



LEAN SIX SIGMA BLACK BELT

PROFESSIONAL CERTIFICATION



...

LSSBBPC™ Versión 022023

...

LEAN SIX SIGMA BLACK BELT PROFESSIONAL CERTIFICATION

LSSBBPC™



LSSBBPC™ Versión 022023



¿Quién es Certiprof®?

Certiprof® es una entidad certificadora fundada en los Estados Unidos en 2015, ubicada actualmente en Sunrise, Florida.

Nuestra filosofía se basa en la creación de conocimiento en comunidad y para ello su red colaborativa está conformada por:

- **Nuestros Lifelong Learners (LLL)** se identifican como Aprendices Continuos, lo que demuestra su compromiso inquebrantable con el aprendizaje permanente, que es de vital importancia en el mundo digital en constante cambio y expansión de hoy. Independientemente de si ganan o no el examen.
- Las universidades, centros de formación, y facilitadores en todo el mundo forman parte de nuestra red de aliados **ATPs (Authorized Training Partners.)**
- **Los autores (co-creadores)** son expertos de la industria o practicantes que, con su conocimiento, desarrollan contenidos para la creación de nuevas certificaciones que respondan a las necesidades de la industria.
- **Personal Interno:** Nuestro equipo distribuido con operaciones en India, Brasil, Colombia y Estados Unidos está a cargo de superar obstáculos, encontrar soluciones y entregar resultados excepcionales.



Nuestras Afiliaciones

Memberships



Digital badges issued by



Agile Alliance

Certiprof® es un miembro corporativo de Agile Alliance.

Al unirnos al programa corporativo Agile Alliance, continuamos empoderando a las personas ayudándolas a alcanzar su potencial a través de la educación. Cada día, brindamos más herramientas y recursos que permiten a nuestros socios formar profesionales que buscan mejorar su desarrollo profesional y sus habilidades.

<https://www.agilealliance.org/organizations/certiprof/>



IT Certification Council – ITCC

Certiprof® es un miembro activo de ITCC.

Una de las ventajas de hacer parte del ITCC es como líderes del sector colaboran entre sí en un formato abierto para explorar maneras nuevas o diferentes formas de hacer negocios que inspiran y fomentan la innovación, estableciendo y compartiendo buenas prácticas que nos permiten extender ese conocimiento a nuestra comunidad.

Certiprof ha contribuido a la elaboración de documentos blancos en el Career Path Ways Taskforce, un grupo de trabajo que se implementó internamente para ofrecer a los estudiantes la oportunidad de saber qué camino tomar después de una certificación.

Algunos de los miembros del ITCC

- **IBM**
- **CISCO**
- **ADOBE**
- **AWS**
- **SAP**
- **GOOGLE**
- **ISACA**



Credly

Esta alianza permite que las personas y empresas certificadas con Certiprof® cuenten con una distinción a nivel mundial a través de un distintivo digital.

Credly es el emisor de insignias más importante del mundo y empresas líderes en tecnología como IBM, Microsoft, PMI, Nokia, la Universidad de Stanford, entre otras, emiten sus insignias con Credly.

Empresas que emiten insignias de validación de conocimiento con Credly:

- **IBM**
- **Microsoft**
- **PMI**
- **Universidad de Stanford**
- **Certiprof**



Insignias Digitales



Insignias Digitales: ¿Qué Son?

Según el estudio del IT Certification Council (ITCC), años atrás, la gente sabía muy poco sobre las insignias digitales. Hoy, grandes empresas e instituciones educativas de todo el mundo expiden insignias.

Las insignias digitales contienen metadatos detallados sobre quién las ha obtenido, las competencias requeridas y la organización que las ha expedido. Algunas insignias incluso están vinculadas a las actividades necesarias para obtenerlas.

Para las empresas e instituciones educativas, las insignias y la información que proporcionan son tan importantes que muchas decisiones, como las de contratación o admisión, se basan en los datos que aportan.



¿Por qué son importantes?



- **Facilidad de Compartir y Verificar Logros:**

Las insignias digitales permiten a los profesionales mostrar y verificar sus logros de manera instantánea y global. Según un informe de Credly, **los perfiles de LinkedIn con insignias digitales reciben un 40% más de atención por parte de reclutadores y empleadores.**

- **Visibilidad en Plataformas Digitales:**

En una encuesta realizada por Pearson y Credly, el **85%** de los usuarios que obtuvieron insignias digitales **las compartieron en LinkedIn**, y el **75%** reportó que esto mejoró su **credibilidad profesional en sus redes**. Además, el **76%** de los empleadores encuestados afirmó que las insignias digitales les ayudan a identificar rápidamente habilidades específicas.

¿Por qué son importantes?

- **Impacto en la Contratación:**

Un estudio de la **Asociación Internacional de Gestión de Proyectos (PMI)** encontró que los candidatos que muestran insignias digitales de gestión de proyectos tienen **un 60% más** de probabilidades de ser contratados en comparación con aquellos que solo mencionan sus habilidades sin verificación digital.



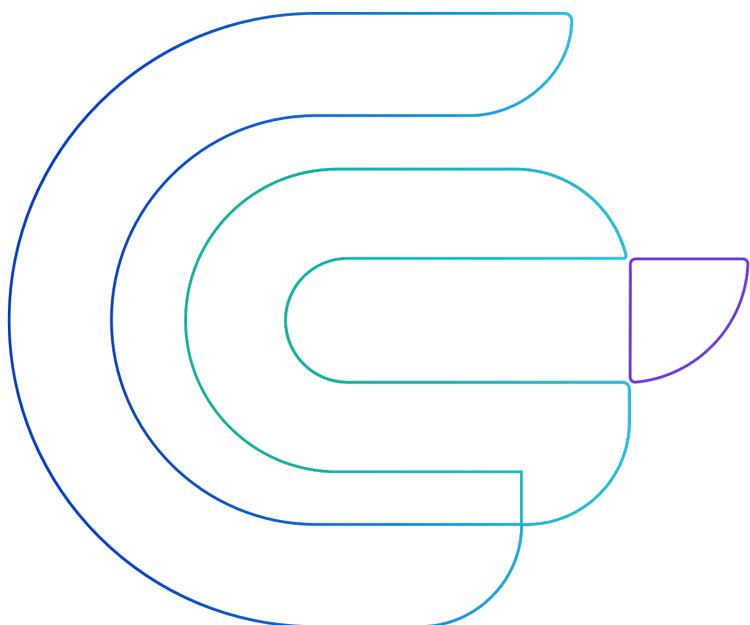
¿Por qué son importantes?



- **Empoderamiento de la Marca Personal:**

La visibilidad y verificación instantánea proporcionada por las insignias digitales permiten a los profesionales no solo demostrar sus habilidades, sino también construir una marca personal fuerte. Según un estudio de LinkedIn, los profesionales que utilizan insignias digitales tienen un 24% más de probabilidades de avanzar en sus carreras.

a certificación y las insignias digitales no son solo una validación del conocimiento, sino también una herramienta poderosa para la mejora continua y la empleabilidad. En un mundo donde el aprendizaje permanente se ha convertido en la norma, estas credenciales son clave para el desarrollo profesional y la competitividad en el mercado laboral global.



No todas las insignias son iguales, y en **Certiprof**, estamos comprometidos con ofrecerte más que un simple reconocimiento digital. Al obtener una insignia emitida por Certiprof, estarás recibiendo una validación de tu conocimiento respaldada por una de las entidades líderes en certificación profesional a nivel mundial.

Da el siguiente paso y obtén la insignia que te abrirá puertas y te posicionará como un experto en tu campo.

¿Por qué es importante obtener su certificado?

- **Prueba de experiencia:** Su certificado es un reconocimiento formal de las habilidades y conocimientos que ha adquirido. Sirve como prueba verificable de sus cualificaciones y demuestra su compromiso con la excelencia en su campo.
- **Credibilidad y reconocimiento:** En el competitivo mercado laboral actual, las empresas y los compañeros valoran las credenciales que le distinguen de los demás. Un certificado de una institución reconocida, como Certiprof, proporciona credibilidad instantánea e impulsa su reputación profesional.
- **Avance profesional:** Tener tu certificado puede abrirte las puertas a nuevas oportunidades. Ya se trate de un ascenso, un aumento de sueldo o un nuevo puesto de trabajo, las certificaciones son un factor diferenciador clave que los empleadores tienen en cuenta a la hora de evaluar a los candidatos.



¿Por qué es importante obtener su certificado?

- **Oportunidades de establecer contactos:** Poseer un certificado le conecta con una red de profesionales certificados. Muchas organizaciones cuentan con grupos de antiguos alumnos o de trabajo en red en los que puede compartir experiencias, intercambiar ideas y ampliar su círculo profesional.
- **Logro personal:** Obtener una certificación es un logro importante, y su certificado es un recordatorio tangible del trabajo duro, la dedicación y el progreso que ha realizado. Es algo de lo que puede sentirse orgulloso y mostrar a los demás.





Lean Six Sigma Black Belt Certification - LSSBBPC

Issued by [Certiprof](#)

Lean Six Sigma Professional Certification Holders have the skills and abilities to analyze and solve quality problems by implementing the Six Sigma methodology that optimizes the organization's resources and processes by decreasing and decreasing variability, thus eliminating any waste that may affect the overall system.

Certification

Paid

Skills

- [Business Analysis](#)
- [Change Management](#)
- [Efficiency](#)
- [Lean Six Sigma Green Belt](#)
- [Organizational Change](#)
- [Project Management](#)
- [Quality Management](#)
- [Resource Optimization](#)
- [Six Sigma](#)
- [Statistics](#)

<https://www.credly.com/org/certiprof/badge/lean-six-sigma-black-belt-certification-lssbbpc.1>



Lifelong Learning

- Certiprof ha creado una insignia especial para reconocer a los aprendices constantes.
- Para el 2024, se han emitido más de 1,000,000 de estas insignias en más de 11 idiomas.

Propósito y Filosofía

- Esta insignia está destinada a personas que creen firmemente en que la educación puede cambiar vidas y transformar el mundo.
- La filosofía detrás de la insignia es promover el compromiso con el aprendizaje continuo a lo largo de la vida.

Acceso y Obtención de la Insignia

- La insignia de Lifelong Learning se entrega sin costo a aquellos que se identifican con este enfoque de aprendizaje.
- Cualquier persona que se considere un aprendiz constante puede reclamar su insignia visitando:

<https://certiprof.com/pages/certiprof-lifelong-learning>



...

COMPARTE Y VERIFICA TUS LOGROS DE APRENDIZAJE FÁCILMENTE

#LSSBBPC #certiprof



C certiprof®

...

...

MODULO 1

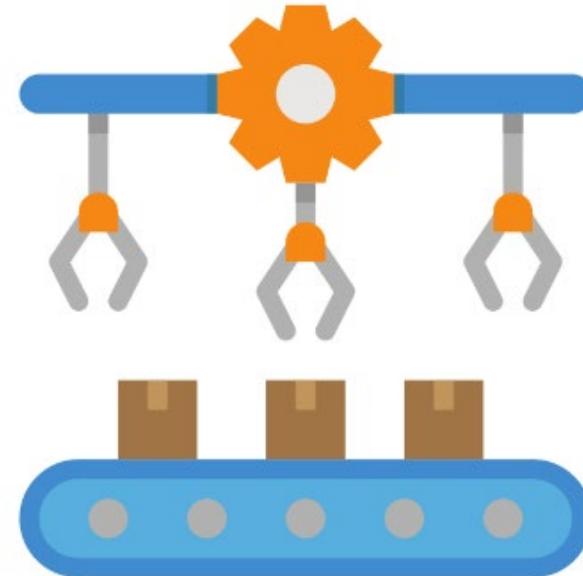
Lean Six Sigma y Ciclos de Mejora



LSSBBPC™ Versión 022023

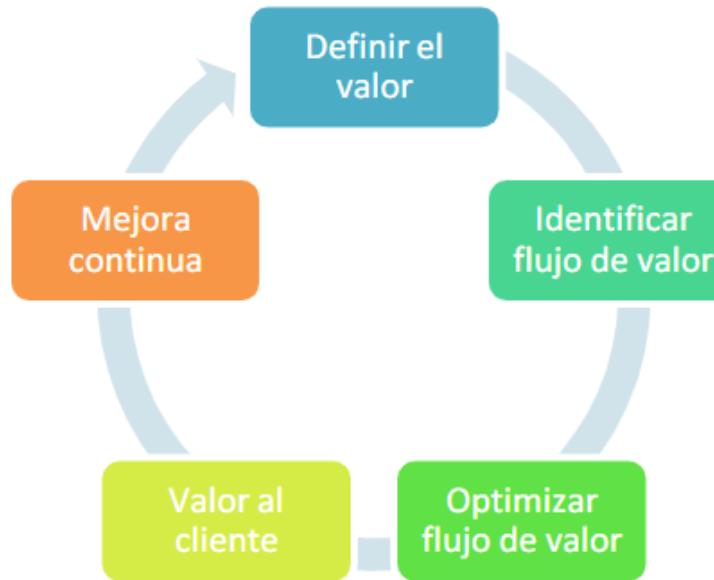


- El propósito fundamental de lean es mejorar el rendimiento garantizando la satisfacción del cliente, al reducir y eliminar los desperdicios y el Lead Time.
- Normalmente se ve a la metodología Lean como un set de herramientas para mejorar los procesos, sin embargo, Lean es una filosofía que debería ser adoptada por toda la organización a diario.



Metodología LEAN

La metodología Lean es creada por el ingeniero Taiichi Ohno en el siglo XX para Toyota y su base está en la satisfacción del cliente mediante las **entregas en tiempo** y el **uso mínimo de recursos**, priorizando la **mejora continua** como concepto básico



García Ortega, B (sin fecha) Principios fundamentales de la metodología Lean, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial Universitat Politècnica de València, Figura 1

Es una **herramienta estratégica** que permite a las organizaciones obtener un mejor desempeño por la optimización de recursos.

Algunos Beneficios

Mejorar la capacidad de Cumplir Requisitos de Clientes | Aumentar la Satisfacción del Cliente y la percepción del mismo a la empresa | Eliminar costos mediante la gestión eficiente de recursos.



Metodología LEAN

Definir Valor

Es necesario identificar correctamente lo que requiere el cliente y lo que es realmente de valor, para disminuir el desperdicio.

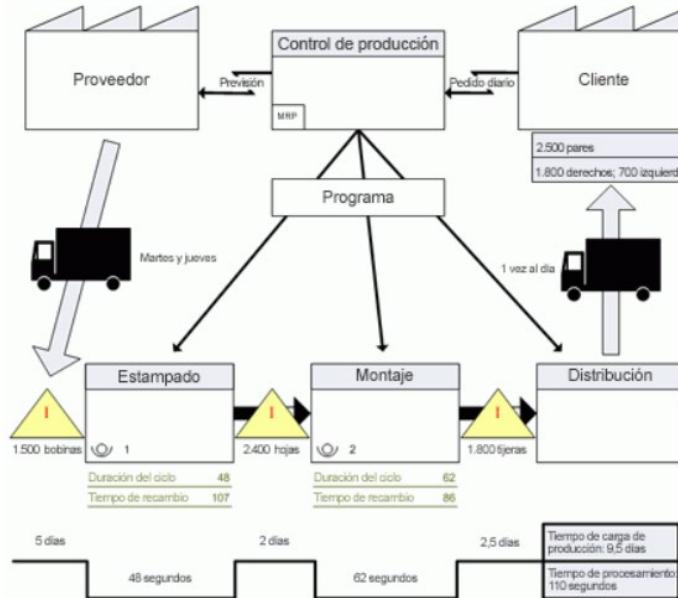
Esto apoya la idea de encontrar cuáles son las actividades necesarias para la ejecución de las actividades, proceso y/o proyecto y las que no aportan hay que tratar de eliminarlas.



Metodología LEAN

Flujo de Valor

Identificar todas las actividades necesarias dentro del proceso, sus etapas de transformación desde su inicio hasta la entrega del producto terminado.

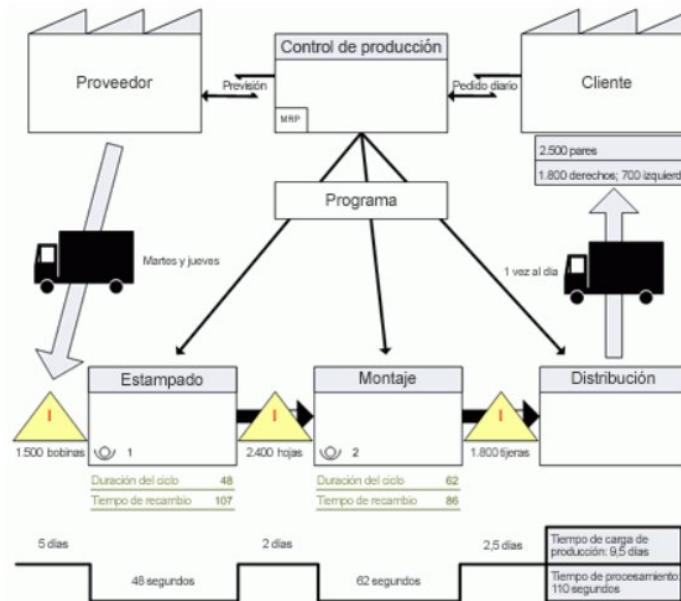


Microsoft. (Sin fecha). Microsoft soporte. <https://support.microsoft.com/es-es/office/crear-un-mapa-de-flujo-de-valor-35a09801-999e-4beb-ad4a-3235b3f0eaa3>

Metodología LEAN

Optimizar
flujo de Valor

Teniendo en cuenta el objetivo final, hay que intentar aplicar las actividades que más generen valor en el proceso implementando herramientas o instrumentos que permitan eliminar los desperdicios o interrupciones en la producción.



Microsoft. (Sin fecha). Microsoft soporte. <https://support.microsoft.com/es-es/office/crear-un-mapa-de-flujo-de-valor-35a09801-999e-4beb-ad4a-3235b3f0eaa3>

Metodología LEAN

Valor al Cliente

Aquí el objetivo es que el cliente (interno y/o externo) sean los que tiren de la producción o ejecución de forma tal que se pueda entregar lo que él realmente necesita.
García (Sin fecha)

PUSH



Hacer todo lo que podamos por si nos piden

- Uso anticipado
- Inventario grande
- Desperdicio
- Pobre comunicación

PULL



Hacer lo que se necesita cuando es solicitado

- Más precisión en la producción
- Inventario bajo
- Reducción en el desperdicio
- Mejora en la comunicación

Metodología LEAN

Mejora Continua

La mejora continua implica revisar todas las etapas anteriores de forma periódica, asegurándose siempre que las decisiones se tomen con base en la satisfacción del cliente y el valor que se puede generar.

Concepto Mejora Continua ISO 9000 - sistemas de gestión de la calidad — Fundamentos y vocabulario

Actividad recurrente para aumentar la capacidad para cumplir los requisitos

NOTA: El proceso mediante el cual se establecen objetivos y se identifican oportunidades para la mejora es un proceso continuo a través del uso de los hallazgos de la auditoría, las conclusiones de la auditoría, el análisis de los datos, la revisión por la dirección u otros medios, y generalmente conduce a la acción correctiva y preventiva.

(Organización Internacional de Normalización [ISO], 2015)



Kaizen

Kaizen: Mejora continua que involucra a todo el equipo

Requiere que se establezca el ciclo PDCA

Plan: Establecer una meta

Do: Implementar el plan

Check: Revisar el proceso y el resultado de las mejoras implementadas

Act: Estandarizar los procesos nuevos para prevenir los problemas ya identificados

Como empezar:

Stop: Para de hacer cosas innecesarias

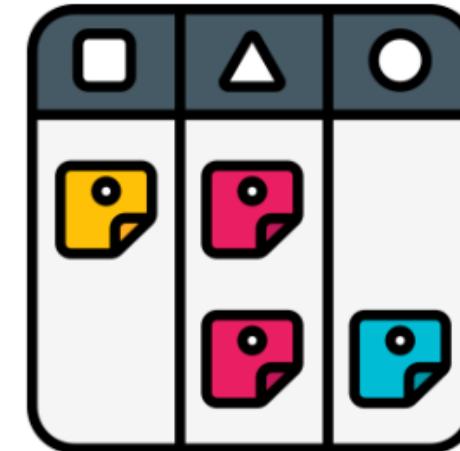
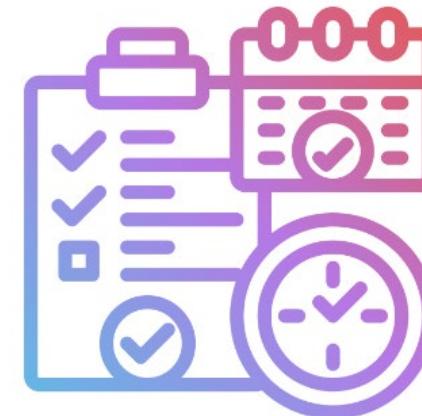
Reducir: Si no es posible parar, reducir lo innecesario

Cambiar: Intentar de otra manera



Just in Time

- Es una estrategia para reducir los costos, minimizando el inventario.
- JIT esta relacionado con diferentes señales que permite saber cuando iniciar la siguiente fase.
- Tener lo necesario justo cuando se necesiten y no antes
- Tener justo las cantidades que se necesiten y no más



Tiempo de Ciclo

El tiempo de ciclo es el tiempo real dedicado a trabajar en la producción de un artículo o la prestación de un servicio medido desde el inicio de la primera tarea hasta el final de la última tarea. El tiempo de ciclo incluye tanto el tiempo de valor agregado como el tiempo sin valor agregado.

Tiempo de ciclo para un elemento de flujo de una sola pieza =
Hora de finalización – Hora de inicio

Tiempo de ciclo = (Hora de finalización – Hora de inicio) / Unidades producidas

$$Tiempo\ de\ Ciclo = \sum Tiempos\ de\ Todas\ las\ actividades$$



Mejora de Procesos

Con la mejora de procesos es importante recordar 3 objetivos claves:

Efectividad: Un proceso que es efectivo tiene como output un requerimiento conforme a lo que el cliente ha solicitado.

Eficiencia: Un proceso eficiente tiene como output un requerimiento conforme pero eliminando o disminuyendo el desperdicio o perdidas de recursos.

Adaptabilidad: Un proceso adaptable esta diseñado para mantener tanto la efectividad como la eficiencia en un ambiente que puede cambiar en cualquier momento o a petición del cliente.



