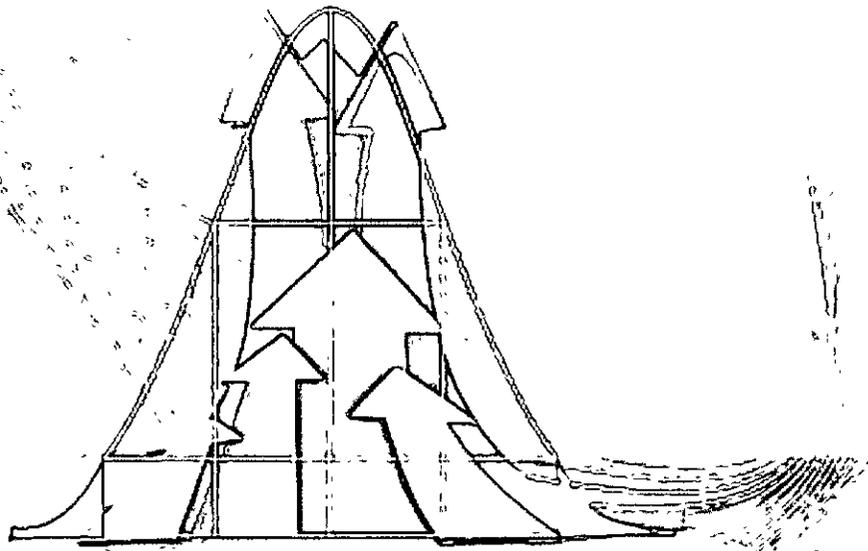
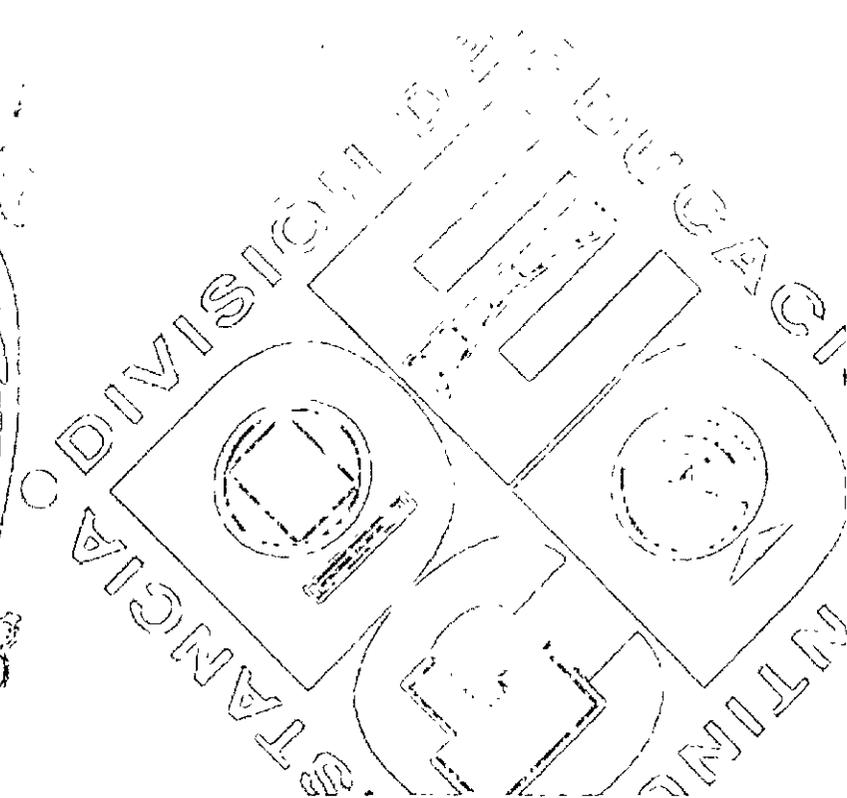


Diplomado: Seis Sigma Nivel-Black Belt



MÓDULO II "Medir" CA-064
Ing. Enrique Gómez





Módulo II

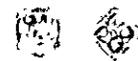
MEDIR



Black Belt

MÓDULO II

"Medir"



Objetivo:

Al finalizar el módulo, el participante aprenderá a utilizar las herramientas estadísticas necesarias para determinar el estado actual del proceso.



