



Centro de  
Especializaciones  
Noeder



Florida  
Global  
University

Diplomado de Especialización

# **GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y OPERACIONES INDUSTRIALES**

**CICLO REGULAR**

**MÓDULO VI**

**CLASE 1**

**SIX SIGMA Y  
CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS**

**Ing. Paul Cirilo Flores**



# FUNDAMENTOS Y OBJETIVOS DE SIX SIGMA



## INTRODUCCIÓN

### Historia y origen en Motorola

Six Sigma es una metodología de gestión enfocada en la excelencia operacional. Originada en Motorola, emplea fundamentos estadísticos para alcanzar niveles de calidad superiores, centrandose en la reducción drástica de la variabilidad y los defectos en los procesos industriales y de servicios.

### 3.4

Defectos por millón de oportunidades, el estándar de excelencia de Six Sigma.

**99.9%**

Nivel de precisión requerido para optimizar la eficiencia en procesos críticos.





# FUNDAMENTOS Y OBJETIVOS DE SIX SIGMA

## Fundamentos del Six Sigma

**1. Fundamento Estadístico (La base matemática):** El término "Sigma" representa la desviación estándar, una medida estadística de la variación en un conjunto de datos. El fundamento central es que la variación es el origen de los defectos. Un proceso de nivel Six Sigma implica que existen seis desviaciones estándar entre la media del proceso y el límite de especificación más cercano del cliente. Esto se traduce en un rendimiento de calidad del **99.99966%**.

**2. Enfoque centrado en la "Voz del Cliente" (VOC - Voice of the Customer):**

A diferencia de la gestión de calidad tradicional, Six Sigma exige traducir los requerimientos subjetivos del cliente en parámetros técnicos y medibles, conocidos como **CTQ** (*Critical to Quality*). Si un defecto no afecta un CTQ, no es la prioridad estratégica.

**3. Orientación Estricta a Datos empíricos (Fact-Based Management):**

Se elimina la toma de decisiones basada en la intuición o la experiencia anecdótica. Six Sigma exige probar hipótesis estadísticamente utilizando herramientas como pruebas t, ANOVA, o diseño de experimentos (DOE) para validar qué variables independientes (X) afectan realmente al resultado del negocio (Y), modelado conceptualmente como  $Y = f(X)$ .

**4. Metodologías Estructuradas de Resolución de Problemas:**

Dependiendo del estado del proceso, la metodología se bifurca en dos grandes ciclos empíricos:

- **DMAIC** (Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar): Para la optimización de procesos *ya existentes* que no cumplen con las especificaciones.
- **DMADV** o **DFSS** (*Design for Six Sigma*): Para el diseño de *nuevos* procesos, productos o servicios que deben operar con un nivel 6 sigmas desde su concepción.

**5. Arquitectura Humana y Liderazgo (Despliegue Estratégico):**

El fundamento del éxito sostenido es su infraestructura de roles dedicados. Requiere **Sponsors/Champions** (Alta dirección que elimina barreras y asigna recursos), **Master Black Belts** (Estrategas y mentores estadísticos), **Black Belts** (Líderes de proyectos complejos a tiempo completo) y **Green Belts** (Líderes de proyectos en sus áreas operativas).



# FUNDAMENTOS Y OBJETIVOS DE SIX SIGMA

## Objetivos Cuantitativos y Financieros

- **Reducción Cuantificable de Defectos (El objetivo 3.4 DPMO):** Alcanzar una tasa máxima de **3.4 Defectos por Millón de Oportunidades**. Esto significa que, de un millón de veces que se ejecuta un proceso, el error ocurre, a lo sumo, 3.4 veces.
- **Reducción del Costo de la No Calidad (COPQ - *Cost of Poor Quality*):** Identificar y eliminar los costos ocultos asociados con retrabajos, desperdicios, rechazos, inspecciones excesivas y pérdida de ventas. En muchas empresas no optimizadas, el COPQ puede representar entre el 15% y el 25% de los ingresos por ventas.
- **Impacto Directo en el EBITDA y ROI:** Todo proyecto Six Sigma en un entorno corporativo debe justificar su existencia mediante un retorno de inversión (ROI) claro. Las mejoras deben reflejarse directamente en los estados financieros mediante la reducción de costos operativos o el aumento de la capacidad (lo que permite más ingresos con la misma estructura de costos).