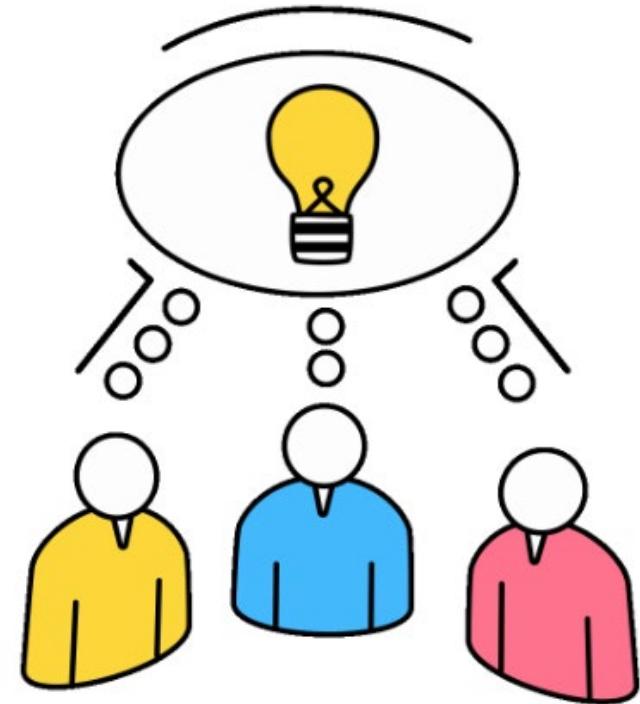
Mejora de Procesos

Enfoque Multifuncional

Este concepto es esencial para la gestión de LSS y se refiere al esfuerzo por definir el flujo de trabajo como una sola entidad o como una suma de todas las partes.

Factores Críticos

Es importante identificar las áreas o actividades claves para tener resultados exitosos en el Proyecto, esto permite tener una especial atención y establecer prioridades dentro del mismo.



Variación

La medida de los cambios en las salidas de un proceso dentro de un periodo determinado.

Usualmente es medida como la dispersión media de los datos en torno a la media.

Esto implica medir todas las entradas del proceso (5M).

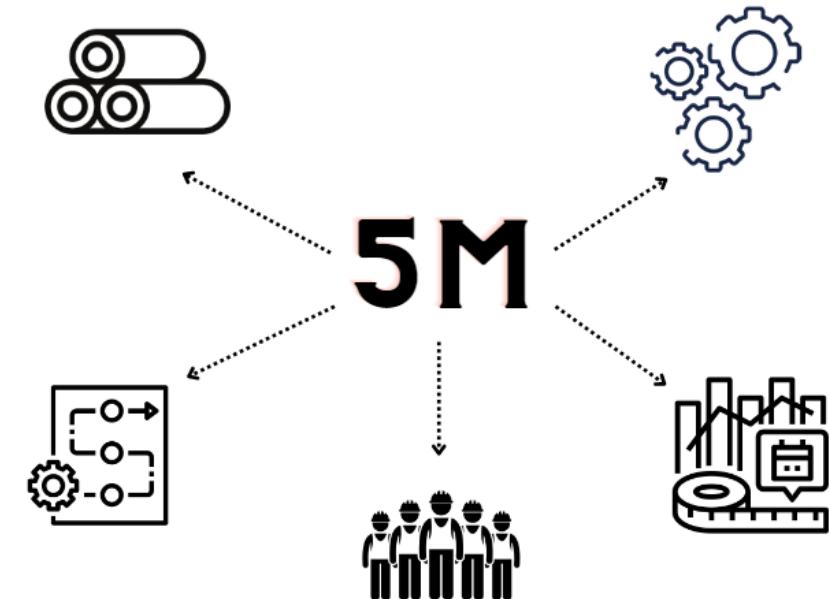
Materiales

Máquinas

Mano de Obra

Método

Medidas



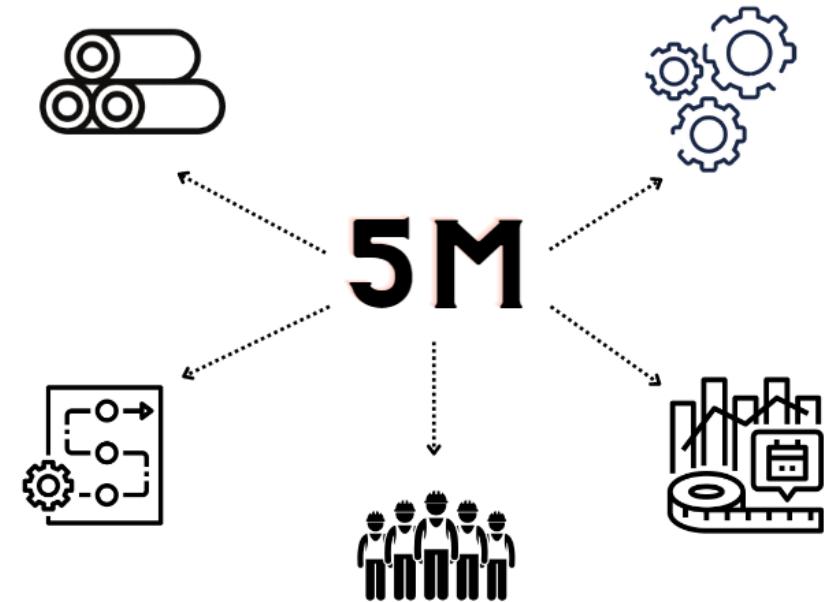
Variación

¿Por qué es importante entender y medir la variación?

Disminuir la variación permite mejores resultados.

Permite entender y mejorar los input del proceso.

Permite evaluar los output para mejorar la satisfacción del cliente.



Desperdicio

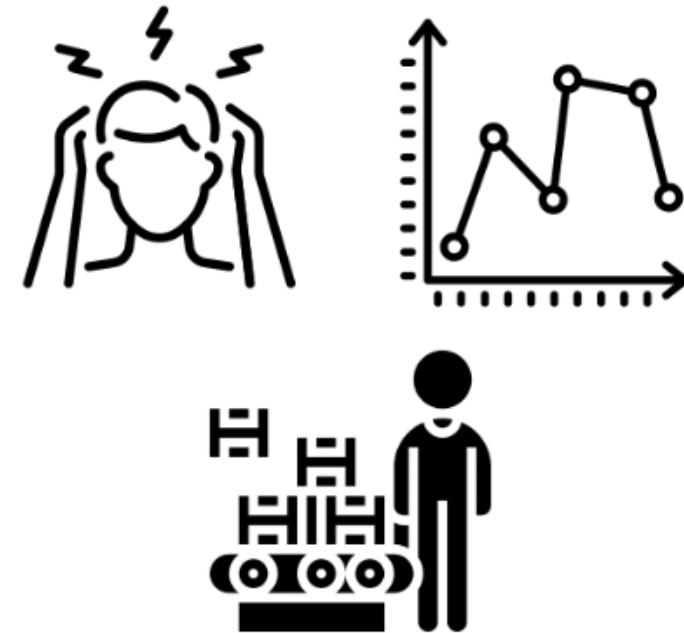
El desperdicio normalmente esta compuesto por actividades que no son necesarias.

Conceptos claves de Toyota

Muda: Actividades que no agregan valor

Mura: Variaciones no deseadas

Muri: Sobrecarga



Desperdicio

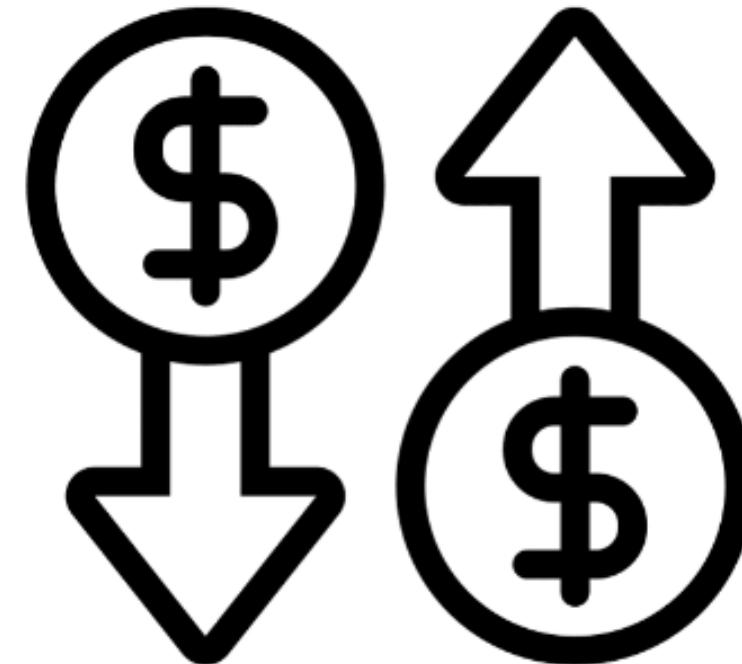
VA (Valor Agregado): Actividad que transforma el material o información para cumplir con los requerimientos del cliente.

NVA (Valor no Agregado): Actividad que toma tiempo, recursos o espacio pero no agrega valor al producto o servicio desde la perspectiva del cliente.

NVABN (Valor no Agregado pero necesario): Actividad que no genera valor desde la perspectiva del cliente pero es necesaria.

Ej: Regulaciones gubernamentales, contabilidad, etc.

*Debemos centrarnos en eliminar el NVA



Los 8 Desperdicios en Lean

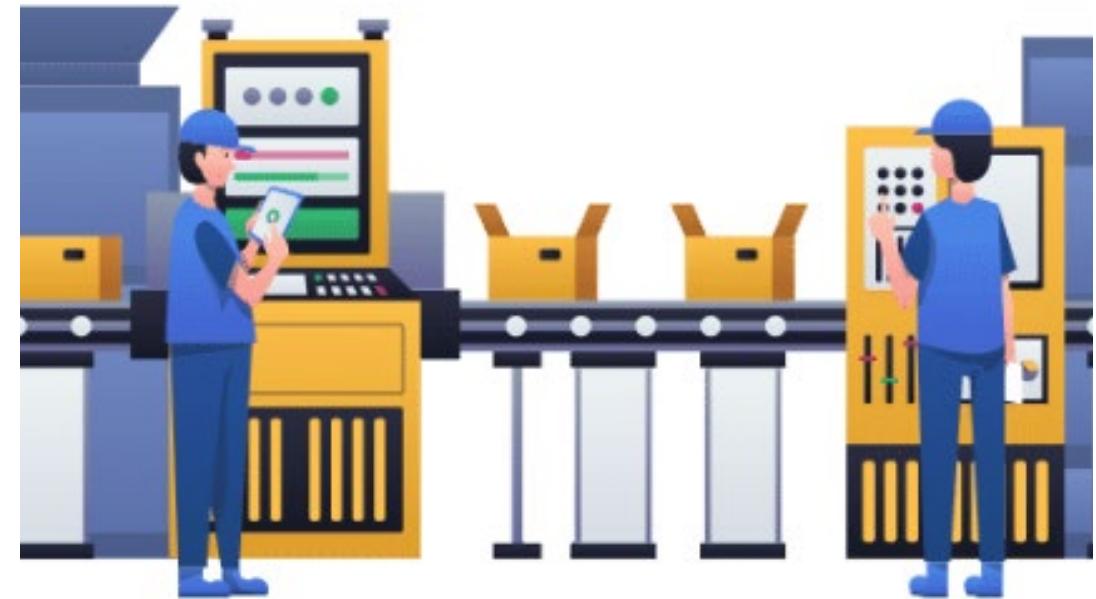
1. Exceso de inventario:

Cualquier suministro que exceda en flujo una sola pieza, esto aplica a (MP, WIP, PT).

El exceso de inventario implica, más personas, más espacio, más equipos, etc.

¿Cuál es su causa?

- Forecast no adecuado
- Complejidad del producto
- Proveedores no ajustados a los tiempos
- Falta de comunicación
- Sistemas de recompensas
- Programación desnivelada



Los 8 Desperdicios en Lean

2. Sobreproducción:

Realizar más de lo necesario o realizar el producto antes de que sea solicitado.

Este es un desperdicio critico de Muda y lleva a otros, como exceso de inventarios.



¿Cuál es su causa?

- Just in case
- Programación desnivelada
- Cargas de trabajo desequilibradas
- Mal uso de automatización
- Procesos muy extensos

Los 8 Desperdicios en Lean

3. Defectos:

Cualquier cosa que el cliente no acepte.

¿Cuál es su causa?

- Poco entendimiento de las necesidades del cliente.
- Malas prácticas de compras o baja calidad en los materiales.
- Malas prácticas de diseño de producto .
- Falta de procesos de control.
- Planes de mantenimiento deficientes.



Los 8 Desperdicios en Lean

4. Sobreprocesos:

Cualquier esfuerzo que no genere valor al servicio o producto.

¿Cuál es su causa?

- El producto cambia pero el proceso no
- Just in case logic
- Requerimiento del cliente no definidos
- Tiempo de inactividad
- Mala comunicación
- Muchas aprobaciones
- Información excesiva o extra



Los 8 Desperdicios en Lean

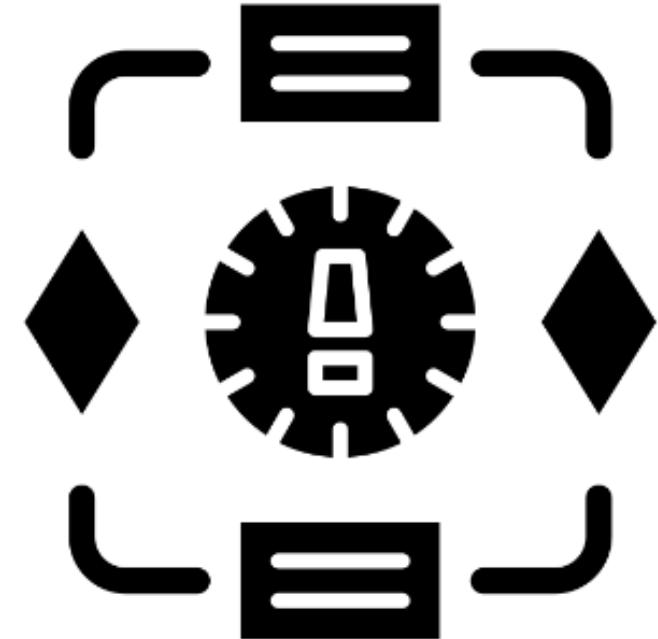
5. Tiempos de espera:

Tiempo esperando a que suceda otra actividad.

Puede ser la espera en mano de obra, de la máquina o materiales esperando por ser procesados.

¿Cuál es su causa?

- Falta de materia prima
- Tiempo de inactividad no planificado
- Mala disposición de los equipos o de las instalaciones
- Tiempos largos de preparación
- Mal uso de la automatización
- Problemas de calidad en fases anteriores



Los 8 Desperdicios en Lean

6. Movimientos:

Cualquier movimiento que no genere valor al producto o servicio.

Es importante conectar correctamente los materiales, las máquinas, los métodos y la mano de obra.

¿Cuál es su causa?

- Baja efectividad
- Métodos inconsistentes
- Mala gestión de la información
- Mala disposición de los elementos
- Mala organización del espacio del trabajo



Los 8 Desperdicios en Lean

7. Transporte:

Cualquier actividad que requiera transportar partes o materiales alrededor de las instalaciones.

El exceso de movimientos puede generar deterioro en los productos o materiales.

¿Cuál es su causa?

- Malas prácticas de compras
- Áreas grandes de almacenamiento o trabajo
- Disposición inadecuada en las instalaciones
- No tener buen entendimiento del flujo del proceso



Los 8 Desperdicios en Lean

8. Talento o conocimiento no utilizado:

Aunque muchos hablan ahora de la importancia del recurso humano, aun no se ve como un activo sino un pasivo, lo que impide que se aproveche la creatividad y la innovación de cada persona.

¿Cuál es su causa?

- Pensamiento y políticas antiguas
- Malas prácticas de contratación
- No inversión o baja inversión en entrenamiento
- Bajos salarios y alta rotación



¿Qué es?

- Six Sigma es una metodología orientada a los datos, enfocada al cliente y en caminada a los resultados, que utiliza herramientas y técnicas estadísticas para eliminar sistemáticamente los defectos y las ineficiencias para mejorar los procesos



Six Sigma

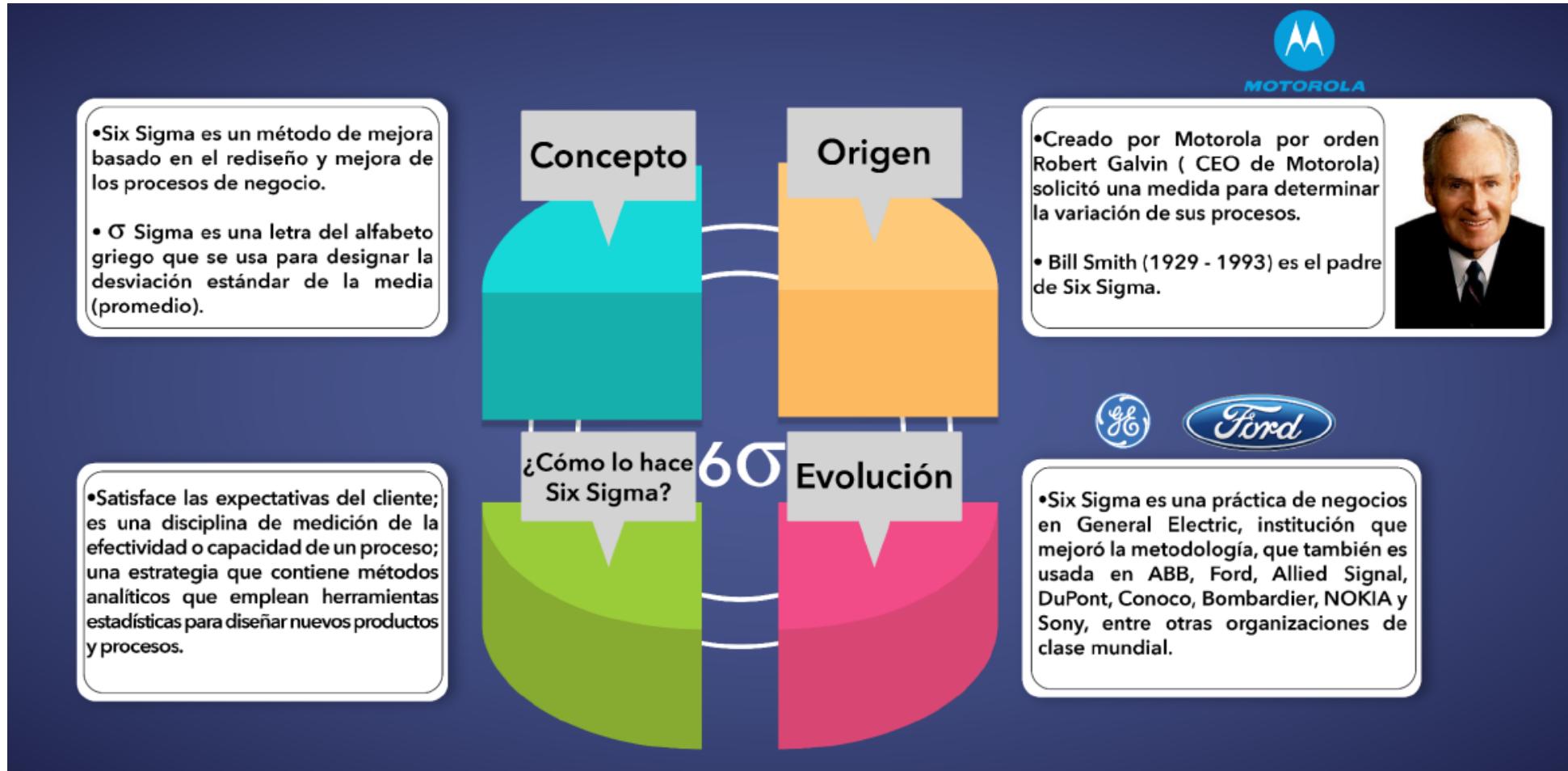
“Vamos a cambiar el paradigma de **corregir productos** a corregir y desarrollar **procesos**, para que estos produzcan nada más que la perfección o algo muy cercano a ello”.

Jack Welch 1995

Resultado: 2.5 bdd / año en ahorros



Six Sigma



Six Sigma

¿Cuál es su base?

Six Sigma está basado en herramientas de calidad probadas y en análisis matemáticos.

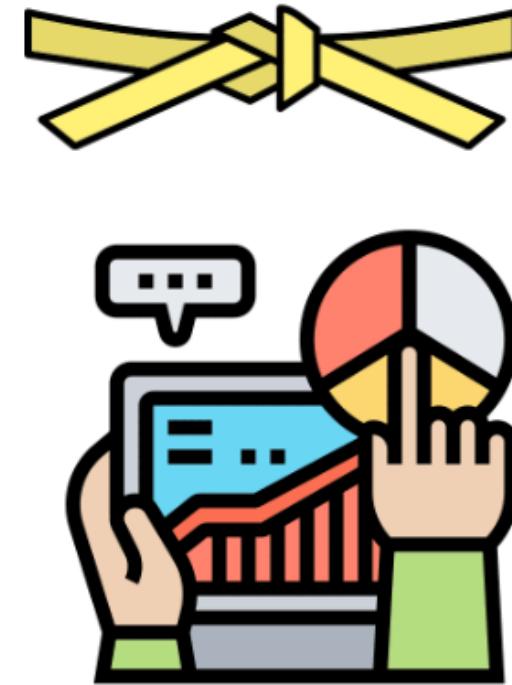
- Gráfica de Pareto
- Diagrama de causa y efecto
- Estratificación
- Hoja de verificación
- Histograma
- Diagrama de dispersión
- Gráfica de control de Shewhart



Yellow Belt (LSSYB)

- Individuos que han sido entrenados para ser parte de un equipo Six Sigma, usualmente son los encargados de recoger los datos, participar en la resolución de problemas y asistir la implementación de mejoras.
- El LSSYB debe tener un entendimiento básico de las herramientas de mejora y el ciclo DMAIC.

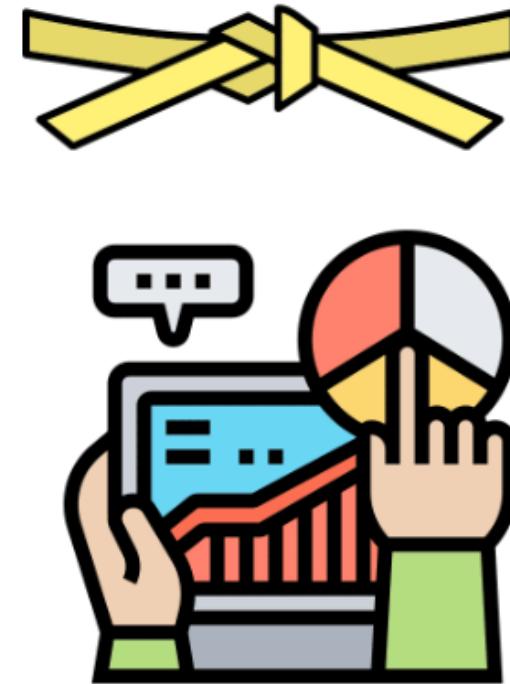
Usualmente debe existir un LSSYB por cada 5 empleados y 4 LSSYB por cada LSSGB.



Green Belt (LSSGB)

- Individuos que han completado un entrenamiento completo en Six Sigma, participan como miembros del equipo y pueden liderar proyectos sencillos.
- El LSSGB debe conocer las herramientas y poder identificar junto a otros miembros del equipo las oportunidades de mejora y liderarlas de acuerdo a sus asignaciones, también debe ser capaz de dar entrenamiento.