Black Belt

Temario:

2.1 Mapeo de procesos

- 2.1.1 Mapeo de Valor con Value Stream Mapping (VSM)
- 2.1.2 Mapeo de procesos
- 2.1.3 Introducción al Análisis de Valor en los procesos

2.2 Estadística básica.

- 2.2.1 Tipo de datos, medidas de tendencia central y medidas de dispersión
- 2.2.2 Distribución de datos normal
- 2.2.3 Distribución de datos no normales – Binomial, Poisson, Logarítmica, etc.
- 2.2.4 Teorema del Límite Central
- 2.2.5 Estadística Descriptiva
- 2.2.6 Gráficos de barras, gráficos de puntos y gráficos de pie
- 2.2.7 Histograma
- 2.2.8 Grafica de Pareto
- 2.2.9 Box Plot
- 2.2.10 Multi-Vari Chart

Black Belt

Temario:

2.3 Análisis de capacidad de proceso

- 2.3.1 Análisis de Capacidad del proceso (C_p , C_{pk} , P_p y P_{pk}) para datos discretos y continuos.
- 2.3.2 Nivel Sigma, dpm 's $dpmo$'s, dpu 's,
- 2.3.3 Desempeño de procesos en serie - Rolled Throughput Yield (RTY),
- 2.3.4 Gráfica de SixPack

2.4 Validación del sistema de medición

- 2.4.1 Validación del sistema de Medición (MSA)
- 2.4.2 Análisis Gage R&R para datos continuos
- 2.4.3 Análisis Gage R&R para datos discretos
- 2.4.4 Sumario de la fase MEDIR

Black Belt

Mapeo de Valor con Value Stream Mapping (VSM)

Objetivo:

- ✓ Definir el Mapa de la Cadena de Valor.
- ✓ Comprender porqué el mapa de la cadena de valor es importante.
- ✓ Determinar cuándo utilizar el mapa de la cadena de valor.
- ✓ Aprender cómo crear y ejecutar el mapeo de la cadena de valor.



Black Belt

Definiciones

- Cliente**
 - el proceso río abajo o una entidad que paga los productos o los servicios terminados.
- Proveedor**
 - el proceso río arriba o una entidad que proporciona las materias primas o los servicios.
- Valor**
 - esos elementos del producto final para el cual el cliente está dispuesto a pagar.
- Cadena de valor**
 - incluye todas las acciones, de valor agregado y el no-valor agregado, requerido para traer un producto o el servicio de él es flujos de información y materias primas con entrega al cliente.



Black Belt

Definiciones

- ❑ **Mapeo de la cadena del valor**
 - un proceso cuidadoso para crear una representación gráfica de los flujos de un proceso, del material y de información para un producto o un servicio específico.
- ❑ **Mapa de la cadena de valor de su estado actual**
 - una representación gráfica de la corriente de valor actual incluyendo todos los problemas y oportunidades.
- ❑ **Mapa de la cadena de valor estado futuro**
 - comienza con el análisis de la situación actual e identifica lo que debe ser un estado ideal para la corriente de valor.

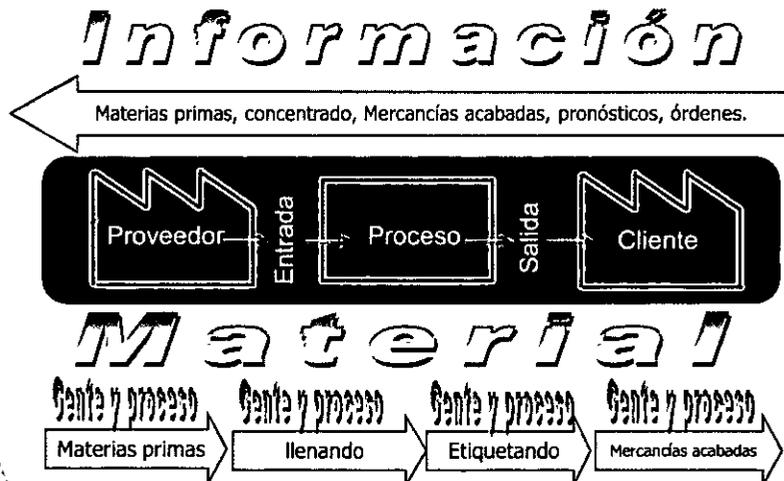


Black Belt

¿Qué es un mapa de la cadena de valor?



