

# Lean Six Sigma



# Presentación

- Nombre
- Donde trabajan y giro de la empresa
- Tiempo trabajando en la compañía
- ¿Qué esperas del curso?



# Contacto

- **Instructor:**
  - Rodrigo Arcos
  - [rodrigo.arcos2015@gmail.com](mailto:rodrigo.arcos2015@gmail.com)
  - (55) 48609091



# Reglas del entrenamiento

- Alta interacción
  - Compartir anécdotas
  - Involucrarse en los ejercicios
  - Preguntar cuando existan dudas
- Asistencia
  - Enfocarse en el entrenamiento
  - Puntualidad (llegada y recesos)
  - Celulares en modo vibrar
  - Llamadas urgentes fuera del salón



# Requerimientos del entrenamiento

- **Aprobar modulo** (calificación mínima de 70).
- **Asistencia** (solo tienen posibilidad de 1 falta).
- **Realizar proyecto**
  - 1 año a partir del fin del diplomado
  - 4 meses debe de estar en control
  - GB ahorros de al menos 250 k pesos anuales
  - BB ahorros de al menos 500 k pesos anuales
  - Mejora significativa en el nivel de sigma
  - Carta membretada por directivo financiero



# Objetivo

- Al completar el entrenamiento del día de hoy, el participante será capaz de:
  - Conocer la historia de Lean Six Sigma.
  - Entender el concepto de Lean Six Sigma.
  - Reconocer las etapas de la metodología y su interacción.
  - Identificar oportunidades de mejora en su propia área de trabajo.

¿Qué es Six Sigma?

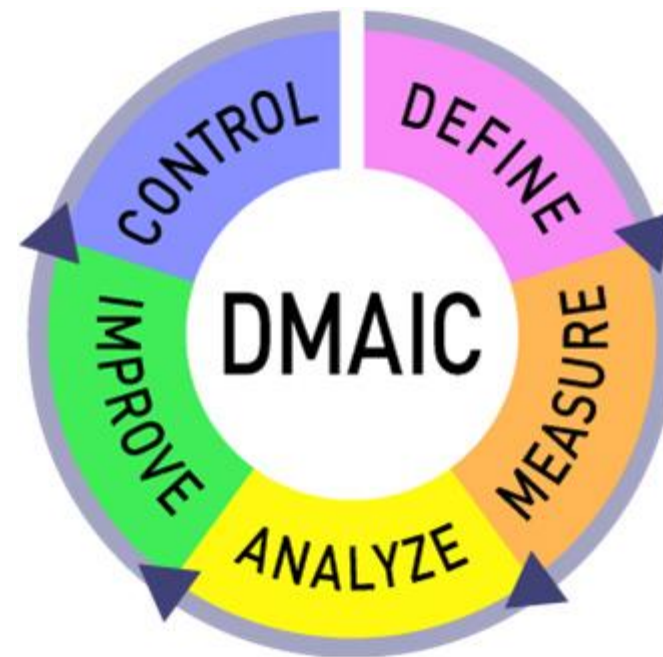
Definiendo el problema

Midiendo el problema

Analizando causas potenciales

Mejorando causas vitales

Controlando causas vitales



## ¿Qué es Six Sigma?

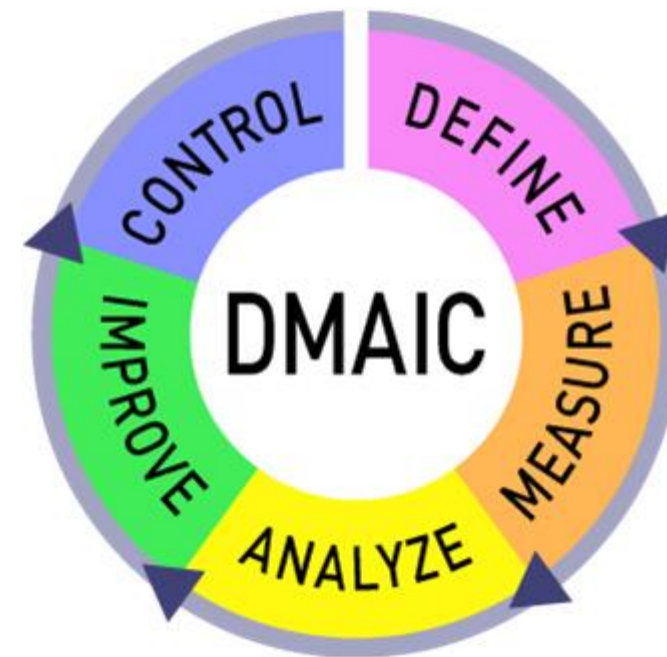
Definiendo el problema

Midiendo el problema

Analizando causas potenciales

Mejorando causas vitales

Controlando causas vitales





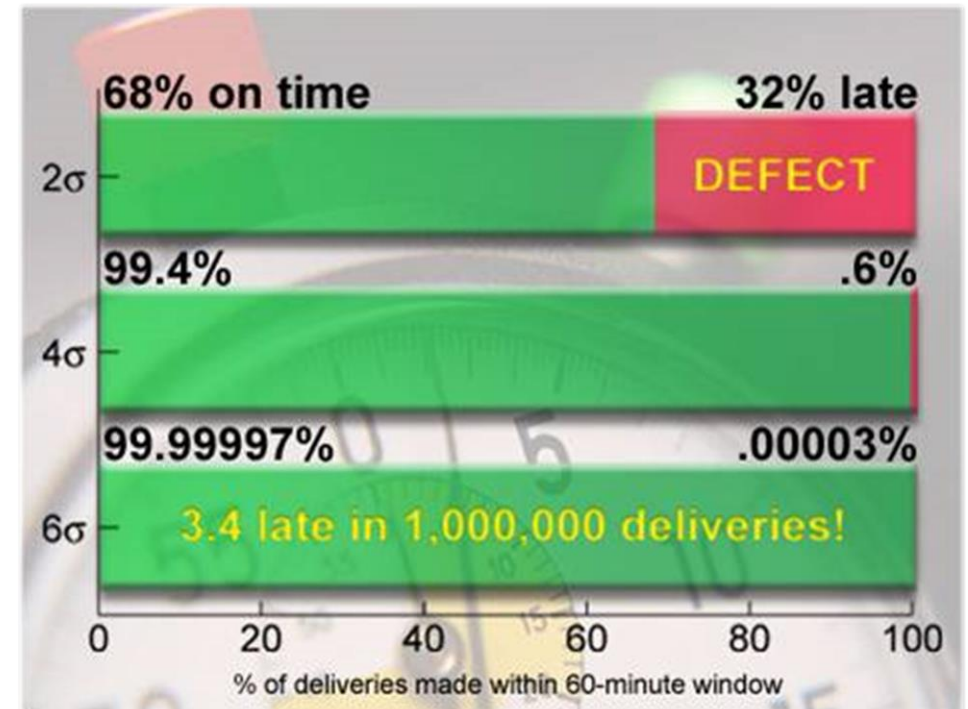
# ¿Qué es Six Sigma?

- **Metodología de mejora continua basada en análisis estadístico.**
- Ofrece un acercamiento estructurado basado en problemas, no en soluciones (DMAIC).
- Es una filosofía que busca reducir los defectos en productos y procesos e incrementar la satisfacción de clientes.

# ¿Qué es un desempeño Six Sigma?



- Operando a un nivel **6 Sigma** significa que solamente **3.4 de 1,000,000** de entregas suceden después del tiempo establecido por el cliente.
- **3.4** defectos por millón de oportunidades (DPMO).
- **99.9997%** bien a la primera vez.



## ¿El 99.0% no es aceptable?

### A corto plazo...

- Las instituciones financieras descontarían 22,000 cheques de cuentas bancarias equivocadas cada 60 minutos.
- Los servicios de telecomunicaciones transmitirían 1,314 llamadas erróneas cada 60 minutos.
- Los productores de cine utilizarían 811,000 rollos de película defectuosos.

### En doce meses...

- Se procesarían incorrectamente 103,260 impuestos defectuosos sobre los créditos.
- Se emitirían 20,000 recetas médicas incorrectas.
- Se gastarían 761,900 dólares en cintas magnetofónicas y discos compactos que no se podrían reproducir.

Publicado en 1991 en la revista Training, Natalie Gabel  
(datos correspondientes a USA)

## 3 sigma vs 6 sigma

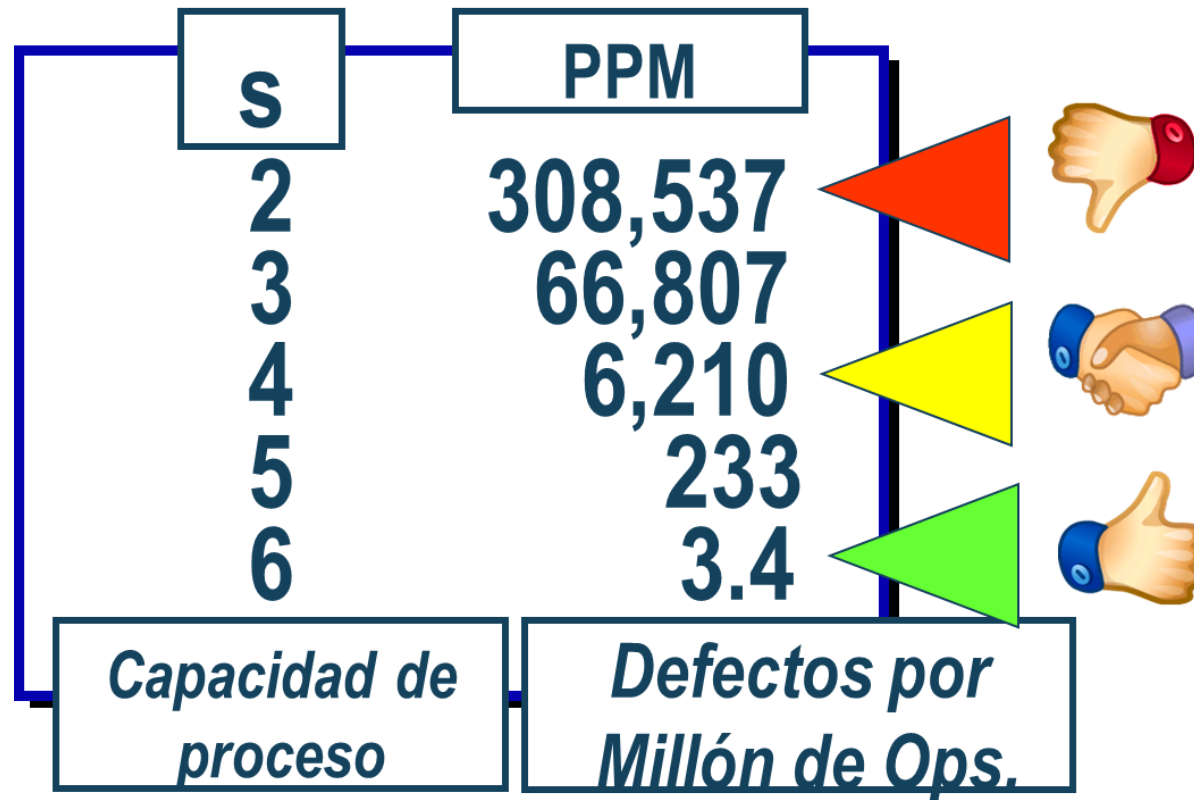
### La empresa 3 sigma

- Gasta del 15% al 25% de su ingreso ventas en costos de fallas.
- Produce 66,807 DPMO.
- Define internamente los CTQs.
- Agua no potable por casi 15 minutos al día.
- Falta de electricidad durante 7 horas al mes.

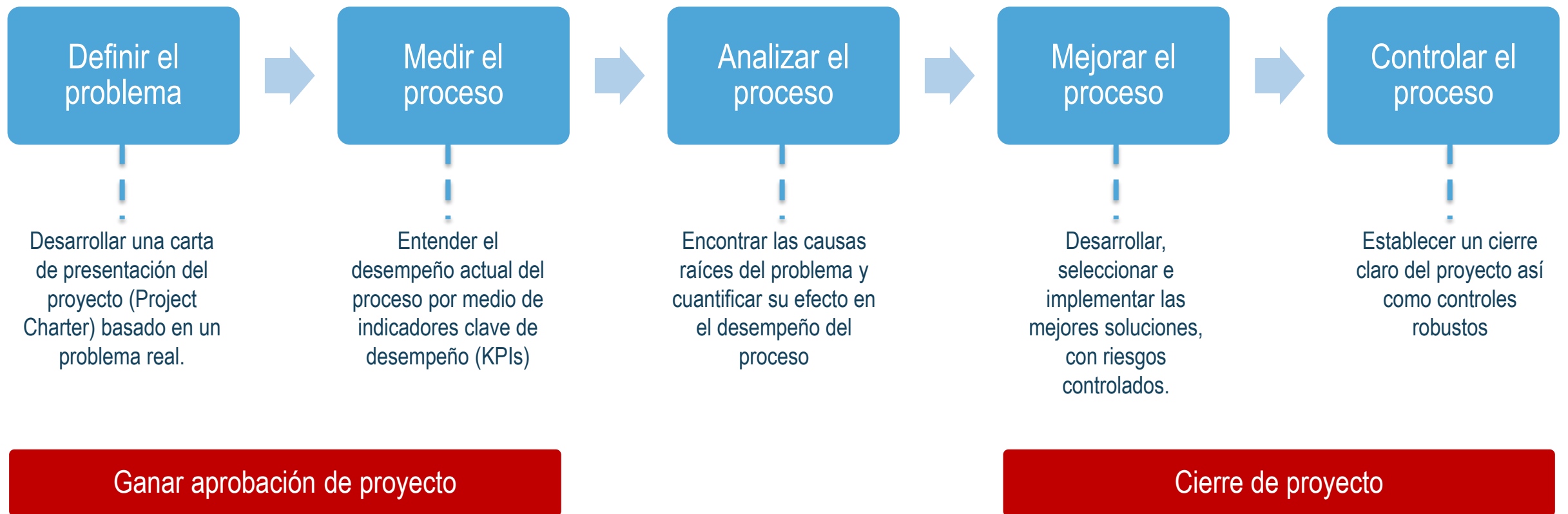
### La empresa 6 sigma

- Gasta solo el 5% de su ingreso en ventas en costos de fallas.
- Produce 3.4 DPMO.
- Define externamente los CTQs.
- Agua no potable por 1 minuto cada 7 meses.
- Falta de electricidad durante 1 hora cada 34 años.

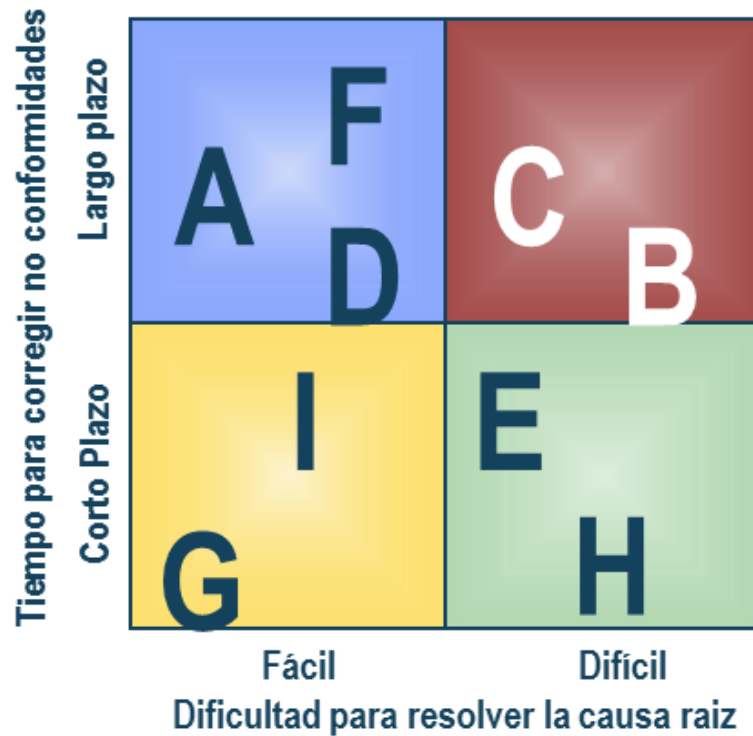
# Sigmas y DPMO






# DMAIC – Flujo lógico para la solución de problemas.



# ¿Por donde empezar?



# ¿Qué es Lean?

- Un proceso que es Lean es aquel que entrega el producto o servicio que el cliente quiere, al precio que refleja solo el valor que el cliente está dispuesto a pagar.
- ¿Qué quiere el cliente?
  - Quiere entrega inmediata  **Rápido**
  - Quiere recibir el producto o servicio como el quiere  **Flexible**
  - No quiere pagar por:
    - Producción en exceso
    - Reparaciones de productos defectuosos
    - Retrasos en el proceso **Eficiente**



# Lean & Six Sigma

- Los dos acercamientos contienen un rango de herramientas complementarias. En la mayoría de los proyectos se utilizarán inevitablemente herramientas de ambas metodologías.