# FUNDAMENTOS Y OBJETIVOS DE SIX SIGMA

## Objetivos Operativos Y Cualitativos

- **Desplazamiento de la Media y Reducción de la Variabilidad:** El objetivo técnico bimodal es centrar el proceso (mover la media hacia el valor objetivo del cliente) y estrechar la curva de distribución (reducir la dispersión de los datos alrededor de la media).
- **Optimización del Tiempo de Ciclo (Cycle Time):** Aunque esta es la especialidad principal de *Lean* (que a menudo se integra como *Lean Six Sigma*), la reducción de variación elimina cuellos de botella y esperas impredecibles, agilizando el flujo de valor.
- **Transformación Cultural hacia la Mejora Continua:** Instaurar un lenguaje común en toda la organización donde los problemas se vean como desviaciones estadísticas con causas raíz demostrables, fomentando una cultura proactiva (prevención) en lugar de reactiva (apagado de incendios).



# ROL DE SIX SIGMA EN LA REDUCCION DE LA VARIABILIDAD

En el ámbito de la ingeniería de calidad y la gestión de operaciones, se asume que ningún proceso es estático ni perfectamente exacto. Todos los procesos (ya sea el tiempo de entrega de un crédito, el diámetro de una pieza automotriz o la temperatura de un reactor) presentan variaciones.

El rol de Six Sigma no es eliminar el defecto en la superficie, sino estabilizar el proceso en la raíz mediante la reducción drástica de su dispersión, garantizando que los resultados siempre caigan dentro de los límites tolerables por el cliente.

## Variación por Causas Comunes vs. Causas Especiales

Para entender cómo actúa Six Sigma, la dirección debe dominar la distinción clásica de Walter Shewhart y W. Edwards Deming sobre las fuentes de variación:

- **Causas Especiales (o Asignables):** Son eventos inusuales, esporádicos y específicos (ej. el fallo de una máquina, un lote de materia prima defectuoso, un error de digitación). Six Sigma utiliza los Gráficos de Control Estadístico de Procesos (SPC) para detectar estas anomalías y devolver el proceso a su estado de control básico.
- **Causas Comunes (o Aleatorias):** Son inherentes al diseño mismo del proceso (ej. la vibración normal de una máquina moderna, la variación térmica ambiental, la fatiga humana estándar). Reducir estas causas requiere reingeniería o una optimización profunda. Aquí es donde Six Sigma despliega su arsenal estadístico avanzado (como el Diseño de Experimentos o DOE) para modificar el sistema.



# ROL DE SIX SIGMA EN LA REDUCCION DE LA VARIABILIDAD

## Centrado de la Media y Reducción de la Dispersión

El rol de Six Sigma en la variabilidad se ejecuta en dos dimensiones críticas sobre la curva de distribución normal de un proceso:

**1.Reducir la dispersión (Estrechar la curva):** Minimizar la desviación estándar ( $\sigma$ ). Al lograr que los datos estén más agrupados cerca de la media, la probabilidad de que un producto o servicio caiga fuera de los límites de especificación (Límite Inferior de Especificación - LSL; Límite Superior de Especificación - USL) se reduce prácticamente a cero.

**2.Centrar el proceso (Desplazar la media):** Asegurar que el promedio real del proceso ( $\mu$ ) coincida con el valor óptimo u objetivo (*Target*) solicitado por el cliente.

Como se observa en el análisis de capacidad, una empresa con alta variabilidad (curva ancha) generará desperdicios en las "colas" de la distribución que superen los límites técnicos. Six Sigma "comprime" esa curva para que quepa holgadamente dentro de las tolerancias.



# METODOLOGIA DMAIC

## METODOLOGÍA SIX SIGMA Y EXCELENCIA OPERACIONAL Metodología DMAIC



### Optimización de Procesos Ciclo de Mejora Continua

El Ciclo DMAIC es la base fundamental para optimizar procesos existentes, permitiendo una estructura rigurosa para alcanzar la excelencia operacional y reducir variabilidad.



### Fases de Ejecución Etapas Críticas

- | **Definir:** Identificar el problema y objetivos.
- | **Medir:** Recopilar datos y desempeño actual.
- | **Analizar:** Determinar las causas raíz de defectos.
- | **Mejorar:** Implementar soluciones probadas.
- | **Controlar:** Mantener mejoras a largo plazo.