El mapa de la cadena de valor muestra los flujos de información del cliente al proveedor, que conducen flujo material de nuevo al cliente en respuesta a sus requisitos, usando interacciones de la gente y del proceso



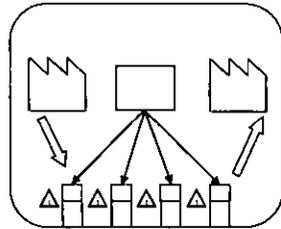
Black Belt

Mapas del estado actual y futuro



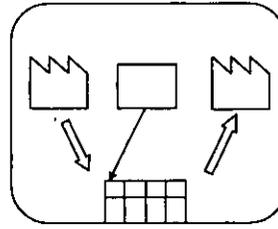
Los mapas del estado actual ayudan a identificar problemas y oportunidades en el proceso actual; los mapas del estado futuro ayudan a desarrollar y a comunicar lo que debe parecer el estado ideal.

Mapa del estado actual



Proporciona una descripción gráfica y analítica detallada del flujo de valor actual (**As Is**)

Mapa del estado futuro



Proporciona una descripción gráfica y analítica detallada flujo de valor ideal (**Should Be**)

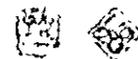
MÓDULO II



Black Belt

"Medir"

¿Por qué hacer un mapa de la cadena del valor?



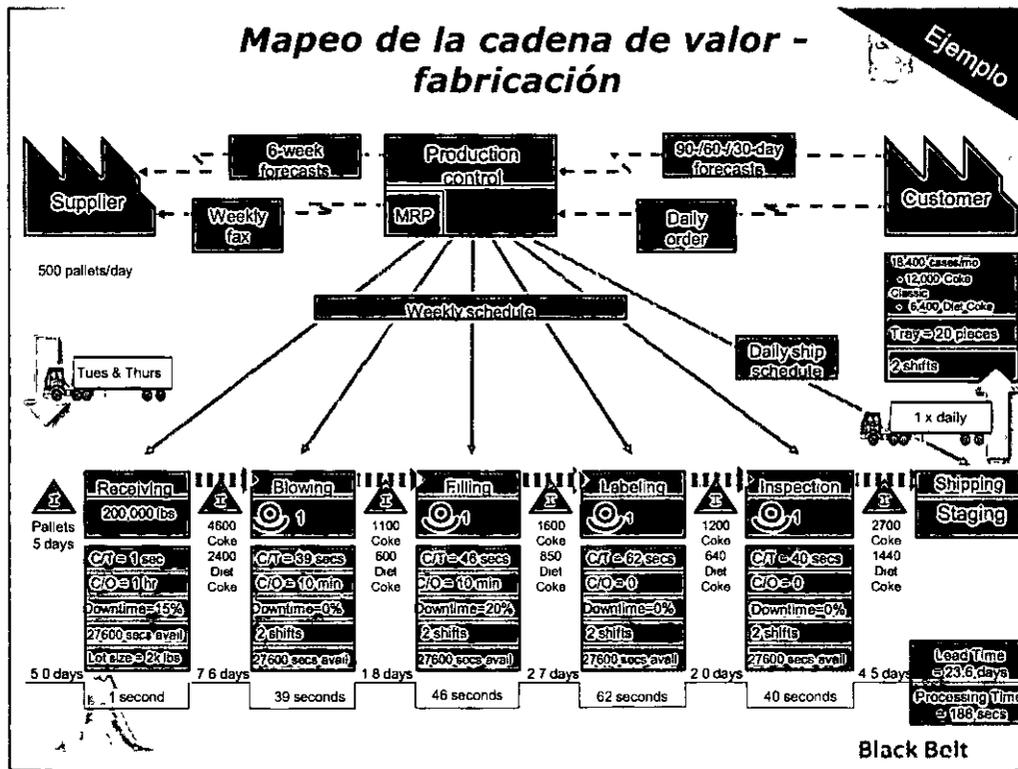
Hacer el mapa de la cadena de valor ayuda a centrar el flujo e identificar **áreas de Oportunidad**.