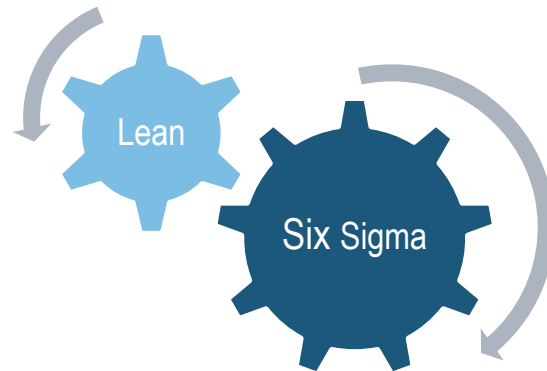
# Características de Lean & Six Sigma

	Lean	Six Sigma
Orientado a resultado	✓	✓
Centrada en el cliente	✓	✓
Focalizada en tiempo de respuesta	✓	✓
Focalizada a la variación	✓	✓
Gestión del cambio	✓	✓
Herramientas "sencillas"	✓	✓
Secuencia de pasos	✓	✓
Rapidez de ejecución	✓	✓
Énfasis en la gestión visual	✓	✓
Análisis estadísticos	✓	✓

# Herramientas

## Lean

- 5 S's
- 8 Desperdicios
- 5 por que's
- Poka Yoke
- Kaizen
- Value Stream Map
- Sistema Pull



## Six Sigma

- Chi – square
- Anova
- T – test
- Regresión
- Correlación
- Normalidad
- Transformación

# Pensemos en un proyecto

- La hora de llegada al trabajo...
- Supongamos que nuestra hora de entrada es a las 8:00 am
- ¿Siempre llegamos exactamente a las 8:00 am?
- **¿Por qué no llegamos exactamente a las 8:00 am?**

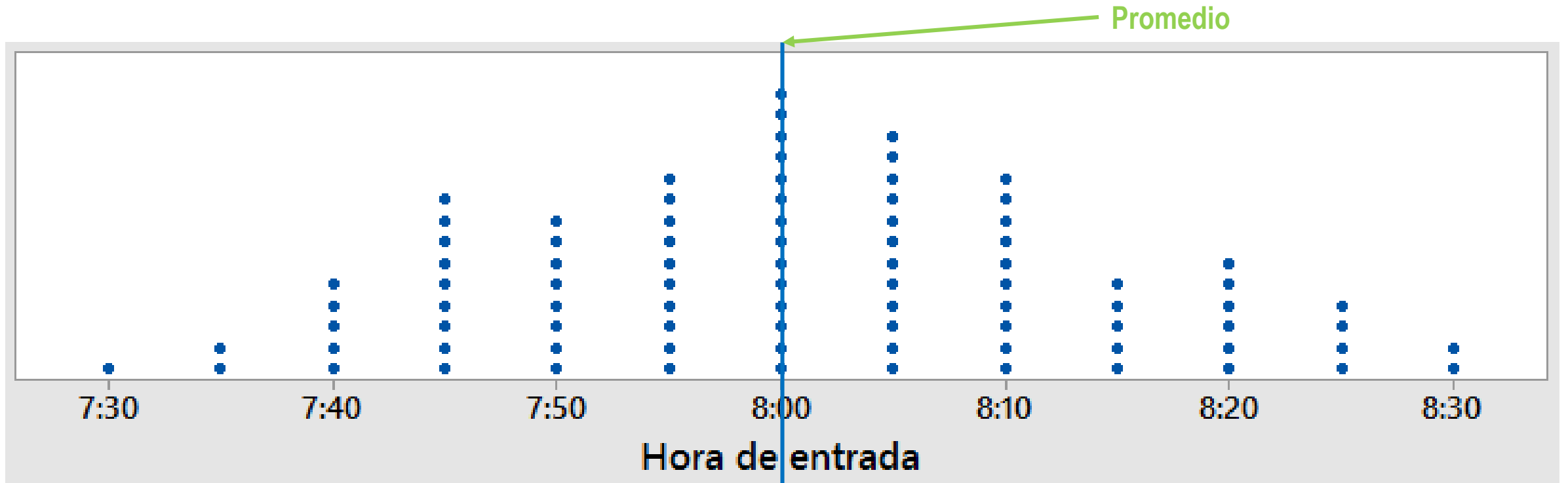
# ¿Por qué no llegamos exactamente a las 8:00 am?

- Tráfico
- Despertador
- Descompostura
- Ruta
- Medio de transporte
- Ropa que voy a usar
- Desayuno
- Distancia (de la casa al trabajo)
- Medio ambiente (¿Llovió?)
- Manifestaciones
- Accidente
- Temporada escolar

Factores "X"

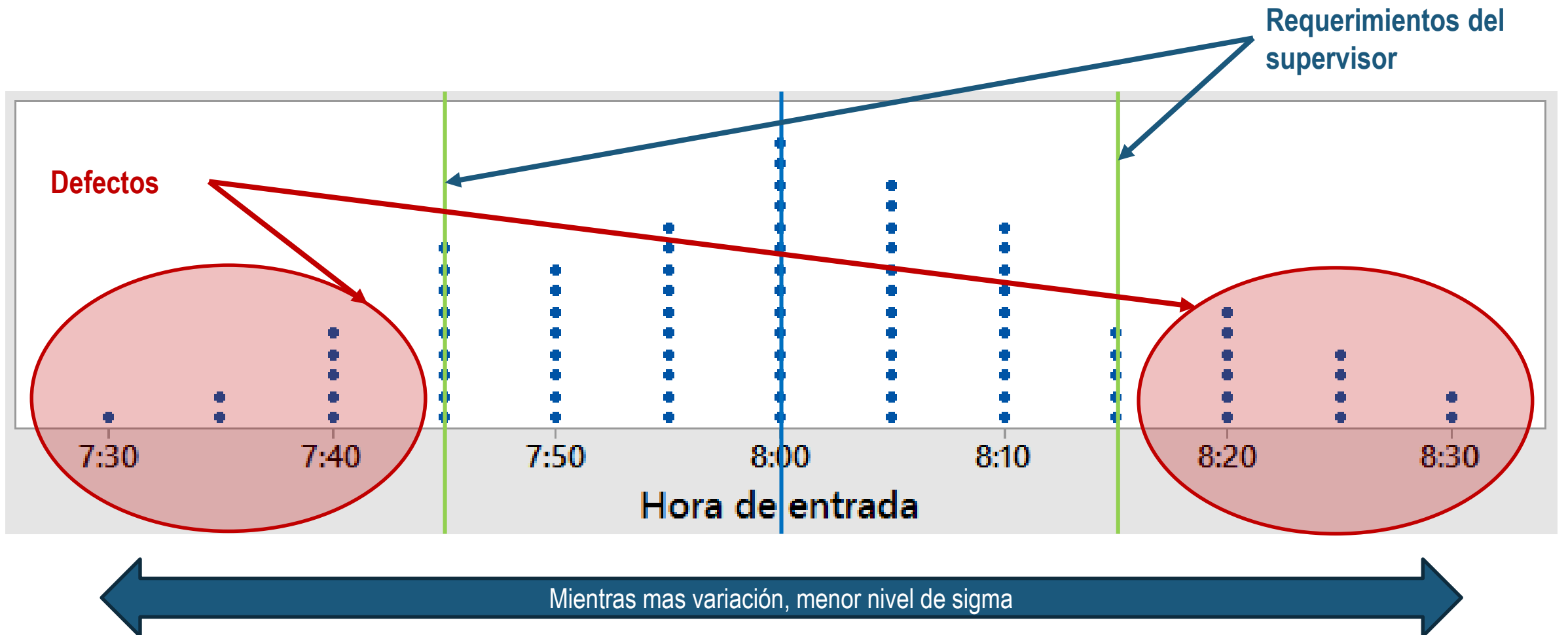
Generan Variación

# Sigmas y Variación



← Mientras mas variación, menor nivel de sigma →

# Sigmas y Variación



# Historia de Six Sigma

- Robert Galvin (CEO de Motorola) solicitó una medida para determinar la variación de sus procesos: Desviación Estandar  $\sigma$  (Sigma).
- Mikel Harry y Bill Smith crearon Six Sigma Institute de Motorola.
- Gracias a Six sigma Motorola ganó el premio “Malcom Baldrige” en 1988.
- Para acelerar los avances de Six Sigma se enfocan los proyectos Six Sigma a ahorros económicos.
- Se crearon niveles de competencia y dominio como en karate: Green Belt, Black Belt y Master Black Belt.
- En 1994, Harry se independiza y forma Six Sigma Academy.
- A mediados de los 90's Jack Welch (GE CEO) y Larry Bossidy (Allied Signal CEO) comenzaron Six Sigma en sus organizaciones.



# Empresas que han implementado Six Sigma

- MOTOROLA
- TEXAS INSTRUMENTS
- GE
- POLAROID
- ALLIED SIGNAL
- ABB
- KODAK
- SIEMENS
- TYCO INC.
- CISCO
- 3M
- AMERICAN EXPRESS
- BANK OF AMERICA
- CITY BANK
- DUPONT
- BOMBARDIER
- BECTON & DICKINSON
- INGRAM MICRO
- SONY
- XEROX
- CHRYSLER
- SCHNEIDER ELECTRIC

¿Y Ustedes?

# La organización Six Sigma

MASTER  
BLACK BELT

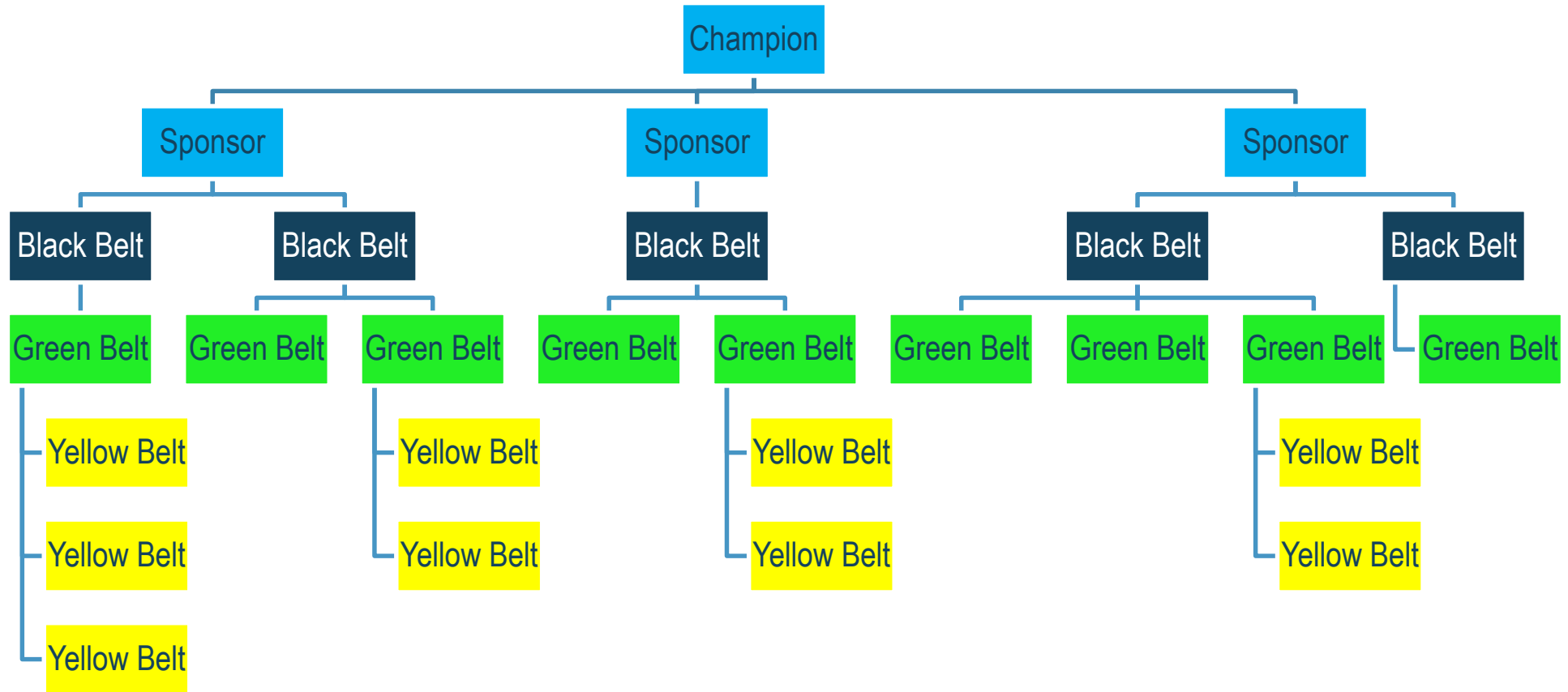
BLACK BELT

GREEN BELT

YELLOW BELT



# Estructura Organizacional



# Características

## Yellow Belt

- Conoce y aplica la metodología.
- Do its.
- Mejora alguna de sus tareas
- Ejemplo de proyecto: Reducción de tiempo ciclo en la colocación de ordenes de compra.
- Alcance: Una tarea de compras.

## Green Belt

- Conoce y aplica la metodología.
- Mejora su área de trabajo
- Ejemplo de proyecto: Reducción de rechazos en recibo.
- Alcance: Proceso de Compras.

## Black Belt

- Experto en la metodología.
- Proyecto con impacto en varias áreas.
- Ejemplo de proyecto: Disminución de paros de línea por material fuera de especificación
- Alcance: Proceso de Compras, Calidad, Operaciones e Ingeniería.

# Características

## Yellow Belt

- Herramientas:
- Ishikawas
- Paretos
- Boxplot
- Lluvia de ideas
- Mapa de proceso

## Green Belt

- Herramientas:
- Análisis de varianza
- Estadística descriptiva
- Pruebas de hipótesis
- Eventos kaizen
- Gráficas de control
- Minitab

## Black Belt

- Herramientas:
- Diseño de experimentos
- Regresiones
- Análisis de superficie
- Análisis multivariable
- Modelación

# ¿Qué no es Six Sigma?

- Una varita mágica
- Sociedad secreta
- Un slogan
- Una moda
- Solo estadística, estadística y estadística.



# ¿Por qué falla Six Sigma?

- No se enfoca a los problemas particulares de la empresa.
- La alta dirección no se convence de la necesidad del cambio.
- El personal carece de motivación hacia el cambio (actitudes).
- No se considera necesaria la capacitación del personal (aptitudes).
- La presión por los resultados a corto plazo, hace que se deje el trabajo y la sistematización de la administración de calidad para después.
- Se le da más importancia a los deseos de la dirección que a las necesidades de los clientes.
- No hay retroalimentación adecuada de los problemas y sus soluciones



# Factores de éxito

- Compromiso en cascada desde el CEO
- Métricos bien definidos
- Proyectos ligados a resultados financieros
- Disciplina
- Liderazgo de los Belts
- Trabajo en equipo
- Selección correcta de proyectos



# ¿Por donde comenzar?

- Debe existir el apoyo y compromiso de la dirección.
- Designar claramente a un Champion.
- Lograr que miembros de la organización obtengan el conocimiento en Lean Six Sigma.
- Fomentar el seguimiento de proyectos y resultados, siempre ligando los proyectos a los objetivos principales del negocio.

# El enfoque Six Sigma

$$Y = f(x_1, x_2, x_3 \dots x_n)$$

## Objetivo “Y”

- Dependiente
- Output
- Efecto
- Síntoma
- Monitoreo

## Variables “x...xn”

- Independiente
- Input – Proceso
- Causa
- Problema
- Control

# Estrategia de Lean Six Sigma



Problema práctico del mundo real

Codificar  $6\sigma$

Problema estadístico

Herramientas  $6\sigma$



Soluciones prácticas del mundo real

Decodificar  $6\sigma$

Soluciones estadísticas



# Proyectos Six Sigma

- **¿Qué es un proyecto Six Sigma?**
  - Tiene un problema claramente definido
  - Consta de un proceso (inicio y fin claro)
  - Es financieramente medible
  - Requiere un equipo de trabajo
  - Puede ser completado en un periodo de 4 a 6 meses
- **¿Qué no es un proyecto Six Sigma?**
  - Una sola persona ejecutando una tarea
  - Una simple lista de acciones a llevar a cabo

# Fuentes de proyectos

- Objetivos de calidad
- Reporte de re trabajo
- Desperdicio
- Reclamaciones de clientes
- Tiempo extra
- Tiempo ciclo
- Niveles de Inventario



# Errores comunes al seleccionar un proyecto

- Proyecto muy ambicioso
- Demasiadas métricas
- Solución conocida
- Muy enfocados
- Demasiado tiempo
- Procesos muy esporádicos
- Objetivo no medible





¿Qué es Six Sigma?

