



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

*“Ciencia y Tecnología al Servicio del País”*



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

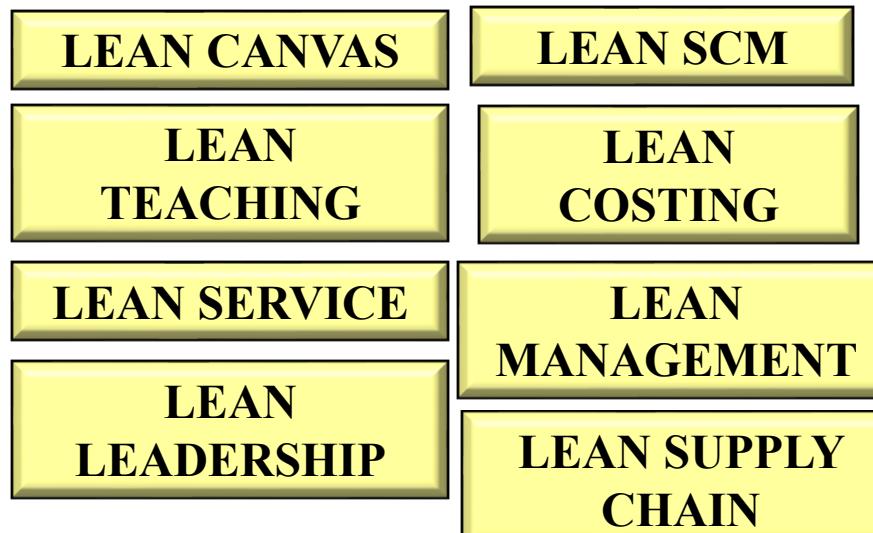
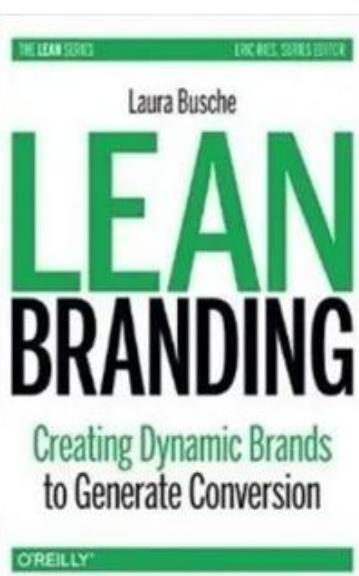
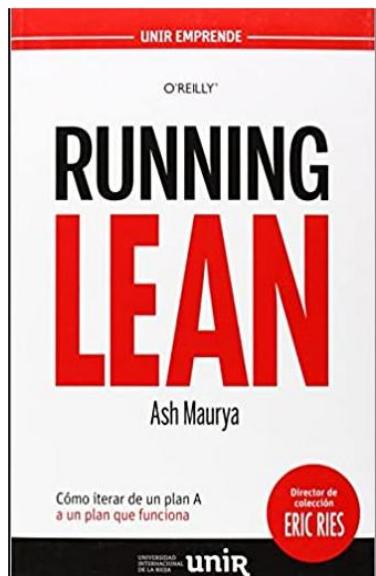
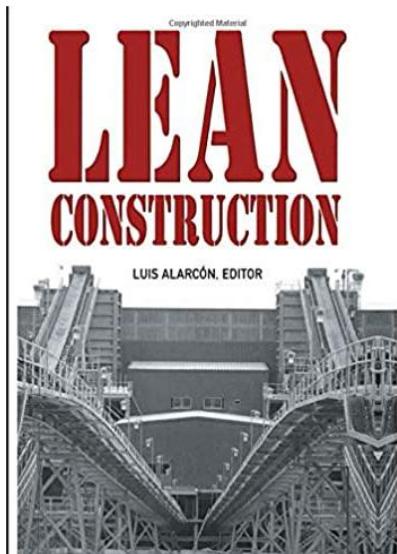
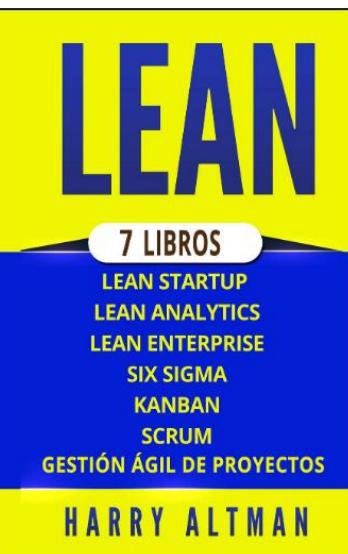
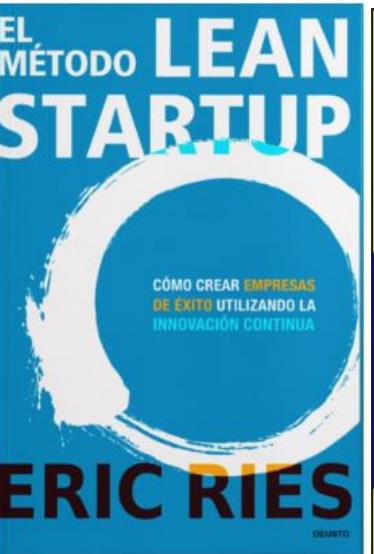
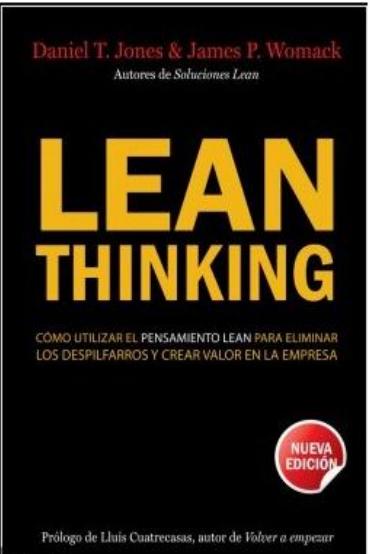
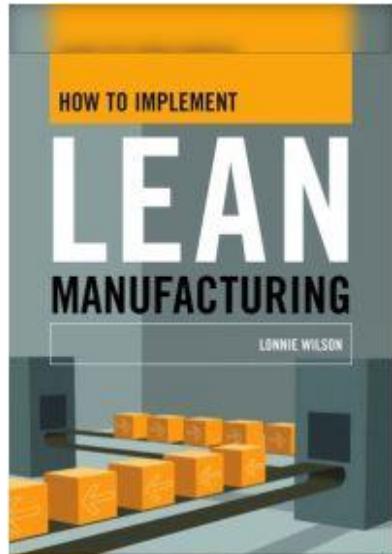
**Facultad de Ingeniería Industrial y de  
Sistemas**

- ▶ **Curso:** SISTEMAS ANALÍTICOS  
(GE803V)
- ▶ **Docente:** WILLIAM ORIA CHAVARRIA

**Ciclo Académico  
2025-02**

# **Semana 10:**

# **Metodologías Agiles Lean**



# **Lean Manufacturing = Manufactura Esbelta**

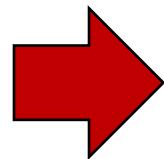
# LEAN

**Palabra Ingles que traducida significa: ESBELTO,  
MAGRO, SIN GRASA**

# **LEAN ES UNA ESTRATEGIA EN LAS OPERACIONES DE LA EMPRESA**



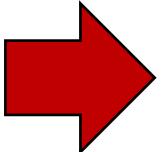
De una  
**METODOLOGIA**



## A una ESTRATEGIA



# De una fábrica CON desperdicios

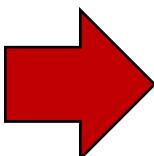


A una  
fábrica SIN  
desperdicios



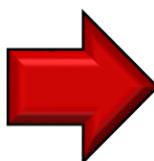


ES LA BUSQUEDA DE LA EXCELENCIA QUE PERMITE A LAS PERSONAS Y ORGANIZACIONES CAMBIAR PARA MEJORAR

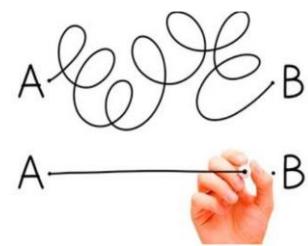


LAS ORGANIZACIONES DE PENSAMIENTO LEAN BUSCAN CONSTANTEMENTE MEJORAR LA FORMA EN LA QUE TRABAJAN

ES LA BUSQUEDA CONSTANTE POR ELIMINAR LOS EXCEDENTES EN TODOS LOS PROCESOS PARA CREAR VALOR



TALES COMO: ESPERAS, DEFECTOS, EXCESOS DE TODO TIPO, BAJA PRODUCTIVIDAD Y TODO AQUELLO QUE DESTRUYE VALOR



### Principios:

- Filosofía a largo plazo.
- El proceso correcto, producirá resultados correctos.
- Nivelar la carga de trabajo.
- Lograr la calidad desde la primera vez.
- Estandarizar las tareas.
- Usar tecnología fiable.
- Tener líderes que crean en la filosofía.
- Respetar a los proveedores y motivarlos a mejorar
- Ponerse en los zapatos del cliente.
- Construir una empresa con una cultura de mejora continua.

