- **Elementary Statistics** Janet T. Spence, John W. Cotton, Benton J. Underwood, Carl P. Duncan. 4ta Edición. 1983.
- **Estadística para Administración y Economía** David R. Anderson, Dennis J. Sweeney, Thomas A. Williams. Editorial Thomson. Octava Edición. 2005.

Dudas, preguntas??



Dirija su Correspondencia a:

M.Sc. Ing. Juan Pablo Hernández Flores

Apartado Postal No. 189, S.P.S.

Honduras, C.A.

E-mail: acsio.consultores@gmail.com

Web: www.acsio-consultores.blogspot.com

Facebook: www.facebook.com/acsio.consultores





Gracias por su Atención!!!