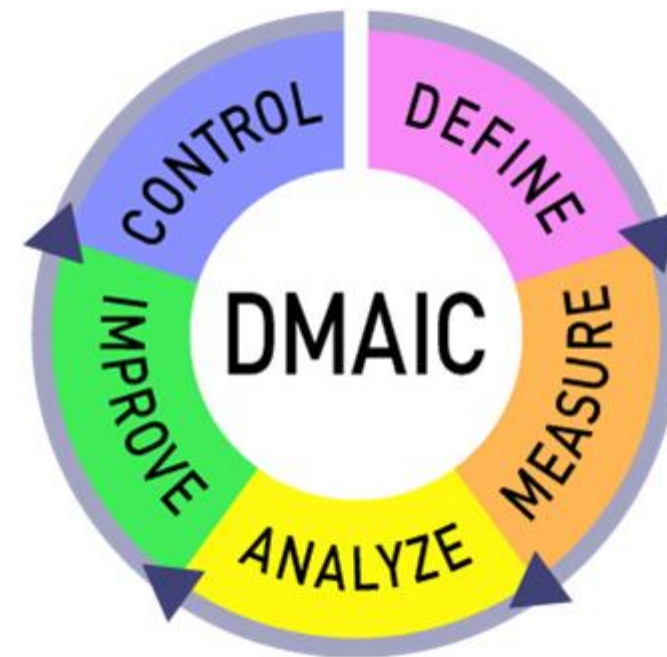
Definiendo el problema

Midiendo el problema

Analizando causas potenciales

Mejorando causas vitales

Controlando causas vitales





## ¿Qué es Six Sigma?

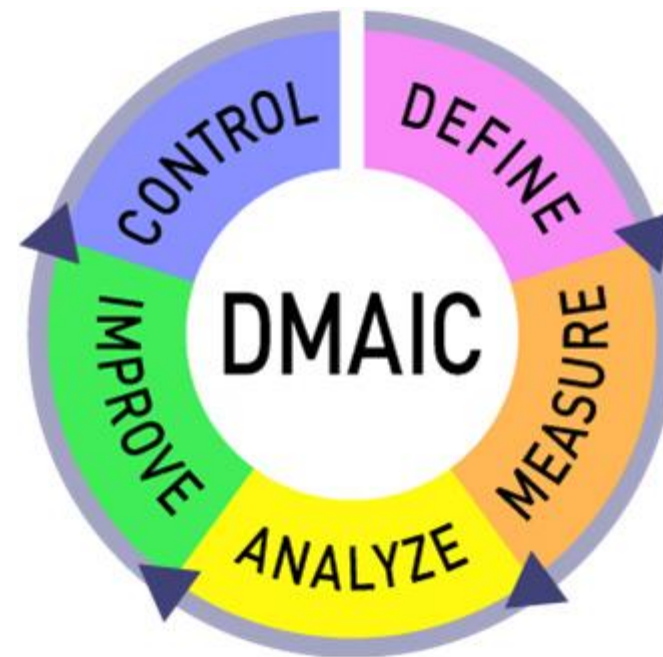
Definiendo el problema

Midiendo el problema

Analizando causas potenciales

Mejorando causas vitales

Controlando causas vitales



# Definir

$$Y = f(x)$$

- Entregables
  - Definir el problema (Project Charter)
  - Escuchar la voz del cliente / negocio (CTQs)
  - Alcance (Mapa de proceso de alto nivel – SIPOC)


# Definir

$$Y = f(x)$$

- Entregables
  - Definir el problema (Project Charter)
  - Escuchar la voz del cliente / negocio (CTQs)
  - Alcance (Mapa de proceso de alto nivel – SIPOC)

# Definición del proyecto “Project Charter”

- Es la carta de presentación del proyecto.
- Definición del problema
  - No culpar / No establecer solución / No insinuar causas
- Objetivo: medible
- Alcance: inicio & fin claro / incluye & excluye
- Beneficio para el cliente: interno & externo
- Equipo de trabajo: 5-8 miembros
- Calendarización: 4-6 meses
- Riesgos: Mitigadores

<p><b>Definición del problema:</b> Introducir texto</p>	<p><b>Objetivos (CTQs):</b> Introducir texto</p>	<p><b>Alcance:</b> Proceso Inicia: Introducir texto Proceso Termina: Introducir texto</p> <p>Incluye: Introducir texto Excluye: Introducir texto</p>																			
<p><b>Definición del defecto:</b> Introducir texto</p>	<p><b>Validación Financiera:</b> Inicial: Introducir texto Final: Introducir texto Contralor: Introducir texto</p>	<p><b>Fase</b></p>	<p><b>Objetivo</b></p>	<p><b>Real</b></p>																	
<p><b>Hallazgos:</b> Introducir texto</p>		<p><b>Beneficios:</b> Introducir texto</p>	<p><b>D</b></p>	<p>DD/MM/AA</p>	<p>DD/MM/AA</p>																
<p><b>Próximos Pasos:</b> Introducir texto</p>		<p><b>Capacidad:</b> Objetivo del negocio: Introducir texto</p>	<p><b>M</b></p>	<p>DD/MM/AA</p>	<p>DD/MM/AA</p>																
<p><b>Comentarios:</b> Introducir texto</p>		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Final</th> <th>KPI</th> <th>Unidad</th> <th>Sigma</th> <th>Dato</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Base</td> <td>###</td> <td rowspan="3">Introducir Texto</td> <td>###</td> <td rowspan="4">Introducir Texto (tipo de dato)</td> </tr> <tr> <td>Objetivo</td> <td>###</td> <td>###</td> </tr> <tr> <td>Final</td> <td>###</td> <td>###</td> </tr> </tbody> </table>	Final	KPI	Unidad	Sigma	Dato	Base	###	Introducir Texto	###	Introducir Texto (tipo de dato)	Objetivo	###	###	Final	###	###	<p><b>A</b></p>	<p>DD/MM/AA</p>	<p>DD/MM/AA</p>
Final	KPI	Unidad	Sigma	Dato																	
Base	###	Introducir Texto	###	Introducir Texto (tipo de dato)																	
Objetivo	###		###																		
Final	###		###																		
		<p><b>Actualizado el:</b> DD/MM/AA</p>	<p><b>M</b></p>		<p>DD/MM/AA</p>	<p>DD/MM/AA</p>															
			<p><b>C</b></p>	<p>DD/MM/AA</p>	<p>DD/MM/AA</p>																
			<p><b>Champion:</b> Introducir texto <b>Sponsor:</b> Introducir texto <b>BB:</b> Introducir texto <b>Líder:</b> Introducir texto <b>Equipo:</b> 1. Introducir texto 2. Introducir texto 3. Introducir texto</p>																		
			<p><b>Educación Ejecutiva</b></p>																		

# Definir

$$Y = f(x)$$

- Entregables
  - Definir el problema (Project Charter)
  - Escuchar la voz del cliente / negocio (CTQs)
  - Alcance (Mapa de proceso de alto nivel – SIPOC)

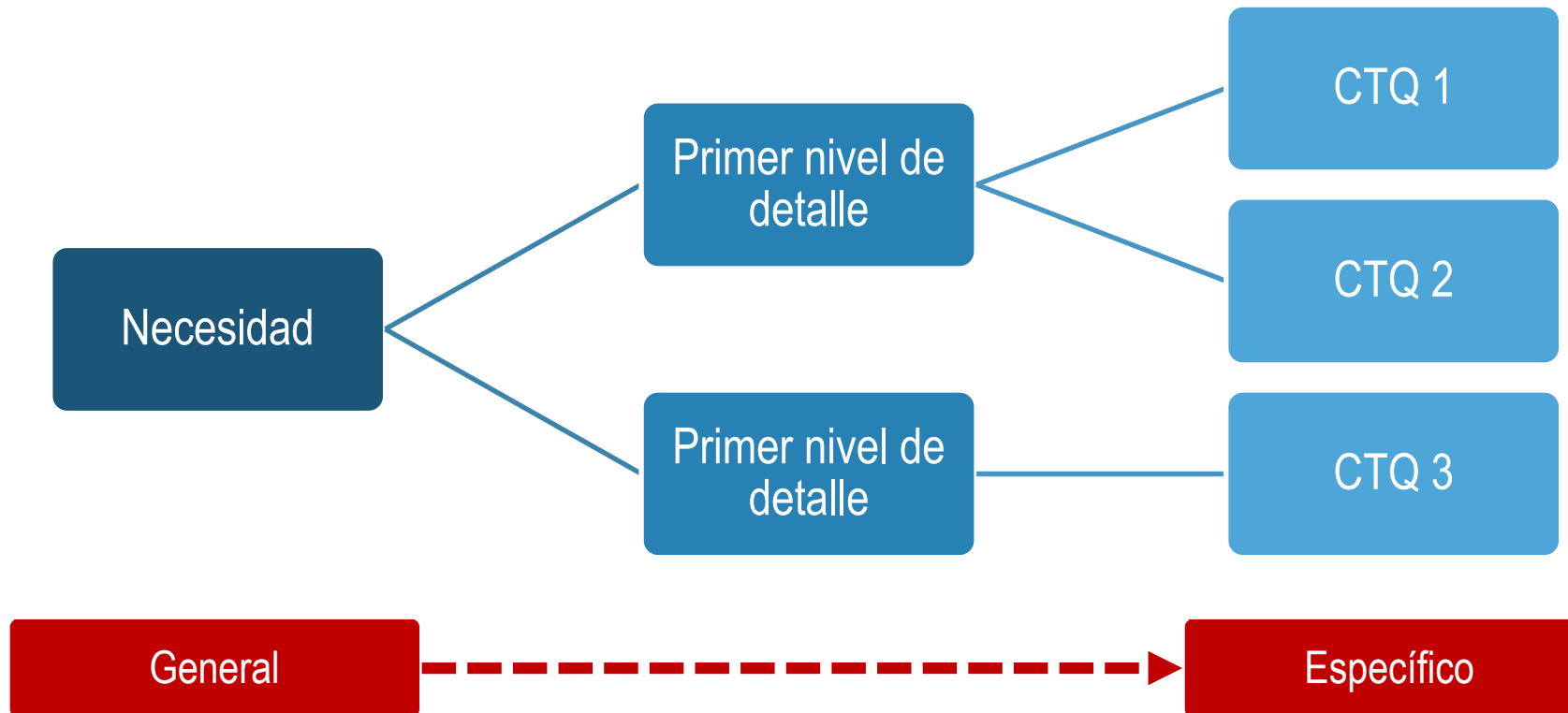
# Definir

$$Y = f(x)$$

- Entregables
  - Definir el problema (Project Charter)
  - Escuchar la voz del cliente / negocio (CTQs)
  - Alcance (Mapa de proceso de alto nivel – SIPOC)

# Críticos para la calidad “Critical to quality – CTQs”

- Son los objetivos del proyecto basándonos en los requerimientos del cliente.





# Definir

$$Y = f(x)$$

- Entregables
  - Definir el problema (Project Charter)
  - Escuchar la voz del cliente / negocio (CTQs)
  - Alcance (Mapa de proceso de alto nivel – SIPOC)

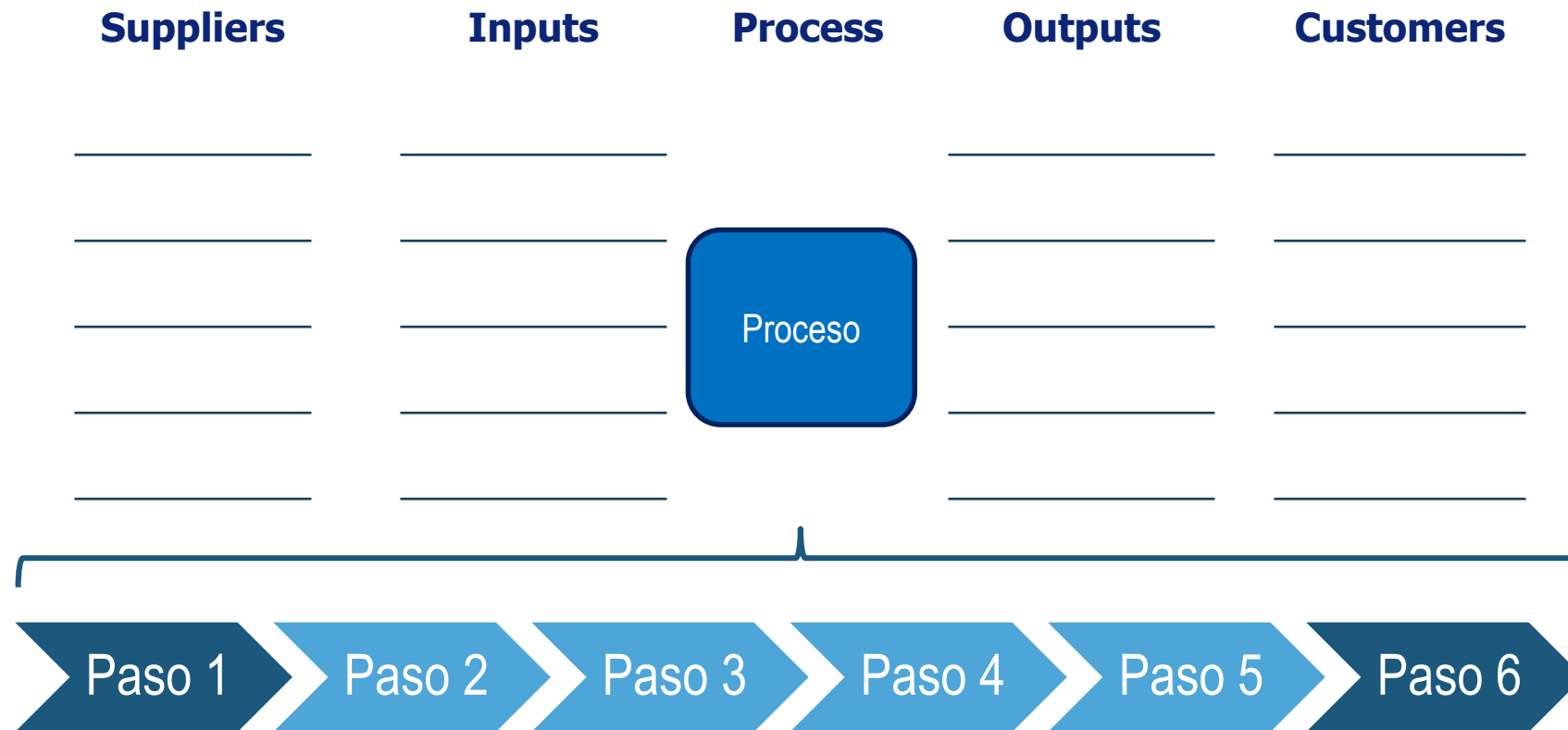
# Definir

$$Y = f(x)$$

- Entregables
  - Definir el problema (Project Charter)
  - Escuchar la voz del cliente / negocio (CTQs)
  - Alcance (Mapa de proceso de alto nivel – SIPOC)

# SIPOC “High Level Process Map”

- Nos ayuda a determinar el alcance y el equipo de trabajo.



# Resumen Definir

Herramienta	Salida
Project Charter	Carta de presentación del proyecto. Problema claramente definido.
Árbol de CTQ's	Objetivos del proyecto.
SIPOC	Alcance y Equipo de trabajo.

¿Qué es Six Sigma?

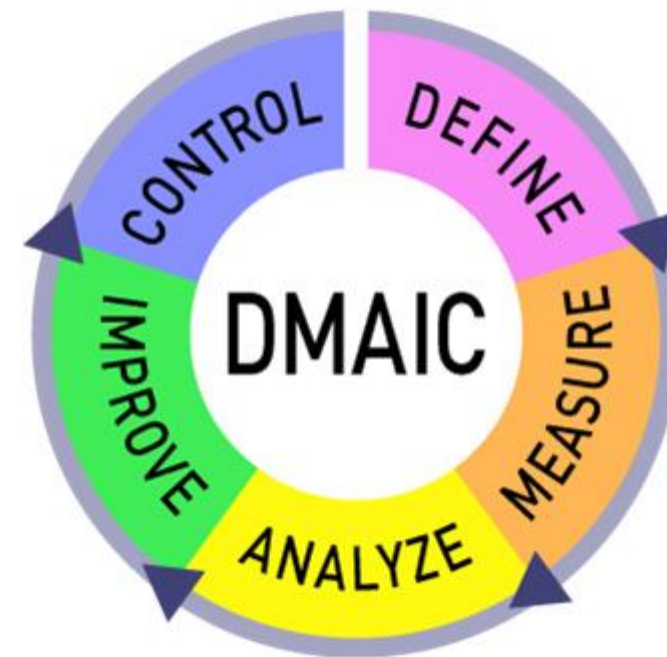
Definiendo el problema

Midiendo el problema

Analizando causas potenciales

Mejorando causas vitales

Controlando causas vitales



¿Qué es Six Sigma?