### HERRAMIENTAS LEAN

- Kaizen
- 5S
- Kanban / Andon
- SMED / Poka Yoke (sistema anti errores)
- Pensamiento A3
- 7 + 1 tipos de desperdicios
- VSM (Value Stream Mapping)
- Fábrica Visual
- Manufactura Celular
- Six Sigma

TPM

ES APLICABLE A TODO TIPO DE ORGANIZACIÓN Y EN CUALQUIER AREA DE LA MISMA



Lean Service: aplicación de la filosofía lean en una empresa de servicios (empresa ágil) para consolidar la propuesta de valor con impacto en la mayor satisfacción del cliente y contribuir a mejorar los resultados, incrementar el EVA con eficiencia y con menos recursos.

**Lean Service Management, gestión de servicios agiles como estrategia de mejora continua.**

### EMPRESA DE SERVICIOS



HERRAMIENTAS LEAN



### EMPRESA AGIL DE CALIDAD

CALIDAD:

OPORTUNIDAD

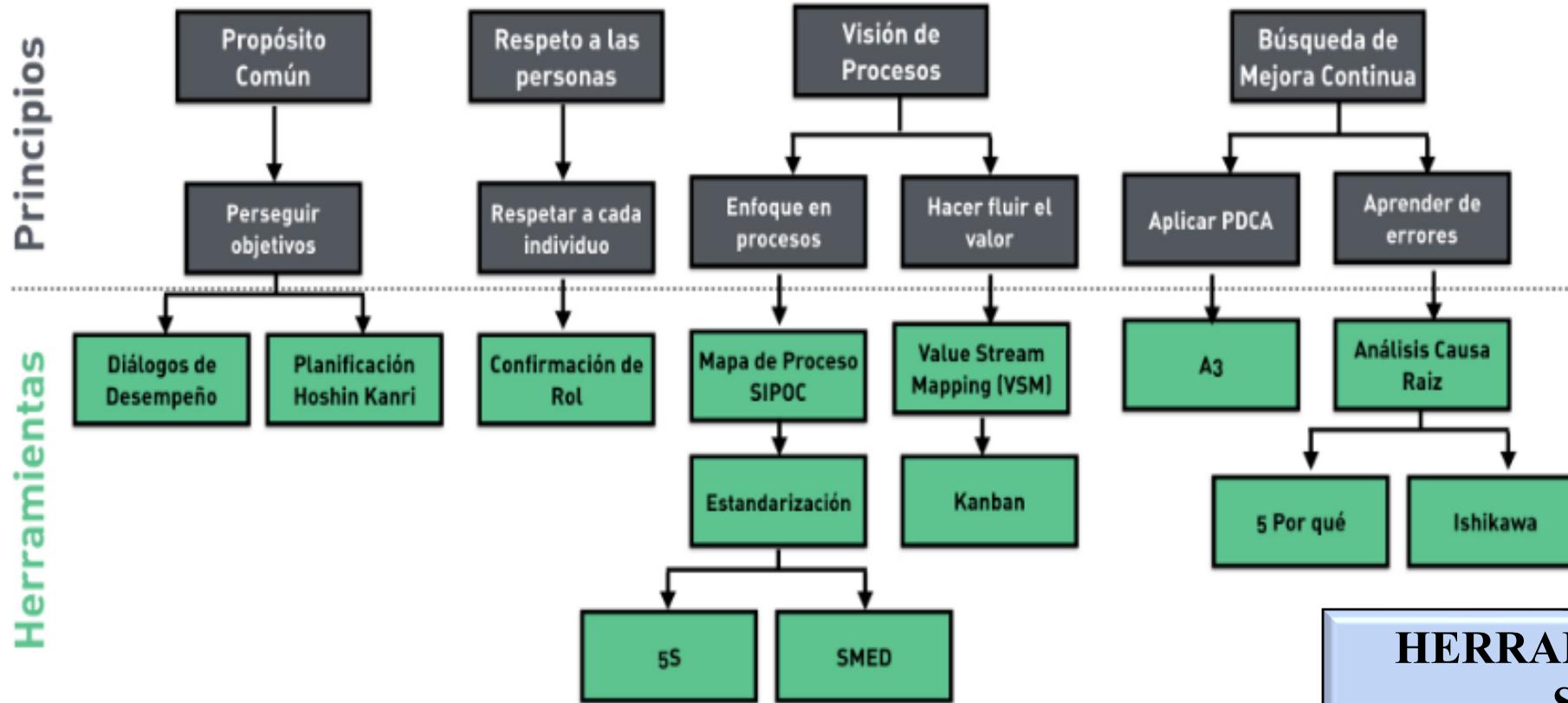
CONFIABILIDAD

ACTITUD:

AMABILIDAD

AGILIDAD

<https://www.youtube.com/watch?v=FgXOoYmFdrA>



## NUEVAS HERRAMIENTAS LEAN SERVICE

- Visión Computacional
- Inteligencia Artificial
- Internet de las Cosas
- Cobots

## HERRAMIENTAS LEAN SERVICE

- Kaizen
- JIT
- Teoría de Restricciones
- Andon
- 7 + 1 tipos de desperdicios
- Lean Six Sigma



**Lean:** se centra en mejorar la eficiencia. Se pregunta: ¿Podemos producir en menor tiempo y con menor esfuerzo (mejora en eficiencia), para mantener el mismo nivel de calidad o precisión?

Centra sus herramientas y métodos en la eficiencia y racionalización de los procesos en sí mismos. El principal objetivo es eliminar todo aquello que no crea valor.

Se busca un nuevo flujo de proceso mejorado, racionalizado y eficaz que funcionará de forma suave y eficiente.

**Six Sigma:** se centra en mejorar la efectividad. Se pregunta: Podemos producir con un mayor nivel de calidad o de precisión (mejora en efectividad) empleando el mismo esfuerzo o el mismo tiempo.

Centra sus herramientas y métodos en la calidad, precisión y efectividad de todos aquellos productos y servicios que son el resultado de los procesos. El principal objetivo es eliminar todos aquellos defectos y pérdidas que sobresalen en el resultado final a lo largo del proceso.

Se busca eliminar estos defectos con el objetivo final de aumentar la efectividad y la precisión.

Lean Six Sigma es una estrategia de gestión que tiene como objetivo mejorar el rendimiento mediante la eliminación de residuos y defectos. Se esfuerza por eliminar el despilfarro de recursos físicos, tiempo, esfuerzo y habilidades asegurando al mismo tiempo la calidad de los procesos de la organización.



## LEAN SIX SIGMA:

**Lean Six Sigma** es una estrategia en la dirección de operaciones para mejorar los procesos, con el propósito de incrementar el EVA de la empresa. Busca reducir la variabilidad de los procesos, empleando una serie de herramientas estadísticas para lograr procesos agiles. Su filosofía, es que todo proceso se ha de ajustar a dichos requerimientos. Si no lo hace, son fallos que pulir. Lean Six Sigma se concreta en eliminar los aspectos que impidan o dificulten el ajuste del servicio a las necesidades del cliente concretado con la propuesta de valor de la organización.

### ¿Qué características tiene Six Sigma?

- Se implementa una estructura de entrenamiento.
- El enfoque que se aplica es proactivo.
- Se emplea una metodología estructurada con una diversidad de instrumentos.
- Se enfoca mediante variables clave dentro de un proceso.
- La clave es trabajar con características críticas de la calidad.
- La calidad se obtiene en el proceso y no en inspecciones.
- Las salidas del proceso dependen de las entradas.





## F. Taylor

Creador de los sistemas de trabajo cuantitativo.



## H. Ford

Sistemas de producción en masa, aumentos de capacidad y productividad.



## WW 2

Aliados v. Eje  
Termino de la guerra con el bombardeo nuclear en Japón y ocupación Norteamericana.



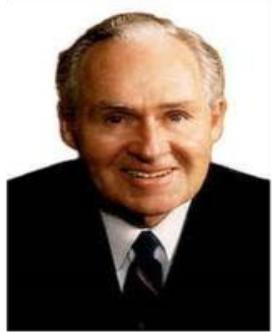
## TPS

Recursos limitados. Implementación de los sistemas JIT, eliminación de desperdicios y estándares de calidad elevados.



## 6 Sigma

Respuesta norteamericana para aumentar los estándares de calidad mediante la reducción de la variación de los procesos



## R. Galvin

1979 Motorola, CEO

“Nuestra calidad  
apesta” NY Times



## B. Smith

Ex militar. Maestría  
en estadística  
aplicada.

Implementa los  
procesos de control  
de calidad para  
Motorola.

# 6 $\sigma$



## J. Welch

General Electric  
toma la metodología  
de seis sigma.

“Seis Sigma ha sido  
la iniciativa mas  
importante que GE  
ha emprendido  
desde su  
fundación”.