# METODOLOGIA DMAIC

Cada fase del ciclo DMAIC funciona bajo una lógica de **"Tollgates" (Puertas de decisión)**: un proyecto no puede avanzar a la siguiente fase si la gerencia y el *Black Belt* no han validado los entregables estadísticos y financieros de la fase actual.

## **DEFINIR (Define) – ¿Cuál es el problema y por qué importa financieramente?**

El objetivo de esta fase es alinear las prioridades del proyecto con los objetivos estratégicos de la empresa y delimitar el alcance.

• **Enfoque Gerencial:** Aquí se responde a la pregunta: *¿Cuánto dinero estamos perdiendo por este problema y cómo impacta al cliente?* Si el problema no se puede cuantificar en el estado de resultados, el proyecto no se aprueba.

### • **Herramientas Clave:**

- **Project Charter (Acta de Constitución del Proyecto):** Documento vinculante que define el alcance, el equipo, el *Business Case* (justificación financiera) y el cronograma.
- **VOC (Voice of the Customer) traducida a CTQ (Critical to Quality):** Matriz para convertir quejas ambiguas del cliente ("el servicio es lento") en métricas medibles ("tiempo de respuesta < 24 horas").
- **Diagrama SIPOC (Supplier, Input, Process, Output, Customer):** Mapa de alto nivel para entender los límites del proceso sin entrar en detalles operativos.

• **Entregables para el Tollgate:** Acta de proyecto firmada por el *Sponsor*, métrica principal del proyecto (Métrica Y) claramente definida y alcance delimitado.



# METODOLOGIA DMAIC

## **MEDIR (Measure) – ¿Qué tan malo es el desempeño actual?**

El objetivo es establecer la línea base del proceso utilizando datos confiables.

•**Enfoque Gerencial:** Antes de buscar soluciones, se debe auditar la calidad de los datos. La gerencia debe preguntar: ¿Podemos confiar en los reportes actuales o estamos midiendo con un sistema defectuoso?

### •**Herramientas Clave:**

- MSA / Gage R&R (Análisis del Sistema de Medición):** Estudio estadístico para asegurar que el error de medición (humano o tecnológico) sea menor al 10%. Si el sistema de medición falla, no se avanza.
- Plan de Recolección de Datos:** Definición de tamaño de muestra, frecuencia y tipo de datos (continuos o discretos).
- Mapeo de Proceso Detallado (VSM / Diagrama de Flujo):** Identificación de pasos que agregan y no agregan valor.
- Cálculo de Capacidad del Proceso (Cp, Cpk y DPMO):** Determinar el nivel Sigma actual del proceso (la línea base contra la cual se medirá el éxito final).

•**Entregables para el Tollgate:** Sistema de medición validado, base de datos limpia y cálculo oficial del nivel Sigma inicial del proceso.



# METODOLOGIA DMAIC

## **INNOVAR / MEJORAR (Improve) – ¿Cómo eliminamos las causas raíz?**

El objetivo es diseñar, pilotar e implementar soluciones que ataquen directamente las causas raíz validadas en la fase anterior.

•**Enfoque Gerencial:** Se evalúa costo-beneficio. El líder del proyecto debe demostrar que la solución propuesta tiene un retorno de inversión (ROI) atractivo y que los riesgos colaterales están controlados.

•**Herramientas Clave:**

- **Lluvia de ideas / SCAMPER / Matriz de Selección de Soluciones:** Para priorizar soluciones basadas en impacto y viabilidad económica.
- **FMEA de Proceso (AMFE - Análisis de Modo y Efecto de Fallas):** Para anticipar qué podría fallar con la nueva solución e implementar controles preventivos.
- **Pruebas Piloto:** Implementación a pequeña escala para validar resultados antes del despliegue masivo.
- **Poka-Yokes (Dispositivos a prueba de errores):** Diseños de procesos que imposibilitan físicamente que el operador cometa un error.

•**Entregables para el Tollgate:** Resultados del piloto que demuestren la mejora del nivel Sigma y plan de despliegue a gran escala aprobado.



# METODOLOGIA DMAIC

## **CONTROLAR (Control) – ¿Cómo sostenemos el éxito a largo plazo?**

El objetivo es garantizar que las mejoras se mantengan en el tiempo y que el proceso no regrese a su estado defectuoso anterior.

•**Enfoque Gerencial:** Es la fase donde fallan la mayoría de los proyectos tradicionales de mejora. El rol gerencial es transferir formalmente la propiedad del proceso modificado al dueño del área operativa (Process Owner) y asegurar el cierre contable de los ahorros.