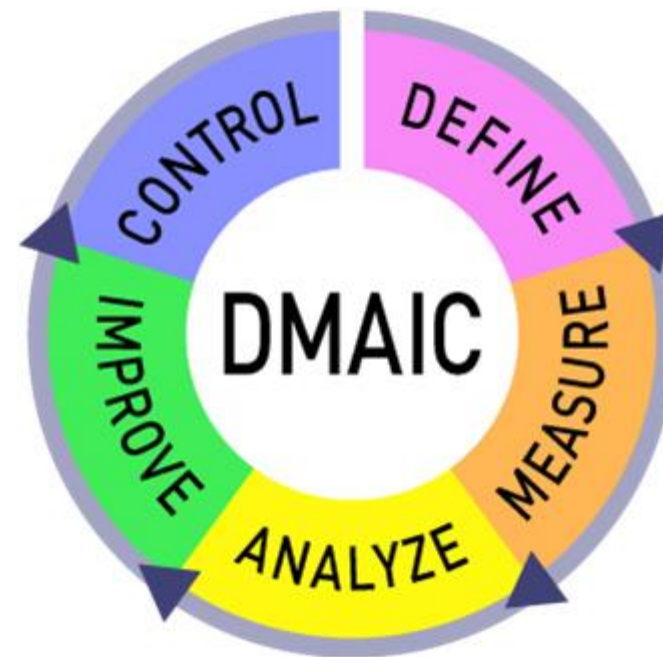
Definiendo el problema

Midiendo el problema

Analizando causas potenciales

Mejorando causas vitales

Controlando causas vitales



# Medir

$$Y = f(x)$$

- Etapas
  - Determinar causas potenciales
  - Caracterización del proceso
  - Evaluación del sistema de medición

# Medir

$$Y = f(x)$$

- Etapas

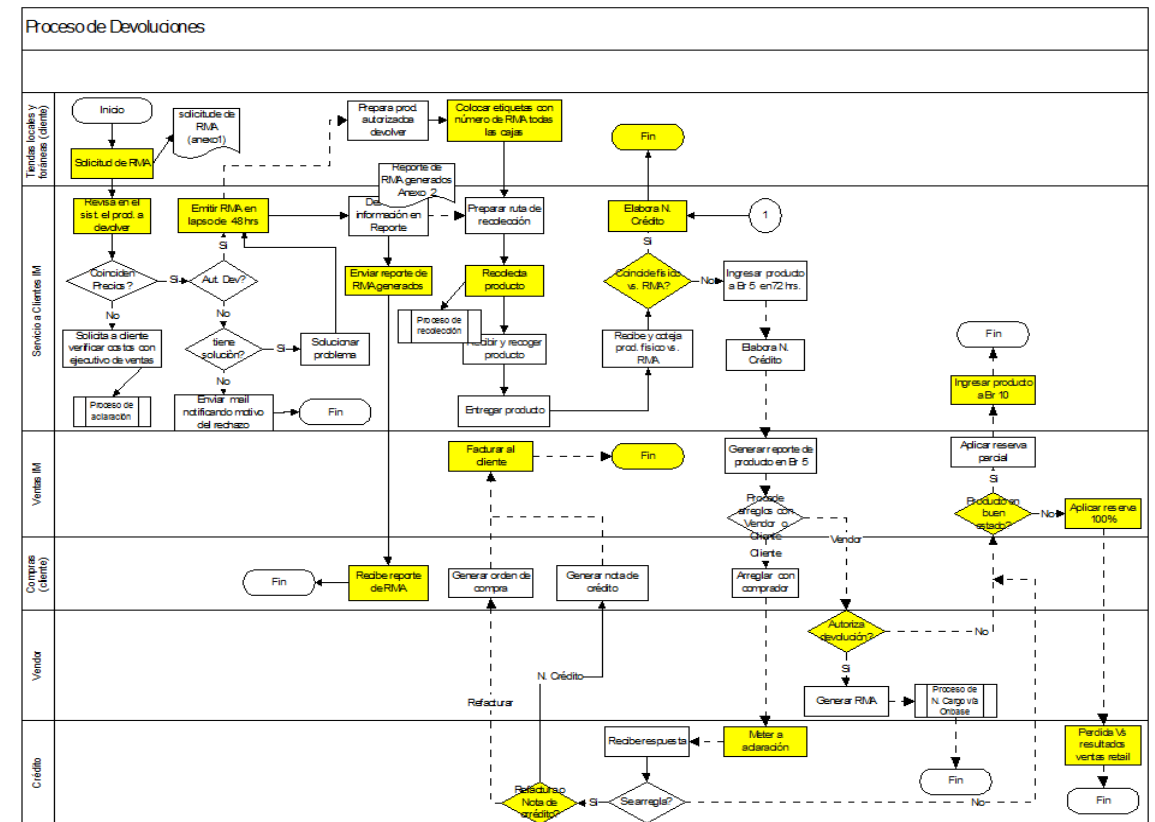
- Determinar causas potenciales
- Caracterización del proceso
- Evaluación del sistema de medición

- 
- Mapa de proceso
  - Matriz de priorización
  - Ishikawas
  - AMEF



# Mapa de proceso

- Nos ayuda saber a detalle los pasos o tareas que se ejecutan en el proceso a revisar.
- También podemos ver la interacción entre distintas áreas.
- Debemos de cuidar el nivel de detalle.



# Matriz de priorización

- En caso de que nuestro proyecto sea muy complejo nos ayuda a priorizar la información.
- Se puede utilizar en 2 momentos:
  - Para priorizar los pasos del proceso (Matriz I)
  - Para priorizar las causas potenciales / variables del proceso (Matriz II)

Valor de Importancia

	10	8	5	
Pasos / Variables	CTQ 1	CTQ 2	CTQ 3	Prioridad
Paso 1				
Paso 2				
Paso 3				
Paso 4				
Paso 5				
Paso 6				
Paso 7				
Paso 8				
Paso 9				
Paso 10				

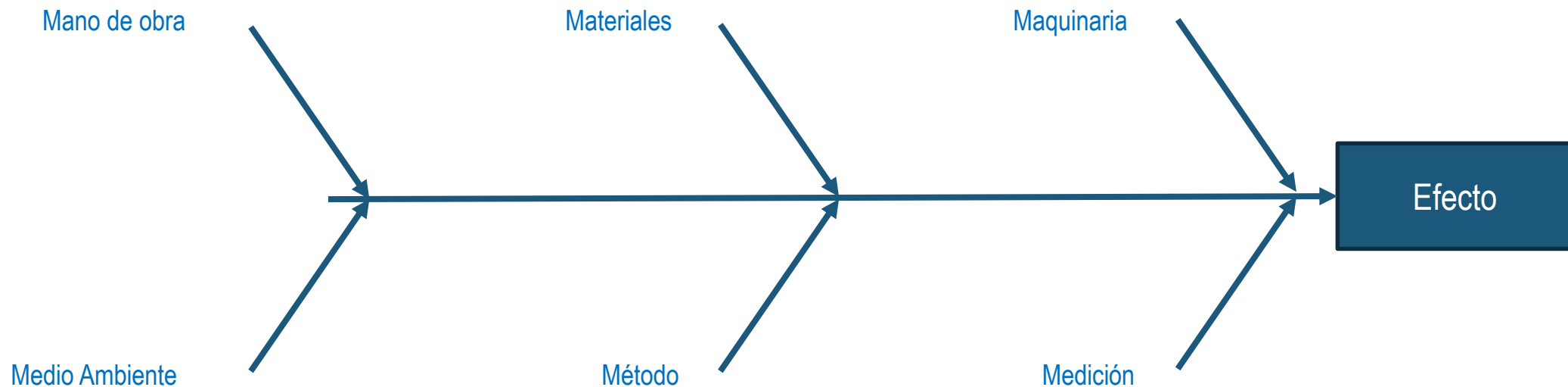
  

Grado de Influencia	Valor
Alto	10
Medio	7
Bajo	3
Nulo	1

# Diagrama de Ishikawa

## Causa y Efecto / Espina de Pescado

- Es una herramienta visual utilizada para organizar lógicamente las causas potenciales / variables de un problema o efecto específico.
- Se realiza en equipo por medio de “lluvia de ideas”.



# AMEF “Análisis de Modo y Efecto de Falla”

- Reconoce y evalúa la falla potencial de un producto/proceso y sus efectos (con el cliente).
- Identifica acciones que pudiesen eliminar o reducir la posibilidad de que la falla potencial vuelva a ocurrir
- Documenta el proceso.

Nombre del proceso: _____			Fecha de Creación: _____ Revisión: _____												
Paso del proceso	Falla potencial	Efecto de la falla	S E V	Causa potencial	O C C	Controles Actuales	D E T	N P R	Acciones Recomendadas	Resp.	Acciones realizadas	S E V	O C C	D E T	N P R
								0							0
								0							0
								0							0
								0							0
								0							0
								0							0

# Uniendo puntos...

Nombre del proyecto:																							
<b>Definición del problema:</b> Introducir texto	<b>Objetivos (CTQs):</b> Introducir texto	<b>Proceso Inicial:</b> Introducir texto <b>Proceso Terminal:</b> Introducir texto																					
<b>Definición del defecto:</b> Introducir texto	<b>Validación Financiera:</b> Inicio: Introducir texto Fin: Introducir texto Cierre: Introducir texto	<b>Incluye:</b> Introducir texto <b>Excluye:</b> Introducir texto																					
<b>Hallazgos:</b> Introducir texto	<b>Beneficios:</b> Introducir texto	<b>Riesgo:</b> Introducir texto																					
<b>Próximos Pasos:</b> Introducir texto	<b>Capacidad:</b> Objetivo del negocio: Introducir texto	<b>Clasificación:</b> Introducir texto <b>Requisitos:</b> Introducir texto <b>SEI:</b> Introducir texto <b>SEO:</b> Introducir texto <b>Estad:</b> Introducir texto																					
<b>Comentarios:</b> Introducir texto	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Final</th> <th>KPI</th> <th>Unidad</th> <th>Sigma</th> <th>Dato</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Base</td> <td>###</td> <td></td> <td>###</td> <td>Introducir texto</td> </tr> <tr> <td>Objetivo</td> <td>###</td> <td>Introducir texto</td> <td>###</td> <td>Introducir texto</td> </tr> <tr> <td>Final</td> <td>###</td> <td>###</td> <td>###</td> <td>Introducir texto</td> </tr> </tbody> </table>	Final	KPI	Unidad	Sigma	Dato	Base	###		###	Introducir texto	Objetivo	###	Introducir texto	###	Introducir texto	Final	###	###	###	Introducir texto		
Final	KPI	Unidad	Sigma	Dato																			
Base	###		###	Introducir texto																			
Objetivo	###	Introducir texto	###	Introducir texto																			
Final	###	###	###	Introducir texto																			
		<b>Actualizado el:</b> DD/MM/AAA																					

## 1. Project Charter:

- Carta de presentación del proyecto.
- Problema claramente definido.



## 2. Árbol de CTQ's:

- Identificar y priorizar los requerimientos del cliente.



## 3. SIPOC:

- Mapa de proceso de alto nivel.

# Uniendo puntos...



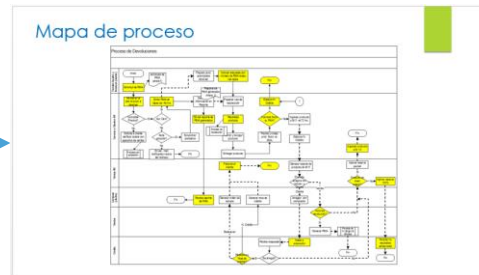
## 2. Árbol de CTQ's:

- Identificar y priorizar los requerimientos del cliente.



## 3. SIPOC:

- Mapa de proceso de alto nivel.



Valor de Importancia

	10	8	5	
Pasos / Variables	CTQ 1	CTQ 2	CTQ 3	Prioridad
Paso 1				
Paso 2				
Paso 3				
Paso 4				
Paso 5				
Paso 6				
Paso 7				
Paso 8				
Paso 9				
Paso 10				

Grado de Influencia	Valor
Alto	10
Medio	7
Bajo	3
Nulo	1

## 4. Matriz de Priorización I:

- Identificar los pasos más importantes basados en el impacto al cliente.

# Uniendo puntos...

	10	8	5	
Pasos / Variables	CTQ 1	CTQ 2	CTQ 3	Prioridad
Paso 1				
Paso 2				
Paso 3				
Paso 4				
Paso 5				
Paso 6				
Paso 7				
Paso 8				
Paso 9				
Paso 10				

Valor de Importancia

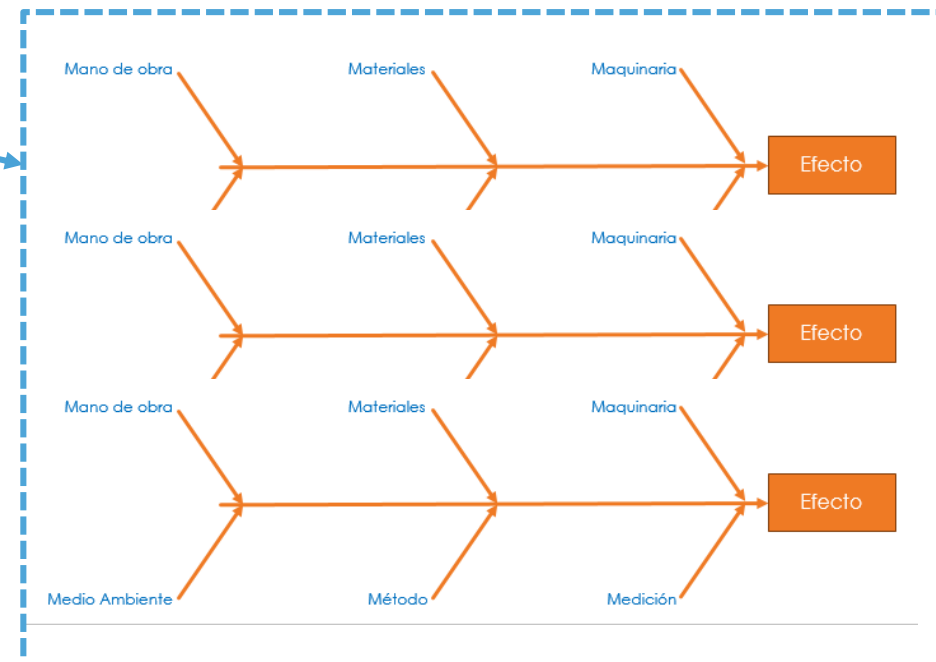
Grado de Influencia	Valor
Alto	10
Medio	7
Bajo	3
Nulo	1

#### 4. Matriz de Priorización I:

- Identificar los pasos más importantes basados en el impacto al cliente.

#### 5. Ishikawas:

- Identificar las causas potenciales del problema presentado.

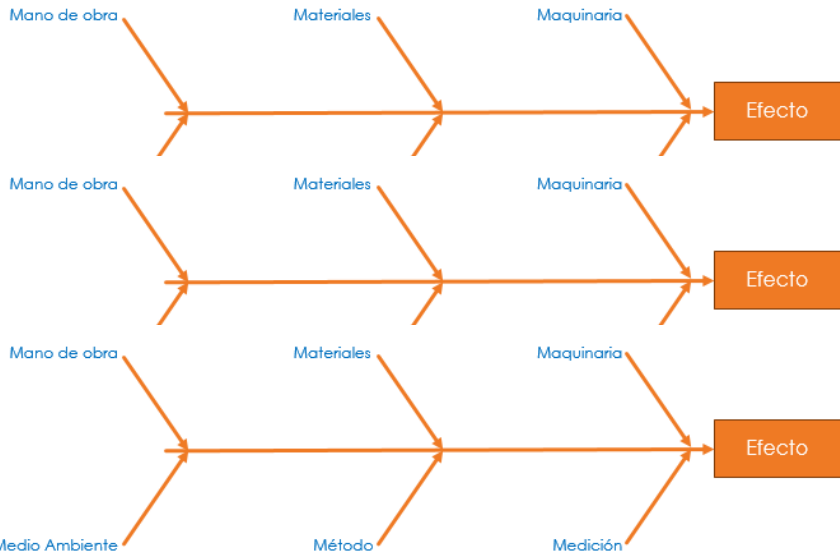


**Uno por cada paso importante!!!**

# Uniendo puntos...



2. **Árbol de CTQ's:**
- Identificar y priorizar los requerimientos del cliente.