- Proporciona una base para mejorar costos, velocidad, calidad, y seguridad.
- Idea un lenguaje común para discutir procesos.
- Demuestra el acoplamiento entre el material, el proceso y los flujos de información.
- Permite que un equipo analice la cadena del valor y busque oportunidades de la mejora.
- Forma la base para un plan de puesta en práctica para el estado futuro.



Black Belt

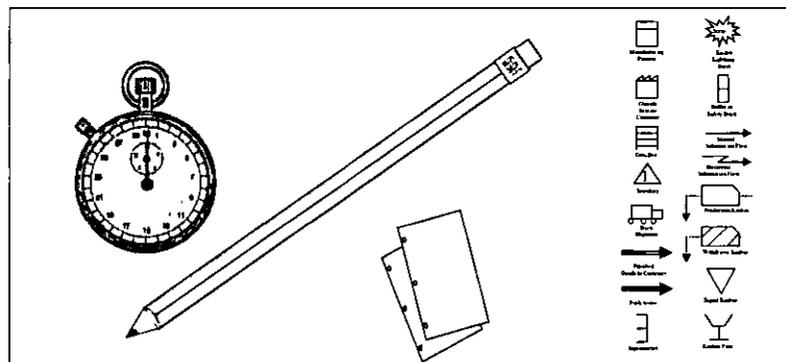
Mapeo de la cadena de valor - fabricación



MÓDULO II

"Medir"

Herramientas para el mapeo



Los iconos se utilizan para simbolizar a la gente, productos, y los procesos en un mapa de la cadena de valor.

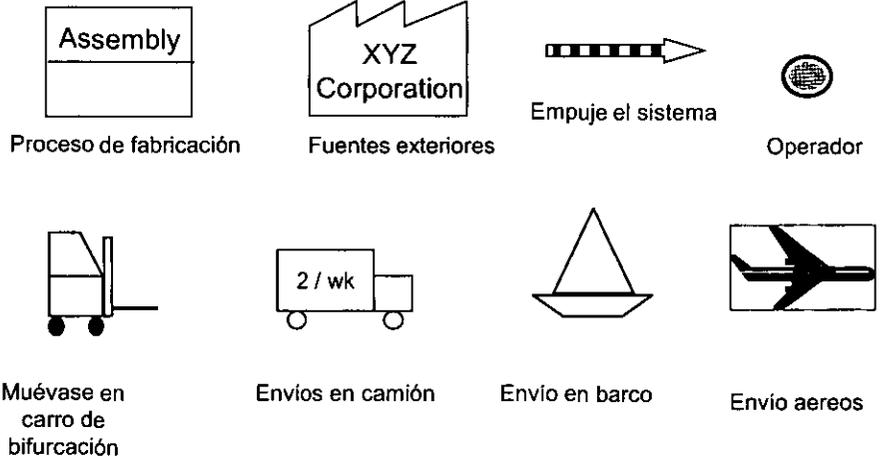
Otras herramientas incluyen :

- Un cronómetro para la sincronización
- Un lápiz y un papel para notificar sus observaciones