### •**Herramientas Clave:**

- Gráficos de Control Estadístico de Procesos (SPC - Control Charts):** Gráficos dinámicos ( $\bar{X}$ , R, p) que el personal operativo llena diariamente para detectar si el proceso empieza a desviarse antes de que genere un defecto real.
- Planes de Control:** Documentos maestros que dictan qué hacer, quién lo hace y cómo reaccionar si una métrica se sale de los límites.
- Estandarización (SOPs - Procedimientos Operativos Estándar):** Actualización de manuales y capacitación obligatoria del personal.

•**Entregables para el Tollgate:** Evidencia de sustentabilidad de los datos (mínimo 30 a 90 días demostrando el nuevo nivel de calidad), auditoría de finanzas que valide los ahorros reales logrados y firma de entrega formal del proyecto.



# METODOLOGIA DMAIC

## FASE DEFINIR

### Contrato Interno ( Project Charter)

Es el documento formal de Gerencia, que autoriza a los distintos equipos de mejora, para trabajar en un proceso, con cargo a llevarlo a un mejor nivel de eficiencia, de eficacia y/o rendimiento. Usando la metodología de Six Sigma dentro de los alcances del documento.

Debe ser llenado en trabajo colaborativo de los líderes del proyecto con el equipo técnico:

1. El problema y el objetivo con los indicadores de tendencia central y de variabilidad respectivos
2. Los beneficios esperados deben ser estimados y anualizados
3. Las fases del DMAIC deben tener tiempos definidos
4. El equipo debe estar conformado por líderes más los especialistas técnicos que trabajan en el proceso



# METODOLOGIA DMAIC

## FASE DEFINIR

### 1. Caso de Negocio (*Business Case*)

Es la justificación estratégica y financiera del proyecto. Responde a la pregunta: *¿Por qué la empresa debe invertir tiempo y dinero en esto AHORA y no en otra cosa?*

- **Enfoque gerencial:** Debe ligar el problema directamente con los objetivos macro de la empresa (ej. pérdida de participación de mercado, multas regulatorias, impacto directo en el EBITDA).

### 2. Definición del Problema (*Problem Statement*)

Describe de manera objetiva el dolor actual de la organización basándose estrictamente en datos, sin asumir causas ni proponer soluciones.

- **Fórmula ejecutiva:** Debe responder a: ¿Qué está fallando? ¿Dónde? ¿Desde cuándo? ¿Cuál es su magnitud? y ¿Cuál es el impacto financiero?

- Ejemplo incorrecto: "El servicio al cliente es malo porque el personal no está capacitado." (Asume la causa y es ambiguo).

- Ejemplo correcto (Nivel Diplomado): "Durante los últimos 8 meses (cuándo), la tasa de rechazo en la línea de créditos hipotecarios (qué y dónde) ha sido del 14%, contra una meta corporativa del 3% (magnitud), lo que genera un costo por reprocesos y pérdida de clientes estimado en USD \$240,000 anuales (impacto financiero)."



# METODOLOGIA DMAIC

## FASE DEFINIR

### 3. Declaración de Objetivos (Goal Statement)

Define el estado futuro deseado. Debe redactarse bajo la metodología **SMART** (Específico, Medible, Alcanzable, Relevante y con un Tiempo definido).

- Ejemplo: "Reducir la tasa de rechazo en la línea de créditos hipotecarios del 14% actual al 4% para el 31 de diciembre de 2026, generando un ahorro estimado de USD \$170,000".

### 4. Alcance del Proyecto (Project Scope)

Establece las fronteras del proyecto para evitar la "corrupción del alcance" (Scope Creep), que es la tendencia de los proyectos a expandirse sin control.

- Herramienta práctica:** Se utiliza una matriz de "**Dentro / Fuera**" (In / Out).

- Dentro: Solicitudes de crédito originadas en la región Norte a través de la App móvil.
- Fuera: Créditos originados en sucursales físicas o de otras regiones, y reingeniería del software base del banco.



# METODOLOGIA DMAIC

## FASE DEFINIR

### 5. Métricas del Proyecto (La métrica "Y")

En Six Sigma, todo se traduce a la ecuación  $Y = f(X)$ . El Project Charter debe dejar claro cuál es la variable de salida que se va a mejorar.