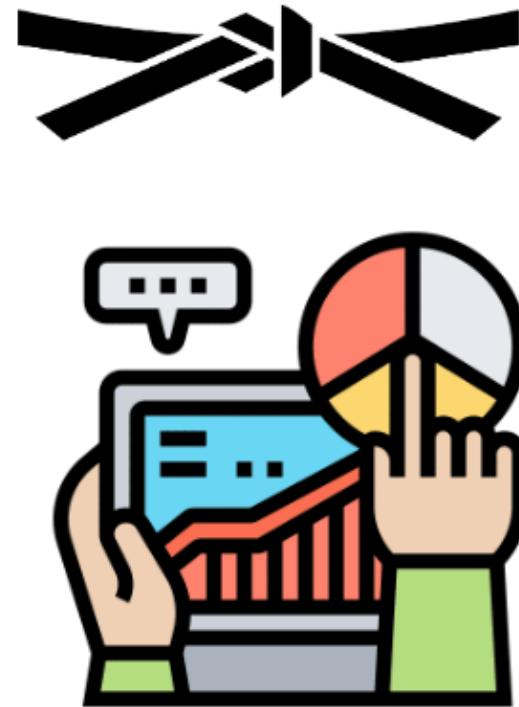
Usualmente debe existir un LSSGB por cada 20 empleados y 5 LSSGB por cada LSSBB.



Black Belt (LSSBB)

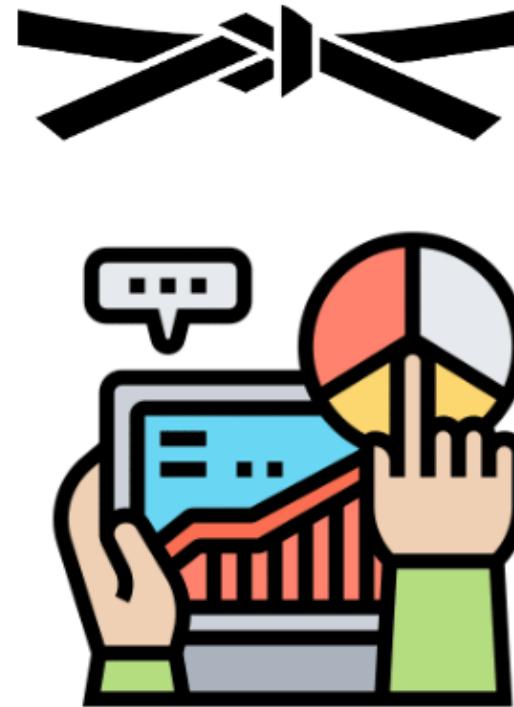
- Individuos que tienen un entrenamiento avanzado con énfasis en herramientas estadísticas y solución de problemas.
- El LSSBB da soporte al equipo y lo lidera para que el Proyecto sea bien ejecutado.
- Debe tener experiencia como gestor de cambio y en solución de problemas.

Usualmente debe existir un LSSBB por cada 100 empleados.



Black Belt (LSSBB)

- El Lean Six Sigma Black Belt es responsable de:
- Entrenar a Green Belts
- Comunicar las mejores prácticas
- Tomar proyectos que resuelvan la causa raíz de los problemas y establecer los cambios
- Trabajar con los ejecutivos y parte estratégica para reflejar la cultura lean
- Los LSSBB no son coach, son especialistas en resolver problemas y dan soporte a los LLSGB y LLSYB



Master Black Belt (LSSMBB)

- Individuos que tienen una amplia experiencia aplicando Six Sigma, son capaces de entrenar profesionalmente en todos los niveles y gestionar el cambio a nivel ejecutivo.
- Debe tener amplio conocimiento en Project management, tomar acciones cuando el LSSBB tiene problemas con encontrar causa raíz o en implementar el cambio.
- Debe revisar y aprobar proyectos así como identificar mejoras.
- Trabajar con los ejecutivos para establecer una cultura que refleje la filosofía Lean Six Sigma.

Usualmente debe existir un LSSMBB por cada 15 o 20 LSSBB o uno para toda la organización, si la organización tiene menos de 200 empleados.



Fases de un Proyecto de Mejora LSS

- **Fase 1:** Fase de venta
- **Fase 2:** Fase de planificación y entrenamiento
- **Fase 3:** Fase de lanzamiento
- **Fase 4:** Fase de medición de resultados
- **Fase 5:** Mantener el concepto



Metodología DMAIC

Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar: es un enfoque de resolución de conflictos basado en datos que ayuda a realizar mejoras y optimizaciones incrementales en los productos, diseños y procesos comerciales.

Definir: Seleccionar un proyecto y definir el problema

Medir: Obtener data del rendimiento del proceso y desarrollar una declaración del problema

Analizar: Analizar las causas del problema y verificar o encontrar la causa raíz

Mejorar: Identificar acciones para reducir los defectos y atacar la causa raíz, implementarlo y evaluar la mejora

Controlar: Controlar el proceso para asegurar que sea estandarizado, e identificar las lecciones aprendidas



Marco DMDAV

- DMADV es un marco Six Sigma que se centra en el desarrollo de un nuevo producto, servicio o proceso. Es un acrónimo de las cinco fases de DMADV: definir, medir, analizar, diseñar y verificar.

Definir: Definir objetivos clave que se mantengan alineados a las necesidades o requerimientos del cliente

Medir: Identificar y medir las características del producto que son críticas (Calidad)

Analizar: Analizar y desarrollar alternativas, crear diseños de alto nivel que permitan evaluar la capacidad de cada una, para escoger la mejor a implementar

Diseñar: Completar los detalles del diseño, optimizarlo y diseñar un plan de verificación

Verificar: Verificar el diseño, correr un piloto, implementar el proceso



Definir

Definir la idea

¿Qué es lo que queremos lograr?

Diagramas COPQ

Crear un esquema, requerimientos del cliente

Como mi idea se relaciona con el cliente

Voice of Customer
Kano
Project Charter
Project Plan

Identificar los puntos iniciales del proyecto

¿Son claros los puntos de mejora para usar en la fase de medición?

Analizar al cliente
Identificar el performance actual

Comparar la voz del cliente y las necesidades de la organización

¿Podemos identificar las Ys y las Xs?

CTQ
Analizar la ecuación Árboles

Diseñar objetivos y medidas

¿Es claro nuestro BHAG (Big,hairy,audacious Goal) para tener éxito?

Definición de objetivos
Matriz de priorización



Medir

Desarrollar el plan de medición

¿Qué sistema de medición es el adecuado?

KPI
Recolección de datos
Herramientas estadísticas

Definir las medidas operacionales

¿Cómo definimos cada medida desde la operación?

Diagrama de Pez
Recolección de datos
Definiciones operacionales

Casa de la calidad y MSA

¿Cómo los datos se alinean a las necesidades del cliente y al negocio?

MSA
QFD
Kano

Refinar los parámetros del proyecto

Tenemos las medidas y como se comportan

Distribuciones
Variaciones
Estabilidad del proceso

Proyectar la capacidad y potencial del proceso como referencia

¿Cuál es el performance esperado en alineación a las necesidades del cliente y del negocio?

DFMEA
Análisis de capacidad Cp
DPMO
Niveles Sigma



Analizar

Desarrollar modelos y mapas

¿Cómo funciona el proceso actualmente?

Mapa de valor
Diagrama de afinidad

Realizar el estudio de la variación y su fuente

¿Qué podemos determinar a partir del conocimiento del proceso?

ANOVA
5 Por qué
Diagrama de Pez
FMEA

Análisis de Pareto y Afinidad

¿Qué dicen los datos?

Análisis de pareto
Hipótesis
Análisis de distribución
Estratificación

Desarrollar soluciones

¿Cómo afecta la causa raíz los resultados del proceso?

Correlación y regresión
Diseño de experimentos



Diseñar

Valida el modelo

¿Cuáles son las posibles soluciones?

Brainstorming

Verifica las mejores soluciones

¿Cuáles pueden ser las soluciones que funcionen?

Diseño de experimentos
Matriz de priorización
Priorización por pares

Evalúa los riesgos

¿Cuáles son los riesgos de implementar las soluciones?

Diagrama de pez
Estadística

Predecir el impacto

¿Cuándo, donde y cómo se van a implementar las soluciones?

Estudios piloto
FMEA



Verificar

Implementar pilotos o prototipos

¿Cómo se va a realizar el prototipo del proceso?

Control Estadístico de procesos
KPI
Prototipos

Validar el prototipo/Solución

¿Los diseños realizados apoyan el negocio?

Planes de validación SPC

Entregar el diseño detallado

¿Se cumplió el objetivo del diseño?

Test de hipótesis
Estandarización de procesos
Check list

Estandarización

Asegurar que el modelo funcional se estandarice

Reporte de proyectos
Plan de adopción del modelo
Plan de estandarización



Certificación Lean Six Sigma White Belt Professional

Beneficios

- Mejora en la comprensión de metodologías de mejora continua, preparación para implementar conceptos Lean y Six Sigma en el entorno laboral, aumento de la eficiencia y calidad en los procesos, base sólida para futuras certificaciones en Lean Six Sigma.

Habilidades Desarrolladas

- Conocimiento de conceptos fundamentales de Lean Manufacturing y Six Sigma, comprensión del ciclo DMAIC, habilidades en estadística básica aplicada a Six Sigma, capacidad para identificar y reducir desperdicios en procesos, preparación para proyectos de mejora continua.



<https://certiprof.com/collections/lean-six-sigma-certifications/products/lean-six-sigma-white-belt-professional-lsswbpc>



...

MODULO 2

Project Management



LSSBBPC™ Versión 022023



Project Management

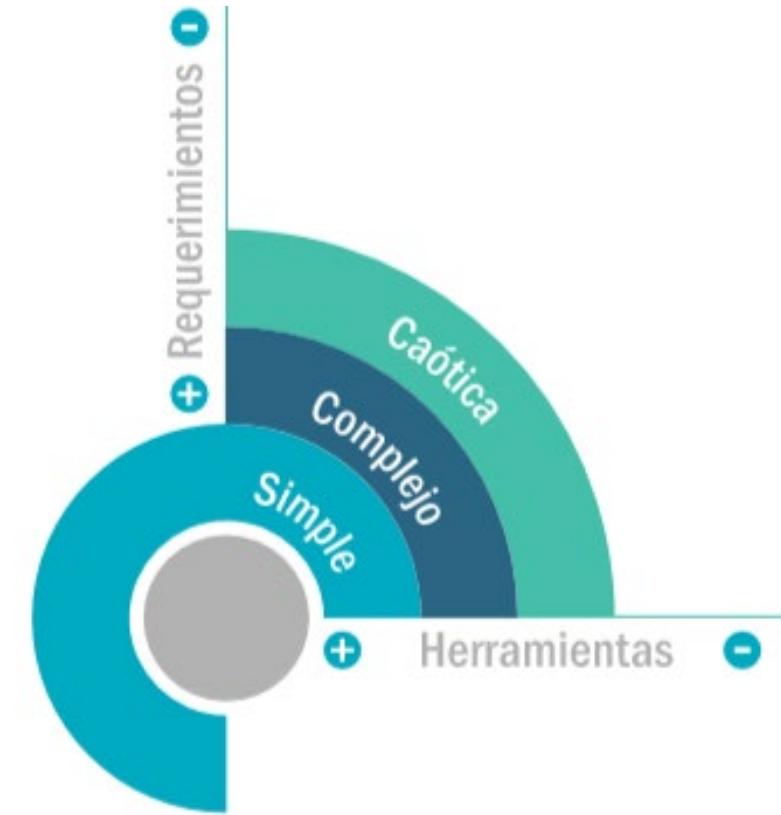
Project Management es la aplicación de conocimiento, habilidades, herramientas y técnicas a actividades del proyecto para lograr la satisfacción de las expectativas del cliente.

(Project Management Institute Standards Committee, 1996).



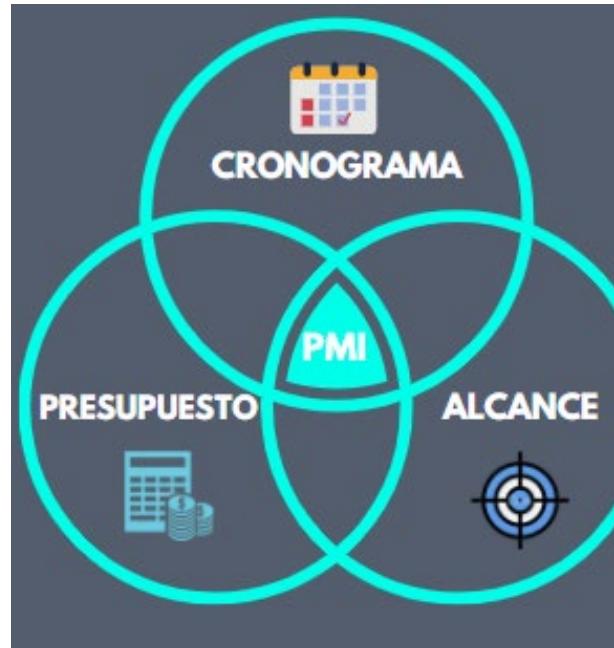
Nivel de Complejidad de los Proyectos

- **Proyecto simple:** Se conocen todos los elementos (llave de un auto).
- **Complejo:** No se tiene el conocimiento completo pero es previsible el determinar las características (Tráfico).
- **Caótico:** No se tiene conocimiento ni predictibilidad (Movilidad de una ciudad).



Tipos de Proyectos

- Los proyectos se ven afectados por las limitaciones de tiempo, costo, alcance, calidad, recursos, capacidades organizativas y otras limitaciones que los hacen difíciles de planificar, ejecutar, administrar y finalmente tener éxito.



Project Management

El leader de un proyecto es responsable de definir cómo se va a iniciar y llevar a la conclusión que se espera por lo que se require lo siguiente

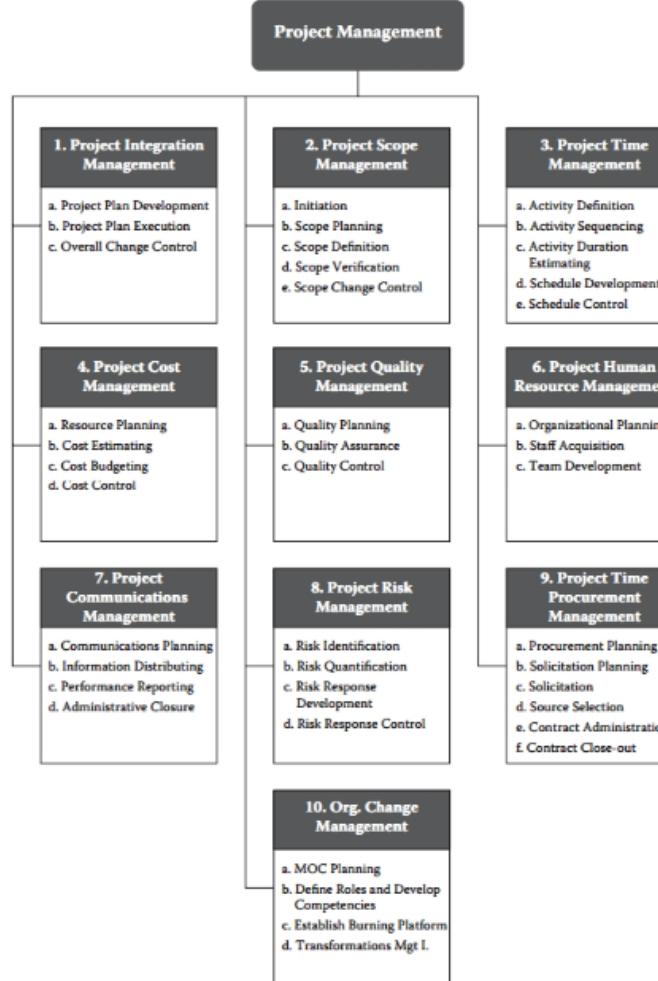
- Que el Proyecto cumpla el tiempo definido
- Que cumpla con el presupuesto
- Que se cumplan las especificaciones
- Que los cliente queden satisfechos
- Que los miembros del equipo queden satisfechos



Ciclo del Project Management



Project Management



Gestión de la integración

- Incluye las actividades y proceso necesarios para identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los procesos de la dirección de proyectos.
- **Desarrollar acta de constitución del proyecto:** Documento que formalice la autorización del Proyecto
- Implica tomar las decisiones en cuanto a la asignación de recursos, manejar las interdependencias entre áreas, definir objetivos etc.



Gestión del Alcance

Incluye lo necesario para garantizar que el Proyecto incluye todo el trabajo requerido para completar con éxito el entregable final.

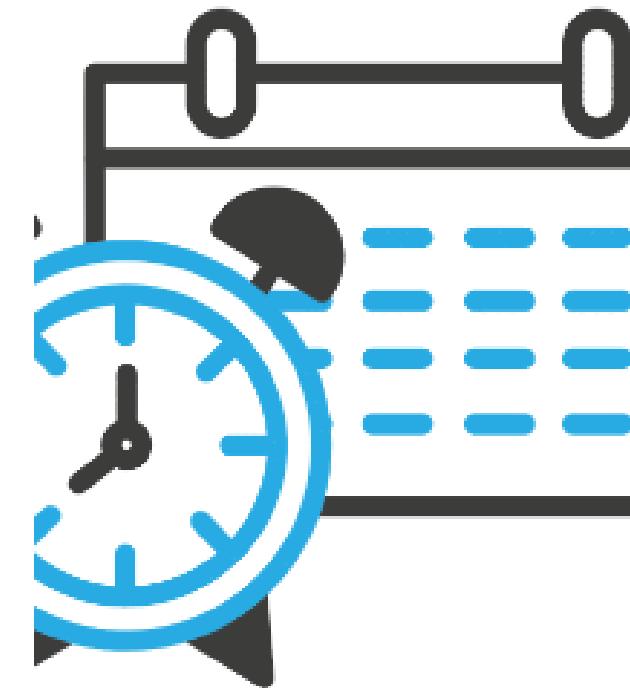
- **Etapas:**
- **Recopilar requisitos:** Definir y documentar las necesidades de los interesados
- **Definir el alcance:** Desarrollar una descripción detallada del Proyecto, preparar un enunciado clave
- **Crear la EDT:** Subdividir los elementos en entregables más pequeños y más fáciles de manejar
- **Verificar el alcance:** Formalizar la aceptación de los entregables con el cliente
- **Controlar el alcance:** Monitorear el estado del alcance del proyecto



Gestión del Tiempo

Incluye lo necesario para administrar la finalización del Proyecto a tiempo

- **Etapas:**
- **Definir Actividades:** Identificar las acciones específicas que se deben realizar para los entregables
- **Secuenciar las actividades:** Identificar y documentar las relaciones entre las actividades del proyecto
- **Estimar los recursos de la actividad:** Estimar materiales, personas o suministros requeridos para ejecutar cada actividad
- **Estimar la duración de las actividades:** Establecer la cantidad de periodos de trabajo requeridos
- **Desarrollar el cronograma:** Analizar la secuencia de las actividades, su duración y las restricciones
- **Controlar Cronograma:** Seguimiento al estado del Proyecto para actualizar el avance del mismo



Gestión de los costos

Consiste en estimar, presupuestar y controlar los costos de modo que se cumpla el Proyecto dentro del presupuesto aprobado.

- **Etapas:**
- **Estimar costos:** Es el proceso que consiste en desarrollar una aproximación de los recursos financieros para completar las actividades el proyecto
- **Determinar el presupuesto:** Consiste en sumar los costos estimados para establecer una línea base de costo
- **Controlar los costos:** Monitorear la situación para actualizar la situación del mismo y gestionar los cambios necesarios.



Gestión de la Calidad

Incluye los procesos y actividades necesarias a fin de garantizar que el Proyecto satisfaga las necesidades por las que fue solicitado. Se deben implementar sistemas (Políticas-procedimientos) con actividades de mejora continua.

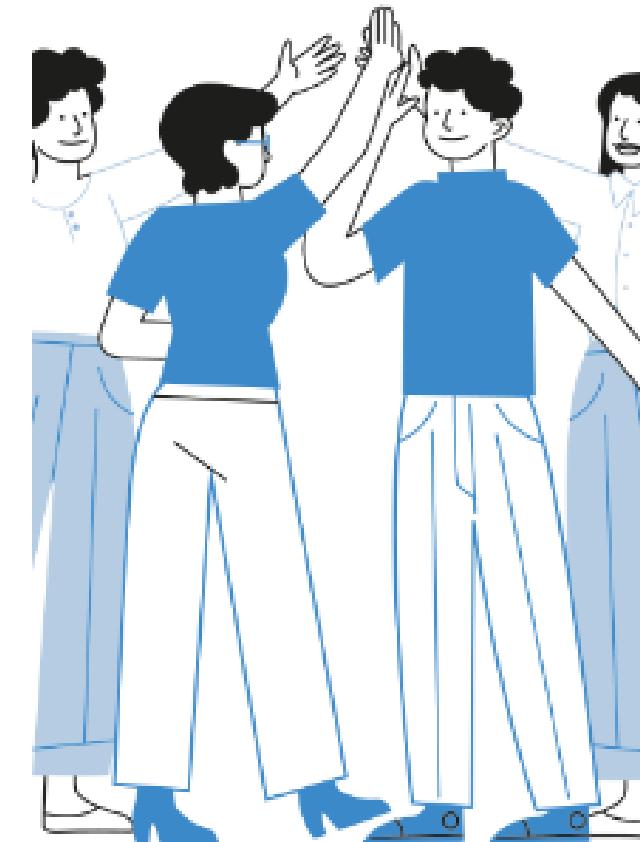
- **Etapas:**
- **Planificar la calidad:** Es el proceso por el cual se identifican los requisitos de calidad y/o normas para el Proyecto, se debe documentar para demostrar el cumplimiento de los mismos
- **Aseguramiento de la calidad:** Auditar los requisitos de calidad y los resultados de las medidas de control de calidad
- **Controlar la calidad:** Monitorear y registrar los resultados de la ejecución, a fin de evaluar el desempeño.



Gestión de los Recursos Humanos

Incluye los procesos que organizan y gestionan el equipo del proyecto

- **Etapas:**
- **Desarrollar el plan de RH:** Identificar y documentar los roles dentro de un proyecto, junto con las responsabilidades, habilidades requeridas y las relaciones de comunicación
- **Adquirir el equipo del proyecto:** Formar el equipo necesario para cumplir con las actividades del proyecto
- **Desarrollar el equipo del proyecto:** Mejorar las competencias y la interacción de los miembros del equipo.
- **Dirigir el equipo del Proyecto:** Monitorear el desempeño de los miembros del equipo, dar retroalimentación, resolver problemas y gestionar cambios que optimicen el desempeño del equipo



Gestión de la Comunicación

Garantizar que la generación, recopilación, distribución, almacenamiento, recuperación y la disposición final de la información del Proyecto sea adecuado y oportuno.