5. **Ishikawas:**
- Identificar las causas potenciales del problema presentado.

Valor de Importancia

	10	8	5	
Pasos / Variables	CTQ 1	CTQ 2	CTQ 3	Prioridad
Variable 1				
Variable 2				
Variable 3				
Variable 4				
Variable 5				
Variable 6				
Variable 7				
Variable 8				
Variable 9				
Variable 10				

Grado de Influencia	Valor
Alto	10
Medio	7
Bajo	3
Nulo	1

6. **Matriz de Priorización II:**
- Identificar las causas potenciales más importantes basados en el impacto al cliente.



# Uniendo puntos...

Pasos / Variables	CTQ 1	CTQ 2	CTQ 3	Prioridad
Variable 1				
Variable 2				
Variable 3				
Variable 4				
Variable 5				
Variable 6				
Variable 7				
Variable 8				
Variable 9				
Variable 10				

Valor de Importancia

Grado de Influencia	Valor
Alto	10
Medio	7
Bajo	3
Nulo	1

6. Matriz de Priorización II:
- Identificar las causas potenciales más importantes basados en el impacto al cliente.

Análisis de modo y efecto de falla															
Nombre del proceso: _____						Fecha de Creación: _____						Revisión: _____			
Paso del proceso	Falla potencial	Efecto de la falla	S E V	Causa potencial	O C C	Controles Actuales	D E T	N P R	Acciones Recomendadas	Resp.	Acciones realizadas	S E V	O C C	D E T	N P R
								0							0
								0							0
								0							0
								0							0
								0							0
								0							0
								0							0

7. AMEF:
- Identificar las causas potenciales más importantes basados en el número de prioridad de riesgo.

# Medir


$$Y = f(x)$$

- Etapas
  - Determinar causas potenciales
  - Caracterización del proceso
  - Evaluación del sistema de medición

# Medir

$$Y = f(x)$$

- Etapas
  - Determinar causas potenciales
  - Caracterización del proceso
  - Evaluación del sistema de medición

- 
- Plan de recolección de datos
  - Normalidad, centralidad y dispersión
  - Métodos gráficos
  - Capacidad

# Plan de recolección de datos

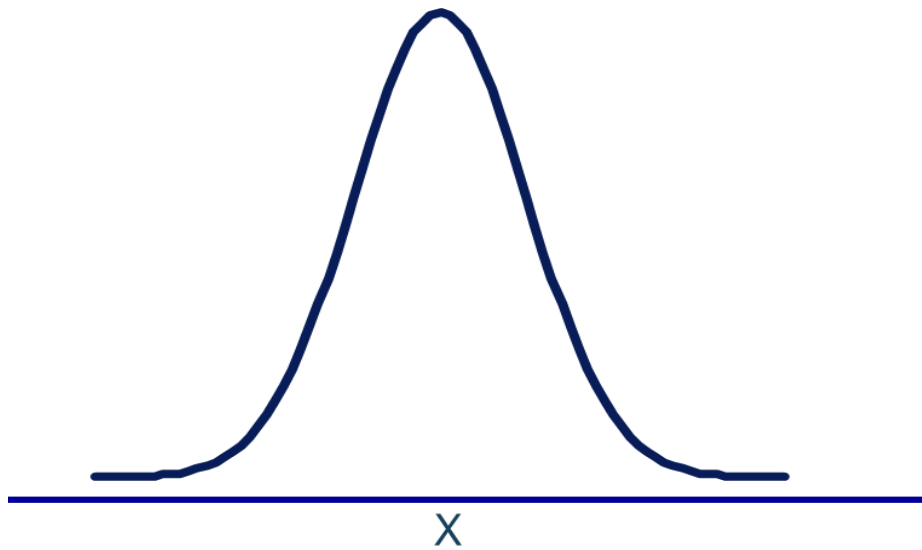
- Es necesario recopilar datos o examinar los existentes.
- Se tienen que recolectar los datos de **TODAS** las variables identificadas.
  - Operador
  - Supervisor
  - Línea de producción
  - Tipo de defecto
  - Hora del defecto
  - Localidad



# Conceptos estadísticos básicos

- Normalidad

- Decimos que algo es normal cuando su comportamiento es predecible. Cuando un proceso (o grupo de datos) se comporta aproximadamente como lo que llamamos una distribución normal.



# Conceptos estadísticos básicos

- Los principales indicadores del comportamiento de una muestra son:

- **Los de tendencia central**

- La media ( $\mu$ ,  $\bar{x}$ ): el promedio de los valores.
- La mediana: el dato de la mitad del rango.
- La moda: el dato que más se repite.

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$

Población

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

Muestra

- **Los de dispersión**

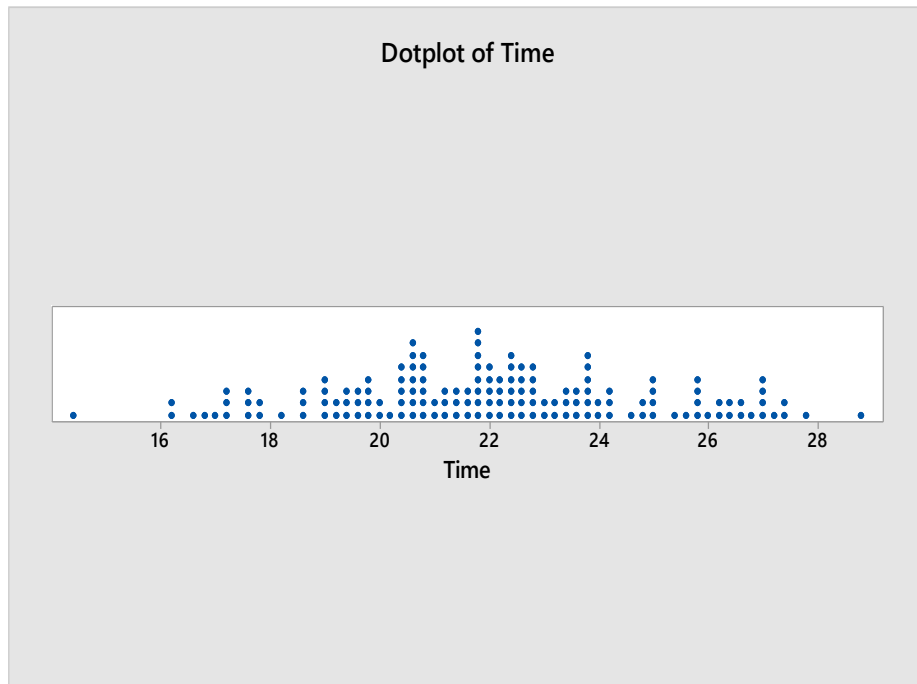
- El rango: es el valor máximo de los datos menos el mínimo.
- La desviación estándar y la varianza ( $\sigma$ ,  $\sigma^2$ ): son una medida del promedio de la diferencia de los valores de la muestra con respecto a la media en valor absoluto.

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

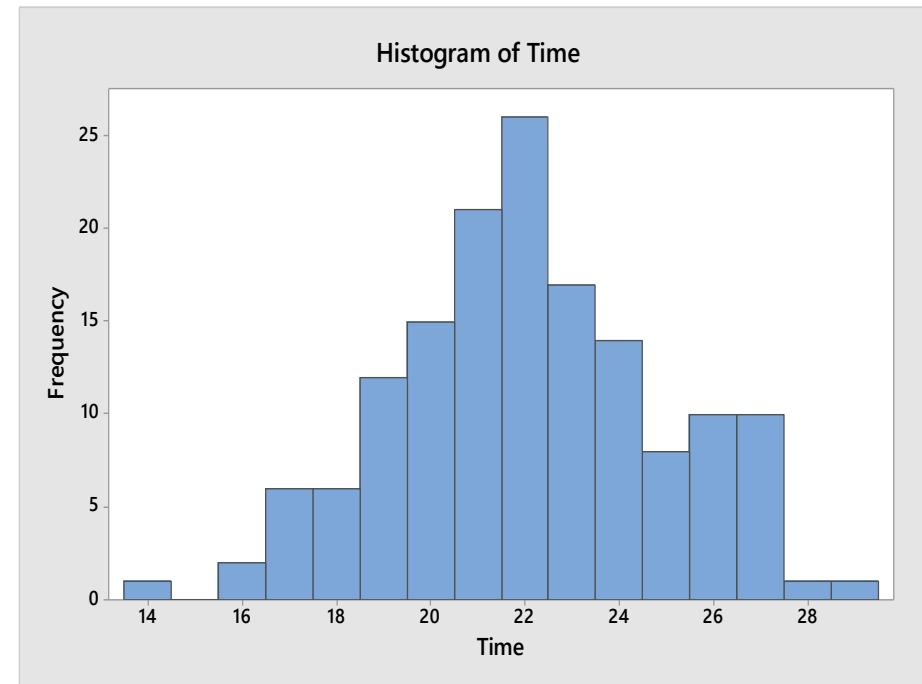
$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (1)$$

# Métodos gráficos

- Dot Plot

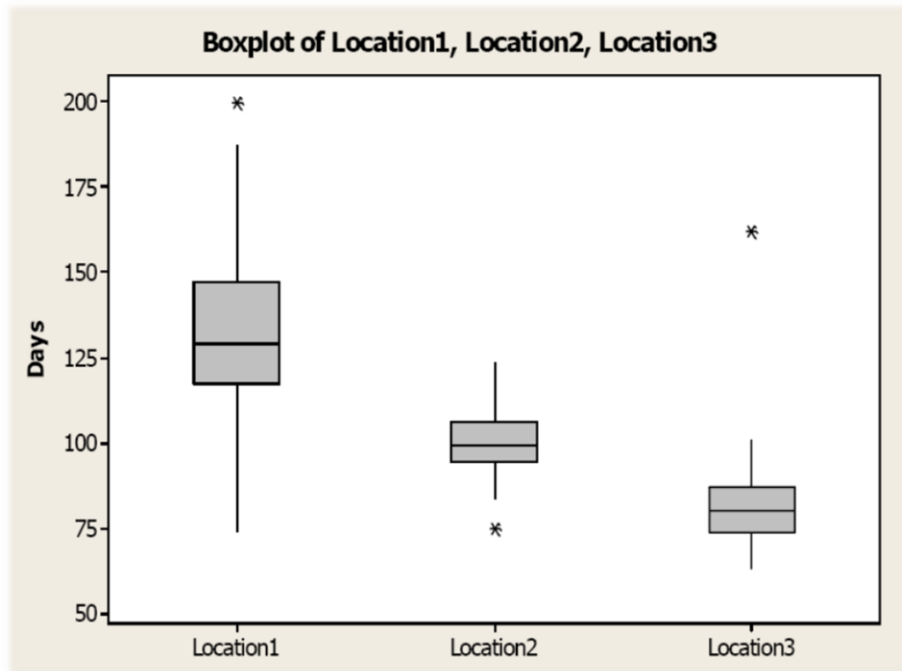


- Histograma

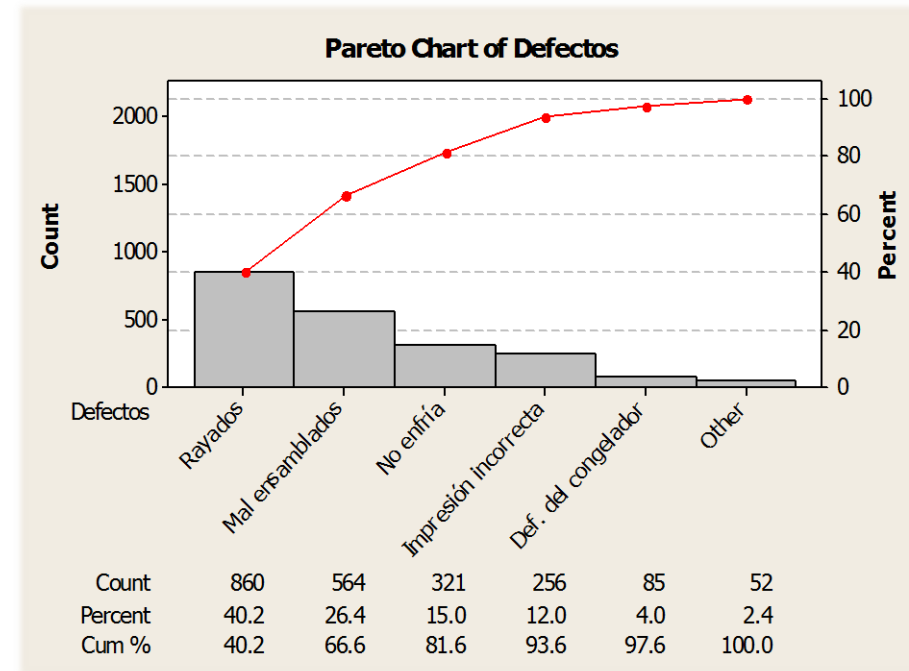


# Métodos gráficos

- Box Plot



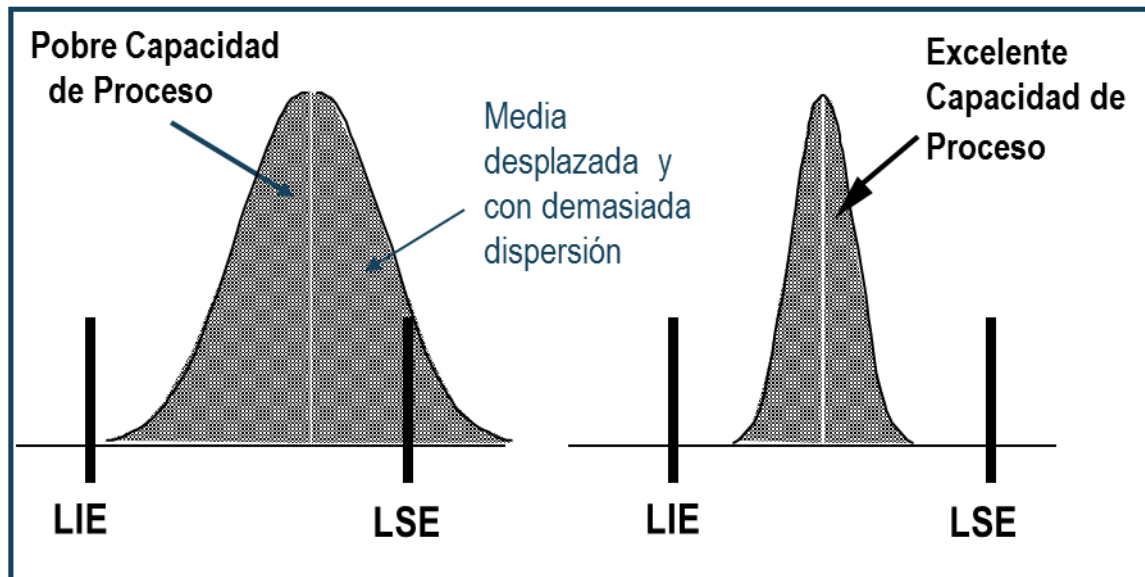
- Gráfica de Pareto





# Capacidad de proceso

- **Propósito:** Medir el desempeño actual del proceso para compararlo con la misión del proyecto.