- **Métrica Primaria (Y):** La variable principal del éxito (ej. Tiempo de ciclo, Porcentaje de defectos).
- **Métrica Secundaria o de Consecuencia (Métrica de Balance):** Asegura que al arreglar "Y" no destruyamos otra variable. (ej. Si el objetivo es reducir el tiempo de atención, la métrica secundaria es la satisfacción del cliente, para garantizar que la prisa no baje la calidad del trato).

### 6. Cronograma de Hitos (Milestones) y Equipo

- **Hitos:** Fechas límite impuestas para el cierre de cada una de las fases DMAIC. Un retraso en una fase impacta el ROI esperado.
- **Estructura del Equipo:** Define claramente quién es el Sponsor (el que financia y remueve obstáculos), el Leader (Black/Green Belt), los miembros del equipo técnico (SMEs - Subject Matter Experts) y el dueño del proceso.



# METODOLOGIA DMAIC

## Project Charter como Herramienta de Gestión

A lo largo del ciclo de vida del proyecto, el Project Charter cumple tres funciones críticas para la gerencia:

- 1.Alineación de Expectativas:** Evita el peor error de la consultoría interna: que el equipo entregue una solución perfecta para un problema que al patrocinador no le interesaba resolver.
- 2.Mecanismo de Defensa (Protección del Alcance):** Si durante la fase de análisis el Sponsor pide "aprovechar el viaje" para solucionar otro problema operativo, el líder del proyecto puede usar el Charter firmado para demostrar que eso requeriría un nuevo proyecto o presupuesto extra.
- 1.Documento Vivo pero Controlado:** Aunque se firma al inicio (fase de Definición), puede sufrir sutiles calibraciones tras la fase de Medición (cuando se tienen datos más precisos de la línea base), pero cualquier cambio estructural requiere una refirma de la alta dirección.

[illegible]



# METODOLOGIA DMAIC

## FASE DEFINIR

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                     |                      |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |               |                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------------|
| <b>Caso de Negocio</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                     |                      |                     | <b>Oportunidad</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |               |                       |
| La presencia de grumos en nuestros recubrimientos de la línea Premium está impactando directamente la satisfacción de nuestros clientes B2B, generando un aumento en las devoluciones y afectando la rentabilidad del área de Producción debido a los altos costos de reproceso y desperdicio de materia prima. Resolver esto es vital para mantener nuestra cuota de mercado del 25% y proteger el margen bruto de la compañía. |                     |                      |                     | Durante los últimos 6 meses (Febrero - Julio 2025), la tasa de rechazo por el defecto de "grumos" en la sección de Empastado promedió un 8.5% del volumen total producido, superando ampliamente el límite tolerado del 2%. Esto ha generado pérdidas por reprocesos estimadas en \$120,000 USD semestrales y 12 quejas formales de clientes clave. |               |                       |
| <b>Objetivo</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                     |                      |                     | <b>Alcance del Proyecto</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |               |                       |
| Reducir la tasa de rechazo por defecto de grumos en la sección de Empastado del 8.5% actual a un máximo del 2.0% para el 15 de diciembre de 2025, sin incrementar el tiempo de ciclo del proceso.                                                                                                                                                                                                                                |                     |                      |                     | Punto de Partida del Proceso: Recepción y pesado de las resinas y pigmentos en la estación de Empastado.                                                                                                                                                                                                                                            |               |                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                     |                      |                     | Punto de Llegada del Proceso: Bombeo de la pasta terminada hacia los tanques de filtrado y envasado.                                                                                                                                                                                                                                                |               |                       |
| <b>Ahorro/Beneficio Esperado</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                     |                      |                     | Dentro del Alcance: Parámetros de las máquinas mezcladoras (velocidad, temperatura, tiempo) y orden de adición de materias primas para la familia de productos "Línea Premium"                                                                                                                                                                      |               |                       |
| Un ahorro financiero validado por Contraloría de \$180,000 USD anuales (Hard Savings) derivado de la reducción de mermas y horas extras por reproceso, además de la recuperación de la confianza de los clientes B2B (Soft Savings).                                                                                                                                                                                             |                     |                      |                     | Fuera del Alcance: Reformulación química del producto (I+D), procesos de envasado, logística y otras familias de productos (Línea Estándar).                                                                                                                                                                                                        |               |                       |
| <b>Plan del Proyecto</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                     |                      |                     | <b>Equipo</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |               |                       |
| <b>Tarea/Fase</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>Fecha Inicio</b> | <b>Fecha Termino</b> | <b>Termino Real</b> | <b>Nombre</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>Rol</b>    | <b>Compromiso (%)</b> |
| Definir                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 15/08/2025          | 31/08/2025           |                     | Ana Silva                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Sponsor       | 5%                    |
| Medir                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1/09/2025           | 30/09/2025           |                     | Carlos Mendoza                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Líder         | 50%                   |
| Analizar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 1/10/2025           | 31/10/2025           |                     | Luis Ramos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Process Owner | 20%                   |
| Mejorar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 1/11/2025           | 30/11/2025           |                     | Maria Gómez                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Operador      | 15%                   |
| Controlar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1/12/2025           | 20/12/2025           |                     | Jorge Ruiz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Financiero    | 10%                   |