## Lean 6 Sigma

En la actualidad  
ambas  
metodologías son  
usadas a nivel  
global como parte  
de los esfuerzos de  
una manufactura de  
excelencia



# Aplicación de Lean Six Sigma en Empresa de Servicios

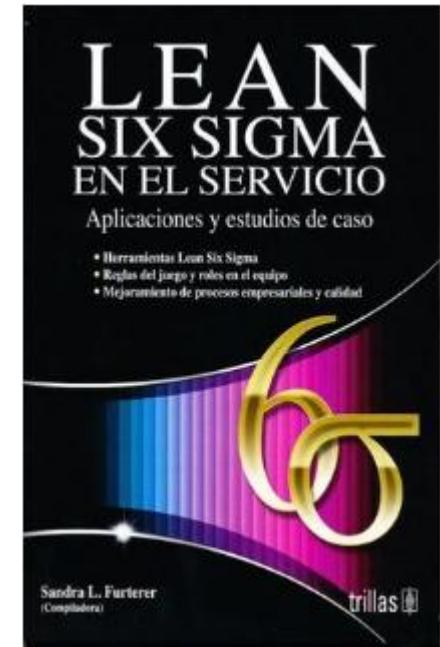


## APLICACIÓN DE LEAN SIX SIGMA EN EMPRESAS DE SERVICIOS

Se puede aplicar en CUALQUIER EMPRESA DE SERVICIOS, en cualquier problema donde se puede aplicar herramientas estadísticas. Su mayor uso se da en empresas del sector financiero, empresas logísticas, empresas del sector salud.



<https://leansixsigmainstitute.org/>



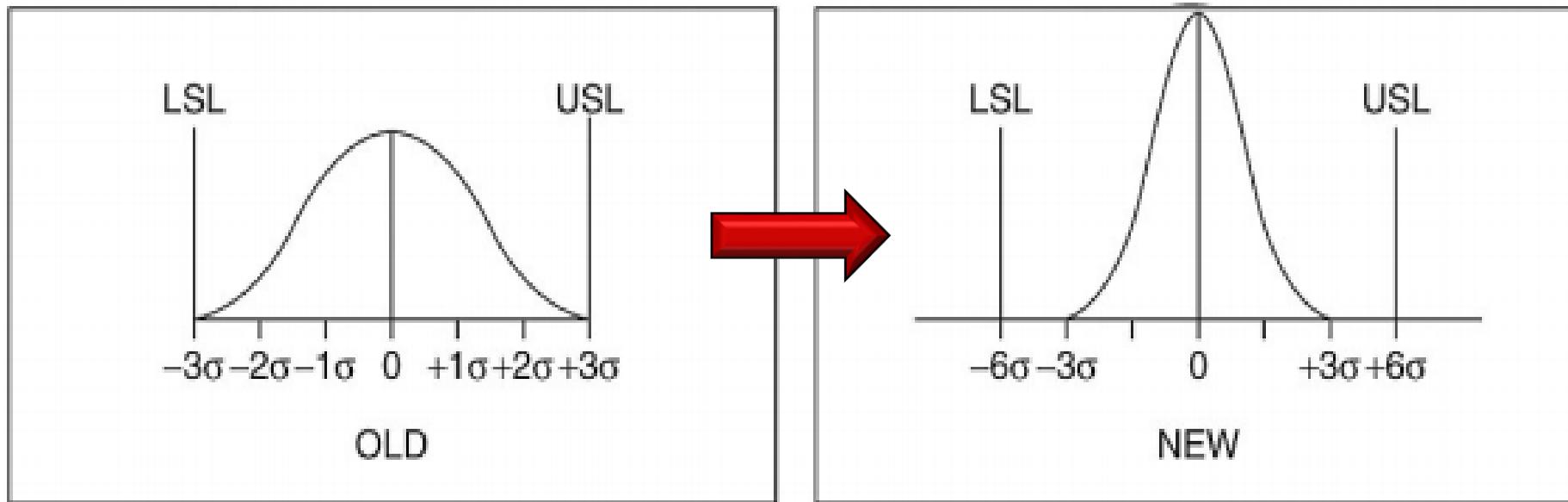


Fuente: Gráfico WEB

¿Qué es el nivel **sigma**? El nivel **sigma** es un indicador de variación el cual corresponde a cuantas desviaciones estándar caben entre los límites de especificación del proceso. Por ejemplo, si tengo un proceso para fabricar barras de hierro que deben tener una longitud de 125 +/-1 mm.



## El Significado de Seis Sigma



Calidad 3 sigma de rendimiento de 99.73% el cual genera 66,800 DPMO (defectos por millón de oportunidades)

Calidad 6 sigma de rendimiento de 99.9997% el cual genera 3.4 DPMO (defectos por millón de oportunidades)

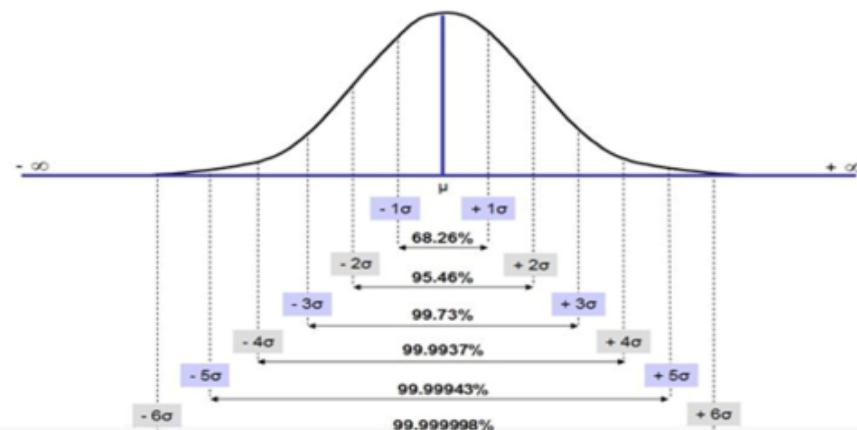
Sigma	Eficiencia	DPMO
1	30,85%	690.000,0
2	69,15%	308.537,0
3	93,30%	66.807,0
4	99,30%	6.210,0
5	99,98%	233,0
6	99,99%	3,4



## Objetivo

El objetivo de implementar Six Sigma es que solo 3.4 piezas del millón salga defectuoso, según el cálculo estadístico que se muestra a continuación:

Nivel Sigma	DPMs	Rendimiento
6	3.4	99.9997%
5	233	99.997%
4	6,210	99.4%
3	66,807	93.3%
2	308,537	69.2%
1	690,000	31.0%



## ¿Por qué es importante el 3.4 PPM?

- 1 Sigma: 7 de cada 10 vuelos terminan en desgracia.
- 2 Sigma: 3 de cada 10 camionetas son vendidas con un defecto en los frenos.
- 3 Sigma : 7 de cada 100 partos, los bebés son dejados caer al suelo.
- 4 Sigma: 1 de cada 100 computadoras, no encienden a la primera.
- 5 Sigma: 3 de cada 100,000 litros de agua contiene cromo hexavalente.
- 6 Sigma : 3 de cada millón de emails, no llegan a sus destinatarios.

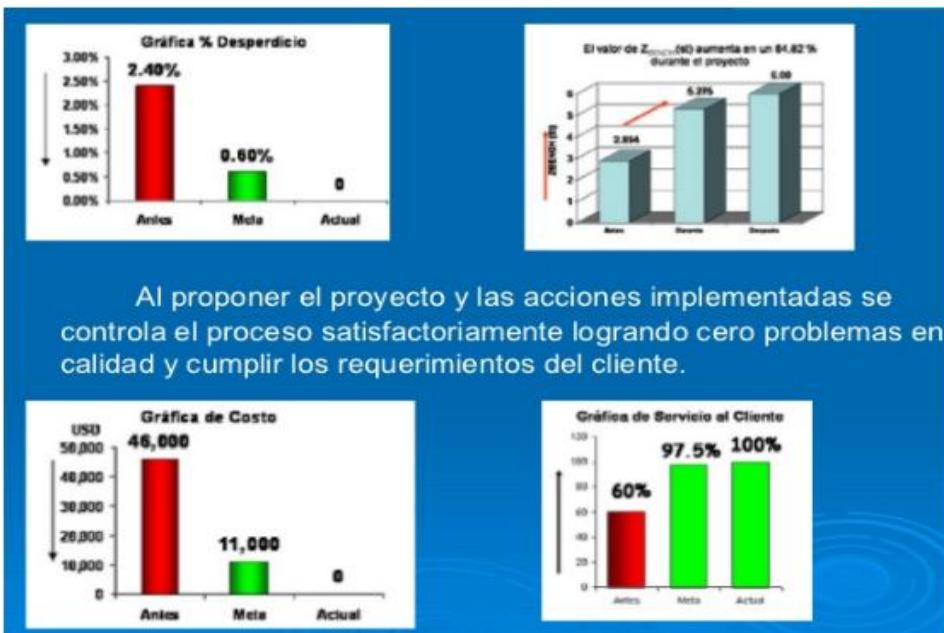
## Los Factores Culpables de la Variación





Six Sigma es una metodología de **MEJORA de PROCESOS** centrada en la reducción de su variabilidad, para conseguir reducir defectos o eliminarlos.