La capacidad se determina por:

- La centralidad
- La dispersión

# Medir

$$Y = f(x)$$

- Etapas
  - Determinar causas potenciales
  - Caracterización del proceso
  - Evaluación del sistema de medición

# Medir

$$Y = f(x)$$

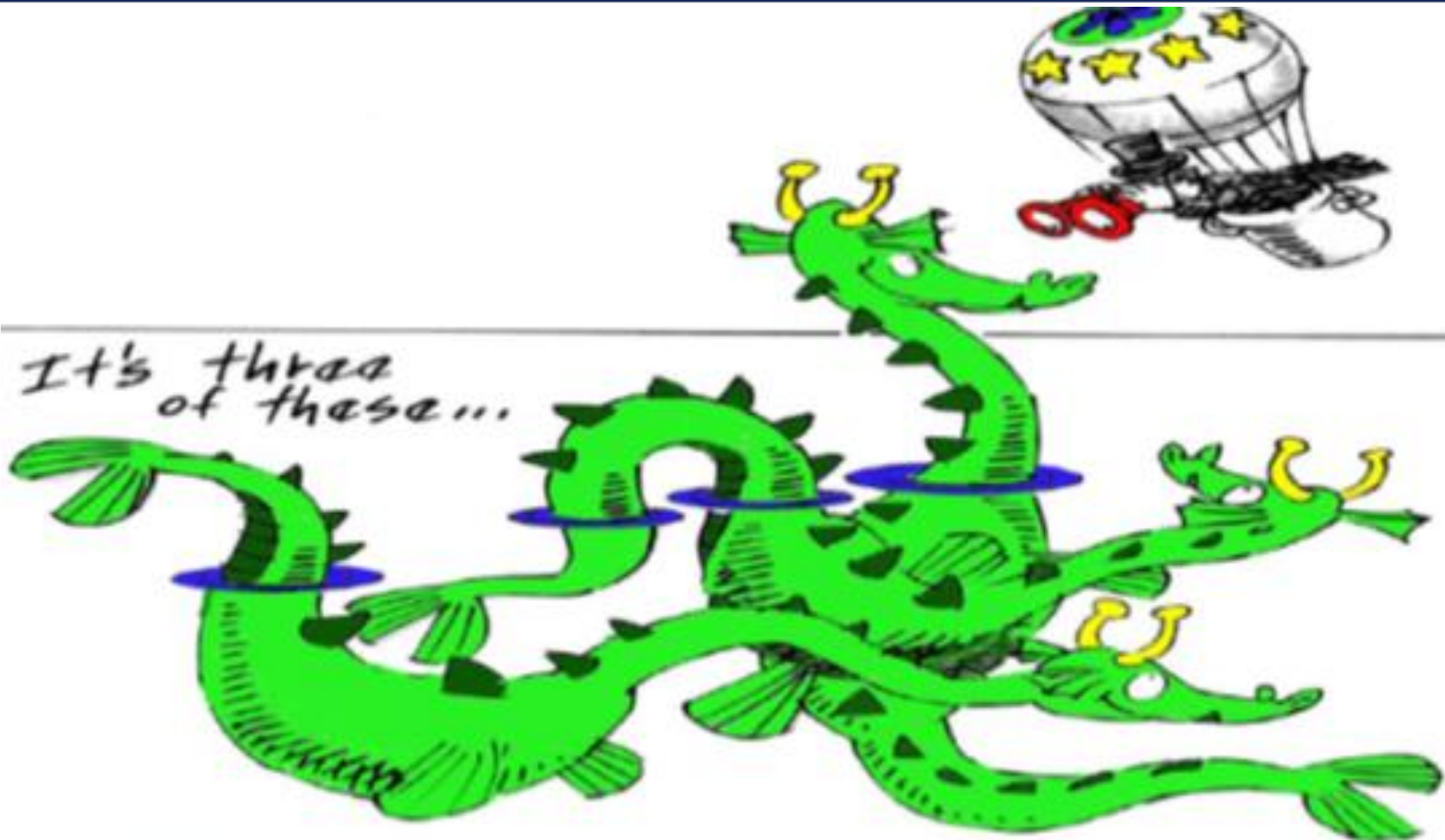
- Etapas
  - Determinar causas potenciales
  - Caracterización del proceso
  - Evaluación del sistema de medición

- 
- Plan de recolección de
  - Gage R & R
  - Técnicas Kappa



- WHAT'S THIS?



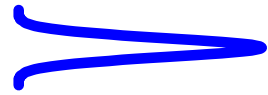
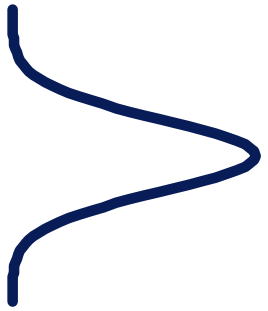


# Análisis del sistema de medición

- **Propósito:** Evaluar la capacidad del sistema de medición de responder a la pregunta básica:
- ¿Estoy midiendo adecuadamente la variable en estudio (Entrada o Salida)?



Proceso + Sistema de medición = Variación total



¿Qué es lo que vemos?

# Gage R & R

- Evaluación al “Instrumento de Medición” o al grupo de personas que realizan las mediciones.
- Es una serie de evaluaciones realizadas para verificar la “**repetibilidad**” y “**reproducibilidad**” del sistema de medición.
- Proceso:
  - Diferentes operadores repetidamente miden el objeto que está bajo estudio.
  - Los resultados nos dirán cuánta variación es atribuible al operador.



¿Qué es Six Sigma?

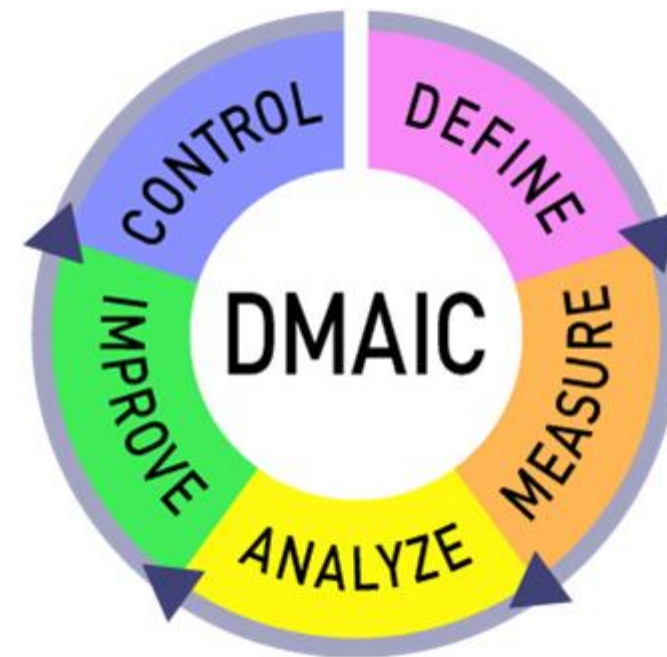
Definiendo el problema

Midiendo el problema

Analizando causas potenciales

Mejorando causas vitales

Controlando causas vitales



¿Qué es Six Sigma?

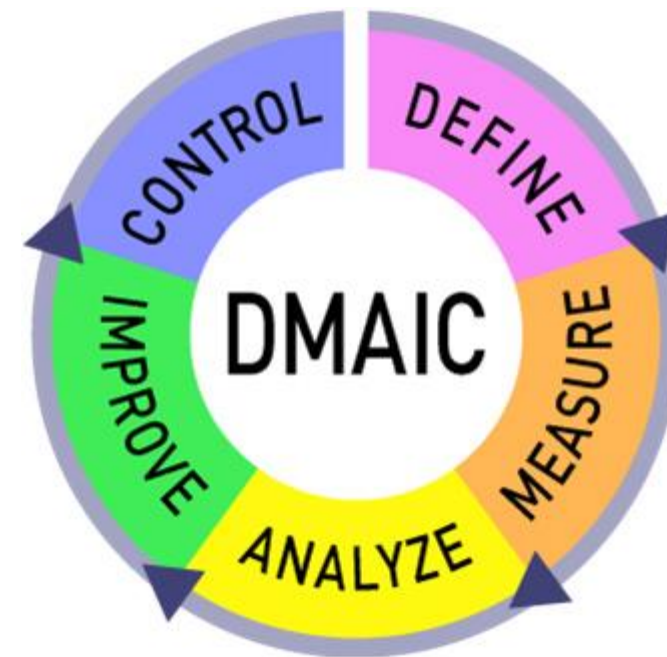
Definiendo el problema

Midiendo el problema

**Analizando causas potenciales**

Mejorando causas vitales

Controlando causas vitales



# Pruebas de hipótesis

- **Se prueban hipótesis sobre las variables que afectan la salida del proceso. De esta manera se identifican los pocos factores vitales.**
- Las pruebas se realizan en el estado actual del proceso; es decir, sin modificarlo.
- Pasos
  - Especificar la variable X y Y.
  - Especificar tipo de datos para X y Y.
  - Herramienta estadística a utilizar.
  - Hipótesis a probar.
  - Conclusiones obtenidas.

# Tipos de datos

- **Continuos - Variables:**

- Los datos son típicamente medidos con una escala o a través del tiempo.
- Ejemplos: Peso (kg), Temperatura (Grados Centígrados), Tiempo (días).

- **Discretos - Atributos:**

- Los datos son típicamente medidos con una clasificación, ranking.
- Ejemplos: Tamaño (CH-M-G), Colores (rojo, verde, amarillo), Meses (enero, febrero...)

# Herramientas estadísticas

		Salida - Y	
		Discretos / Atributos	Continuos / Variables
Entrada - X	Discretos / Atributos	Prueba de Chi - Square.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pruebas de Z para una y dos medias.</li> <li>2. Pruebas de t-student para una y dos medias.</li> <li>3. Análisis de varianza (ANOVA).</li> </ol>
	Continuos / Variables	Regresión Logística: Binaria, nominal y ordinal.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Análisis de regresión.</li> <li>2. Análisis de correlación.</li> </ol>

# Planteamiento de hipótesis

- Ho:
  - Hipótesis nula.
  - Establece que no existe diferencia entre los grupos de datos o que no hay relación entre los datos.
- Ha:
  - Hipótesis alternativa.
  - Establece que hay una diferencia significativa entre los grupos de datos o que hay relación entre los datos.
- P-value:
  - Valor de probabilidad (0.05)
  - **“If p-value is low, Ho must go... if p-value is high Ho is the guy”.**

# Planteamiento de hipótesis

- **RELACIONES:**

- Ho: La edad no importa en el proceso de contratación.
- Ha: La edad si importa en el proceso de contratación.
  
- Ho: No hay relación entre los operadores y duración de la llamada.
- Ha: Si hay relación entre los operadores y el tiempo ciclo de la llamada.

- **IGUALDAD:**

- Ho: Las devoluciones del cliente A = a las devoluciones del cliente B.
- Ha: Las devoluciones del cliente A  $\neq$  a las devoluciones del cliente B.
  
- Ho: Tiempo ciclo del proyecto X = tiempo ciclo del proyecto Y.
- Ha: Tiempo ciclo del proyecto X  $\neq$  tiempo ciclo del proyecto Y.

¿Qué es Six Sigma?

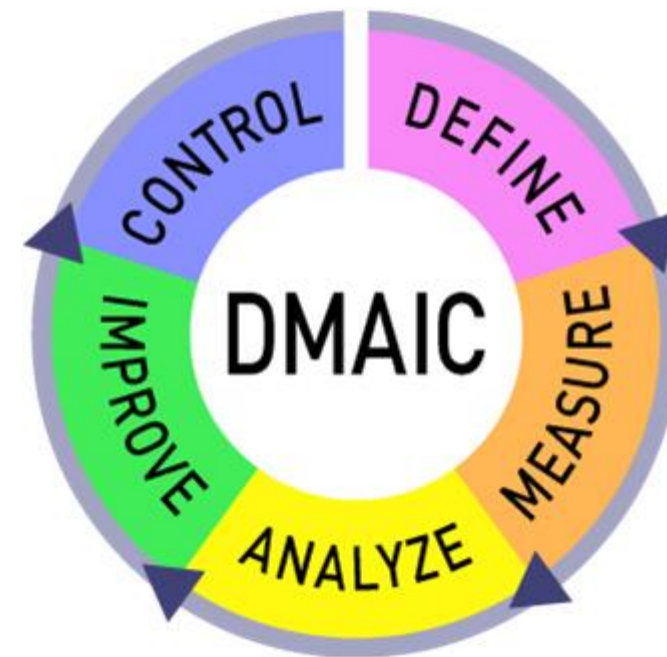
Definiendo el problema

Midiendo el problema

Analizando causas potenciales

Mejorando causas vitales

Controlando causas vitales





¿Qué es Six Sigma?

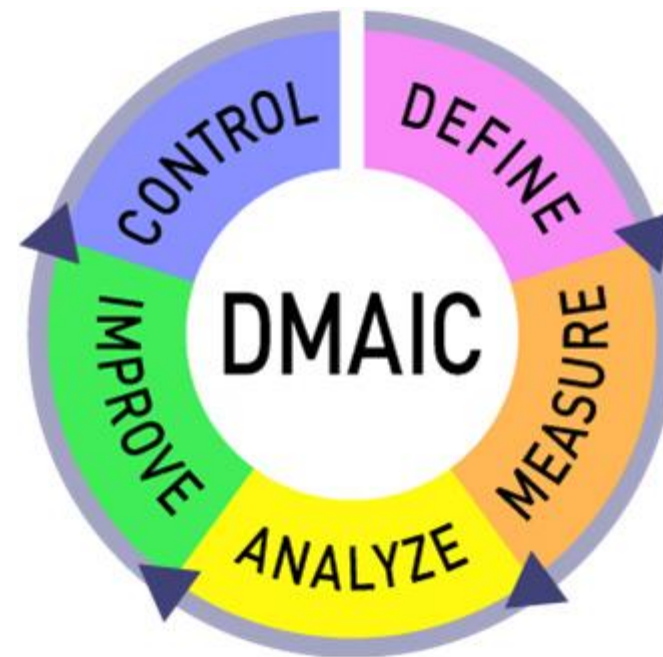
Definiendo el problema

Midiendo el problema

Analizando causas potenciales

**Mejorando causas vitales**

Controlando causas vitales



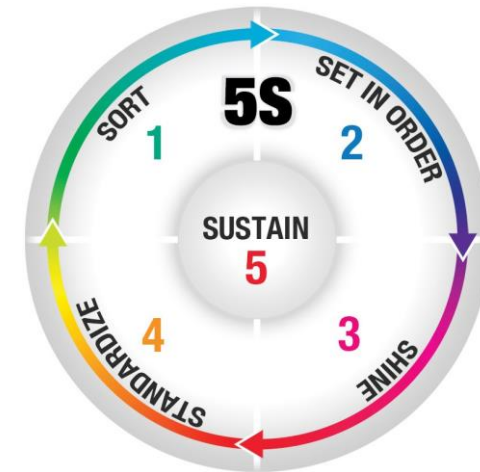
# Pasos para la mejora

- Conocer la X's vital (resultado del análisis)
- Generación de soluciones
  - 5 S's
  - Poka Yoke
  - Diagramas de Spaghetti
  - Eventos Kaizen
- Evaluación de soluciones: Diseño de experimentos.
- Evaluación de Soluciones: Pruebas piloto
- Implementar solución



# Generación de soluciones: 5's

- Programa para que el lugar de trabajo sea más efectivo.
- ¿Por qué implementar 5's?
  - Simplifica el entorno de trabajo
  - Garantiza que los materiales siempre estén a la mano
  - Reduce el derroche
  - Elimina las actividades inútiles
  - Mejora la eficiencia
  - Incremente la seguridad



Seiri	Seleccionar
Seiton	Ordenar
Seiso	Limpiar
Seiketsu	Estandarizar
Shitsuke	Sostener / Mantener

# Generación de soluciones: 5's

Antes



Después



# Generación de soluciones: Poka Yoke

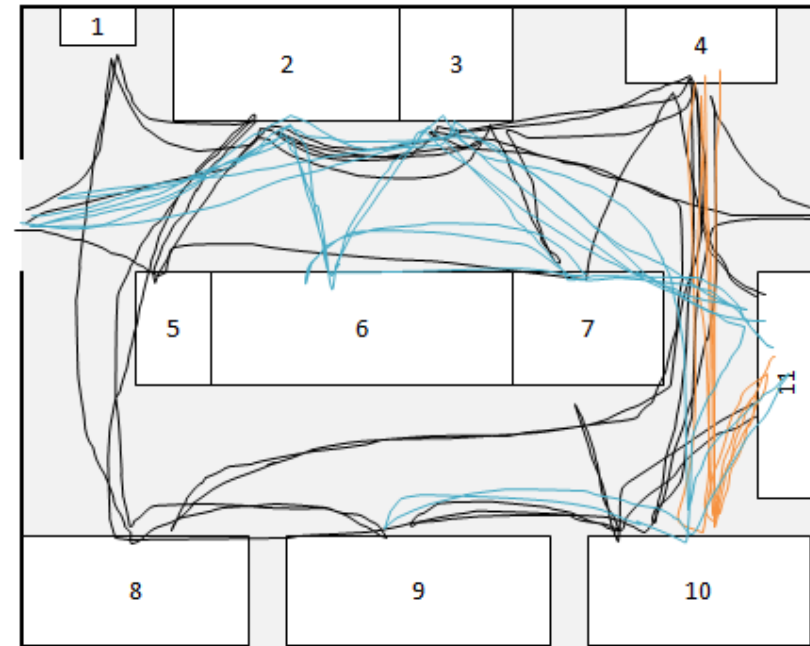
## “A prueba de error”

- El Poka Yoke es un recurso utilizado para evitar errores o hacerlos inmediatamente evidentes.
  - Elimina causas
  - Reduce defectos
  - Elimina re trabajo
  - Fomenta seguridad
- Ejemplos:
  - USB
  - Revisión de ortografía
  - Lista de verificación
  - Códigos de barras
  - Sensor de metales



# Generación de soluciones: Diagramas de Espaguetti

- Este diagrama nos ayuda a identificar si existe desplazamiento o movimiento en exceso al momento de realizar una tarea.
- Ayuda a reubicar áreas de trabajo.