- **Etapas:**
- **Identificar a los interesados:** Identificar a todas las personas impactadas por el proyecto
- **Planificar las comunicaciones:** Determinar las necesidades de información de los interesados en el proyecto
- **Distribuir la información:** Es el proceso de poner la información relevante a disposición de los interesados, de acuerdo al plan establecido
- **Gestionar las expectativas de los interesados:** Es el proceso de comunicarse y trabajar en conjunto con los interesados para satisfacer sus necesidades
- **Informar el desempeño:** Recopilar y distribuir la información sobre el desempeño, incluyendo informes de estado y proyecciones.



Gestión del Riesgo

Incluye los procesos relacionados para llevar acabo la identificación, gestión y respuesta a los riesgos, así como su seguimiento y control.

- **Etapas:**
- **Planificar la gestión de riesgos:** Se define cómo se va a realizar la gestión del riesgo
- **Identificar los riesgos:** Determinar los riesgos y documentar sus características
- **Análisis cualitativo de los riesgos:** Priorizar los riesgos, evaluando la probabilidad de ocurrencia y el impacto de dichos riesgos
- **Análisis cuantitativo de los riesgos:** Analizar numéricamente el efecto de los riesgos identificados
- **Planificar la respuesta a los riesgos:** Desarrollar acciones para mejorar las oportunidades y reducir las amenazas
- **Monitorear y controlar los riesgos:** Implementar planes de respuesta a los riesgos y evaluar la efectividad de los mismos



Gestión de las Adquisiciones

Incluye los procesos de compra de productos o servicios que son necesarios obtener por fuera del equipo.

- **Etapas:**
- **Planificar las adquisiciones:** Documentar las decisiones de compra para el Proyecto, especificando la forma de hacerlo y posibles vendedores
- **Efectuar las adquisiciones:** Obtener respuestas de los vendedores, seleccionar uno y adjudicar el contrato
- **Administrar las adquisiciones:** Gestionar las relaciones de adquisiciones, monitorear la ejecución
- **Cerrar las adquisiciones:** Completar cada adquisición para el proyecto



...

MODULO 3

Metodologías Agile



LSSBBPC™ Versión 022023



Agilidad

- Agilidad es la capacidad de crear y responder al cambio con el fin de obtener ganancias en un entorno empresarial turbulento.
- La forma correcta de adoptar agilidad es de izquierda a derecha

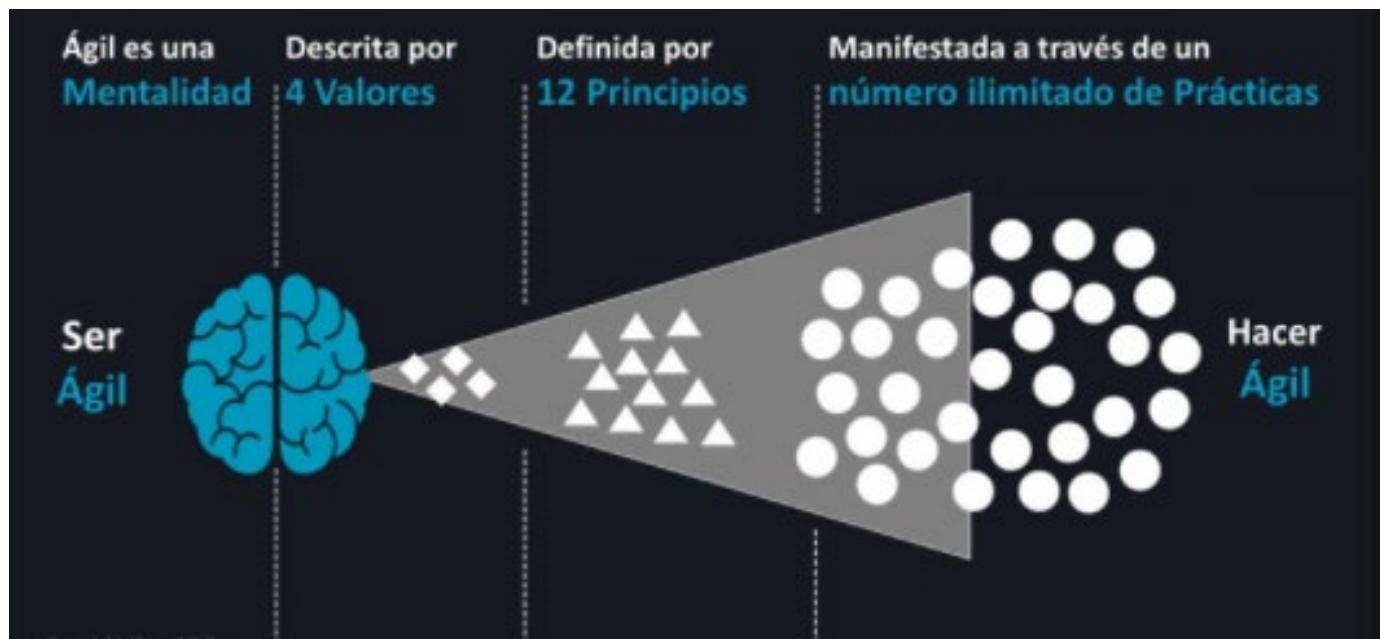
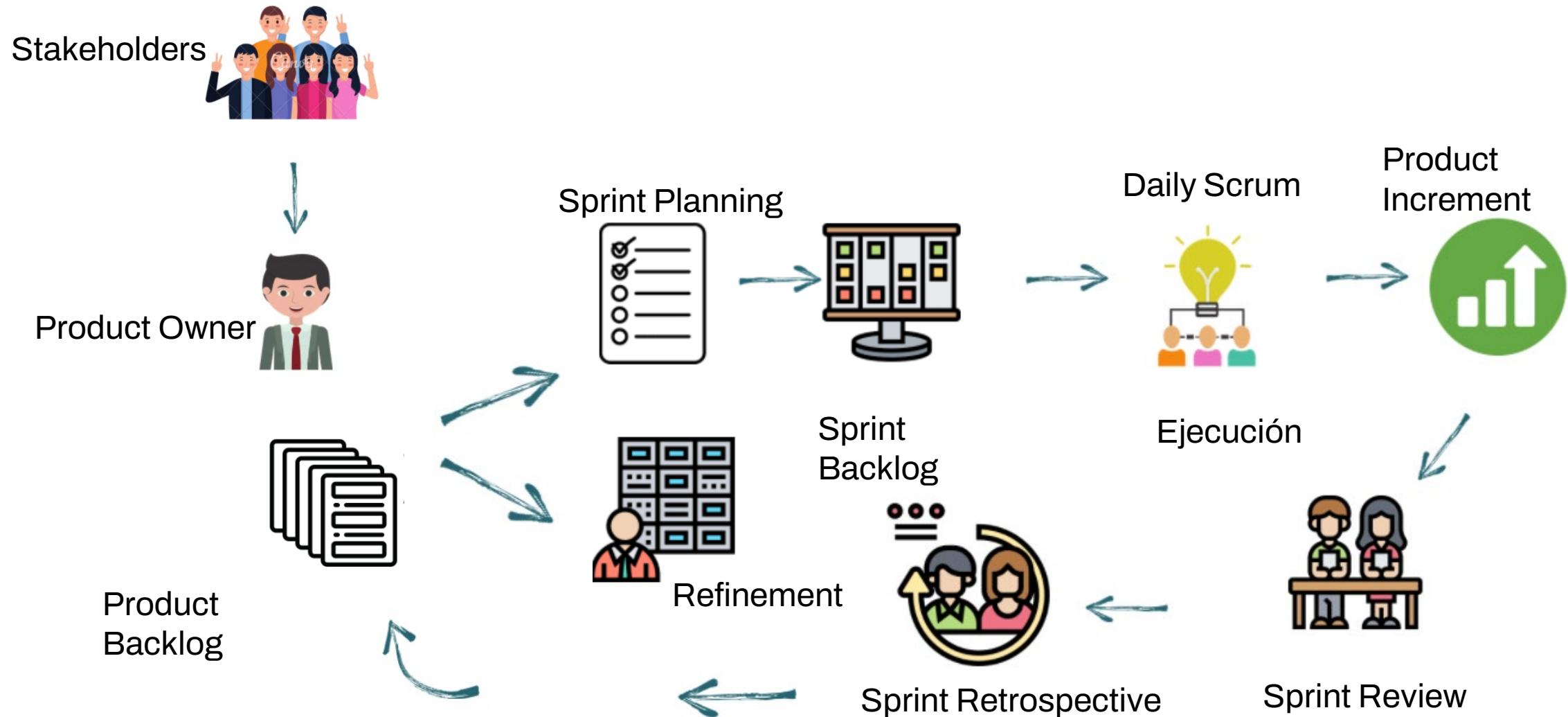


Imagen recuperada de <http://www.gazafatonarioit.com/2020/04/diez-comportamientos-atipicos-en-agil-y.html>

Marco de Trabajo Scrum



Roles en el Marco de Trabajo Scrum

- **PRODUCT OWNER**

El Product Owner (PO) representa la voz del cliente, y es el encargado de maximizar el valor del producto.

El Dueño de Producto es la única persona responsable de gestionar la Lista del Producto (Product Backlog)

El debe entender y apoyar las necesidades e intereses de todos los Stakeholders.

Comprende las necesidades y el funcionamiento de los Desarrolladores.



Roles en el Marco de Trabajo Scrum

- **SCRUM MASTER**

El Scrum Master es responsable de promover y apoyar Scrum como se define en la Guía de Scrum. Lo consigue ayudando a todos a comprender la teoría y la práctica de Scrum, tanto dentro del Equipo como en toda la organización.

Los Scrum Masters son verdaderos líderes que sirven al equipo Scrum y a toda la organización.

El Scrum Master ayuda a todos a modificar las interacciones para maximizar el valor creado por el Scrum Team.

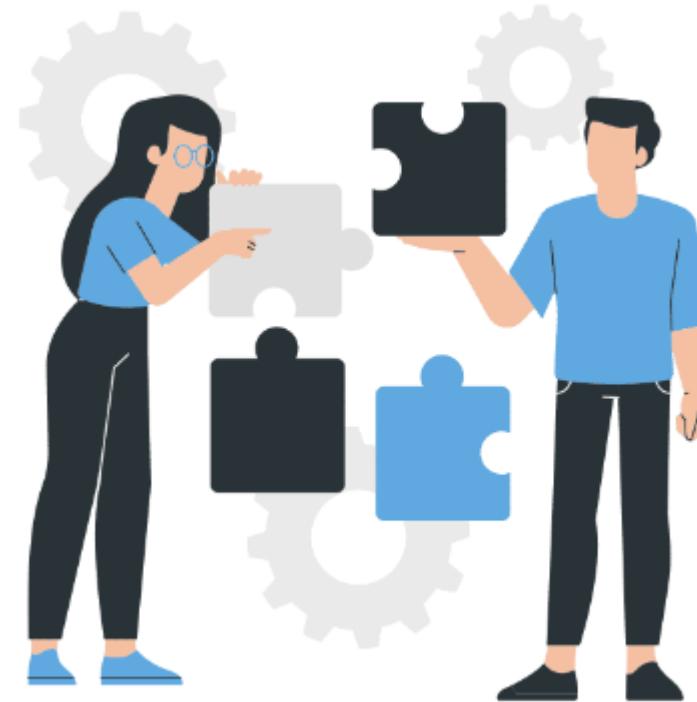


Roles en el Marco de Trabajo Scrum

- **DESARROLLADORES**

Los Desarrolladores son los profesionales que realizan el trabajo de entregar un Incremento de producto “Done” que potencialmente se pueda poner en producción al final de cada Sprint.

La organización es la encargada de estructurar y empoderar a los Desarrolladores para que estos organicen y gestionen su propio trabajo.



Eventos Scrum

- **Sprint**
- Los Sprint son ciclos de trabajo o para desarrollar incrementos de servicios o productos de Software.
- También se denominan iteraciones.
- Este termina una vez su Time-box acaba, así es que una vez que comienza un Sprint, su duración es fija y no puede acortarse o alargarse.

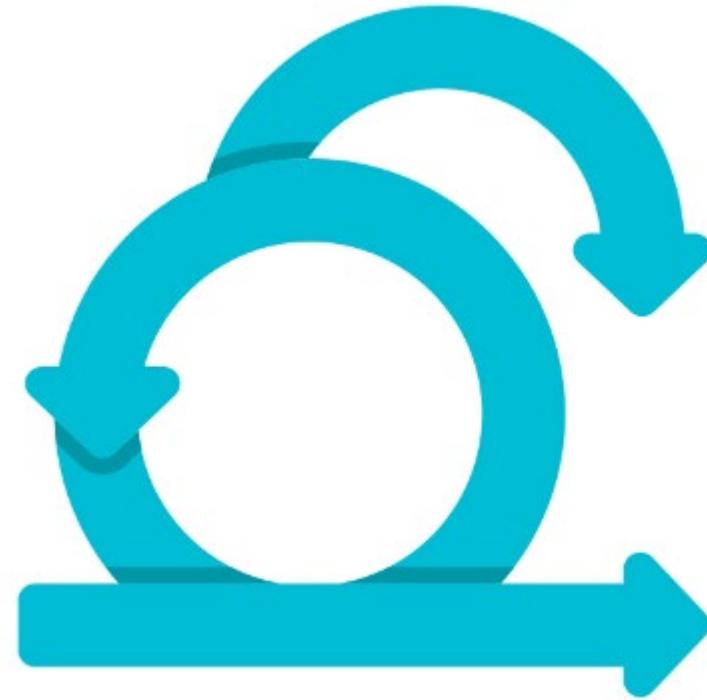


Eventos Scrum

- **Sprint**

Durante el Sprint:

- No se hacen cambios que pongan en peligro el Objetivo del Sprint
- La calidad no disminuye
- El trabajo pendiente del producto se refina según sea necesario
- El alcance se puede clarificar y renegociar con el Propietario del Producto a medida que se aprende más.



Eventos Scrum

- Sprint

Un Sprint puede ser cancelado antes de que el Time-Box llegue a su fin, siempre y cuando el Objetivo del Sprint llegara a quedar obsoleto o no tiene sentido seguir con el Sprint. Solo el PO (Product Owner) tiene la autoridad para cancelar el Sprint.



Eventos Scrum

- **Sprint Planning Meeting**

Durante la reunión de Planificación del Sprint, el equipo Scrum decide qué y cuántos requisitos implementarán, se construye un Sprint Backlog viable, que determina las historias de usuario y las tareas que el equipo presentará hasta el final de este Sprint (Incremento de producto).



Eventos Scrum

- Daily Standup Meeting o Daily Scrum



Time - box de 15 minutos.



El equipo se reúne para comunicar y entender los estados.



Esencial para conocer el progreso continuo y evitar bloqueos.



No tiene como objetivo reportar progreso al Scrum Master, Product Owner o cualquier otro stakeholder.



El Product Owner podrá participar siempre y cuando su participación sea pasiva.



El Scrum Master se asegura de que el equipo mantenga la reunión, pero son los Desarrolladores los responsables de dirigir el Scrum Diario.



Eventos Scrum

- **Sprint Review Meeting**

Al final del Sprint se lleva a cabo una Revisión del Sprint para inspeccionar el Incremento y adaptar la Lista de Producto si fuese necesario. Durante la Revisión del Sprint, el Equipo Scrum y los interesados colaboran acerca de lo que se hizo durante el Sprint.

Se trata de una reunión de, a lo sumo, cuatro horas para Sprints de un mes. Para Sprints más cortos, el evento usualmente más corto.



Eventos Scrum

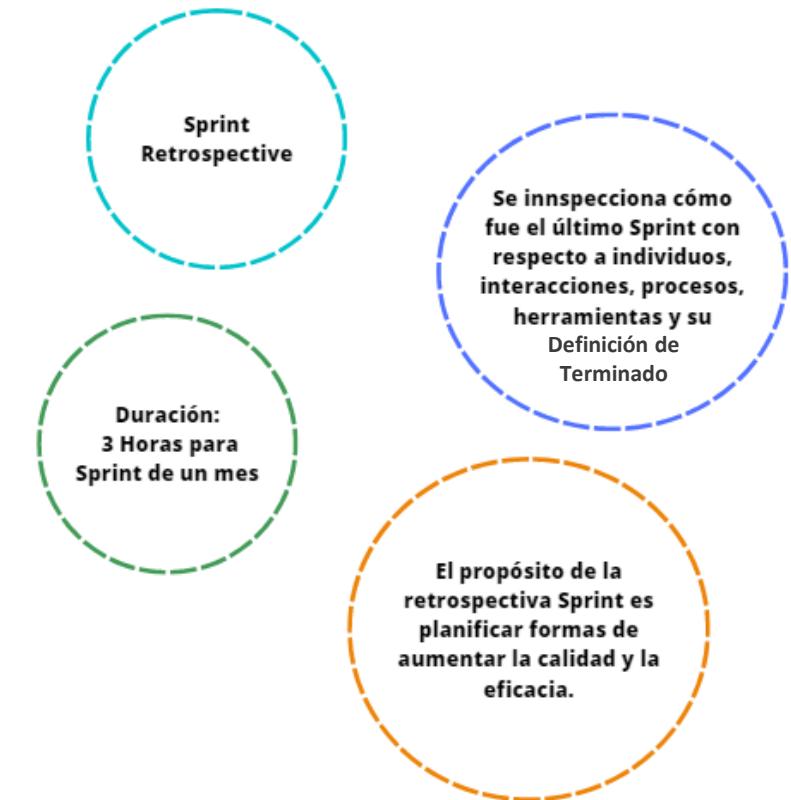
- **Sprint Retrospective**

El propósito del Sprint Retrospective es:

- Inspeccionar cómo fue el último Sprint en cuanto a personas, relaciones, procesos y herramientas.
- Identificar y ordenar los elementos más importantes que salieron bien y las posibles mejoras.
- Crear un plan para implementar las mejoras a la forma en la que el Scrum Team desempeña su trabajo.

Para el final de la Retrospectiva del Sprint el Equipo Scrum debería haber identificado mejoras que implementará en el próximo Sprint.

Se trata de una reunión de, a lo sumo, tres horas para Sprint de un mes.



Artefactos Scrum

- **PRODUCT BACKLOG**

El Product Backlog es una lista ordenada de todo lo que se conoce que es necesario en el producto.

Es la única fuente de requisitos para cualquier cambio a realizarse en el producto. El Product Owner es el responsable del Product Backlog, incluyendo su contenido, disponibilidad y ordenación.

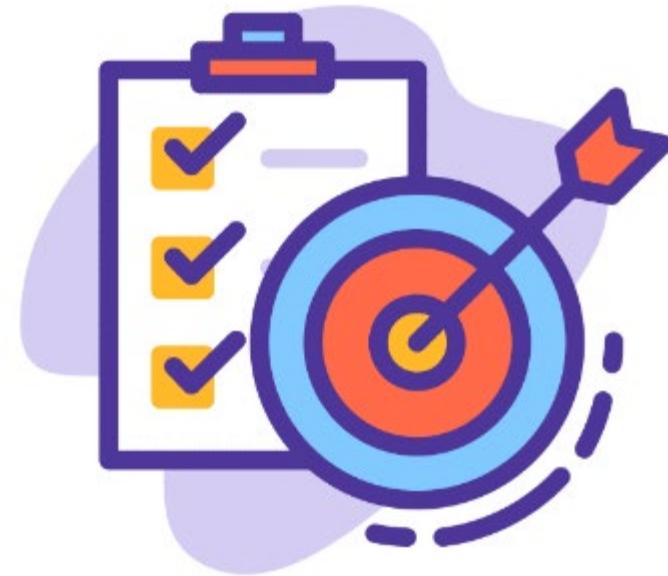
Es dinámico; cambia constantemente para identificar lo que el producto necesita para ser adecuado, competitivo y útil.

Enumera todas las características, funcionalidades, requisitos, mejoras y correcciones que constituyen cambios a realizarse sobre el producto para entregas futuras.



Compromiso

- **Objetivo del Producto (Product Goal)**
- El Objetivo del Producto describe un estado futuro del producto que puede servir como objetivo para el Equipo de Scrum contra el cual planificar
- El Objetivo del Producto se encuentra en el trabajo pendiente del producto.



Artefactos Scrum

- **SPRINT BACKLOG**

El Sprint Backlog es el conjunto de elementos del Product Backlog seleccionados para el Sprint, más un plan para entregar el Incremento de producto y conseguir el Sprint Goal.

El Sprint Backlog del Sprint hace visible todo el trabajo que los Desarrolladores identifican como necesario para alcanzar el Sprint Goal.

Solo el Equipo de Desarrollo puede cambiar su Lista de Pendientes del Sprint durante un Sprint.



Compromiso

- **SPRINT GOAL**
- El Sprint Goal (Objetivo del Sprint) es una meta establecida para el Sprint que puede lograrse mediante la implementación del Product Backlog.
- El Sprint Goal brinda a los Desarrolladores cierta flexibilidad con respecto a la funcionalidad implementada en el Sprint.
- El Sprint Goal crea coherencia y enfoque animando al Equipo de Scrum a trabajar juntos en lugar de en iniciativas separadas.



Artefactos Scrum

- **INCREMENTO**
- El Incremento es la suma de todos los elementos del Sprint Backlog completados durante un Sprint y el valor de los Incrementos de todos los Sprints anteriores. Al final de un Sprint el nuevo Incremento debe estar "Done" (Terminado), lo cual significa que está en condiciones de ser utilizado y que cumple la Definición de "Done" del Equipo Scrum.



Compromiso

- **Definición of Done (DOD) – (Definición de Terminado)**

Los factores que definen cuando una característica está completa y cuando cumple con los estándares de calidad requeridos se establecen mediante Definición de Terminado.

Cuando un elemento de la Lista de Producto o un Incremento se describe como “Terminado”, todo el mundo debe entender lo que significa “Done”, aunque esto puede variar significativamente para cada Equipo Scrum, los miembros del equipo deben tener un entendimiento compartido de lo que significa que el trabajo esté completado para asegurar la transparencia.



Benchmarking

El Benchmarking de procesos es una forma sistemática de identificar procesos que sean mejores a los actuales y adoptar las mejores prácticas para reducir el costo, disminuir los IT, disminuir inventarios y llegar a la satisfacción del cliente.

Generalmente encontramos dos tipos:

- Interno
- Externo



Benchmarking Interno

Compara las prácticas de una parte de la organización con otras prácticas mas avanzadas en determinada área.