# METODOLOGIA DMAIC

## VOC

El **VOC** representa las necesidades, expectativas, deseos y quejas del cliente expresadas en **sus propias palabras**. Es la retroalimentación directa que la empresa recibe del mercado.

•**Características del VOC:**

- **Es cualitativo y subjetivo:** A menudo se expresa de forma ambigua, emocional o general.
- **Se enfoca en la experiencia:** Al cliente no le importan los procesos internos de la empresa, solo el resultado final que recibe.
- **Fuentes de recolección:** Encuestas, grupos focales (focus groups), entrevistas, quejas en servicio al cliente, reseñas en redes sociales, y devoluciones de productos.

**El problema del VOC para un ingeniero o gerente:** No puedes optimizar ni controlar estadísticamente una métrica basada en opiniones ambiguas. Si un cliente dice "*Quiero que el servicio sea rápido*", la palabra "rápido" significa algo diferente para cada persona. Aquí es donde entra el CTQ.



# METODOLOGIA DMAIC

## CTQ

### CTQ (Critical to Quality - Crítico para la Calidad)

El **CTQ** es la traducción técnica y operativa del VOC. Es una característica de un producto, servicio o proceso que es **medible, específica y esencial** para garantizar la satisfacción del cliente.

#### •Características del CTQ:

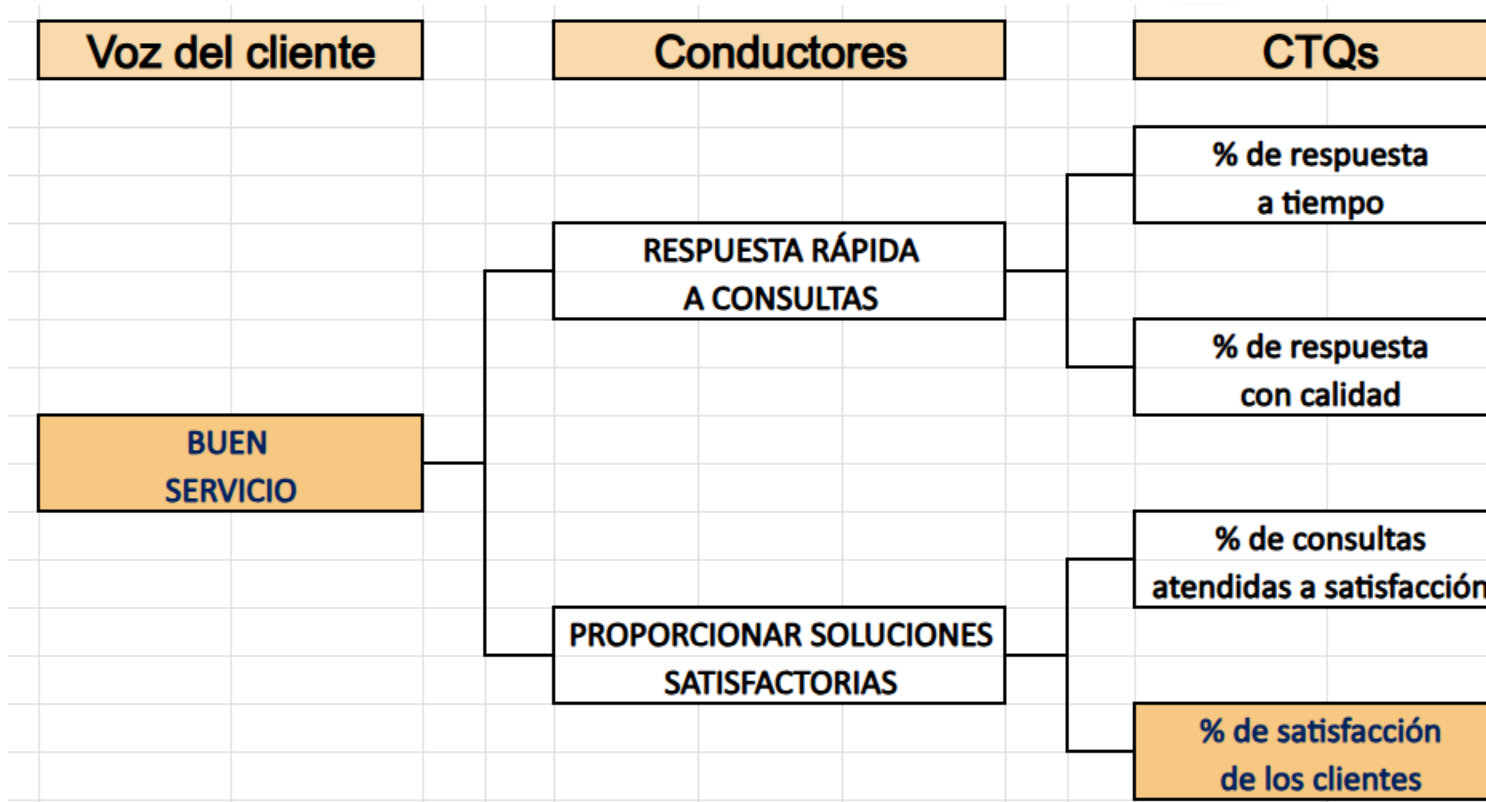
- Es cuantitativo y objetivo:** Se define mediante números, límites, tiempos o dimensiones.
- Tiene límites de especificación:** Un CTQ siempre debe tener un límite superior e inferior (ej. el tiempo de entrega debe ser entre 24 y 48 horas).
- Es accionable:** La empresa puede monitorearlo con gráficos de control (\$SPC\$) y mejorarlo mediante proyectos DMAIC.