Es un **enfoque sistemático** para resolver los **problemas de los procesos** (producción, administración, ventas, etc.) mediante el **uso** de la combinación de **herramientas** conocidas y probadas (mapas de procesos, diagramas de causa efecto, análisis modal de fallos y sus efectos (AMFE), gráficos de control, diseño de experimentos, etc. de un **modo medible** y **sostenible** para que **crezcan** los **beneficios** de la empresa de **manera significativa** y logre el **incremento de valor a los accionistas (EVA)**.



## Six Sigma - Antecedentes

- **1987** lo introduce **Motorola**, logró ahorros por más de 1,000 millones de dólares en 3 años.
- **1994** lo adopta **Allied Signal** (empresa de áreas como aeroespacial, automotriz y materiales, con más de 70,000 empleados e ingresos alrededor de 25,000 millones de dólares. Logró ahorros por más de 2,000 millones de dólares entre 1994 y 1999).
- **1995** lo adopta **General Electric** a iniciativa de Jack Welch corporativo mundial con más de 300,000 empleados y capital por más de 450,000 millones de dólares. Logró por más de 2,250 millones de dólares en 2 años, 1998 y 1999.

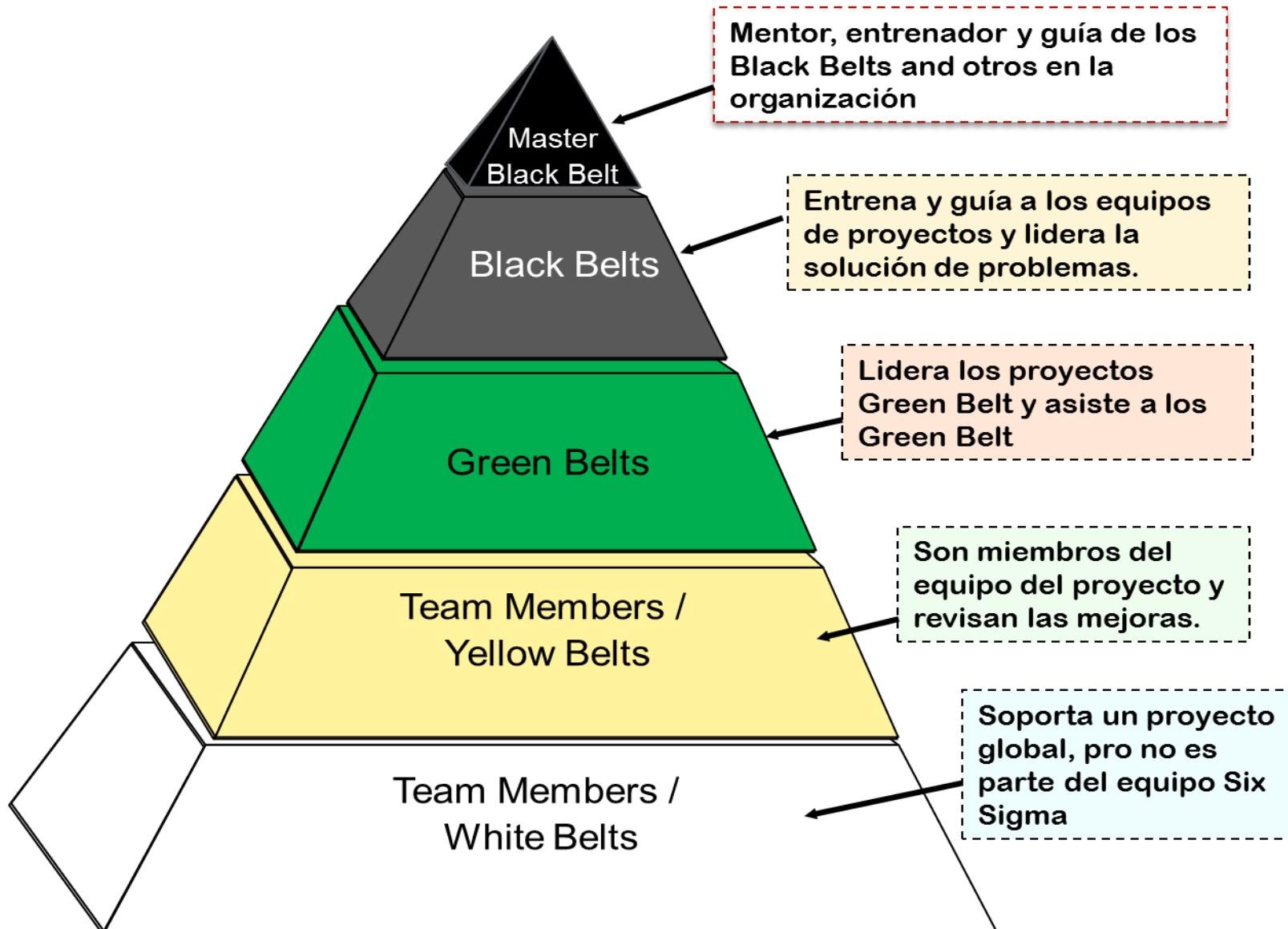
Compañía	Ahorro Anual
General Electric	\$2.0+ billones
JP Morgan Chase	*\$1.5 billones (*desde el inicio en 1998)
Motorola	\$ 16 billones (*desde el inicio en 1980s)
Johnson & Johnson	\$500 millones
Honeywell	\$600 millones

• Los ahorros de Six Sigma como % de ingresos varía de **1.2 a 4.5 %**  
• Por \$ 30 millones/año de ventas – Existe un potencial de \$ 360,000 a \$ 1.35 millones.  
• Inversiones: Salario de expertos "in house", entrenamiento y rediseño de procesos.





## Niveles de Six Sigma – Por Función



**D**efinir**M**edir**A**nalizar**I**nnovar**C**ontrolar

<b>Definir</b>	<b>Medir</b>	<b>Analizar</b>	<b>Mejorar</b>	<b>Controlar</b>
<p>¿Cuál es el proceso a mejorar?</p> <p>¿Quién es su cliente?</p> <p>¿Cuál es su "output" del proceso?</p> <p>¿Cuáles son las etapas del proceso?</p> <p>¿Qué es "defecto" para un producto o servicio?</p> <p>¿Cuáles son las expectativas del cliente?</p>	<p>¿Cómo medir con los indicadores?</p> <p>¿Cuál es el valor de los defectos?</p> <p>¿Cuántos Sigmas tiene el proceso?</p> <p>¿Cuál es el costo de la no-calidad?</p> <p>¿Cuál es el retorno económico preliminar del?</p>	<p>¿Cuáles son las causas raíces de la mala performance?</p> <p>¿Cómo verificamos las causas del problema?</p> <p>¿Cuáles son las variables de entrada que más afectan las variables de salida?</p>	<p>¿Cómo seleccionar soluciones?</p> <p>¿Cómo validar soluciones?</p> <p>¿Cómo optimizar el proceso?</p> <p>¿Qué pruebas y planes pilotos se requieren?</p>	<p>¿Cómo mantener los logros?</p> <p>¿Cómo mantener las variables de entrada controladas en los límites especificados?</p> <p>¿Cómo evitar que ellas salgan de control nuevamente?</p>



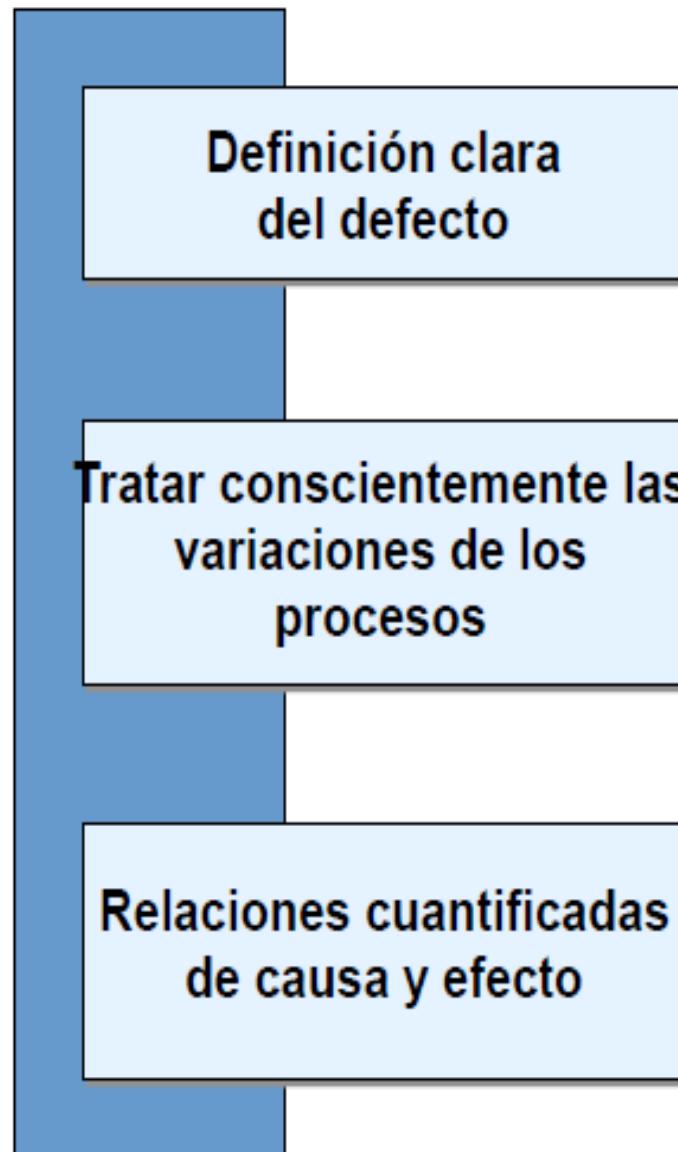
¡Si no se mide, no se puede mejorar!