Pasos:

- Identificar que es lo qué se va comparar y definir cómo se van a almacenar los datos recogidos
- Tener apoyo gerencial para realizar el proyecto
- Diseñar las comparaciones o medidas que se van a recoger (Cualitativas y Cuantitativas)
- Determinar cómo se van a recoger los datos



Benchmarking Interno

Pasos:

- Revisar el plan de recolección de datos con expertos del proceso
- Seleccionar el sitio en donde se realizarán las mediciones
- Realizar las mediciones o recolección de datos con personas claves del proceso entendiendo todo el proceso de manera adecuada
- Analizar los datos y construir un diagrama de flujo incluyendo las mejores prácticas
- Establecer un plan de cambio basado en el diagrama del punto anterior
- Implementar un cambio a la vez
- Medir los resultados del cambio (El impacto)
- Establecer reportes que midan el performance (desempeño) (Se recomienda revisarlo cada 6 meses)



Benchmarking Externo

- Compara el proceso con otras organizaciones por ejemplo con competidores.
- Existen varias características en las que nos podemos basar para escoger:
 - Nivel de calidad
 - Tiempo de uso
 - Fiabilidad
 - Tamaño de la organización
 - Ambiente
 - Tipo de industria
 - etc



Benchmarking Externo

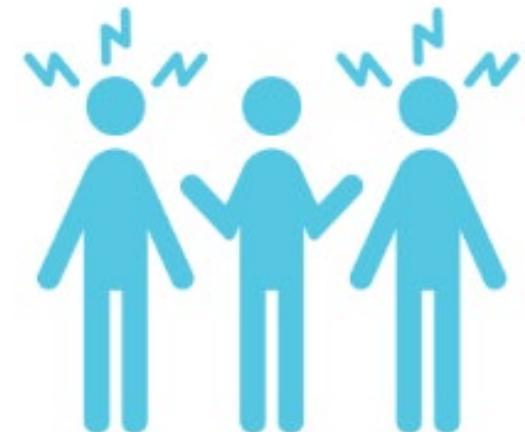
Pasos:

- Identificar qué es lo que se va comparar y definir cómo se van a almacenar los datos recogidos
- Tener apoyo gerencial para realizar el proyecto
- Diseñar las comparaciones o medidas que se van a recoger (Cualitativas y Cuantitativas)
- Determinar cómo se van a recoger los datos
- Revisar el plan de recolección de datos con expertos del proceso
- Realizar una lista preliminar de las mejores organizaciones a comparar de acuerdo a los ítems escogidos
- Desarrollar un plan de recolección de datos
- Tomar la decisión final de las organizaciones a revisar (3 a 5)
- Obtener los datos
- Analizar los datos
- Establecer un plan de cambio basado en el diagrama del punto anterior
- Implementar un cambio a la vez
- Medir los resultados del cambio (El impacto)



Resolución de Conflictos

- La resolución de conflictos es para poder obtener un acuerdo entre dos o más personas o partes que tienen una posición diferente.
 - Negociación
 - Mediación
 - Diplomacia
- Las herramientas que se pueden usar depende de la naturaleza del conflicto y de los individuos o partes involucradas.
- Pasos:
 1. Se proactivo: Haz algo
 2. Empieza con el fin en mente: ¿En qué consiste la resolución?
 3. Poner lo primero en primer lugar: Identificar puntos de acuerdo en el conflicto
 4. Piensa en Ganar-Ganar: Buscar soluciones que permitan un resultado Gana-Gana
 5. Busca primero entender, luego ser entendido: No saltes a la primera solución
 6. Sinergia: Busca el lugar donde todos están trabajando juntos
 7. Afila la sierra: Ejercicio para renovación física



Model Proposed by Stephen Covey in his book: The Seven Habits of Highly Effective People.

Resolución de Conflictos

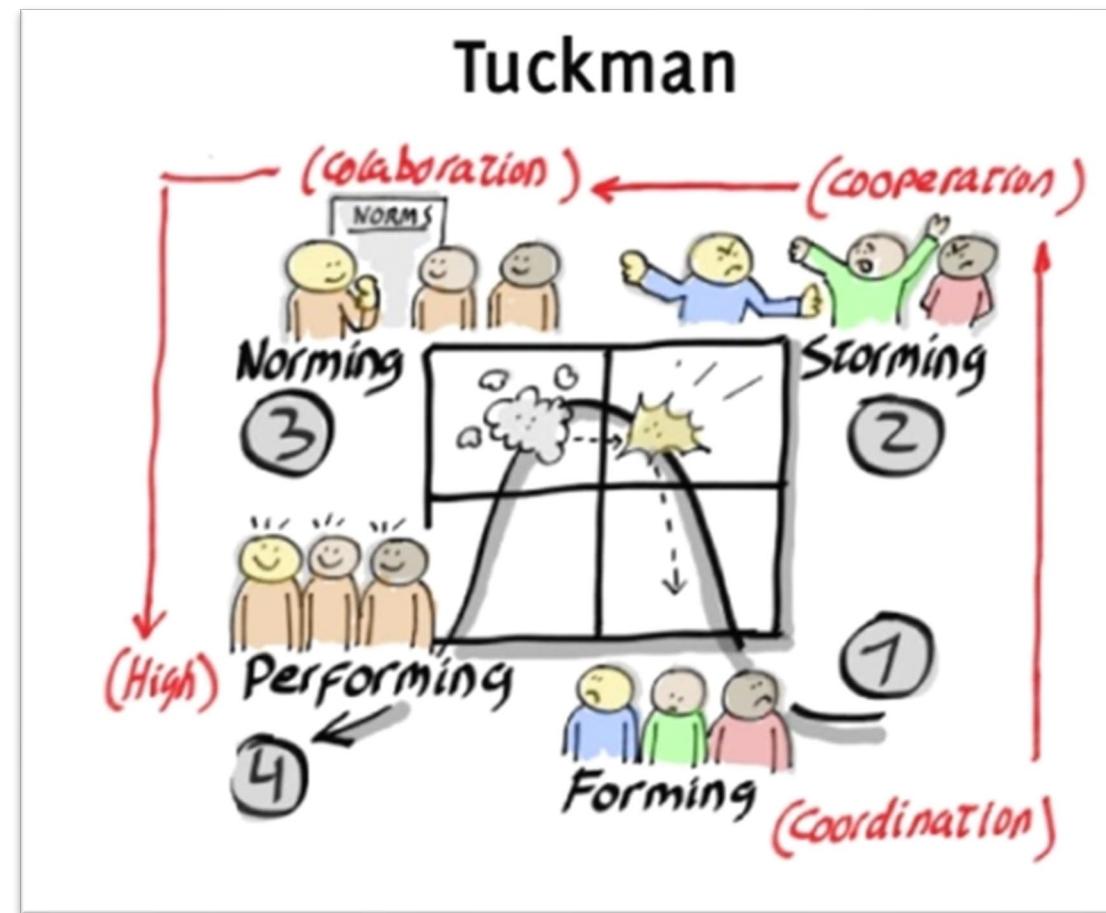


Imagen Recuperado de <https://recursoshumanos89.wordpress.com/2016/09/01/el-trabajo-en-equipo-modelo-tuckman/>

Gestión del Cambio

- Las investigaciones confirman que al menos el 60% de las iniciativas y otros proyectos fracasan como resultado directo de no tener la habilidad para manejar las implicaciones sociales.

- Gartner Group



Certificación Lean Six Sigma Yellow Belt Professional

Beneficios

- Mejora en la comprensión de metodologías de mejora continua, preparación para implementar conceptos Lean y Six Sigma en el entorno laboral, aumento de la eficiencia y calidad en los procesos, base sólida para futuras certificaciones en Lean Six Sigma.

Habilidades Desarrolladas

- Conocimiento de conceptos fundamentales de Lean Manufacturing y Six Sigma, comprensión del ciclo DMAIC, habilidades en estadística básica aplicada a Six Sigma, capacidad para identificar y reducir desperdicios en procesos, uso de herramientas básicas de calidad en cada etapa del ciclo DMAIC, preparación para proyectos de mejora continua.



<https://certiprof.com/collections/lean-six-sigma-certifications/products/lean-six-sigma-yellow-belt-professional-certificate-lssybp>



...

MODULO 4

Definir Herramientas



LSSBBPC™ Versión 022023



Voz del Cliente (voc)

- Es importante identificar los items claves de la satisfacción del cliente para que el proyecto se centre en los problemas correctos.
- VOC se utiliza para describir las necesidades del cliente, esto incluye cliente relevantes y segmentar según las necesidades.



Voz del Cliente (voc)

- **Pasos:**
 - Identificar a todos los clientes del proceso
 - Segmentar por tipo de cliente (necesidades, ubicación, ingresos)
 - Revisar qué información se tiene y/o cuál necesita recolectarse
 - Determinar el método de recolección de datos
 - Categorizar la información
 - Definir los items críticos para la calidad
 - Identificar las medidas en la que se va a centrar el proceso y validarlas con el cliente



Voz del Cliente (voc)

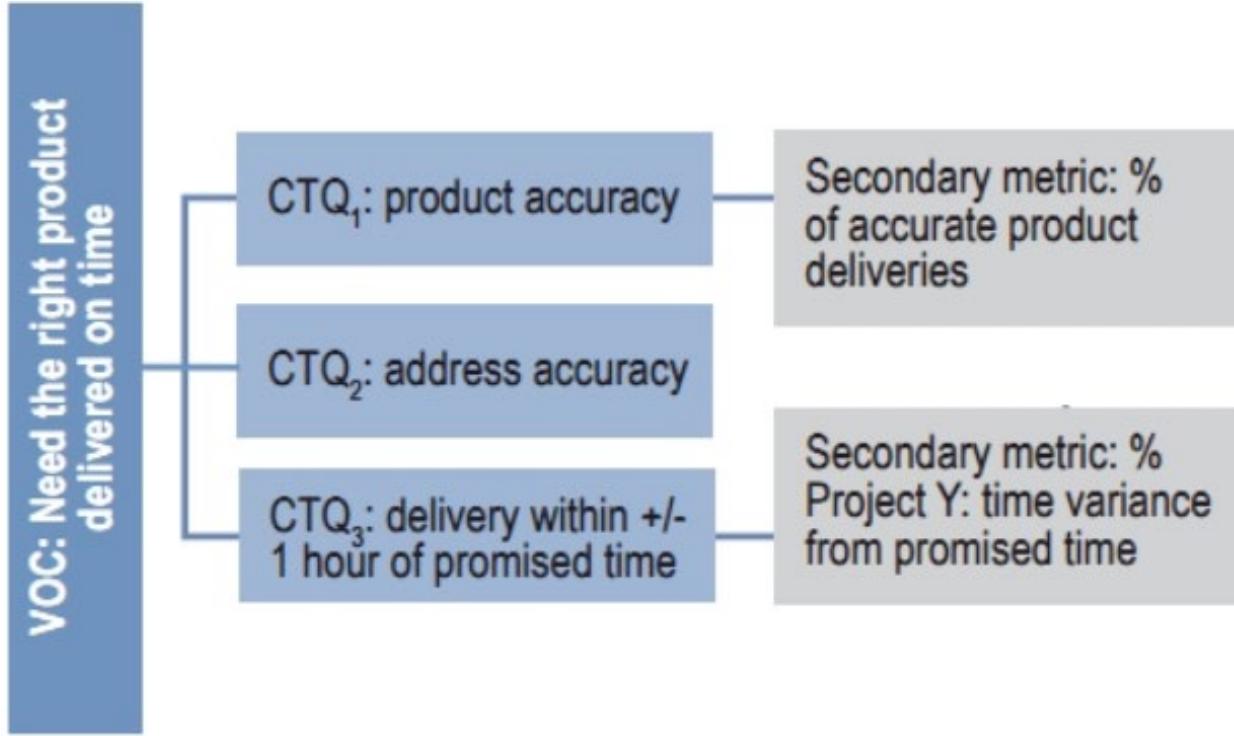


Figura Example VOC Flowdown en The Black Belt Memory Jogger (p. 120), por Carleton S., 2018

Crítica para la Calidad (CTQ)

- Es el análisis de las características de un producto o servicio que son críticas para el cliente o para el proceso .
- Usualmente se usa un diagrama de radar y la importancia de los requerimientos se mide en una escala de 1 a 10.

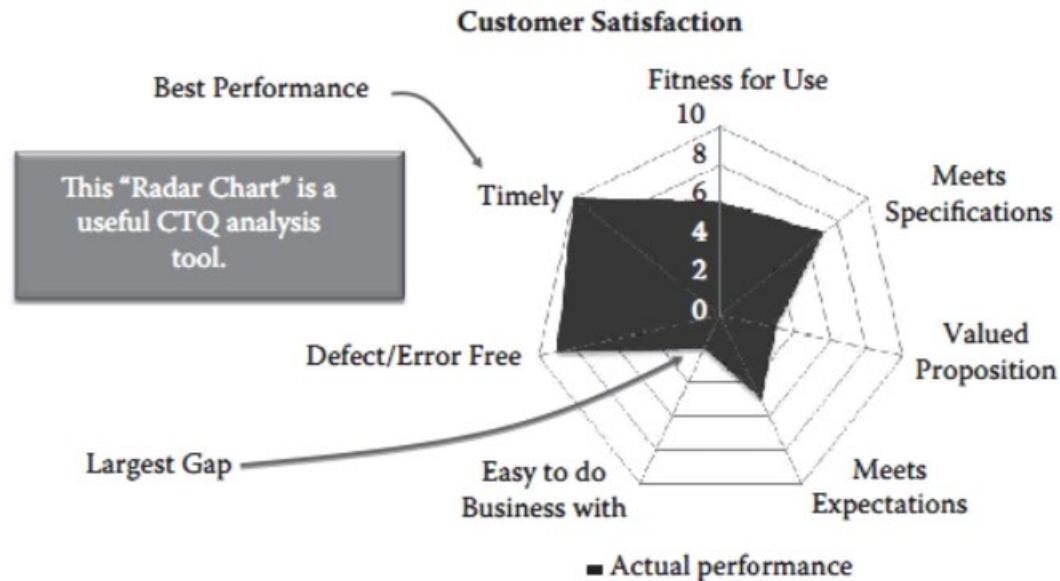


Figura 7.7 Customer satisfaction drivers versus actual performance, en The Lean Six Sigma Black Belt Handbook (p. 239), por Voehl et al., 2014

Crítica para la Calidad (CTQ)



Bzhwen A Kadir .(2021). Using CTQ to translate Voice Of Customer (with example).
<https://www.youtube.com/watch?v=OUC9BIW8KmA&t=331s>

Matriz de Decisión

- Es una forma de poder seleccionar los ítems prioritarios de una lista extensa y alternativas, como por ejemplo problemas, causa raíz o soluciones.
- Existen diferentes formatos como
 1. Matriz de Gráficos Valorados - Matriz L usando las opciones Si/No
 2. Matriz de Gráficos Valorados - Matriz L usando una asignación numérica



Matriz de Decisión

Criteria Choice \ Criteria Choice	Recommended By Friends	Good Selection of Cars	Good Service Department	Free Loaner Cars	Free Drop Off and Pick Up
Dealer 1	Y	Y	N	N	Y
Dealer 2	Y	N	Y	Y	N
Dealer 3	N	Y	Y	N	Y
Dealer 4	Y	Y	Y	N	N
Dealer 5	Y	N	Y	Y	N

Figure 7.14 Example of an L-Shaped Matrix, en The Lean Six Sigma Black Belt Handbook (p. 255), por Voehl et al., 2014

Criteria Choice \ Criteria Choice	Recommended By Friends	Good Selection of Cars	Good Service Department	Free Loaner Cars	Free Drop Off and Pick Up	Totals
Dealer 1	5	4	1	2	5	17
Dealer 2	3	1	2	5	3	14
Dealer 3	1	3	3	1	4	12
Dealer 4	4	5	5	3	1	18
Dealer 5	2	2	4	4	2	14

Figure 7.15 Example of an L-Shaped Matrix, en The Lean Six Sigma Black Belt Handbook (p. 256), por Voehl et al., 2014

Diagrama SIPOC

- Es una herramienta usada para identificar todos los ítems relevantes dentro de un proyecto de mejora y ayuda a identificar la complejidad del mismo.
- Un diagrama SIPOC muestra solo los pasos esenciales, sin ningún detalle para:
 1. Capturar de forma rápida el estado actual del proceso
 2. Reúne al equipo para construir e impulsar la cultura y aprendizaje de Six Sigma
 3. Permite al equipo decidir sobre los próximos pasos a seguir para la mejora



Diagrama SIPOC

- Conceptos para tener en cuenta
- Salidas del proceso
- Clientes
- Triggers (Detonantes)
- Puntos de mejora

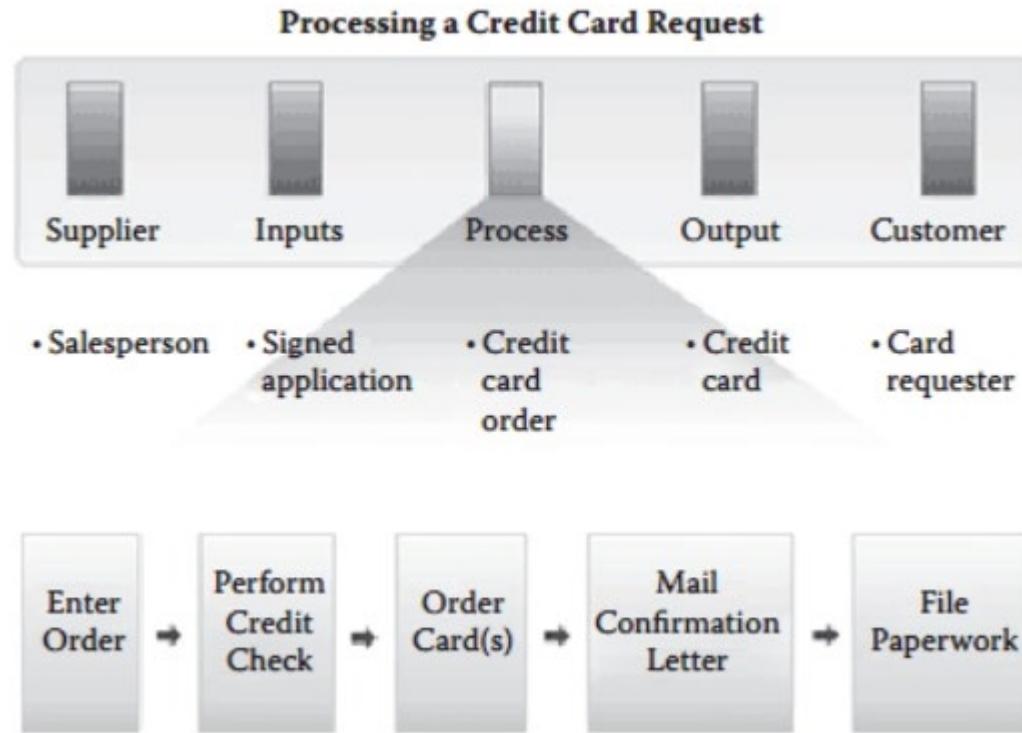


Figura 9.14 SIPOC diagram for credit card processing, en The Lean Six Sigma Black Belt Handbook (p. 359), por Voehl et al., 2014

Diagrama de Árbol

- Son diagramas que ayudan a pensar en cada fase de la resolución de un problema o el paso a paso para alcanzar un objetivo.
- Este enfoque ayuda a dar detalle de sub tareas requeridas dentro del proceso.



Certificación Lean Six Sigma Green Belt Professional

Beneficios

- Mejora en la gestión y optimización de procesos, reducción de variabilidad y desperdicios, preparación para liderar y participar en proyectos de mejora continua, certificación reconocida en Lean Six Sigma.

Habilidades Desarrolladas

- Aplicación de técnicas y herramientas Lean Six Sigma, implementación de la metodología Six Sigma, habilidades para analizar y resolver problemas de calidad, coordinación de la recolección y validación de datos, desarrollo de diagramas SIPOC y cartas de proyecto, interpretación de fases DMAIC.



<https://certiprof.com/collections/lean-six-sigma-certifications/products/lean-six-sigma-green-belt-professional-certificate-lssgbpc>



...

MODULO 5

Herramientas a Medir

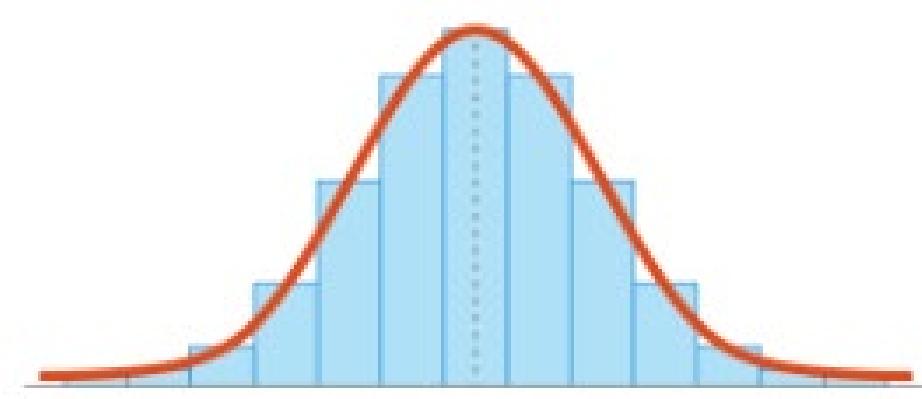


LSSBBPC™ Versión 022023



Distribuciones

- Ayudan a construir situaciones experimentales.
- Variable: X (Valores que se toman al azar)
- Variable Aleatoria : Una función que asigna un número real a un valor de probabilidad $P(x)$
- Definir: es necesario definir un experimento y el tipo de variable (Continua-Discreta)



Principales Distribuciones

Distribución Uniforme Discreta

Está asociada a experimentos en los que se escoge un número entre 1 y n sin información adicional.