Si un defecto afecta una métrica CTQ, impacta directamente la satisfacción del cliente. Si no la afecta, puede ser una ineficiencia interna, pero no es crítico para el cliente final.



# METODOLOGIA DMAIC

## FASE DEFINIR



Voz del cliente (VOC)

Lo que el cliente dice o siente sobre tu servicio/producto. Es subjetivo, emocional y ambiguo

Conductores ( Drivers)

Son las palancas operativas que explican esa percepción del cliente. Puente entre lo subjetivo y lo operativo

CTQ ( Critical to Quality)

Son indicadores medibles que indican si los conductores están funcionando. Es decir como lo mido



# METODOLOGIA DMAIC

## SIPOC

El SIPOC es una de las herramientas fundacionales de la metodología Six Sigma, utilizada principalmente durante la fase Definir del ciclo DMAIC. A nivel gerencial, no se trata solo de un diagrama de flujo, sino de una herramienta de alineación estratégica y delimitación del alcance.

Su nombre es un acrónimo en inglés que representa los cinco elementos universales de cualquier proceso productivo o de servicio.

- S - Suppliers (Proveedores): Son las entidades, sistemas o personas que proporcionan los insumos necesarios para que el proceso funcione. Pueden ser externos (un proveedor de materias primas, una empresa de software) o internos (el departamento de compras, el turno anterior en la fábrica).
- I - Inputs (Entradas / Insumos): Es todo aquello que ingresa al proceso para ser transformado o utilizado. Pueden ser tangibles (materiales, piezas, formularios físicos) o intangibles (datos, correos electrónicos, especificaciones, horas de trabajo).
- P - Process (Proceso): Es la serie de pasos o actividades que transforman las Entradas (I) en Salidas (O) agregando valor. Regla de oro del SIPOC: El proceso debe resumirse a un alto nivel, documentando únicamente entre 5 y 7 pasos macro. Si tiene más de 7 pasos, se está cayendo en el micro-mapeo operativo, perdiendo el enfoque ejecutivo de la herramienta.
- O - Outputs (Salidas): Es el resultado tangible o intangible que produce el proceso una vez finalizada la transformación. Puede ser un producto terminado, un servicio entregado, una base de datos actualizada o un informe financiero.
- C - Customers (Clientes): Son las personas, departamentos o entidades que reciben la Salida (O). Al igual que los proveedores, pueden ser externos (el consumidor final) o internos (el área de ventas que recibe el producto de manufactura).