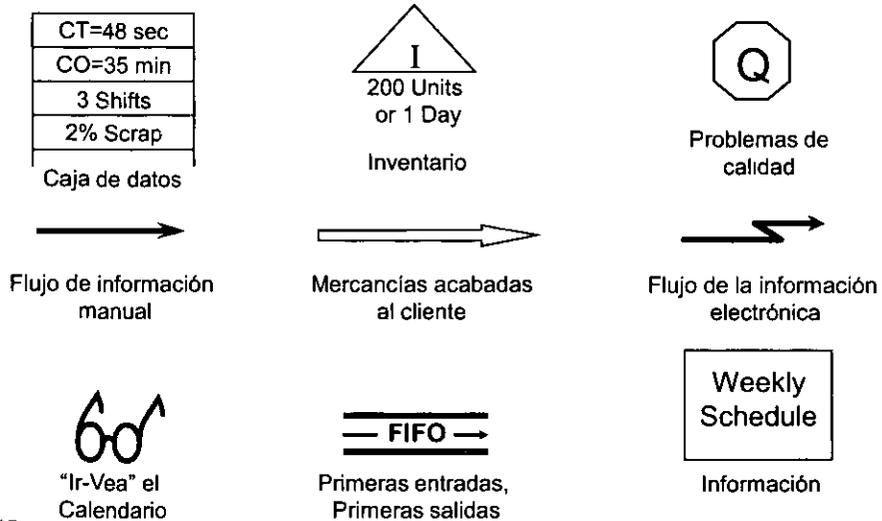
Black Belt

Iconos del Mapa de la Cadena de Valor



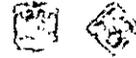
Black Belt

Iconos del Mapa de la Cadena de Valor



Black Belt

Pasos para el mapeo de la cadena de valor

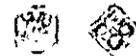


1. *Seleccionar una familia de producto*
2. *Formar un equipo*
3. *Entender la demanda de cliente*
4. *Trazar el flujo de proceso*
5. *Trazar el flujo de proceso del material*
6. *Trazar el flujo de información*
7. *Calcular el plazo de ejecución del proceso*



Black Belt

Paso 1: Seleccione una familia de producto



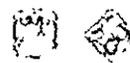
- Identifique una cadena de valor prioritaria.**
 - ✓ Cliente importante
 - ✓ Necesita la mejora (e.g. problemas del plazo de ejecución, problemas del flujo de información, altos inventarios etc.)
 - ✓ Las mejoras beneficiarían a productos múltiples

Una familia es un grupo de productos que pasan por procesos similares y sobre el equipo común de punta a punta en la cadena de valor



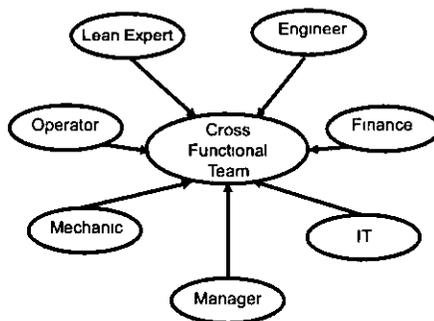
Black Belt

Paso 2: Forme a un equipo



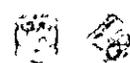
Para elaborar el *Value Stream Map* se requiere a un equipo multi-funcional.

- Los miembros de equipo deben estar familiarizados con el producto/proceso.
- Entrene a los miembros del equipo en VSM.
- Designar un Líder (típicamente un gerente)

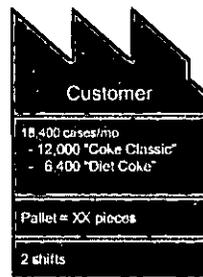


Black Belt

Paso 3: Entienda la demanda del cliente



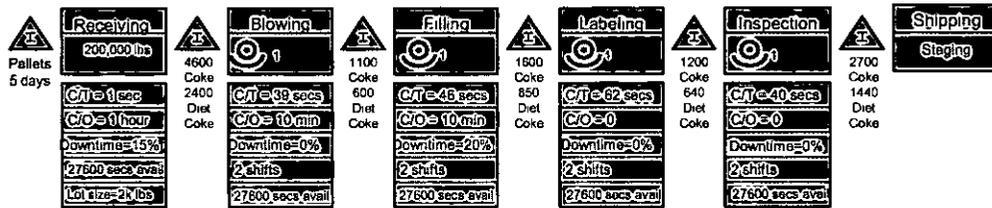
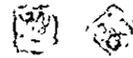
- Programa para cada producto.
- Utilice los volúmenes presupuestados.
- Pronósticos del control de la producción (mensuales/semanales)
- Historia de la producción (cotidiano, mes a mes checar variación)
- Ventas (cambios del producto, nuevo negocio, etc.)