# Evaluación de soluciones

- Es necesario realizar experimentos o pruebas para evaluar la eficacia de las mejoras.
- Esto lo podemos hacer por medio de:
  - Diseño de experimentos
  - Pruebas piloto



# Evaluación de soluciones: Diseño de experimentos (DoE)

- Es una prueba o serie de pruebas en las cuales se inducen cambios en las variables de entrada de un proceso o sistema, con el fin de optimizar la variable de salida.





# Evaluación de soluciones: Pruebas piloto

- A menos que se haya realizado un diseño de experimentos (DoE), todo el trabajo realizado es “teórico”. Se realiza esta prueba para:
  - Encontrar errores en la solución
  - Mejorar la solución antes de la implementación completa
  - Encontrar si tenemos los resultados esperados
  - Buenos resultados motiva la “compra” de los sponsors
  - Encontrar las partes del proceso que requieren control
- **¿Cuándo hacer pruebas piloto?**
  - El cambio será irreversible
  - Hay posibilidad de consecuencias negativas imprevistas
  - El cambio provoca costos importantes

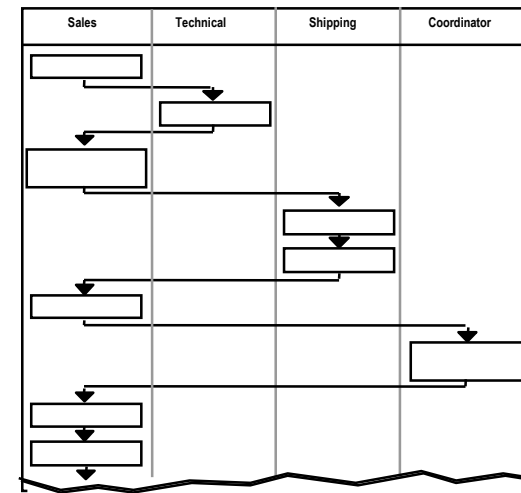
# Implementación de soluciones

- Es necesario tener un plan detallado que sea del conocimiento de la organización para poder ejercer el cambio.

- **Plan de mejora**

Step Number	Step	Product	Responsibility	Due Date	Whom to Involve	Budget/ Cost	Other Topics

- **Flowcharts**



# Implementación de soluciones:

## Plan de mejora

Paso	Actividad	Entregable	Responsable	Fecha compromiso	A quien involucrar	Presupuesto / costo	Comentarios
1	Busqueda de espectaculares	Localizaciones y costos	Evelyn	06-may	Marketing y Ventas	N / A	
2	Diseño de espectaculares	Drafts de diseño	Mariel	30-may	Marketing	N / A	
3	Impresión de espectaculares	Cotización e impresos	Erika	30-jun	Compras	150 k	
4	Colocación de espectaculares	Espectaculares colocados	Marco	10-jul	Operaciones	100 k	
5	Lanzamiento de campaña	Espectaculares funcionando	Fabian	15-jul	Marketing	N / A	

# Implementación de soluciones:

## Diagrama de flujo / Gantt

Paso	Actividad	Responsable	Avance	01-may	10-may	20-may	30-may	10-jun	20-jun	30-jun	10-jul	20-jul
1	Busqueda de espectaculares	Evelyn	100%	█								
2	Diseño de espectaculares	Mariel	70%		█							
3	Impresión de espectaculares	Erika	15%					█				
4	Colocación de espectaculares	Marco	0%								█	
5	Lanzamiento de campaña	Fabian	0%									█



# ¿Se acuerdan de nuestro proyecto?

- **¿Qué mejoras podemos hacer?**
  - Desayunar mientras vamos caminando y en el camión
  - Bañarnos un día antes
  - Preparar la ropa un día antes
  - Poner varios despertadores y uno con pilar (por si se va la luz)
  - Poner el despertador un poco antes
  - Cambiarnos a vivir más cerca del trabajo

¿Qué es Six Sigma?

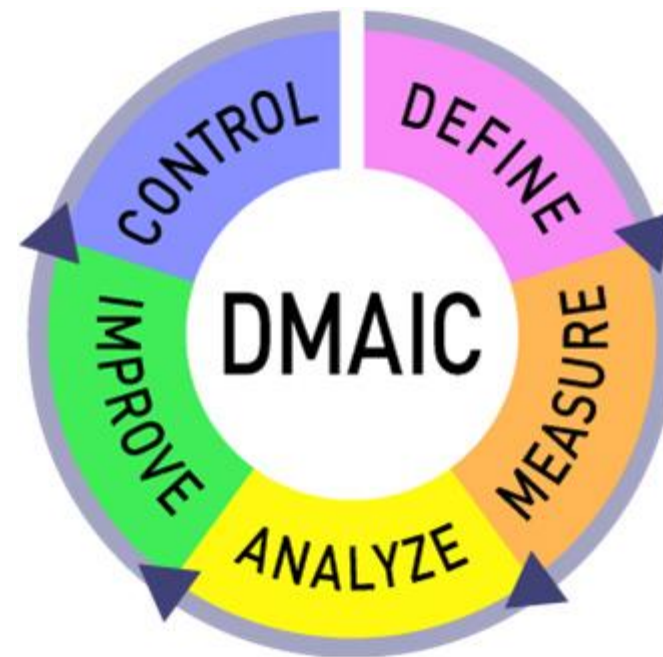
Definiendo el problema

Midiendo el problema

Analizando causas potenciales

Mejorando causas vitales

Controlando causas vitales



¿Qué es Six Sigma?

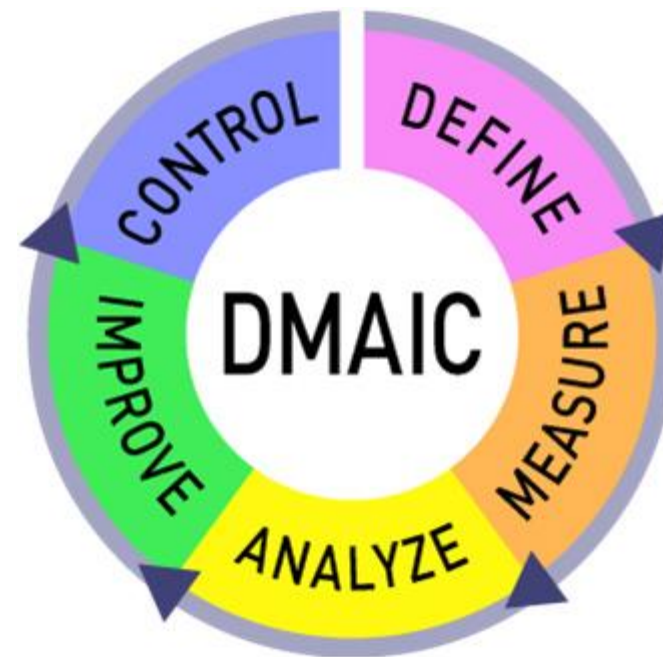
Definiendo el problema

Midiendo el problema

Analizando causas potenciales

Mejorando causas vitales

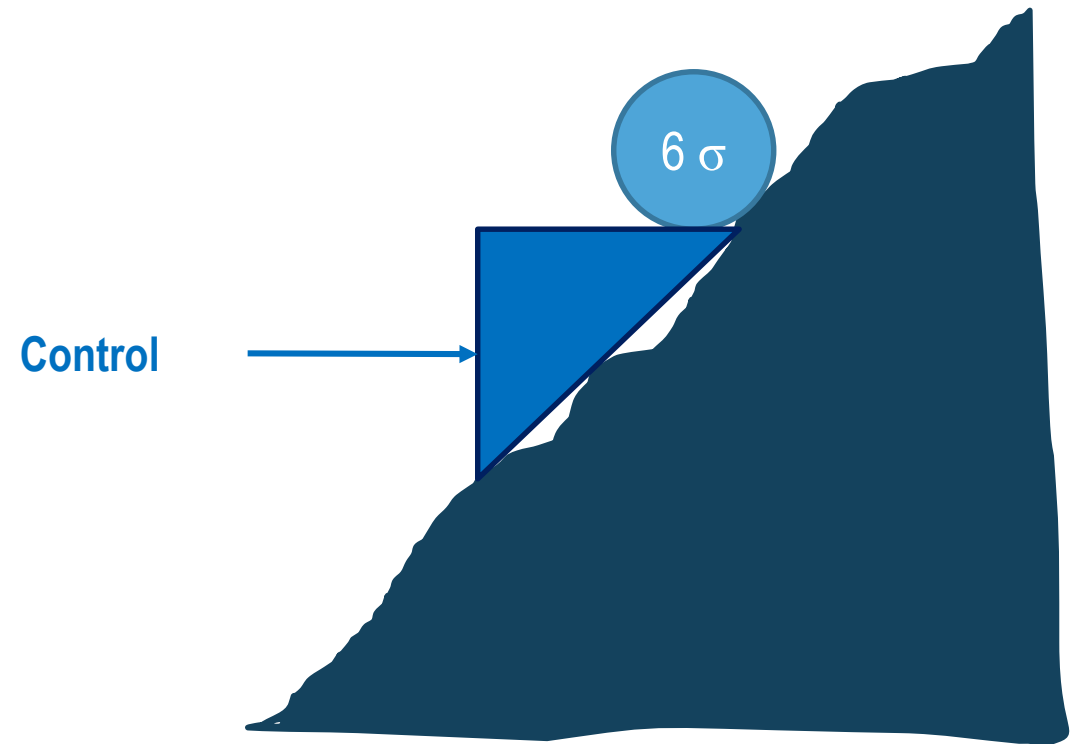
**Controlando causas vitales**





# ¿Por qué controlar?

- Dejar a los proyectos por sí solos siempre degenerarán en caos.
- Las soluciones implementadas se deben de monitorear por medio de indicadores clave (KPI's). "Gráficas de control".
- Usar herramientas para reportar o recolectar información debe de ser una tarea constante.



# Controlar

$$Y = f(x)$$

- Etapas
  - Demostrar la mejora del proceso
  - Desarrollar un plan de control (contingencia)
  - Evaluación financiera final

# Controlar

$$Y = f(x)$$

- Etapas
  - Demostrar la mejora del proceso
  - Desarrollar un plan de control (contingencia)
  - Evaluación financiera final

# Demostrando el cambio

Gráfico de control donde se vea claramente el cambio en el desempeño del proceso.

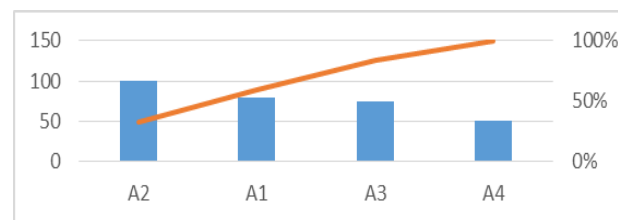
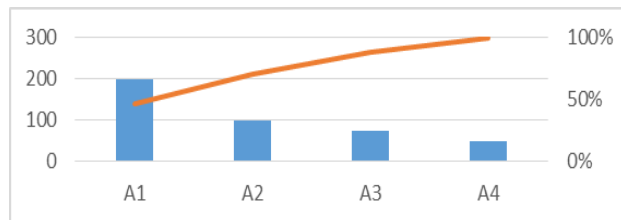
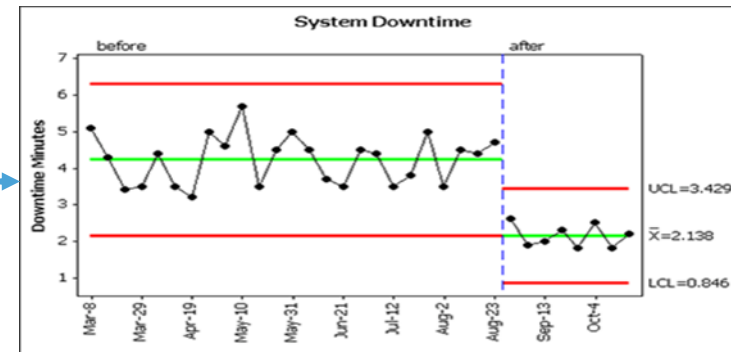
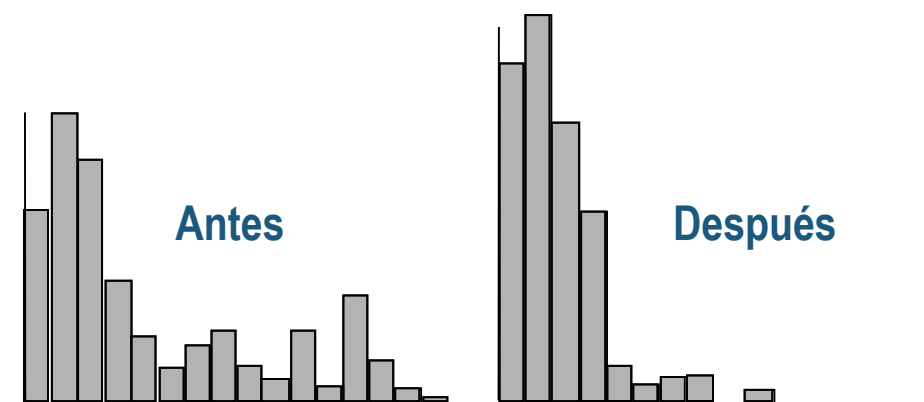
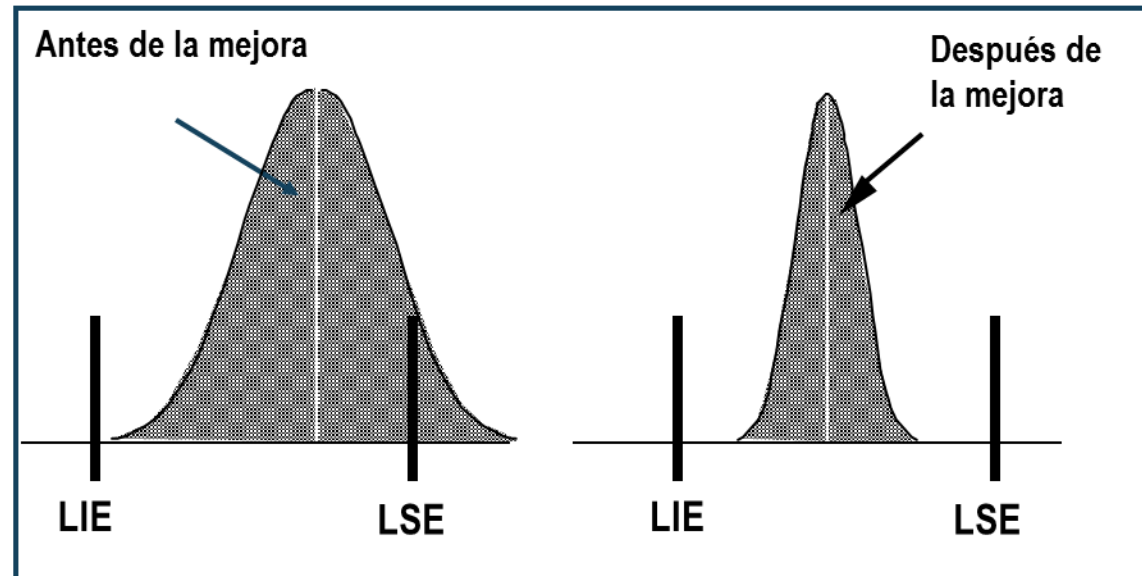


Gráfico de Pareto donde se ve la reducción de la causa principal de manera clara.

Histograma donde se ve claramente el cambio en la acumulación de datos y en la tendencia.