# METODOLOGIA DMAIC

## SIPOC

### El Objetivo Estratégico del SIPOC en un Proyecto

En un entorno de diplomado o alta dirección, debes entender que el SIPOC no reemplaza a un diagrama de flujo detallado (como un VSM o un *Flowchart*). Sus objetivos principales son:

1. Evitar la corrupción del alcance (*Scope Creep*): Al definir claramente dónde empieza y dónde termina el proceso macro (los pasos 1 y 5 del bloque "P"), el líder del proyecto y el *Sponsor* concuerdan exactamente qué se va a mejorar y qué áreas quedan fuera del proyecto.
2. Identificar variables de entrada (X) y salida (Y): Ayuda a visualizar la relación de la ecuación fundamental de Six Sigma:  $Y = f(X)$ . Las Salidas (O) contienen la métrica "Y", y las Entradas (I) contienen las variables "X" que podrían estar causando el problema.
3. Alinear a las partes interesadas (*Stakeholders*): Sirve como una "fotografía satelital" que permite a personas de diferentes departamentos (ej. Finanzas, Operaciones, TI) entender rápidamente cómo funciona el proceso sin perderse en detalles técnicos que no dominan.



# METODOLOGIA DMAIC

## SIPOC

1. Identificar Procesos y los límites
2. Identificar las salidas
3. Identificar los clientes para cada salida
4. Hacer una lista de los requerimientos para cada salida
5. Identificar las entradas
6. Identificar proveedores para cada entrada
7. Hacer una lista de los requerimientos para cada entrada



# METODOLOGIA DMAIC

## SIPOC

| Proveedor                     | Entrada                      |                                                 |                                             |                                          |                                             | Proceso                                    | Salidas                                   | Requerimiento de las salidas                                        | Cliente                       |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
|                               | M. Obra                      | Material                                        | Maquina                                     | Metodo                                   | Medio Ambiente                              |                                            |                                           |                                                                     |                               |
| Almacén General               | Auxiliar de almacén / pesaje | Resinas líquidas, pigmentos en polvo, solventes | Básculas industriales calibradas            | Orden de surtido (Picking list) y receta | Área seca (para evitar humedad en polvos)   | 1. Pesaje y preparación de materias primas | Lotes (Kits) de materia prima medidos     | Pesos exactos según receta ( +/- 0.1%). Insumos sin humedad.        | Operador de Mezclado          |
| Paso anterior (Pesaje)        | Operador de tanque           | Lotes de resinas y solventes                    | Polipastos, Tanque de mezcla vacío y limpio | SOP de adición secuencial de líquidos    | Extracción activa de vapores                | 2. Carga de líquidos al tanque base        | Cama líquida preparada en el tanque       | Volumen correcto. Temperatura inicial <= 25°C                       | Operador de Mezclado          |
| Paso anterior (Carga líquida) | Operador de tanque           | Lotes de pigmentos y cargas sólidas             | Tolva de polvos, sistema de extracción      | SOP de vertido lento y orden específico  | Control de polvo en suspensión              | 3. Adición de sólidos (Pigmentos)          | Mezcla heterogénea (líquidos + sólidos)   | Vertido sin encapsulamiento prematuro de polvos en la resina.       | Operador de Dispersión        |
| Paso anterior / Mantenimiento | Operador experto (SME)       | Mezcla heterogénea en el tanque base            | Dispersor de alta velocidad (Cowles), Aspas | Parámetros de RPM y tiempo de agitación  | Refrigeración del tanque (chaqueta de agua) | 4. Mezclado y Dispersión (Empastado)       | Pasta Premium homogénea (Base de pintura) | Ausencia de grumos (< 2mm). Viscosidad en rango. Temp < 60°C        | Control de Calidad (QC)       |
| Paso anterior (Dispersión)    | Operador de trasiego         | Pasta Premium aprobada por QC                   | Bomba neumática, Filtros de malla (Tamiz)   | SOP de trasiego y limpieza de filtros    | Tuberías purgadas y limpias                 | 5. Filtrado y bombeo a tanques finales     | Pasta bombeada libre de impurezas         | Flujo continuo. Malla del filtro intacta y sin saturarse de grumos. | Área de Completado / Envasado |

# ¡Gracias!



Centro de  
Especializaciones  
Noeder

Conéctate con nuestra comunidad