De forma sostenible

- gráficos de proyecto
- SIPOC<sup>1)</sup>
- ...
- Análisis de sistemas de medida
- plan de recolección de datos
- ...
- mapa de procesos
- análisis de datos
- ...
- herramientas de creatividad
- FMEA<sup>2)</sup>
- ...
- gráficos de control
- estandarización
- ...

Visión de procesos  
y  
visión de datos

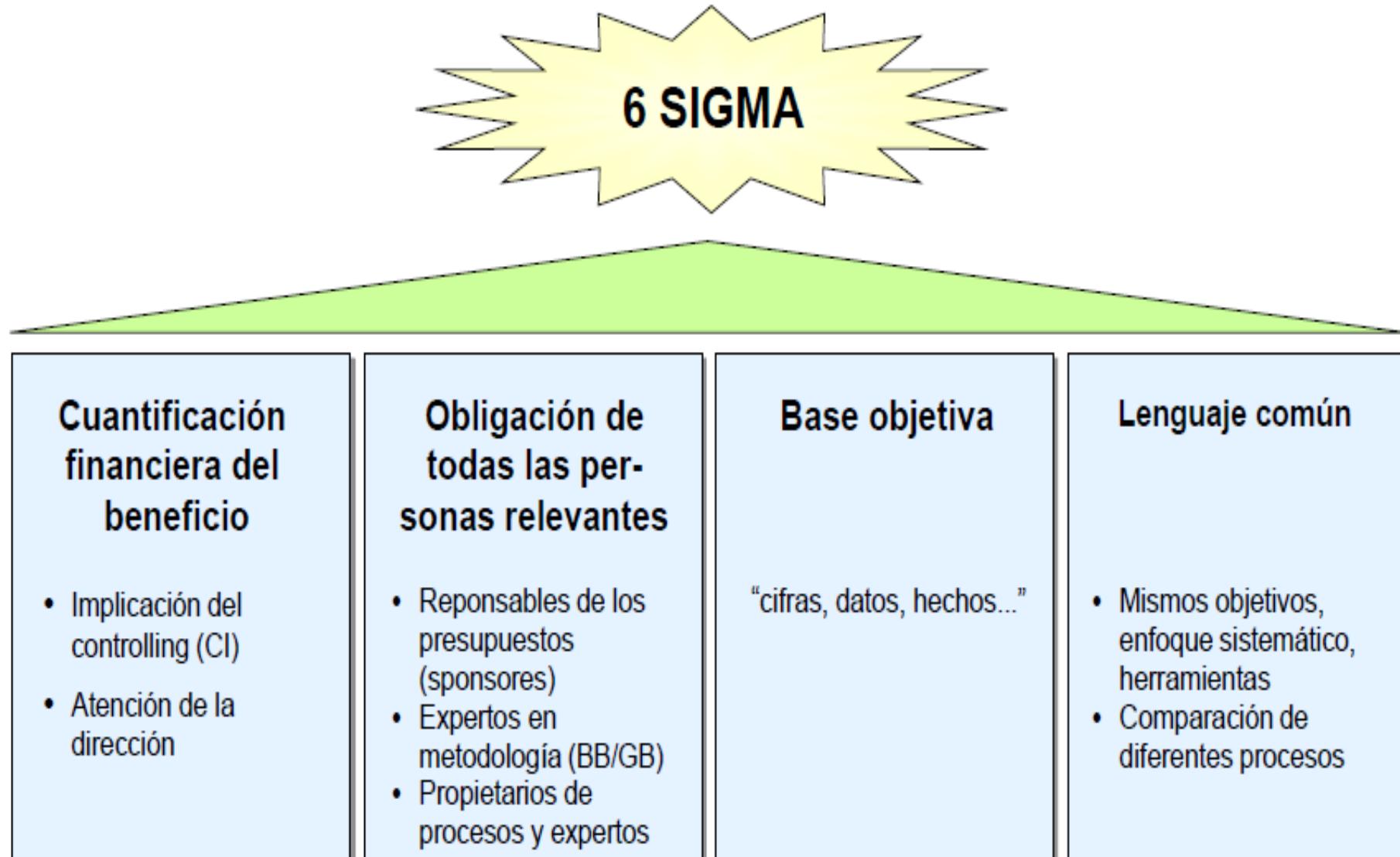
1) Supplier, Input, Process, Output, Customer    2) Modo de Fallo y Análisis de Efectos



- Cuantificar las necesidades de los clientes
  - Definir defectos con la comparación de las salidas de los procesos y las necesidades de los clientes.
- 
- No reaccionar de forma exagerada
  - Tener como meta la reducción de las variaciones del proceso (mientras cumpla con las especificaciones del cliente)
- 
- No tratamiento de síntomas
  - Identificar las causas relevantes

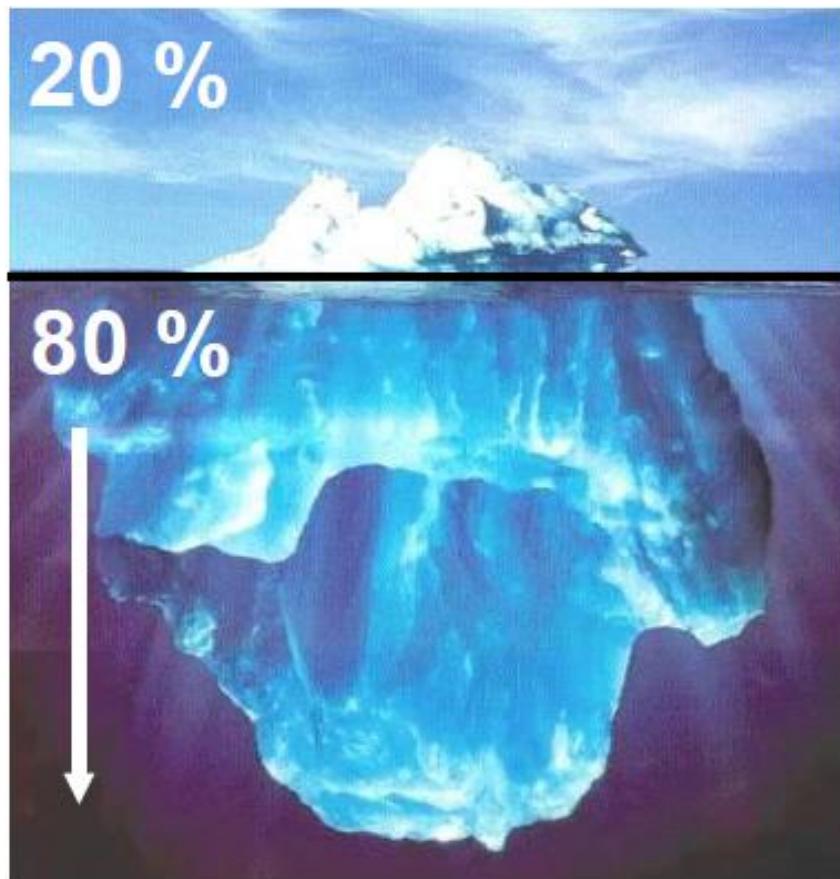


# Pilares Esenciales de Six Sigma para el éxito





Mejorar la calidad de la ejecución de los procesos, reducir los costos de calidad, crear valor para el cliente, incrementar el beneficio de la empresa y de los accionistas medido en términos de EVA.