- Todos los valores tienen la misma probabilidad

$$V(X) = \frac{1}{n} \sum_i^n x_i^2 - \mu^2$$

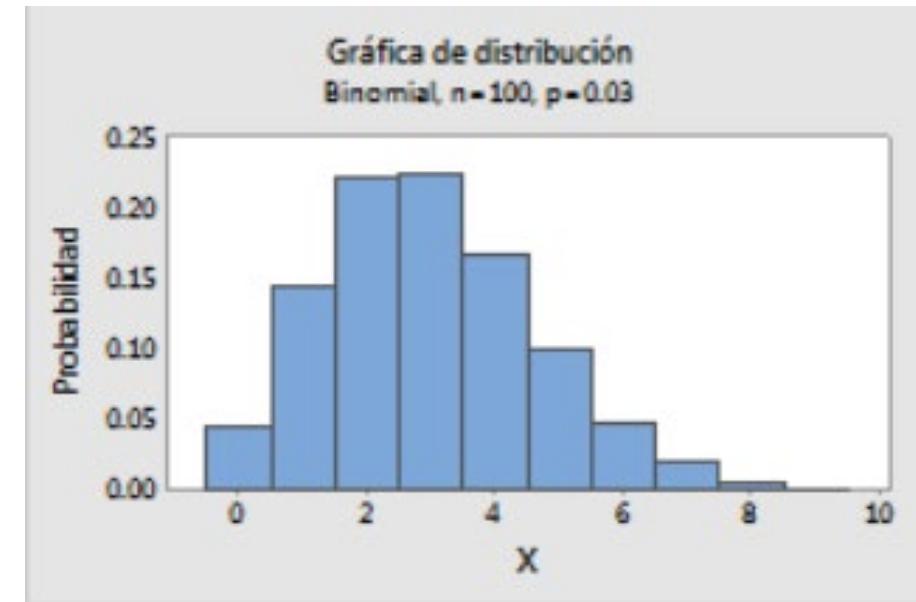


Principales Distribuciones

Distribución Binomial

- Se asocia a variables que solo toman dos valores posibles, el 0 y el 1
- Éxito o Fracaso

$$P(X = i) = \binom{n}{i} p^i (1 - p)^{n-i}$$



<https://support.minitab.com/>



Principales Distribuciones

Distribución Normal

Se asocia a variables cuyos posibles valores están de forma simétrica alrededor de su media

Se representa con la gráfica denominada Campana de Gauss

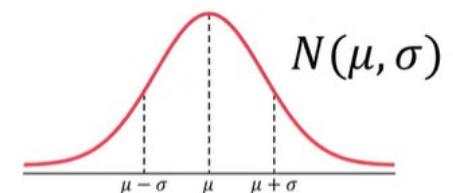
Tabla Z

http://www.est.uc3m.es/esp/nueva_docencia/comp_col_leg/ing_tec_inf_gestion/estadistica/Documentacion/Tablas/tablas2caras.pdf

$$1) f(x) \geq 0$$

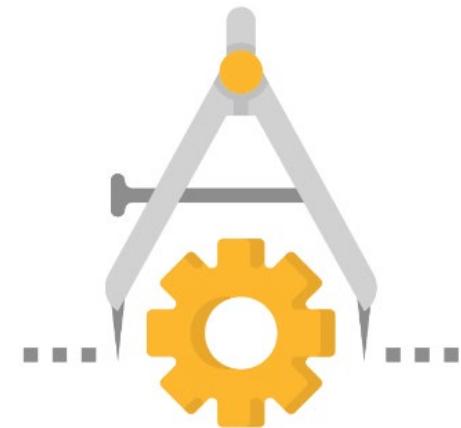
2) área bajo la curva de $f(x)$ igual a 1

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}$$



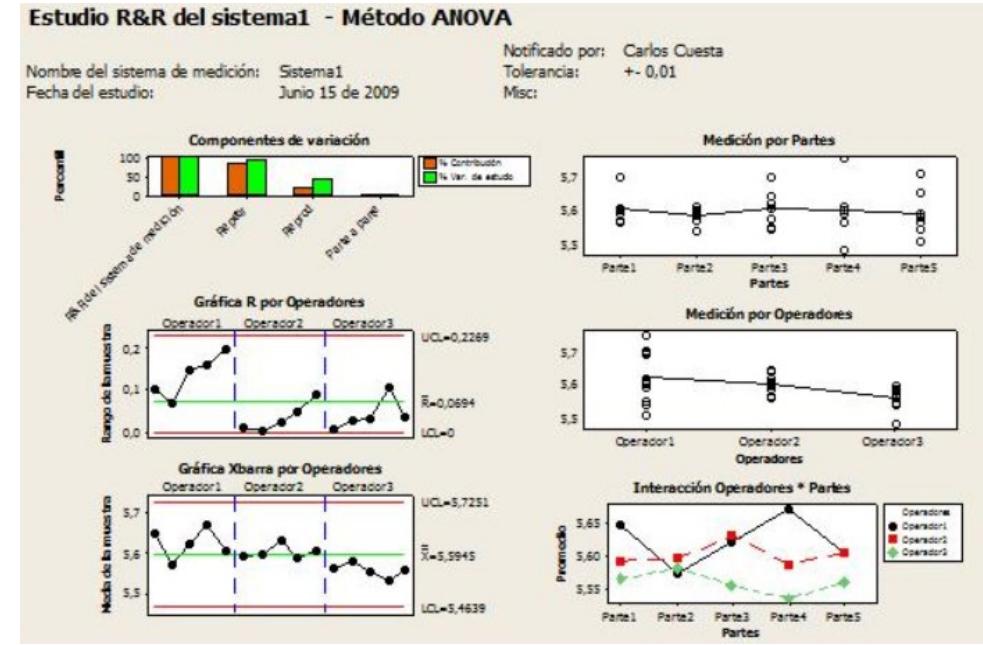
Análisis del Sistema de Medición – (MSA)

- Es usado para determinar si el Sistema de medida es una Fuente de variabilidad y si es así qué acciones son necesarias para repararlo.
- Se basa en una serie de pruebas que permiten determinar cuándo el Sistema de medición es confiable en términos de sesgo, estabilidad, discriminación y precision.
- Existen dos tipos de MSA
- Atributos (Datos Discretos)
- Gage R&R (Datos continuos)
 - Repetibilidad
 - Reproducibilidad



Análisis del Sistema de Medición – (MSA)

- **Sesgo:** Es la diferencia observada entre el promedio de los datos y un estándar conocido
- **Linealidad:** Determina si existe sesgo en el rango del dispositivo de medición
- **Estabilidad:** Determina si el sistema de medición se mantiene constante durante el tiempo
- **Discriminación:** Habilidad de detectar pequeños cambios en las características que se están midiendo
- **Repetibilidad:** Habilidad de retornar la misma medida cuando un operador mide la características varias veces
- **Reproducibilidad:** Es el acuerdo o desacuerdo de los resultados cuando varios operadores realizan la misma medida.



<https://cicalidad.com/entrenamiento/estudios-rr-de-medicion-msa/>

Implementación de la Función de Calidad – (QFD)

- Es un proceso estructurado para entender la voz del cliente y transformarlo en características medibles.
- QFD tiene la metodología para toda la organización en enfocarse en lo que le gusta o no al cliente.
- La principal herramienta para esto se denomina La Casa de la Calidad y se usa para las 4 fases:
 - 1. Planeación de producto:** Se identifican los requerimientos del cliente y se definen como especificaciones del producto
 - 2. Desarrollo de fases:** Traduce los resultados de la fase anterior en detalles o características más específicas de la pieza o producto
 - 3. Planeación del proceso:** Define el proceso para hacer cada componente y establece los parámetros críticos
 - 4. Instrucciones de operación:** Define los requisitos de producción para cada elemento



Casa de la Calidad

- Aunque sus diseños varían, los siguientes puntos son los principales:
- **Qué:** Las cualidades o atributos que el producto o servicio debe contener (Must).
- **Cómo:** Los ítems técnicos que se deben cumplir para satisfacer los Qué
- **Matriz de correlación:** Evaluar las relaciones positivas o negativas entre los cómo (roof)
- **Matriz de relación:** Una evaluación entre los Qué y los Cómo para identificar la mejor forma de satisfacer los requerimientos del cliente.

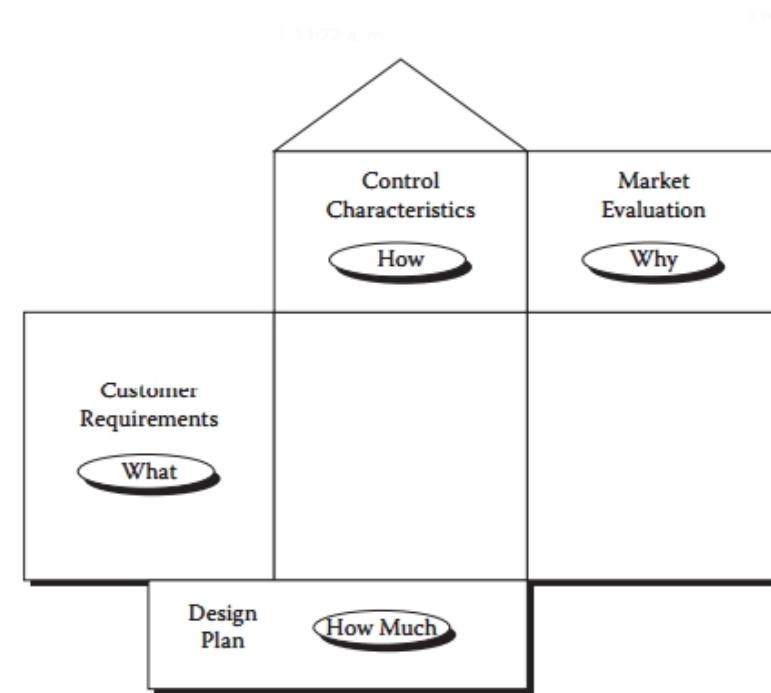


Figura Basic QFD Matrix en The Lean Six Sigma Black Belt Handbook (p. 239), por Voehl et al., 2014

Casa de la Calidad

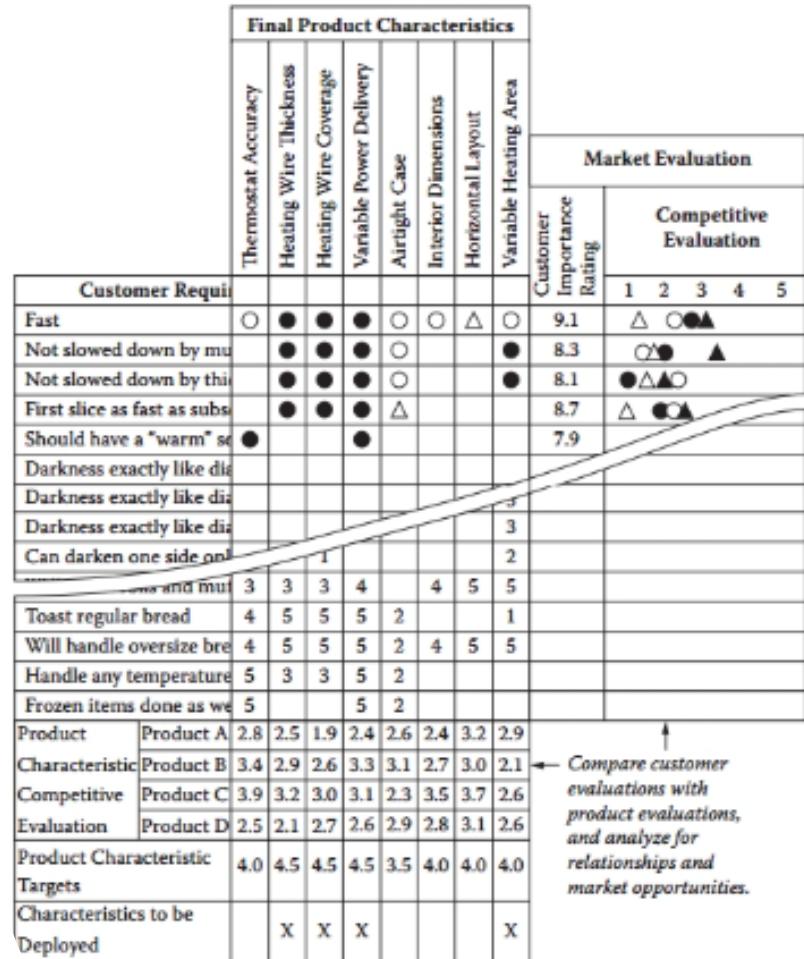


Figura 8.31 Performance target display, en The Lean Six Sigma Black Belt Handbook (p. 239), por Voehl et al., 2014



Análisis de Capacidad de Proceso (Cp & Cpk)

- Se refiere a la capacidad del proceso para entregar producto que cumplan con las especificaciones del cliente dentro de un rango de tolerancia.
- Se usa para predecir el comportamiento de un proceso, comparando la variación con la tolerancia esperada.
- **Cp** : Es el potencial del proceso ya que se calcula sin tener en cuenta la ubicación de la media de los datos dentro de la tolerancia, entonces da una indicación de lo que el proceso podría lograr si se centrara entre los límites de especificación
- **Cpk**: Es el rendimiento del proceso ya que si se tiene en cuenta la media de los datos dentro de la tolerancia, entonces es una medida mas realista de la capacidad del proceso.

Short-term Capability Indices

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6 \sigma_{st}}$$

$$C_{pk} = \min (C_{pk}(USL), C_{pk}(LSL))$$

$$C_{pk}(USL) = \frac{(USL - \bar{X})}{3 \sigma_{st}}$$

$$C_{pk}(LSL) = \frac{(\bar{X} - LSL)}{3 \sigma_{st}}$$

Figura Capability Indices en The Black Belt Memory Jogger (p. 120),
por Carleton S., 2018

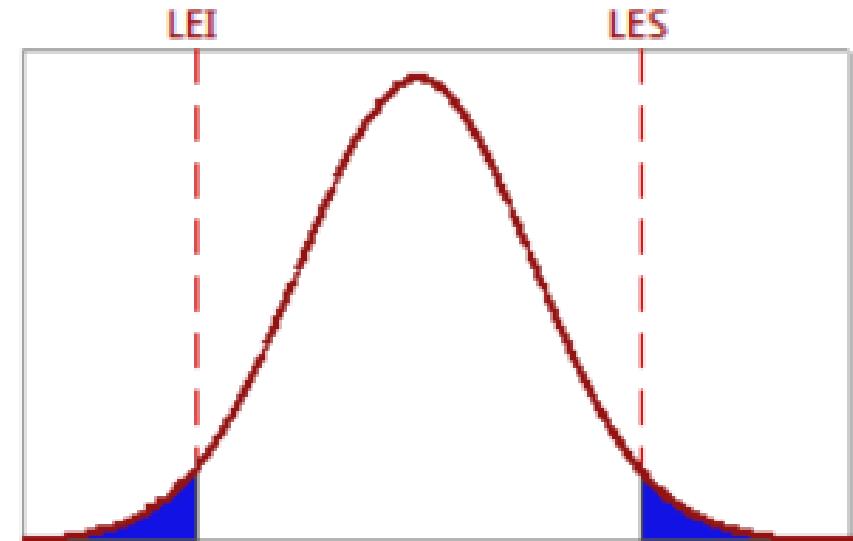


Análisis de Capacidad de Proceso (Cp & Cpk)

- **Límites de especificación:** Son los valores entre los cuales debería entregarse un producto o servicio, estos límites suelen definirse de acuerdo al requerimiento del cliente.
- **Identificar un valor bueno de Cp/Cpk**

Cpk	Zst	Ppk	Zlt	DPMOlt	%lt	Interpretation
2	6	1.5	4.5	3.4	0.00034%	World Class
1.5	4.5	1	3	1700	0.17%	Typical
1	3	0.5	1.5	67000	6.70%	Sub Par

The Black Belt Memory Jogger (p. 120), por Carleton S., 2018



<https://support.minitab.com/es-mx/minitab/20/help-and-how-to/quality-and-process-improvement/capability-analysis/how-to/capability-sixpack/between-within-capability-sixpack/interpret-the-results/all-statistics-and-graphs/capability-statistics/>

...

MODULO 6

Herramientas a Analizar



LSSBBPC™ Versión 022023



Mapa de Flujo de Valor – (vsm)

- Se refiere a todas las actividades requeridas para que el cliente reciba valor.
- Esto incluye materiales, mano de obra, proveedores, ventas, en general todo por lo que el cliente esta dispuesto a pagar.



Mapa de Flujo de Valor – (vsm)

- Cinco Pasos:

1. Definir el producto/proceso a evaluar
2. Crear el diagrama de flujo del estado actual (Aquí se debe identificar el paso a paso, los tiempos, el almacenamiento, etc)
3. Evaluar la situación actual y generar un brainstorming para obtener ideas de cómo eliminar los posibles desperdicios
4. Construir un nuevo diagrama de flujo con el estado ideal
5. Desarrollar un plan de acción para que ocurra el cambio



Ejemplos

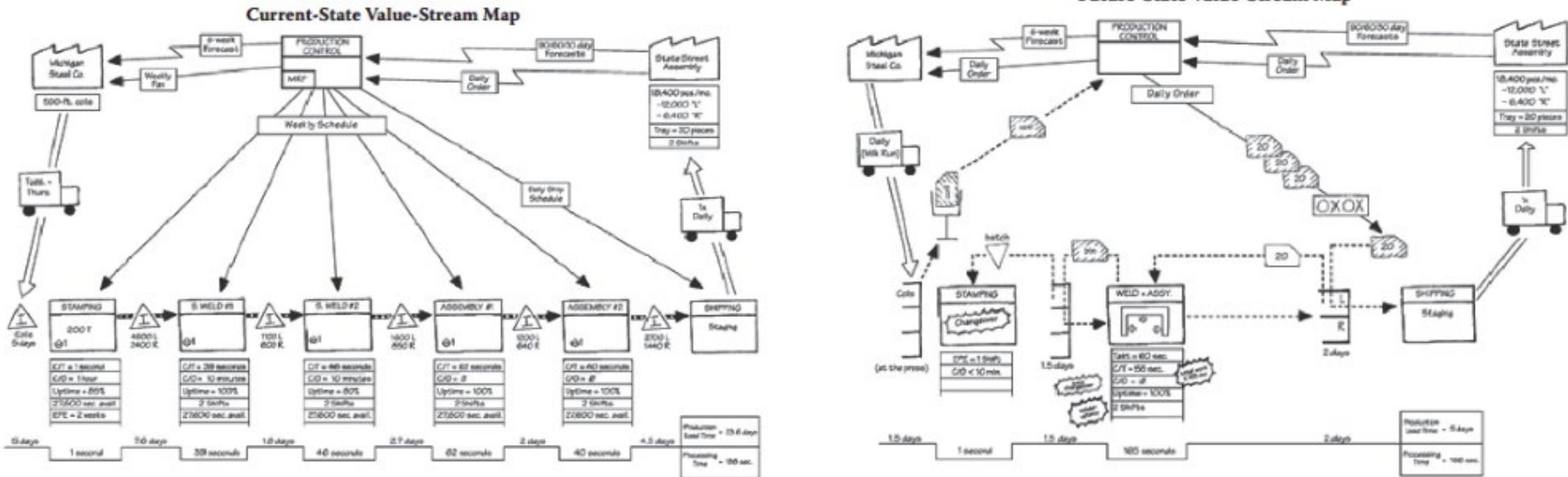
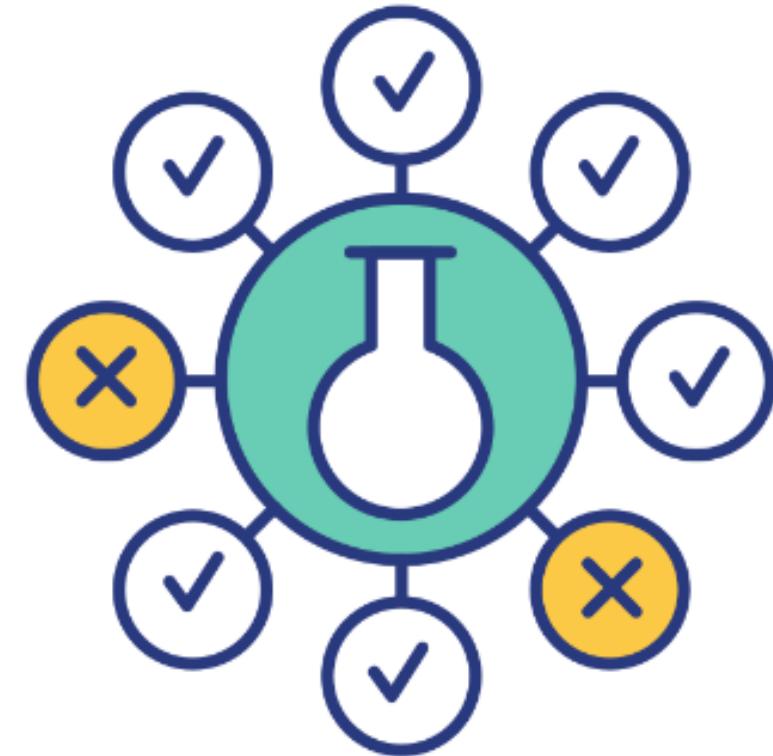


Figura 9.28. Current state and future state value stream map, en The Lean Six Sigma Black Belt Handbook (p. 381), por Voehl et al., 2014



Test de Hipótesis

- Las hipótesis puede ayudar a una organización a:
- Determinar cómo puede cambiar la salida del proceso si se hacen cambios en la entrada del mismo
- Determinar estadísticamente si existen diferencias en las salidas entre dos o más procesos
- Sirve para determinar y confirmar causas raíces en la fase de análisis y en la fase de control y ayuda a determinar la eficiencia de las acciones implementadas



Análisis de Varianza (ANOVA)

- Su Objetivo es comparar si las diferencias entre grupos son estadísticamente significativas.
- Este análisis se basa en la varianza.

• Hipótesis

- Distribución Normal
- H_0 = Las medias de los grupos son iguales
- H_1 = Al menos una medida es distinta

Puntos de estrés

Arquitectos



Ingenieros



Diseñadores



Puntos de estrés

Trabajan

Arquitectos



Diseñadores



No Trabajan

Arquitectos

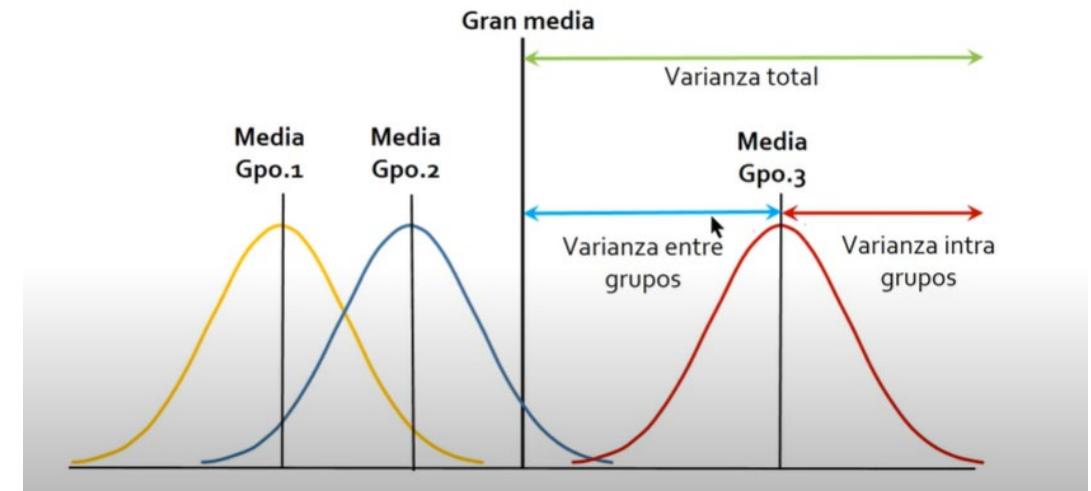


Diseñadores



Análisis de Varianza (ANOVA)

- Se utiliza para comparar 3 o más muestras independientes (es decir que los sujetos son diferentes en cada grupo)
- Es un análisis cuantitativo
- Compara las varianzas de los grupos (qué tan alejadas están las muestras de la media)
- Se asume independencia de las muestras



Gráfica Anova [Image]. (2020). Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=aH7bitGYbDQ>

Análisis de Varianza (ANOVA)

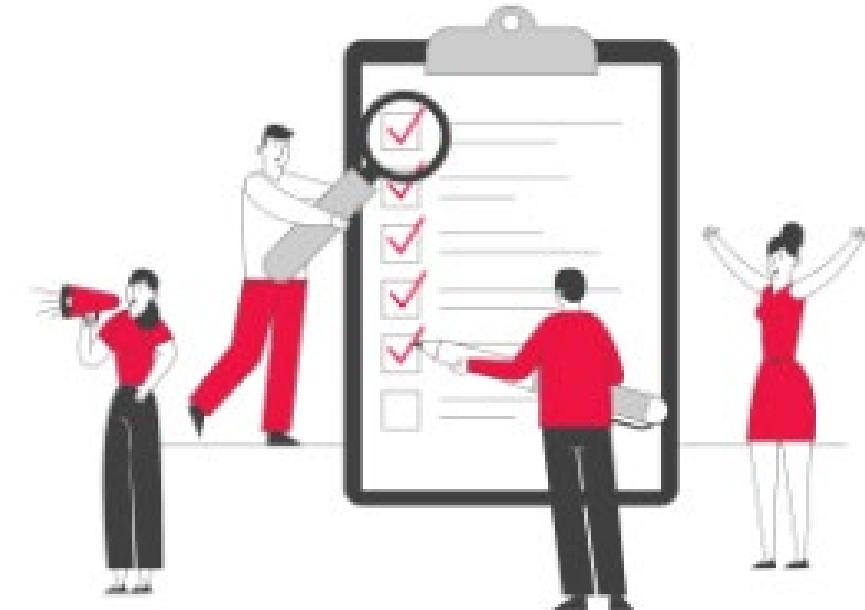
Tabla para el análisis de varianza

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F
Entre las muestras	$SC_{Trat} = \sum_{i=1}^k n_i (\bar{x}_{i\cdot} - \bar{x}_{..})^2$	$k - 1$	$CM_{Trat} = \frac{SC_{Trat}}{k - 1}$	$F = \frac{CM_{Trat}}{CM_{Error}}$
Dentro de las muestras	$SC_{Error} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_{i\cdot})^2$	$N - k$	$CM_{Error} = \frac{SC_{Error}}{N - k}$	
Total	$SC_{Total} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_{..})^2$	$N - 1$		

Cómo realizar el Análisis de Varianza ANOVA [Image]. (2021). Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=k1b0CTFrfEY>

Análisis de Modos y Efecto de Fallas (AMEF)

- Permite una evaluación del riesgo y ayuda a determinar qué acciones tomar para minimizarlo.
- También es utilizado para documentar procesos y actividades.