Black Belt

Paso 4: Trace el flujo de proceso

- Siga la fabricación de un producto del cliente hacia el proveedor
- Dibuje una representación visual de cada paso del proceso.

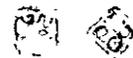


Black Belt

MÓDULO II

"Medir"

Ejemplos de los datos a recolectar



- Recepción/ horario de envío.
- Tamaños del paquete en cada proceso.
- Tarifas de demanda por proceso.
- Horas de trabajo y descansos.
- Localizaciones y cantidades del inventario.
- Cómo se programan las operaciones.
- Horas extras.
- Cantidad de operarios.
- Duraciones del ciclo de proceso.
- Número de variaciones de producto en cada paso.
- Eficiencia del proceso.
- Tiempos de cambio de producto.
- Frecuencias de cambios de producto.

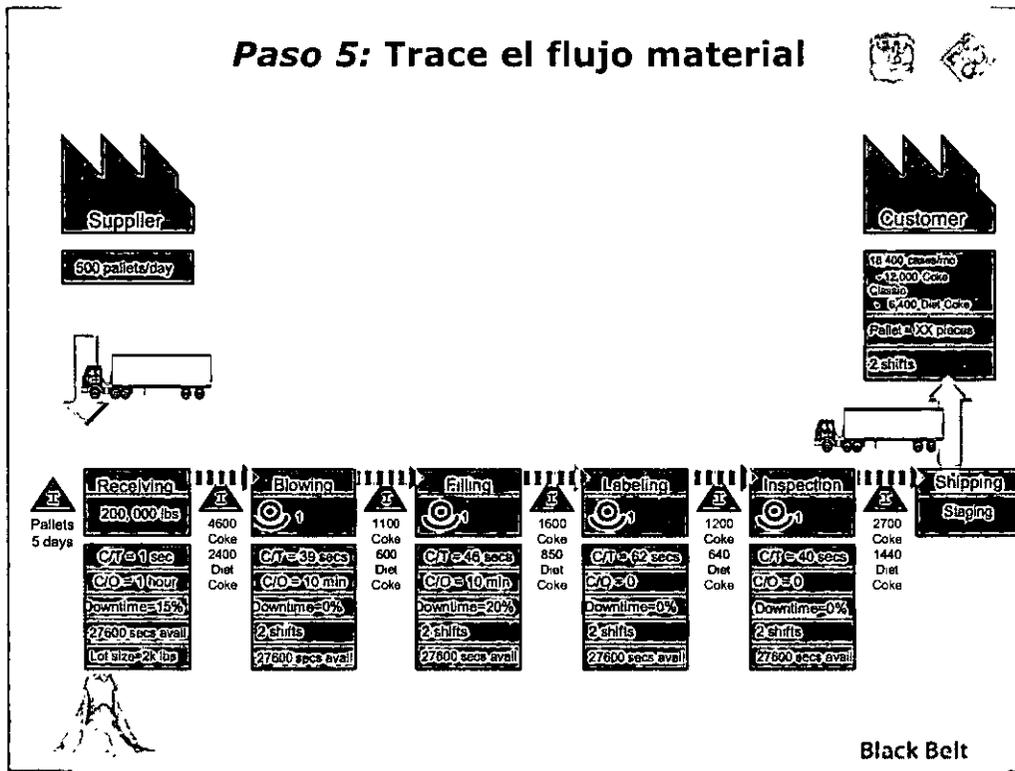


- Defectos
- Reanudación
- Tiempos muertos



Black Belt

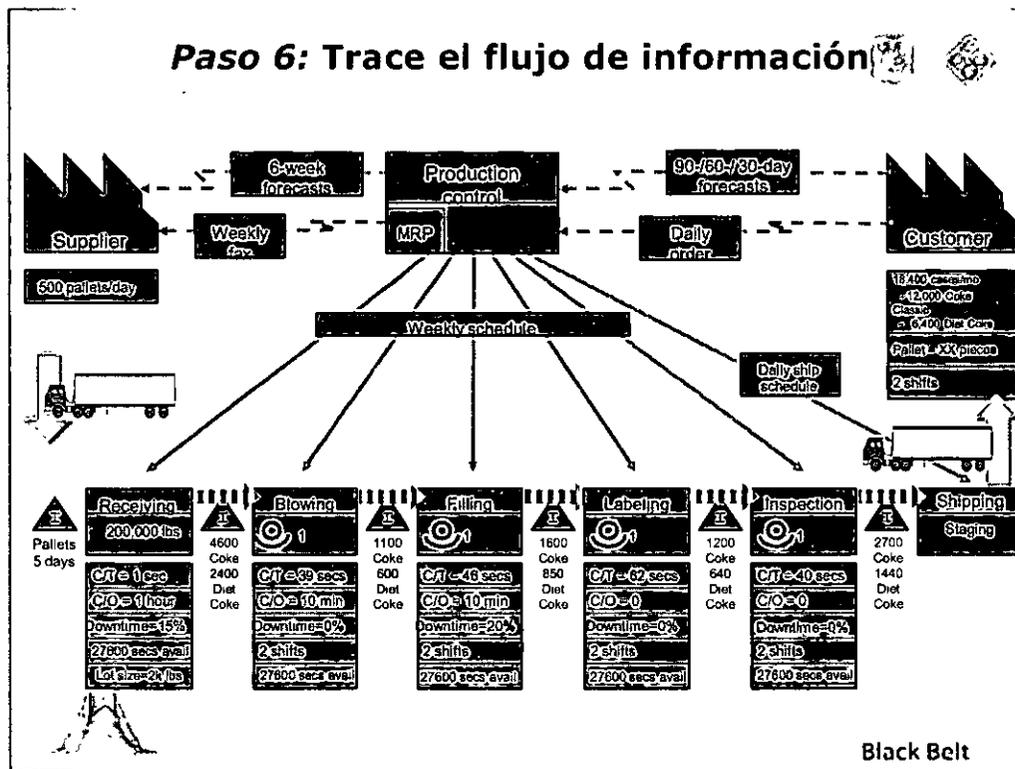
Paso 5: Trace el flujo material



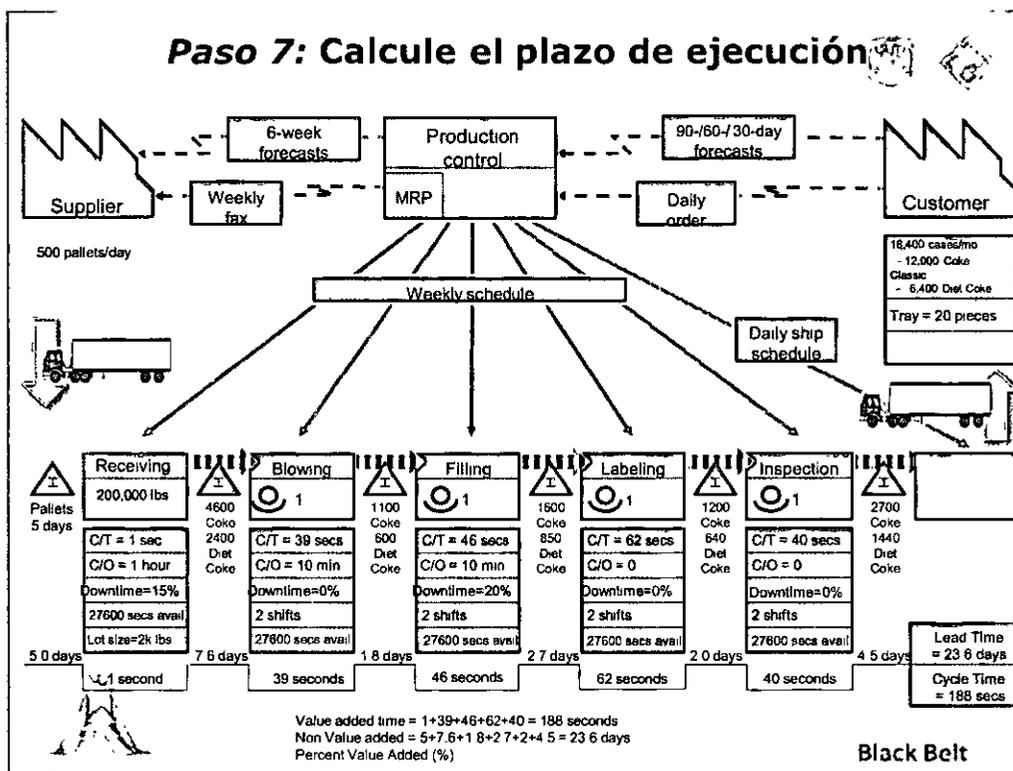
MÓDULO II

Medir

Paso 6: Trace el flujo de información



Paso 7: Calcule el plazo de ejecución



MÓDULO II

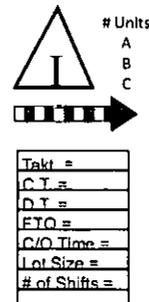
Black Belt

"Medir"

Interpretación del mapa de la cadena de valor

Consideraciones comunes:

- ¿Cuál es el cociente del plazo de ejecución y la duración de ciclo?
- ¿Dónde está el inventario en el proceso?
- ¿Está el funcionamiento de proceso en un modo del empuje?
- ¿Los tiempos de disposición largo contribuyen al tiempo de valor añadido bajo?
- ¿Hay algún cuello de botella?