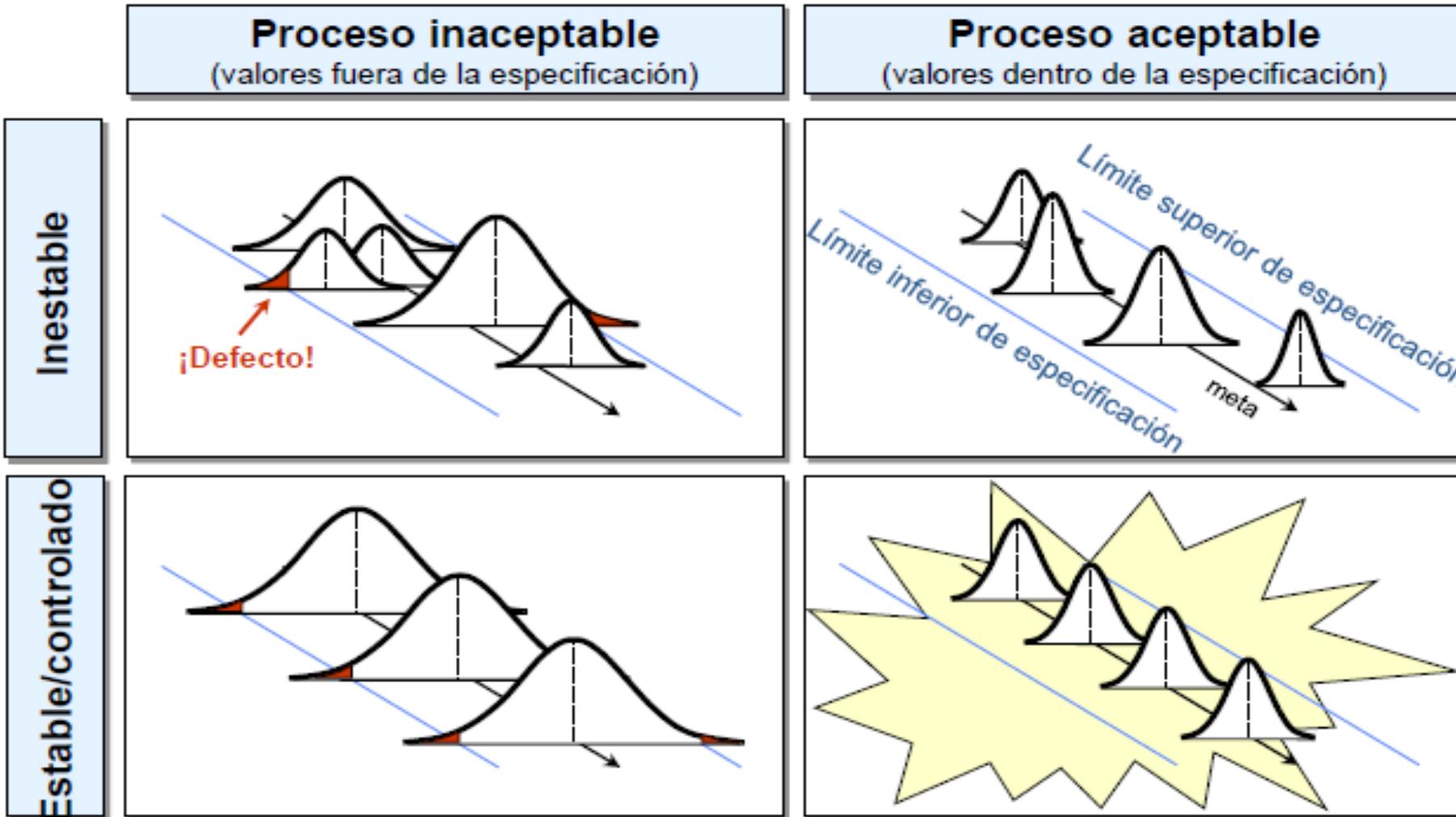
### Costes de calidad (fáciles de identificar)

- Chatarras
- Reprocesos
- Costes de garantía

### Costes de no conformidad (Difíciles de cuantificar)

- Ventas perdidas
- Actividades innecesarias
- Largos tiempos de procesamiento
- Productos /procesos demasiado caros
- Pérdida de imagen
- Tiempos de espera
- Pérdida de valor con el stock restante
- Modificaciones técnicas posteriores
- Eliminación de defectos

## Ejecutar PROCESOS Aceptables y Estables en el Tiempo





Empresa producción cocinas que exporta al exterior: Inclusión de manuales en idiomas extranjeros.

## Definición del proyecto:



2000 / 2001



2002



## Objetivo:

- Ventas:
- G, NL
  - Para exportación (7%)

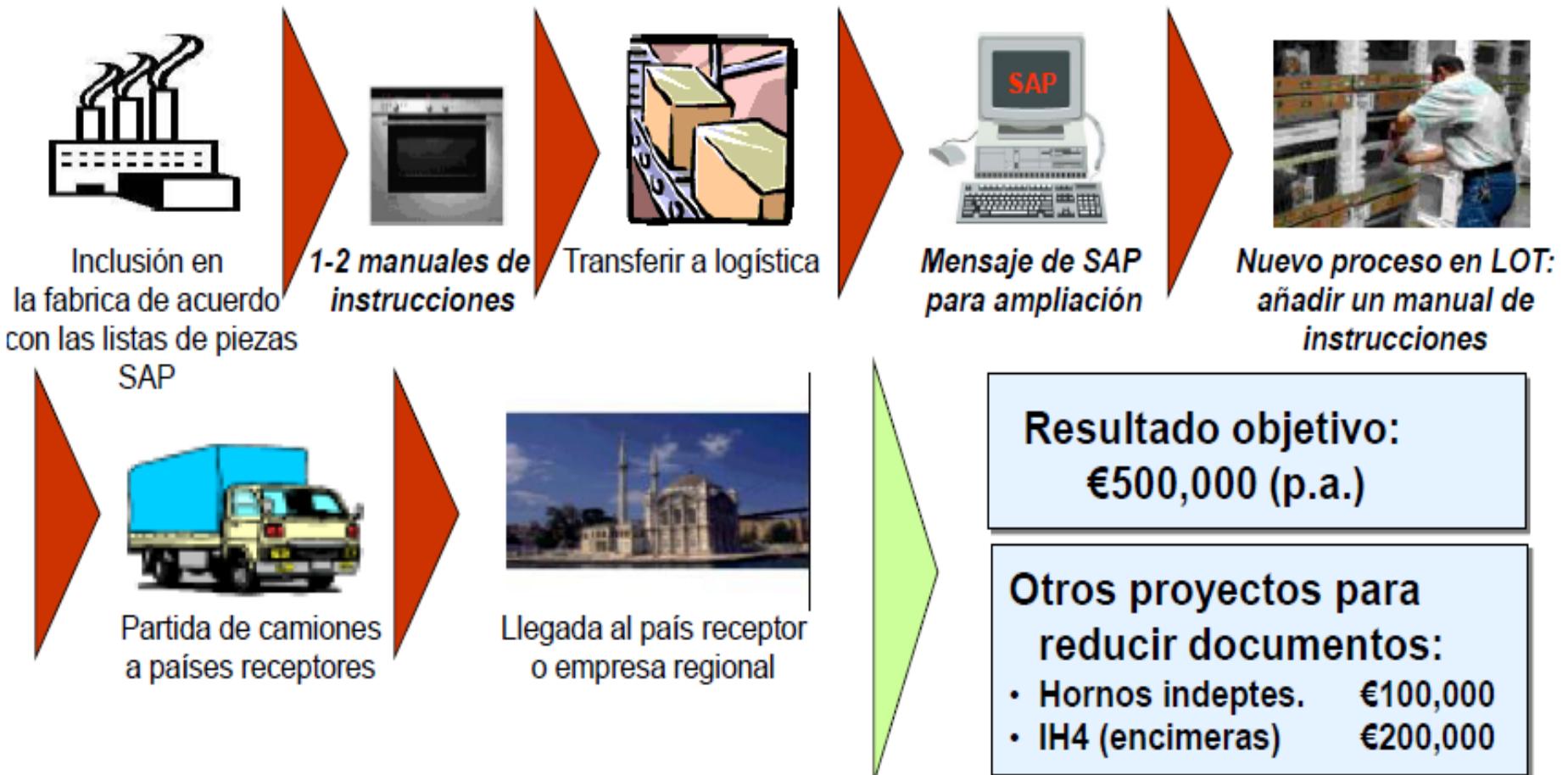
- Control de ventas\*)  
(ratio: 1M. €)
- No fiable en la realización

Concepto óptimo para asegurar que se incluye el idioma del pedido

\*) Ventas/año ≤ 300 aparatos → eliminación de idioma, encargo del manual de instrucciones según pedido regional en FTH



Empresa producción cocinas que exporta al exterior: Inclusión de manuales en idiomas extranjeros.