Análisis de Modos y Efecto de Fallas (AMEF)

- **¿Cómo se construye?**
 - Realizar una lista del paso a paso del proceso
 - Listar los posibles modos de falla (Puede existir más de un modo de falla por item)
 - Relacionar los posibles efectos con los modos de falla descritos anteriormente (lo que vería el cliente)
 - Listar las posibles causas para los modos de falla
 - Relacionar los controles que se han establecido para prevenir o detectar las causas nombradas
 - Dar una puntuación de 1 a 10 de la severidad del efecto que el cliente puede percibir



Análisis de Modos y Efecto de Fallas (AMEF)

- Dar una puntuación 1 a 10 según la ocurrencia de la causa
- Dar una puntuación de 1 a 10 que indique qué tan efectivos son los controles para prevenir o detectar la causa del modo de falla
- Multiplicar la severidad, ocurrencia y efectividad o detección para calcular el RPN (Número de Prioridad de riesgo)
- De acuerdo al RPN, determinar las acciones necesarias
- Una vez las acciones son implementadas, recalcular los valores de ocurrencia y detección
- *La severidad usualmente no cambia



Análisis de Modos y Efecto de Fallas (AMEF)

FMEA Ratings

Rating	Severity	Occurrence	Detection
10	May endanger without warning	>10%	Impossible to detect
9	May endanger with warning	5%-10%	Very remote likelihood to detect
8	Shut down process	2%-5%	Remote likelihood to detect
7	Slow down process	1%-2%	Very low likelihood to detect
6	100% rework	0.2%-1%	Low likelihood to detect
5	Significant rework	0.05%-0.2%	Moderate likelihood to detect
4	Minor rework	0.01%-0.05%	High likelihood to detect
3	Inconvenience	0.001%-0.01%	Total detection of failure mode
2	Noticeable but no adverse effect	<0.001%	Total prevention of failure mode
1	No effect	Never	Total prevention of cause

FMEA Ratings, en The Black Bel Memory Jogger(p. 251), por Carleton et al., 2018



Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMEF)

Nº	Función del proceso	Falla potencial	Efecto potencial de la falla	Severidad	Causas potenciales de las fallas	Ocurrencia	Control actual del proceso	Detección	RPN
1	CORTAR	Cortar un área menor a la especificada	No se puede armar el bolsillo con las dimensiones correctas. Parte descartada.	6	Falta de pericia del operador; moldes imperfectos; instrumento de corte defectuoso.	4	Inspección simultánea con la operación.	3	72
2	CORTAR	Cortar un área mayor a la especificada	Reproceso de corte hasta lograr las dimensiones correctas.	3	Falta de pericia del operador; moldes imperfectos; instrumento de corte defectuoso.	5	Inspección simultánea con la operación.	3	45
3	CORTAR	Romper el centro de la tela con las tijeras	No se puede ensamblar un bolsillo con rotos en el centro. Parte descartada.	8	Falta de pericia del operador; instrumento de corte defectuoso; condiciones de luz deficientes.	3	Inspección simultánea con la operación / Inspección final.	3	72
4	CORTAR	Manchar la tela con suciedad de las tijeras.	Alteración del color de la tela. Producto terminado no conforme.	5	Falta de limpieza, orden y estandarización	6	Inspección simultánea con la operación / Inspección final.	5	150
5	CORTAR	Cortar el cuerpo del operario.	Accidente, incapacidad del operario, proceso interrumpido, alteración del color de la tela.	10	Falta de pericia del operador; uso inadecuado o falta de elementos de protección personal.	2	Operario.	1	20
6	CORTAR	Cortar o entregar piezas incompletas.	No se puede coser un bolsillo con piezas incompletas. Proceso siguiente afectado. Reproceso	3	Falta de pericia del operador; carencia de herramientas de control de unidades en proceso.	6	Inspección final de corte / Conteo inicial en costura.	4	72

Salazar, B. (2022). Ejemplo AMEF [Image]. Recuperado de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/lean-manufacturing/analisis-del-modo-y-efecto-de-fallas-amef/>

Diagrama de Pez (Ishikawa)

- Permite a un equipo identificar y representar de manera gráfica las posibles causas relacionadas a un problema.

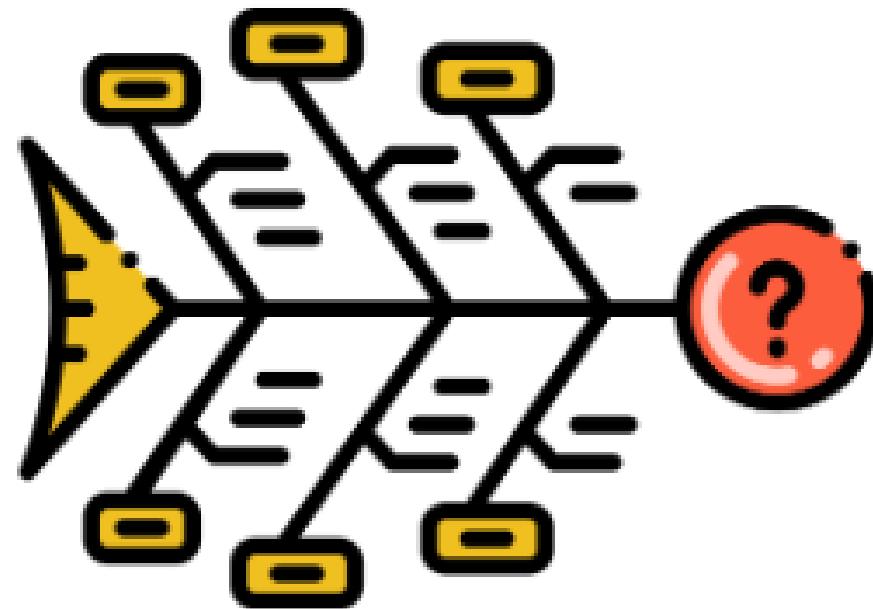
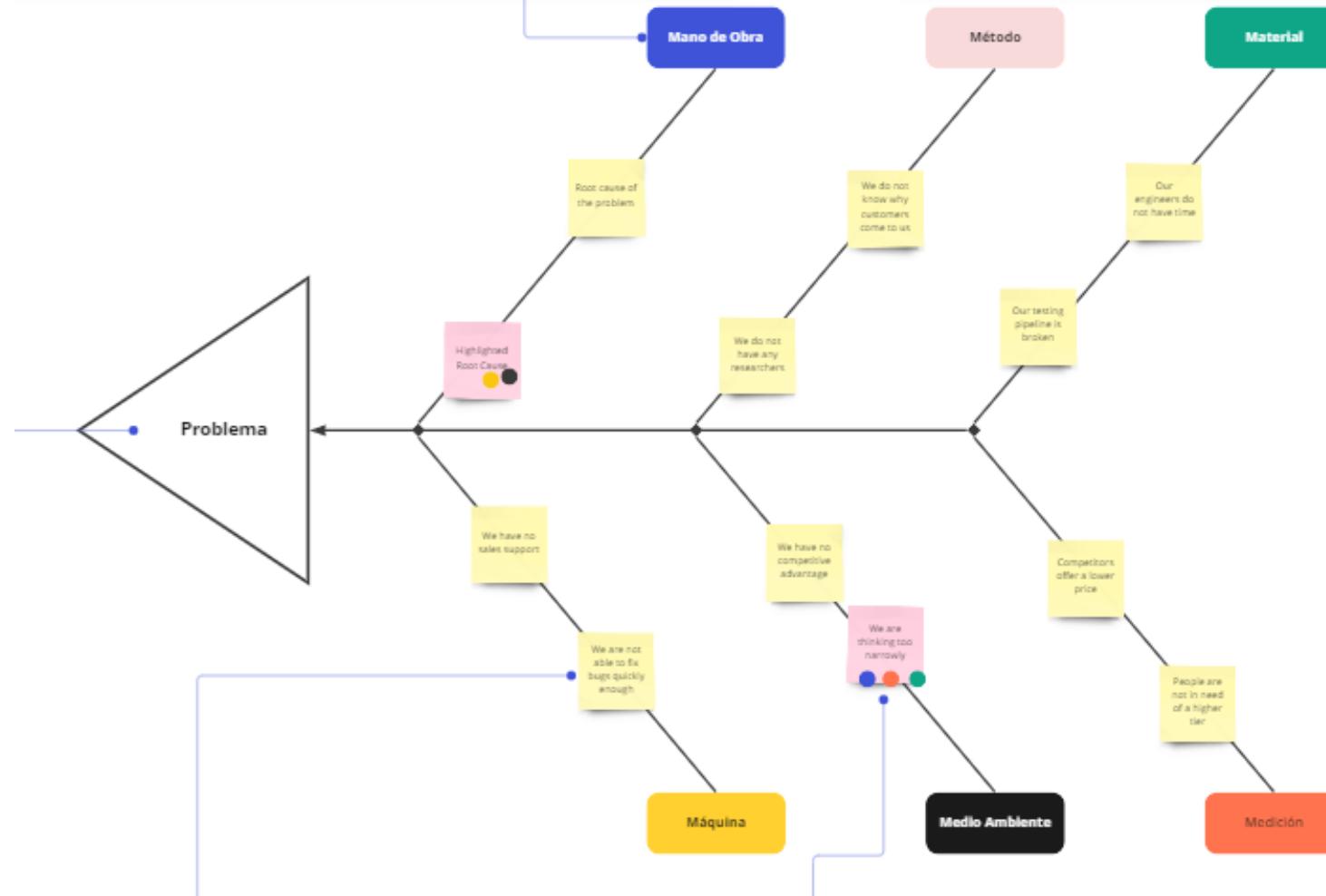


Diagrama de Pez (Ishikawa)

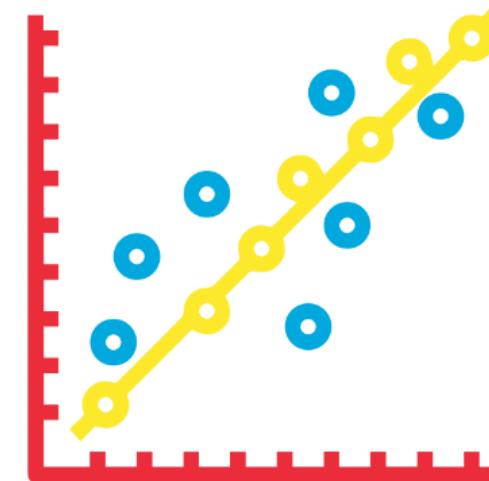


Correlación

- La correlación nos permite identificar relaciones importantes o fuentes de variación.
- Para esto se deben tener dos variables continuas (Dependiente (y) e Independiente (x)) y en caso de encontrar que están correlacionadas, significa que existe una relación de causa y efecto.

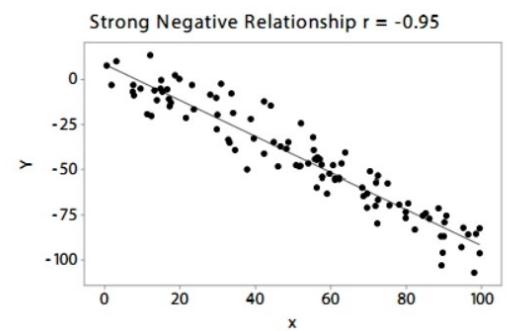
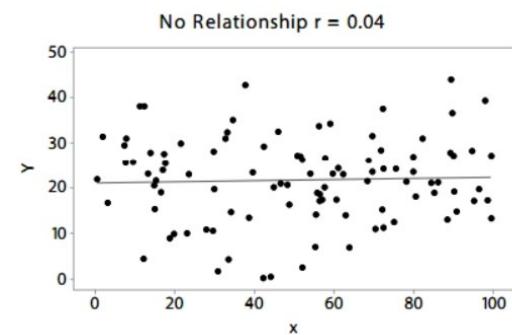
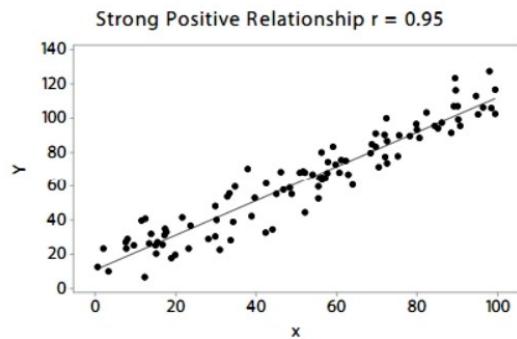
- **CARACTERISTICAS DEL COEFICIENTE DE CORRELACION**

1. Se identifica con la letra r minúscula
2. Muestra la dirección y relación entre dos variables
3. Varia de -1 hasta +1
4. Un valor cercano a 0 indica poca asociación entre las variables
5. Un valor cercano a 1 indica una asociación positiva entre las dos variables
6. Un valor cercano a -1 indica una asociación negativa entre las variables



Correlación

$$r = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2} * \sqrt{N \sum Y^2 - (\sum Y)^2}}$$



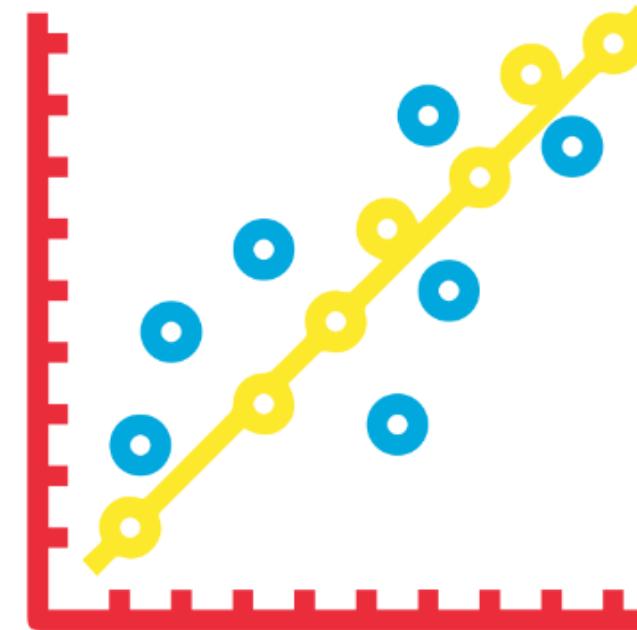
Examples of Y vs x Relationships Cont'd, en The Black Bel Memory Jogger(p. 195), por Carleton et al., 2018

Regresión

Una vez se ha identificado una relación fuerte entre las variables el análisis de regresión ayuda a estimar los posibles valores de Y.

$$\hat{y} = b_0 + b_1 X$$

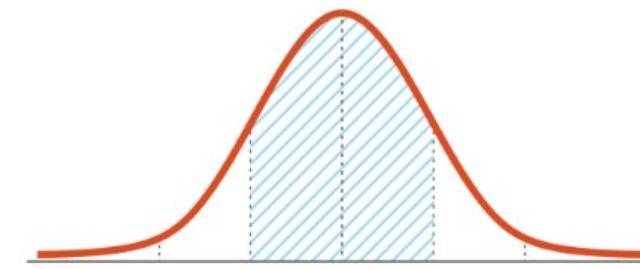
↓
Intersección
↓
Pendiente



Intervalos de Confianza

- Ayudan a identificar la incertidumbre.
- Al usar estadística en las estimaciones y usar muestras aleatorias de un proceso, existe alta variabilidad por esto es necesario identificar la incertidumbre.
- Esto ayuda también en el desarrollo de los conceptos de hipótesis.
- El intervalo de confianza tiene un límite inferior y un límite superior que se determinan por el riesgo asociado con llegar a una conclusión errónea, entonces si se establece un intervalo de confianza del 95%, esto representa que existe un riesgo del 5% de que el intervalo no contenga el promedio de la población real.

$$p \pm Z_{0.95} \sqrt{\frac{p(1-p)}{N}}$$



Box Plot

- Su principal función es mostrar la distribución de una variable numérica de una manera sencilla.
- Ordena los valores de las variables y los caracteriza o posiciona por quartiles, por lo que sirve como herramienta visual en la comparación de diferentes medidas y grupos.

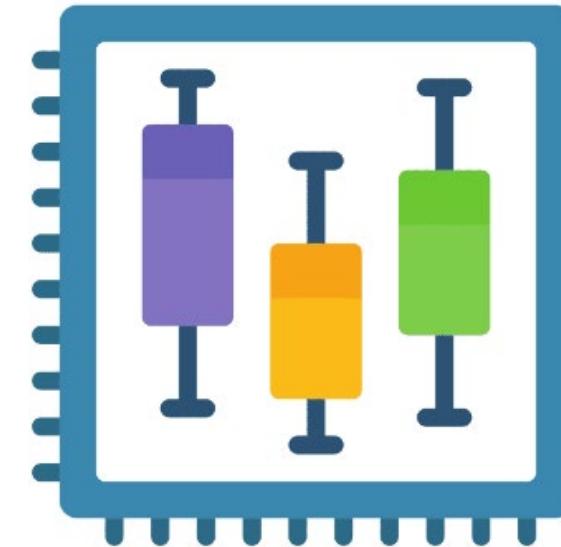
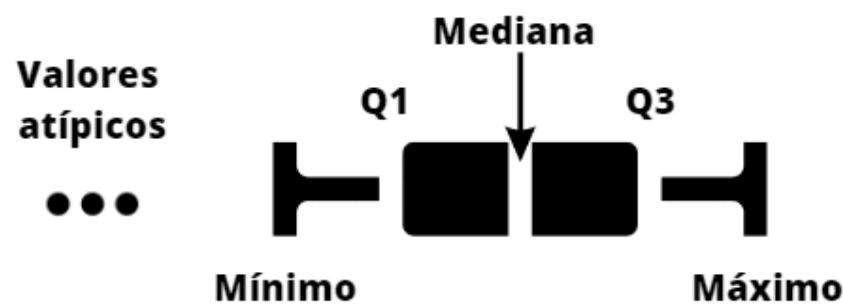


Diagrama Scatter

- Es un diagrama utilizado para estudiar la relación entre dos variables.

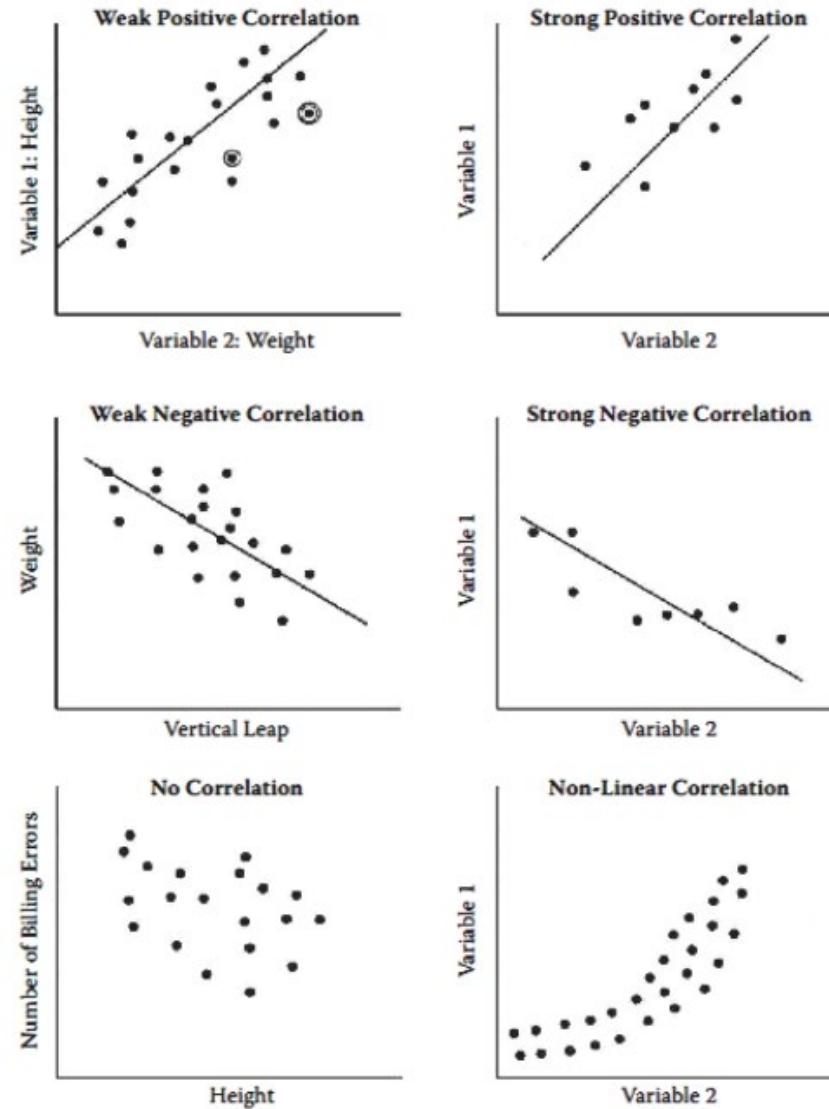


Figura 9.13 Sample scatter diagrams en The Lean Six Sigma Black Belt Handbook (p. 355), por Voehl et al., 2014



...