# Demostrando el cambio



2.3s

6s

# Controlar

$$Y = f(x)$$

- Etapas
  - Demostrar la mejora del proceso
  - Desarrollar un plan de control (contingencia)
  - Evaluación financiera final

# Controlar

$$Y = f(x)$$

- Etapas
  - Demostrar la mejora del proceso
  - Desarrollar un plan de control (contingencia)
  - Evaluación financiera final

# Desarrollar un plan de control

## Plan de Control

Descripción:					Preparado por:				
					Fecha:				
Nombre del proceso	Característica clave	Método			Muestra		Control		
		Especificaciones	Tipo de Control	Instrumentación	Tamaño	Frecuencia	Plan de reacción	Responsable	Avance
Dónde?	Qué?	Qué?	Cómo?	Cómo?	Cuánto?	Cuándo?	Qué hacer?	Quién?	%



# Controlar

$$Y = f(x)$$

- Etapas
  - Demostrar la mejora del proceso
  - Desarrollar un plan de control (contingencia)
  - Evaluación financiera final

# Controlar

$$Y = f(x)$$

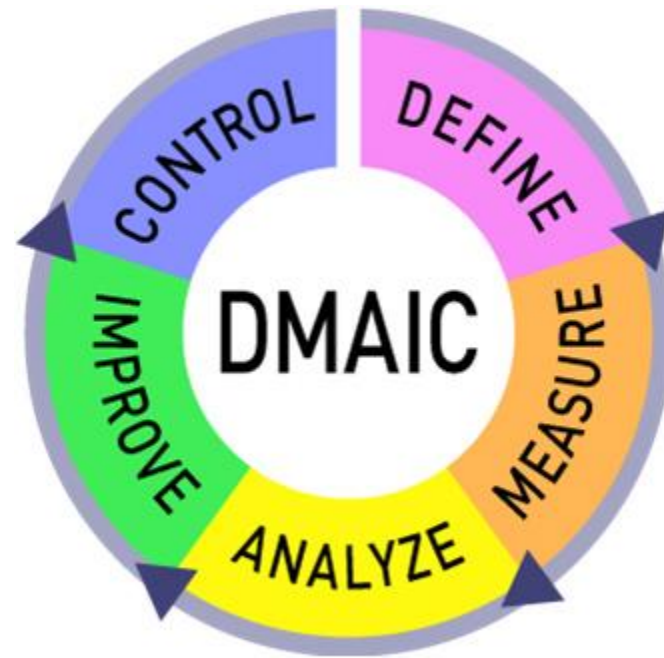
- Etapas
  - Demostrar la mejora del proceso
  - Desarrollar un plan de control (contingencia)
  - Evaluación financiera final

# Evaluación financiera

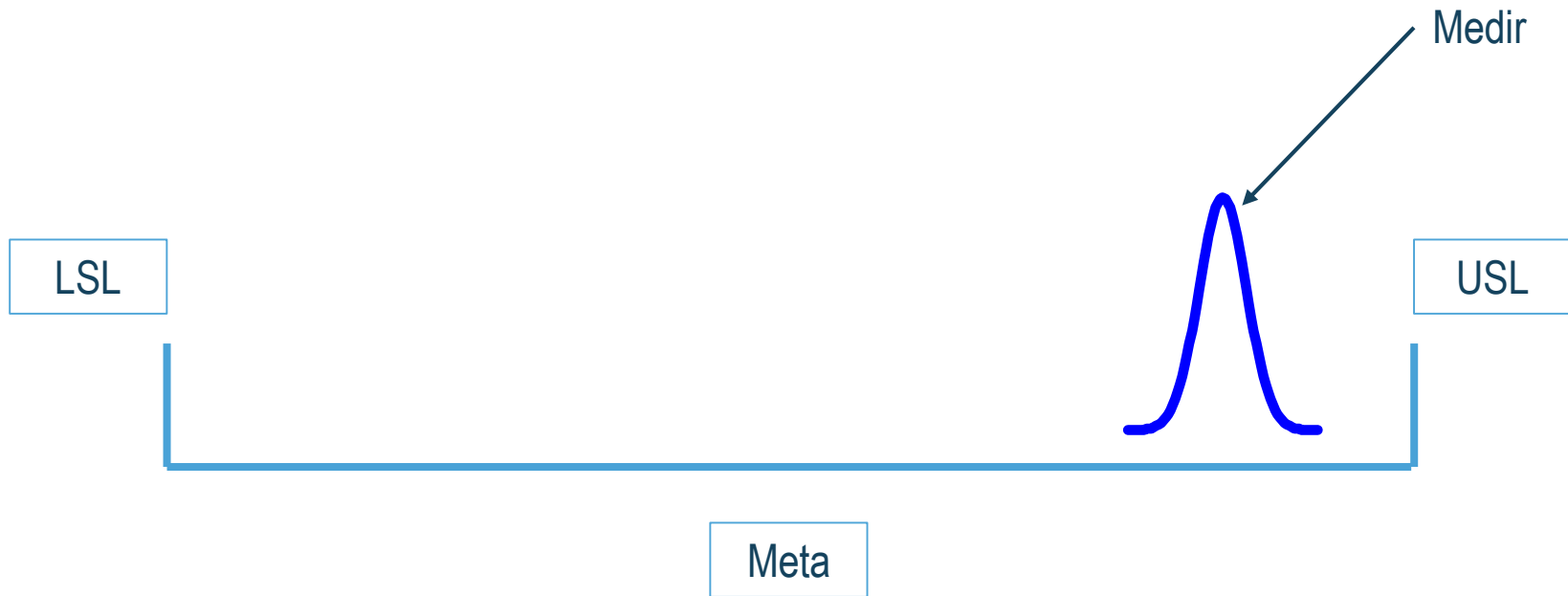
- Esta es la que indica los ahorros generados por nuestro proyecto.
- Pueden existir ahorros “duros” y ahorros “suaves”.

Evaluación financiera						
Descripción:			Evaluado por:			
			Fecha:			
	Piezas fabricadas	Piezas defectuosas	% defectos	Costo por piezas	Costo Mensual	Costo Anual
Desempeño anterior	15,000	3,800	25.33%	11.25	42,750	513,000
Desempeño nuevo	15,000	275	1.83%	11.25	3,094	37,125
<b>Ahorros</b>					<b>39,656</b>	<b>475,875</b>

# Un tour por la metodología

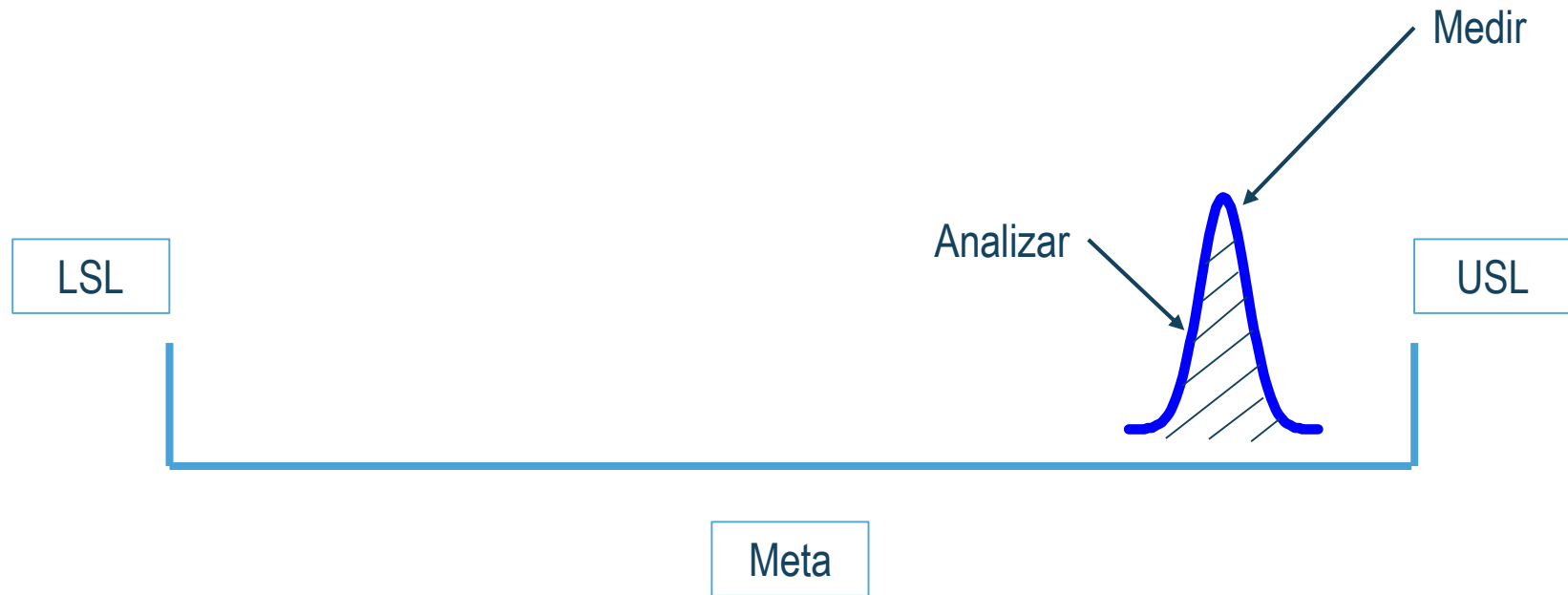


# Un tour por la metodología Medir



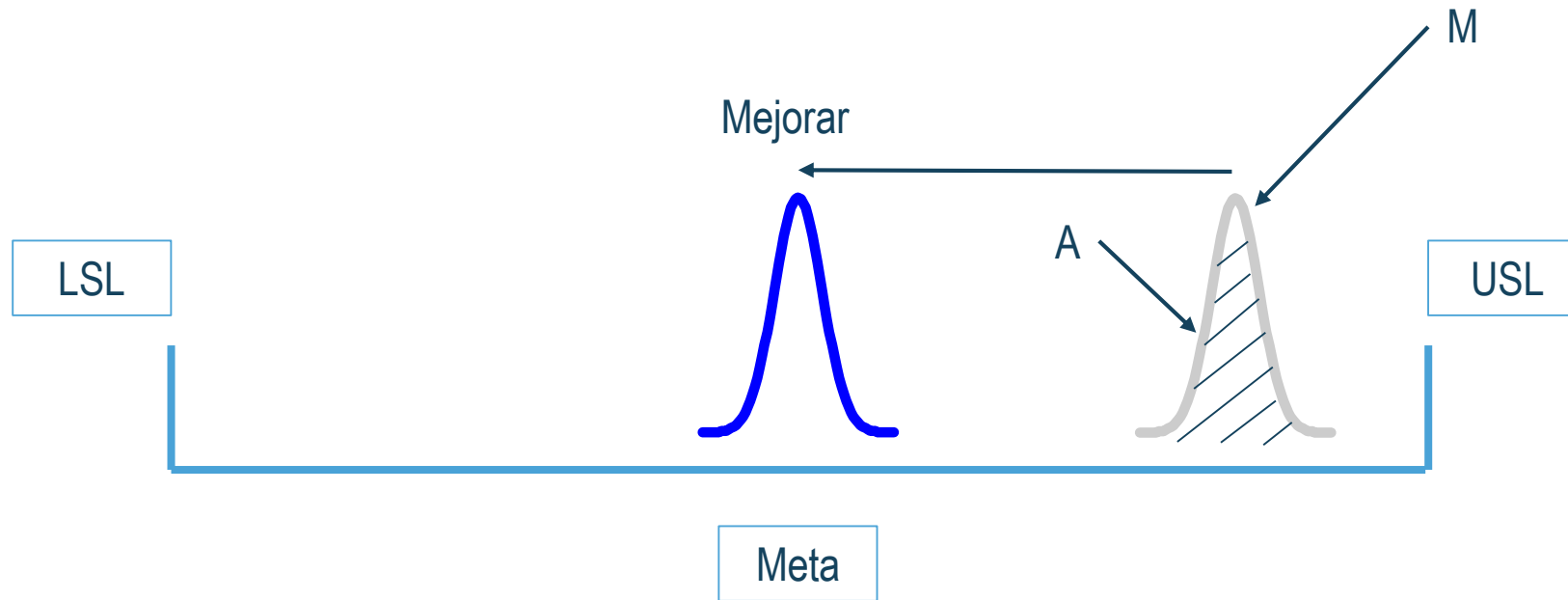
- ¿Cuál es el desempeño actual de nuestro proceso?

# Un tour por la metodología Analizar



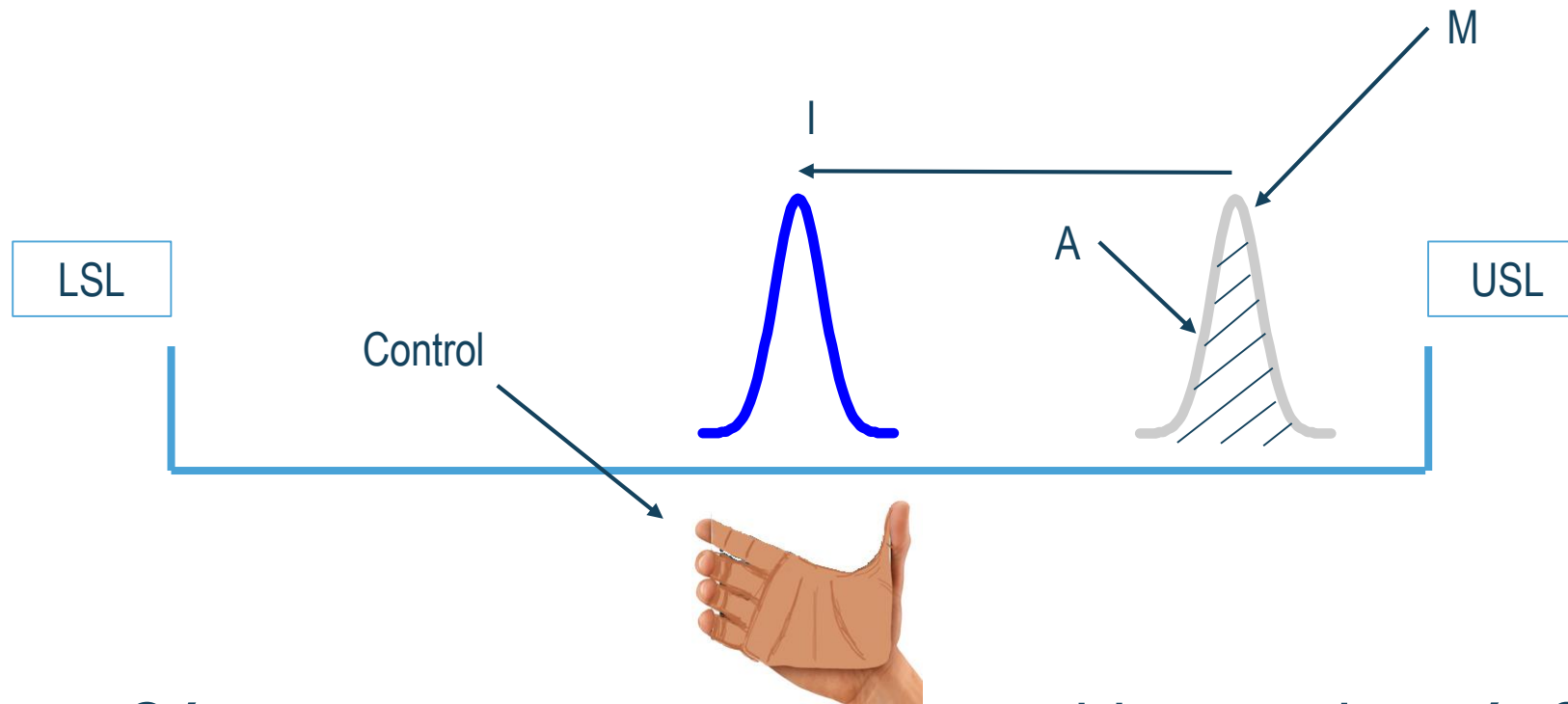
- ¿Qué mueve el proceso?
- ¿Cuáles son las variables (“X”) significativas?

# Un tour por la metodología Mejorar



- ¿Cómo cambiamos el proceso?

# Un tour por la metodología Controlar



- ¿Cómo aseguramos que los cambios perdurarán?



# ¿Qué es Six Sigma?

# Six Sigma

- Una filosofía o metodología que proporciona a las organizaciones perspectiva y herramientas para alcanzar nuevos niveles de desempeño tanto en productos como en servicios.
- El enfoque es en mejora de procesos para incrementar la capacidad y reducir la variación.

¿Dudas?

# Tarea

- Revisar los siguientes sitios y hacer una breve reseña de ellos (1 cuartilla).
  - [www.isixsigma.com](http://www.isixsigma.com)
  - [www.issp.com](http://www.issp.com)
  - [www.asq.org/sixsigma](http://www.asq.org/sixsigma)
- Pensar en una propuesta de proyecto a desarrollar
- Mandar tarea a:
  - [rodrigo.arcos2015@gmail.com](mailto:rodrigo.arcos2015@gmail.com)
  - Fecha limite: Antes de la siguiente clase.