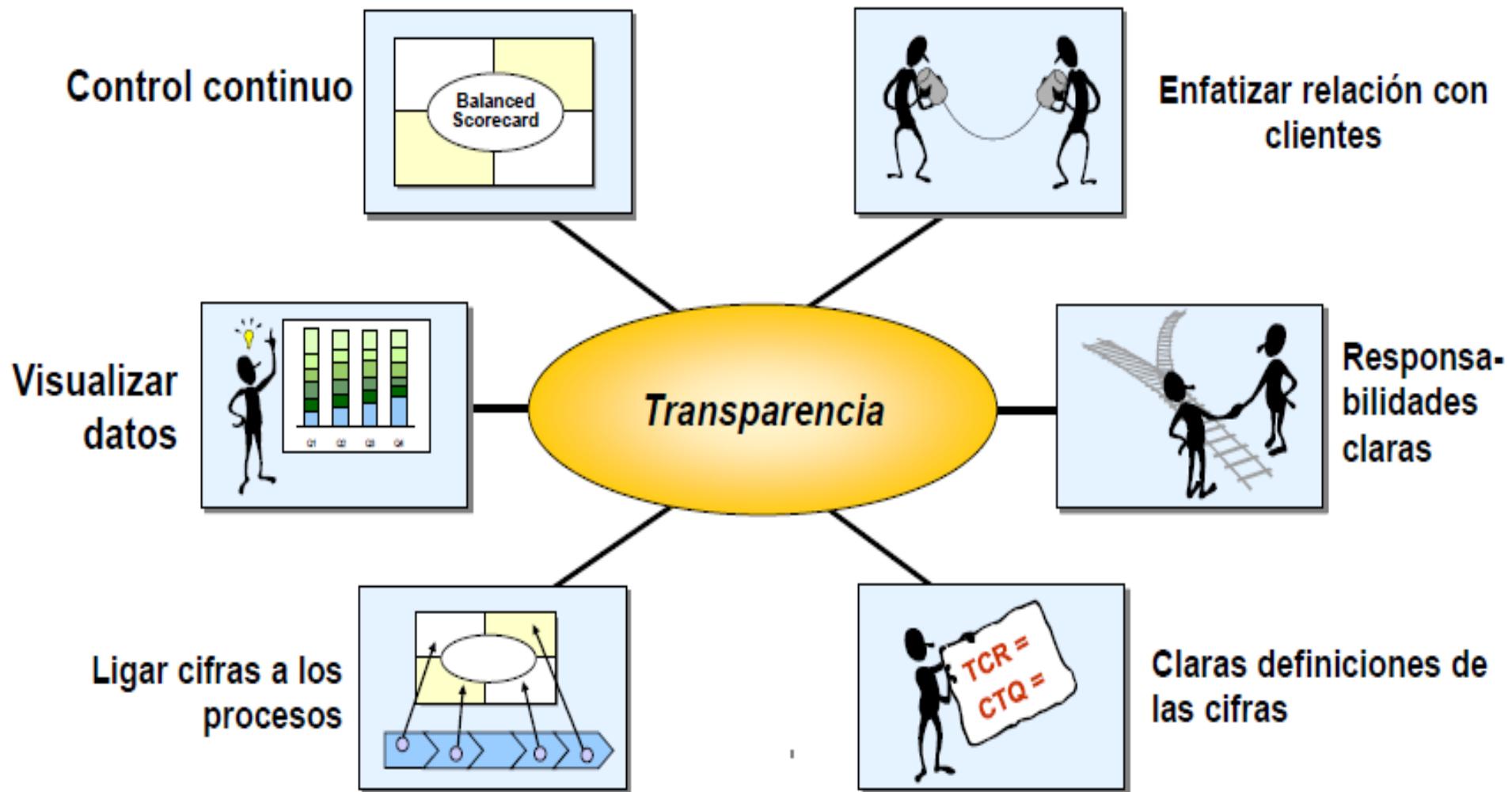


# Factores de Éxito para Implementar Proyectos Six Sigma



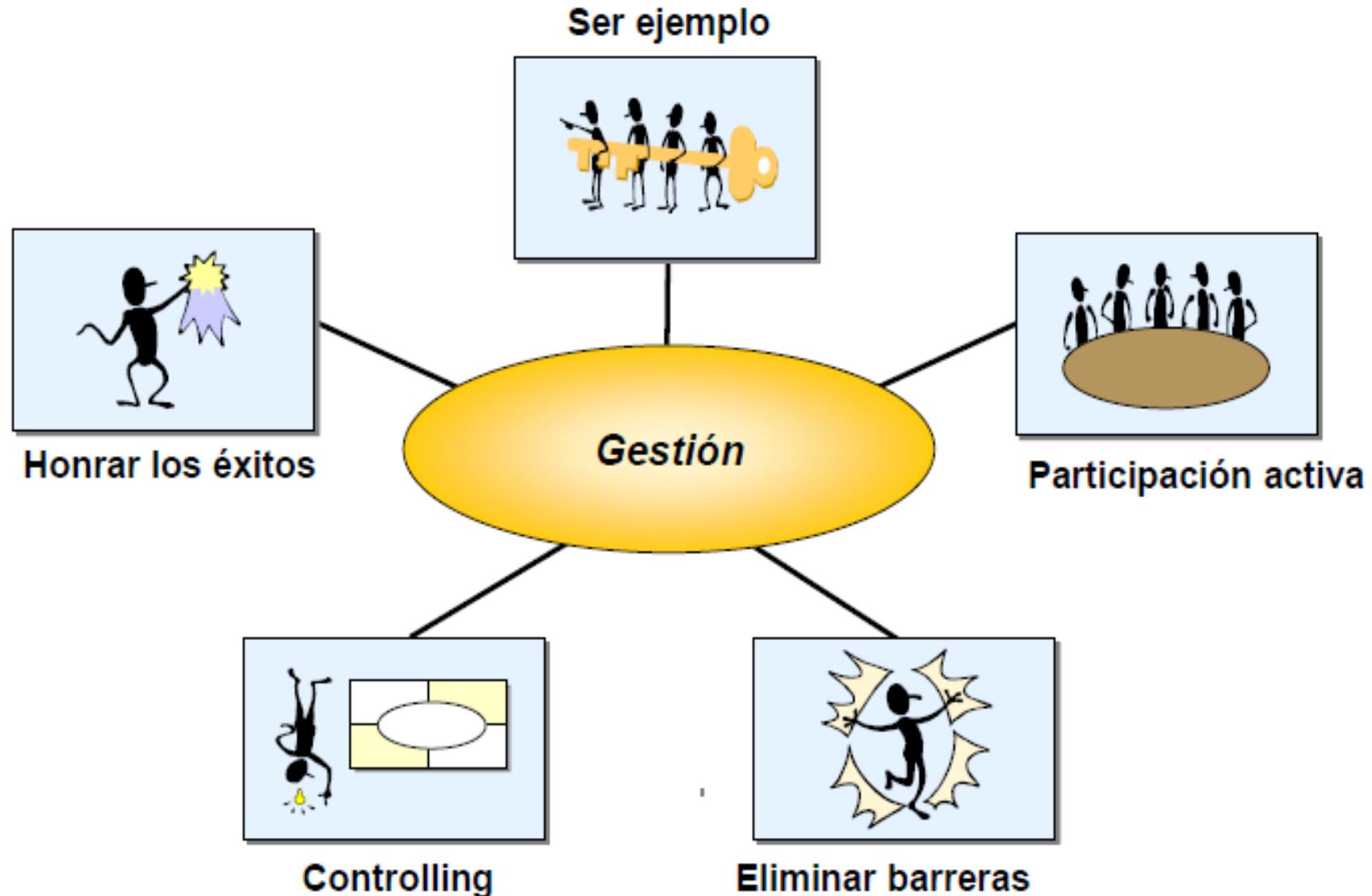


# Factores de Éxito para Implementar Proyectos Six Sigma





# Factores de Éxito para Implementar Proyectos Six Sigma





## Management (Sponsor)

- Prioriza y controla proyectos 6 SIGMA
- Lo ideal sería que fuera quien obtuviera los beneficios del proyecto
- Objetivos fijados
- Proporcionar recursos
- Eliminar barreras



## Black Belt

- Está 100% dedicado a las funciones de 6 SIGMA
- Dirige proyectos 6 SIGMA Black Belt
- Como experto, aplica métodos 6SIGMA y herramientas estadísticas
- Forma y dirige a los Green Belts