MODULO 7

Herramientas a Diseñar

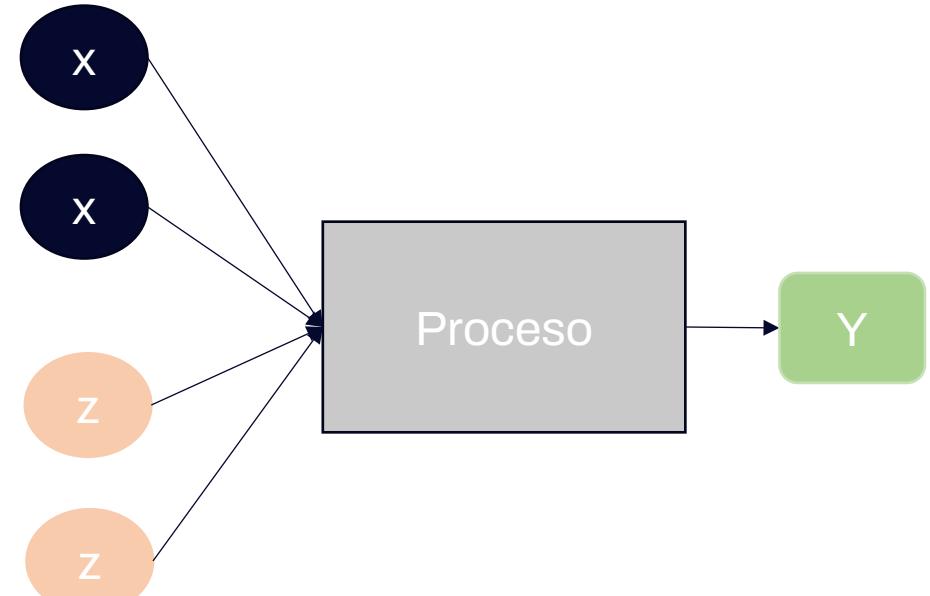


LSSBBPC™ Versión 022023



Diseño de Experimentos (DOE)

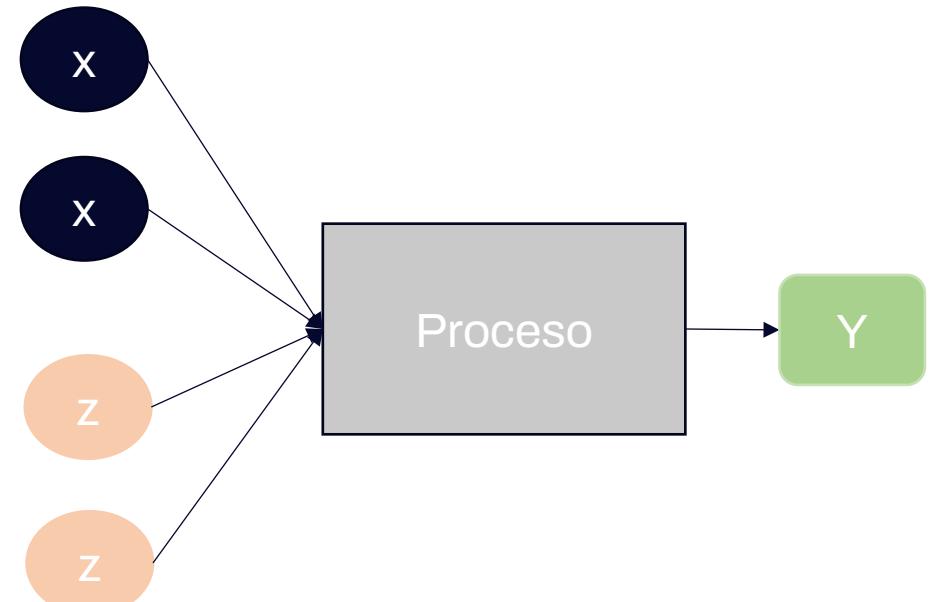
- Es usado para entender los efectos de los factores y las interacciones que intervienen en las salidas de los procesos.
- **DOE** ayuda a predecir y confirmar que las soluciones escogidas van a tener el resultado esperado.
- Vamos a tener variables de entrada
- Controlables (X)
- No controlables (Z)
- Y la salida (y) como variable de respuesta, en dónde se puede ver el resultado.



Diseño de Experimentos (DOE)

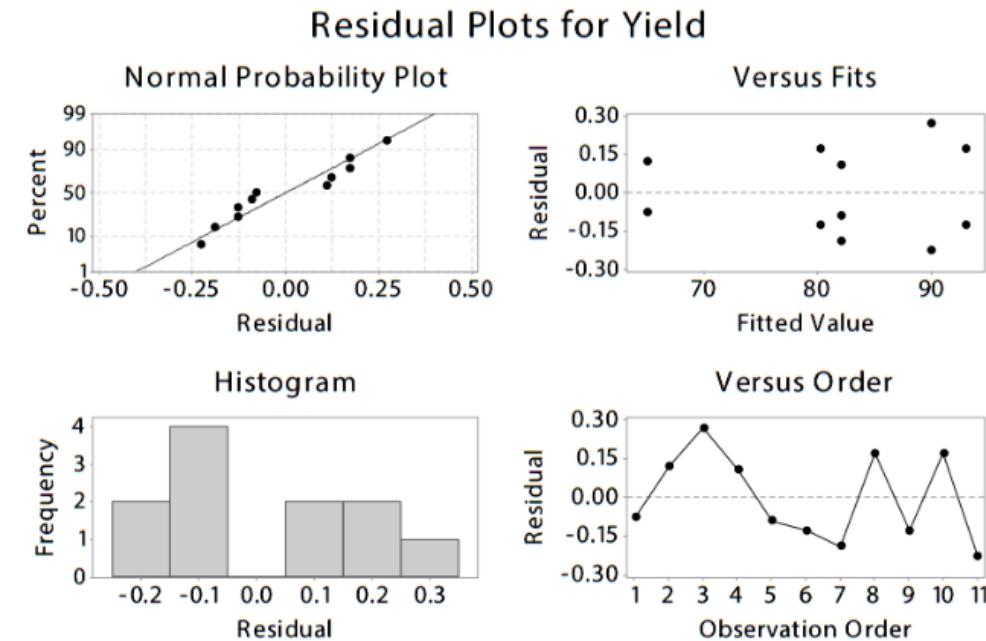
- **PASOS**

1. Defina el problema
2. Defina los factores de interés como por ejemplo establecer niveles de temperatura y presión
3. Seleccionar el diseño y tamaño de muestras adecuados en función de lo que se quiere detectar o probar
4. Realizar muestras aleatorias y crear una hoja guía para guardar los resultados



Tipos de Experimentos

1. ANOVA para efectos fijos
2. ANOVA con tratamiento de control
3. ANOVA para efecto aleatorio
4. Experimento con dos factores
5. Diseño $2^{\Delta}2$
6. Diseño Plackett Burman
7. Puntos axiales



The Black Belt Memory Jogger (p. 230), por Carleton S., 2018

Método Taguchi

- El método Taguchi define:

1. Calidad Esperada: Es el valor objetivo para determinar el nivel de calidad del producto o servicio

2. Calidad Perdida: Pérdidas económicas a causa de entregar producto no conforme, esto solo es posible solucionarlo desde el diseño de producto, no durante su inspección.

3. Diseño Robusto: Usar una metodología de ingeniería durante el desarrollo que permita realizar entregables de alta calidad y con mínima sensibilidad a las variaciones, en especial a los factores no controlables y a bajo costo

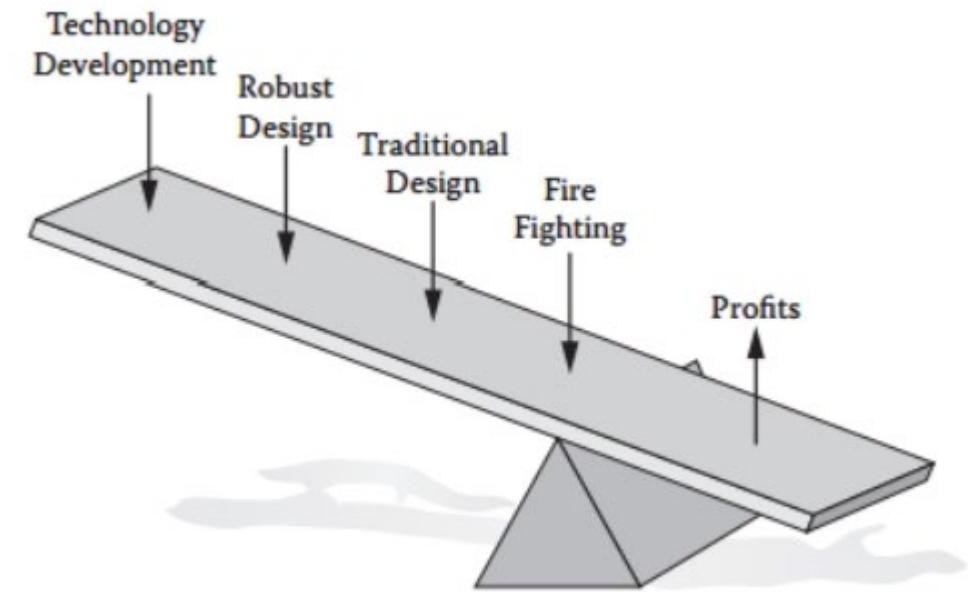


Figura 10.38 The Taguchi method, The Lean Six Sigma Black Belt Handbook (p. 487), por Voehl et al., 2014

Método Taguchi

- Taguchi rechaza el concepto de considerar pérdidas solo después de los límites establecidos (LSL-UCL), en su lugar asigna una parábola.
- Taguchi usa una función cuadrática para mostrar que cualquier variación, así sea mínima, causa grandes perdidas tanto al cliente como a la organización.
- $L(y) = k(y - m)^2$
- Donde:
- k es una constante
- $y - m$ es la desviación del objetivo
- L es la Pérdida que es proporcional al cuadrado de la desviación del objetivo

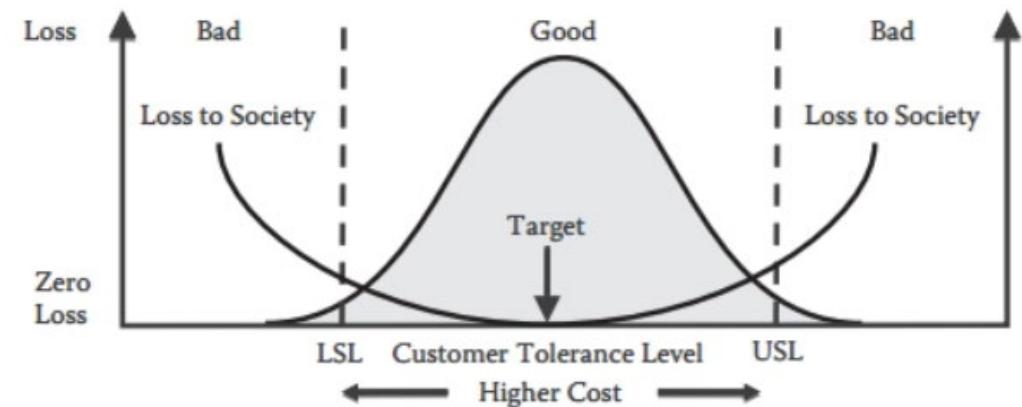


Figura 10.41 Cost Loss, en The Lean Six Sigma Black Belt Handbook (p. 488), por Voehl et al., 2014

Matriz de Priorización

- La matriz de priorización compara alternativas de diferentes criterios como uso, precio, etc., para poder ordenarlos en orden de importancia.



...

MODULO 8

Herramientas a Verificar



LSSBBPC™ Versión 022023



Plan de Control

- Un plan de control permite llevar una historia del status del proceso y las medidas o indicadores que se han definido, por lo que proporciona solución oportuna a los problemas y es un soporte y ayuda para los procesos de capacitación y auditoria.
- Debe ser un documento vivo dentro del proceso, es decir debe ser constantemente actualizado.



Plan de Control

- **Pasos**

1. Identificar los procesos a controlar y tener la información del mismo
2. Los dueños del proceso deben aprobar el plan
3. Se debe tener una trazabilidad del documento (normalmente el formato es dado por calidad con las identificaciones correspondientes)
4. Definir el alcance
5. Desribir la característica específica que se va a controlar
6. Identificar si la variable es una salida o una entrada del proceso en la columna
7. Colocar la especificación de que se va a controlar y los límites o criterios a cumplir
8. Identificar el tipo de control que será usado
9. Colocar el método de medición, el responsable, la frecuencia, tamaño de la muestra y tipo de reporte
10. Colocar las instrucciones detalladas de las acciones a seguir cuando la característica este fuera de sus límites como cuarentenas



Plan de Control

Control Plan											
Process: On-site equipment repair				Process Owner: Bill Smith		Revision/Approval: Revision 1, Approved by Kerry Jones					
What is being controlled				Control chart information						Control actions	
Process step	Variable	CTS variable type (input or output)	Specification	Control method	Measurement system	Responsibility	Sample frequency	Sample size and subgrouping	How is data reported?	Out of Control Action Plan	Standard Operating Procedures and References
Diagnose symptoms	Time to diagnose	Input	JSL 15 min	SPC	Tablet time recorder (passed MSA Feb)	Zone supervisors	Weekly	All repairs within a week (typically 25-50)	Xbar-R chart	Supervisor investigates special cause, puts fix in place, and monitors	Doc S12.3
Document repair case	Completion rate	Input	100% completed	Mistake proofing (software does not allow case closure until documentation is complete)	NA	NA	NA	NA	NA	Audit software annually	Doc S12.3
Completed repair	Total time in repair equipment	Output	JSL 2.5 h	SPC	Tablet time recorder (passed MSA Feb)	Zone supervisors	Weekly	All repairs within a week (typically 25-50)	Xbar-R chart	Supervisor investigates special cause, puts fix in place, and monitors	Doc S12.3

Example DMAIC Project Control Plan, en The Black Bel Memory Jogger(p. 278), por Carleton et al., 2018



Gráficos de Control

- **Gráfica R (Rango)**
- Una grafica de rango se usa para seguir la variabilidad del proceso.
- Calculando los rangos y el rango promedio de las muestras
- $UCLR = D_4\bar{R}$ y $LCLR = D_3\bar{R}$
- **Donde:**
- \bar{R} = Promedio de los rangos
- D_4 y D_3 = Constantes que proporcionan tres Sigma para un determinado tamaño de muestra

Tamaño de la muestra (n)	Factor para UCL y LCL para gráficas x (A ₂)	Factor para LCL para gráficas R (D ₃)	Factor para UCL para gráficas R (D ₄)
2	1,880	0	3,267
3	1,023	0	2,575
4	0,729	0	2,282
5	0,577	0	2,115
6	0,483	0	2,004
7	0,419	0,076	1,924
8	0,373	0,136	1,864
9	0,337	0,184	1,816
10	0,308	0,223	1,777

Fuente: 1950 ASTM Manual on Quality Control of Materials.
American Society for Testing Materials.

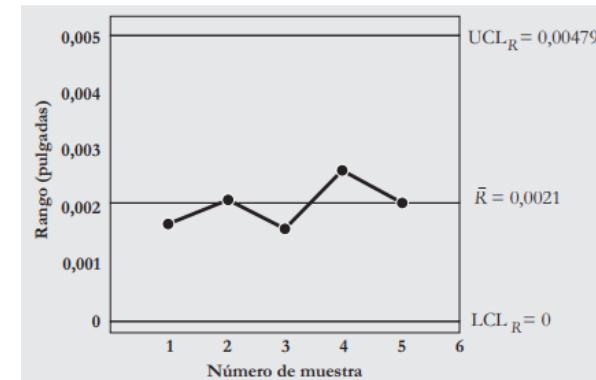
http://nulan.mdp.edu.ar/id/eprint/1617/1/12_control_estadistico.pdf



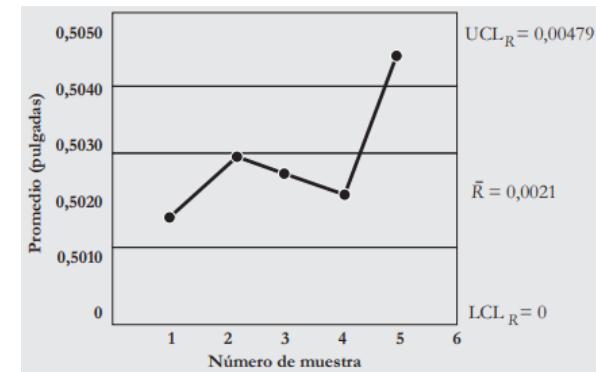
Gráficos de Control

- **Gráfica X (Media)**
- Para medir las medias se utiliza el gráfico X barra (Normalmente se usa después del R, cuando el proceso esta bajo control.)
- $UCLx = M + A_2 \bar{R}$ y
- $LCLx = M - A_2 \bar{R}$
- **Donde:**
- M = Promedio de las medias
- A_2 = Constante que proporciona tres sigma para una media de la muestra

Gráfica R



Gráfica X

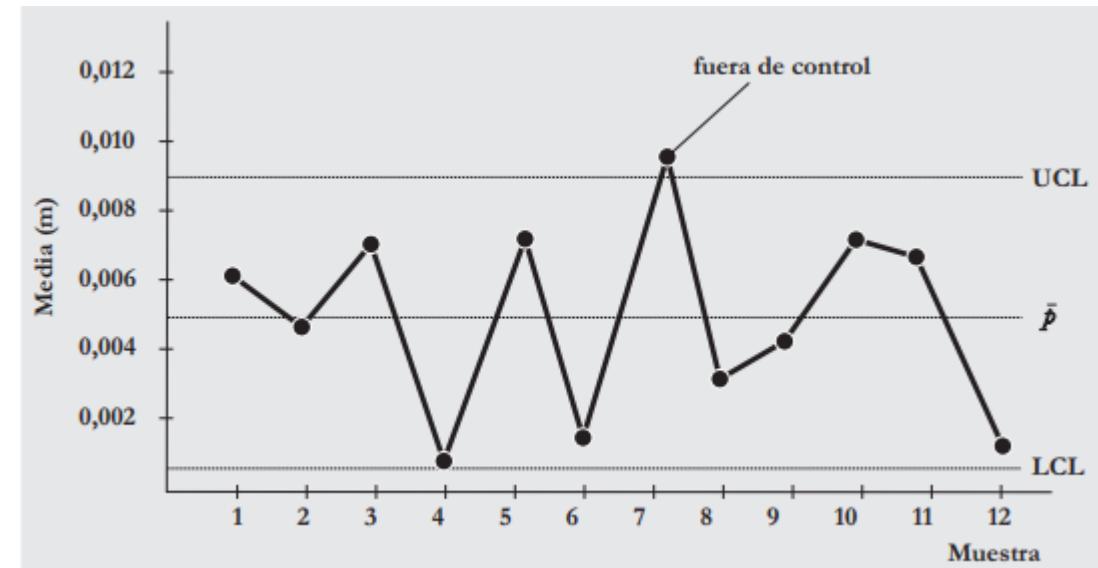


http://nulan.mdp.edu.ar/id/eprint/1617/1/12_control_estadistico.pdf



Gráficos de Control

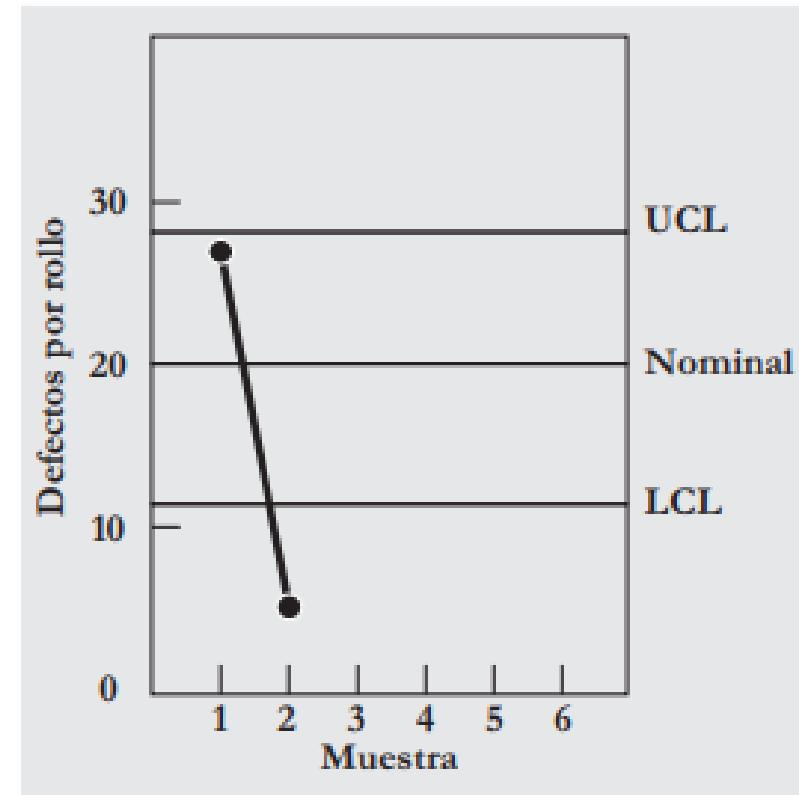
- **Gráfica P Atributos**
- Se utiliza para controlar la proporción de productos No Conformes.
- $\delta_p = \sqrt{p(1 - p)/n}$
- **Donde:**
- n = Tamaño de la muestra
- p = Media de la proporción de productos No Conformes
- $UCLp = p + z\delta_p$ y $LCLp = p - z\delta_p$
- **Donde:**
- z = Desviación estándar



http://nulanmdp.edu.ar/id/eprint/1617/1/12_control_estadistico.pdf

Gráficos de Control

- **Gráfica C Atributos**
- Se utiliza para controlar la cantidad de defectos que se pueden producir en un solo elemento.
- $UCL_c = C + z\sqrt{C}$ y $LCL_c = C - z\sqrt{C}$
- **Donde:**
 - C = Promedio de defectos por producto
 - z= Desviación estándar



http://nulan.mdp.edu.ar/id/eprint/1617/1/12_control_estadistico.pdf



Referencias

- Carro, R. & González D. (Sin año). Control Estadístico de Procesos (Facultas de ciencias económicas y sociales). Universidad Nacional de mar del Plata.
- Ford Motor Company & General Motors (2002). Análisis de medición MSA.
- No registra (sin año). Tema 5: Principales Distribuciones de Probabilidad., Licenciatura en ciencias ambientales http://matematicas.unex.es/~mota/ciencias_ambientales/tema5_nuevo.pdf
- Voehl, F. et al (2014). The lean six Sigma Black belt handbook. CRC Press.
- Carleton, S. et al (2018). The Black Belt Memory Jogger (Second edition). GOAL/QPC.



...

COMPARTE Y VERIFICA TUS LOGROS DE APRENDIZAJE FÁCILMENTE

#LSSBBPC #certiprof



C certiprof®

...



¡Síguenos, ponte en contacto!



www.certiprof.com

CERTIPROF® is a registered trademark of Certiprof,
LLC in the United States and/or other countries.