## Empleados

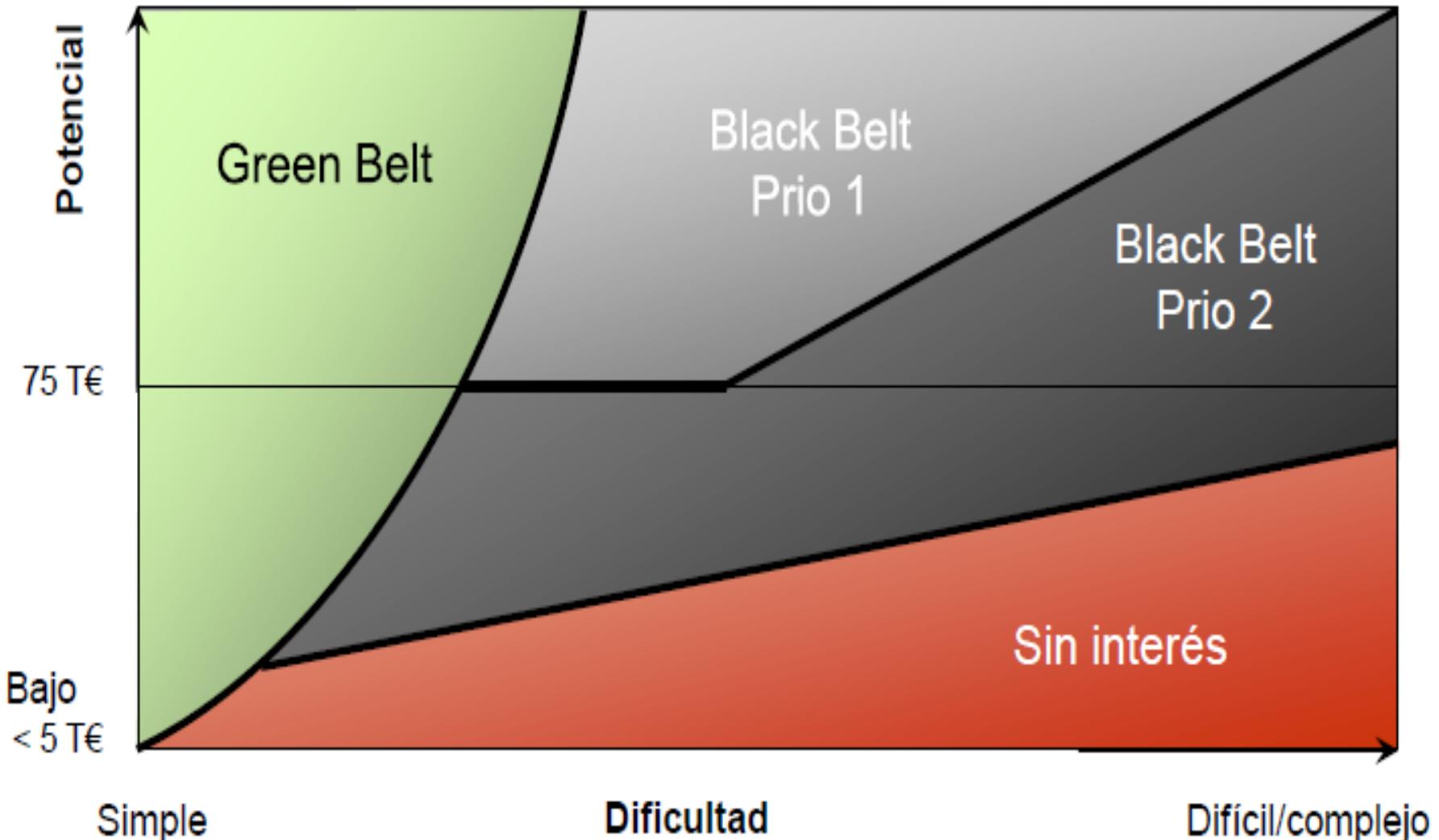
- Expertos del proceso, identifican carencias en los rendimientos de los procesos
- Activamente involucrados en procesos 6 SIGMA
- Llevan a cabo las mejoras

## Green Belt

- Dirige proyectos Green Belt y apoya proyectos Black Belt
- Hacen uso del conocimiento de los Black Belts
- Responsable de la mejora en su proceso

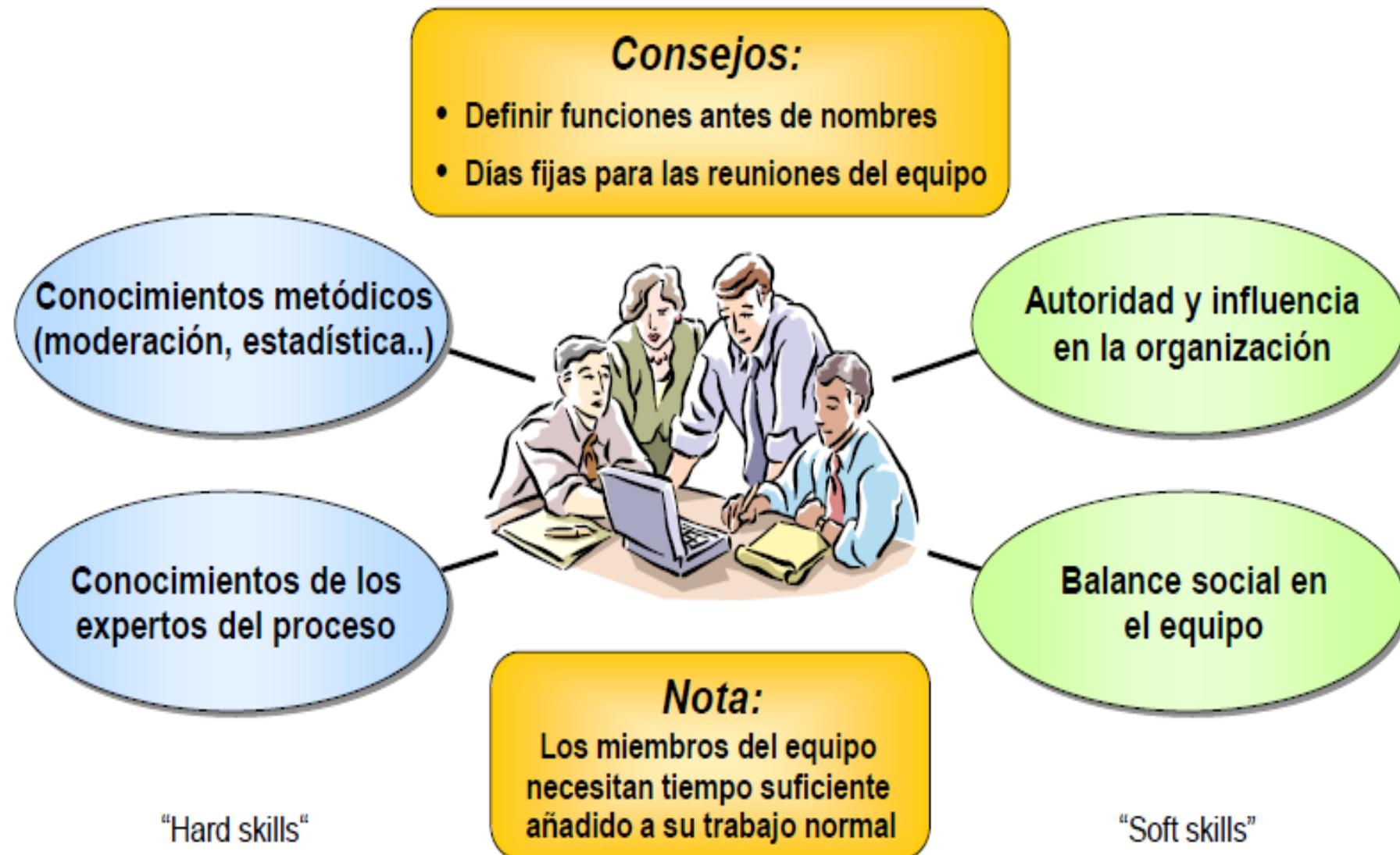


## Niveles de Actuación de los Roles en Six Sigma





# Aspectos a tomar en cuenta para formar equipos Six Sigma



"Hard skills"

"Soft skills"



Definir	Medir	Analizar	Mejorar	Controlar
Modelo de Aprendizaje	Mapeo de Procesos	Multivariables	Diseño de Experimentos Variable	Experimentación Evolutiva de la Operación en Planta
Administración de Proyectos	Matriz Causa-Efecto	Correlación	Diseño de Experimentos Fraccionado	Superficies de Respuesta
Herramientas computacionales	Diagrama Causa-Efecto	Regresión	Diseño de Experimentos Completo y 2 Factorial	Regresión Múltiple
Estadística Descriptiva	Análisis Estadístico	Prueba de Hipótesis	Diseño de Experimentos Avanzado	Planes de Transición
	Herramientas de Apoyo	Análisis de Varianza (ANOVA)	Regresión Logística	Planes de Control
	Ánalisis del Sistema de Medición	Ánalisis de Modo de Efecto de Falla		Control Estadístico de Procesos
	Capacidad			Métodos de Control



## Herramientas para usarlo en Six Sigma

### Índice de Capacidad del Proceso o Process Capability Analysis (PCA)

Análisis estadístico que evalúa los resultados de un proceso a nivel de rendimiento.

### Voz del Cliente

Las entrevistas, focus group, buzones de sugerencias y otras herramientas similares se utilizan para proporcionar datos sobre la representación de los requerimientos del cliente.

### Análisis de Regresión

Se deriva en una ecuación para expresar la dependencia de una de las variables con una o más de ellas.

### Análisis de Partes Interesadas

Se utiliza para definir cuáles son cada una de las partes implicadas en el proceso. De modo que se puede evaluar el impacto del proyecto de mejora en cada una de ellas.

### Control Estadístico de Procesos o Gráficos de Control

Se utiliza para preparar las gráficas de control que reflejan las capacidades mejoradas del proceso.

### 5 Porqués

¿Se debe formular la pregunta por qué? A una consecución de acciones. De modo que un porqué llevará a otro, llegando al origen del problema, eliminando a lo largo del proceso detalles que no son relevantes. El último de los porqués da la respuesta al problema.

### Diagrama de Ishikawa

Utilizada para el análisis de causas que originan un problema.

### Prueba de Hipótesis

Herramienta estadística que sirve para comparar diferentes muestras de datos determinando las posibles variaciones entre ellos. El resultado definirá si el proceso está desviado o estable.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

***¡MUCHAS GRACIAS!***