Duración del ciclo de tiempo > Takt Time
- ¿Hay tiempo muerto excesivo?
- ¿Existen desperdicios que se reprocesen?



Asigne a los equipos de trabajo mejoras dentro de la cadena de valor alrededor de la cual puede "dibujar un círculo"

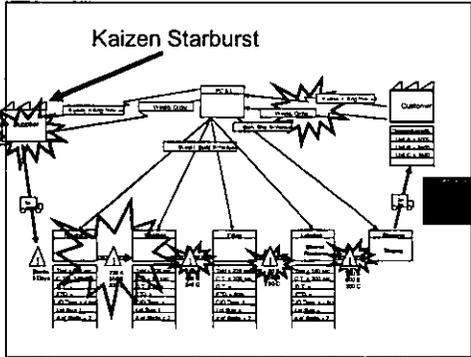
Black Belt

Conduzca hacia el estado futuro



Estado actual

Estado futuro



Interprete el mapa y utilice la reunión con el equipo de trabajo para capturar oportunidades de mejora

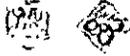


Black Belt

MÓDULO II

"Medir"

Ejercicio:



Black Belt

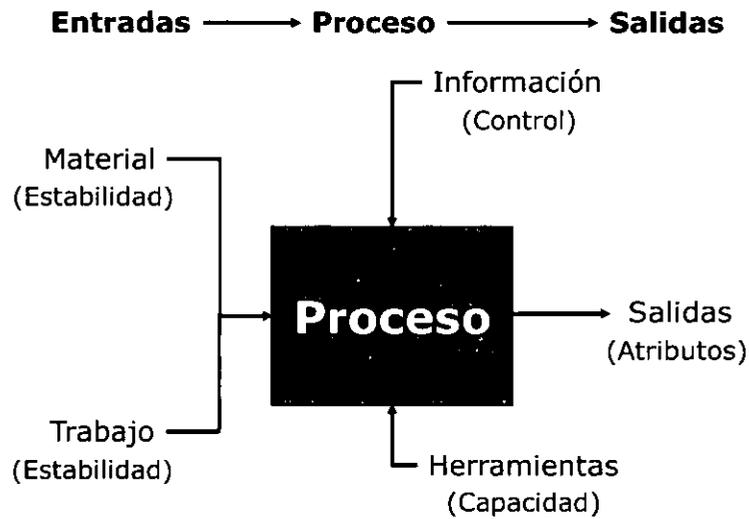
Mapeo de Procesos

Objetivo:

Comprender el significado de proceso y obtener una visión de procesos a través de cualquier actividad o serie de actividades.

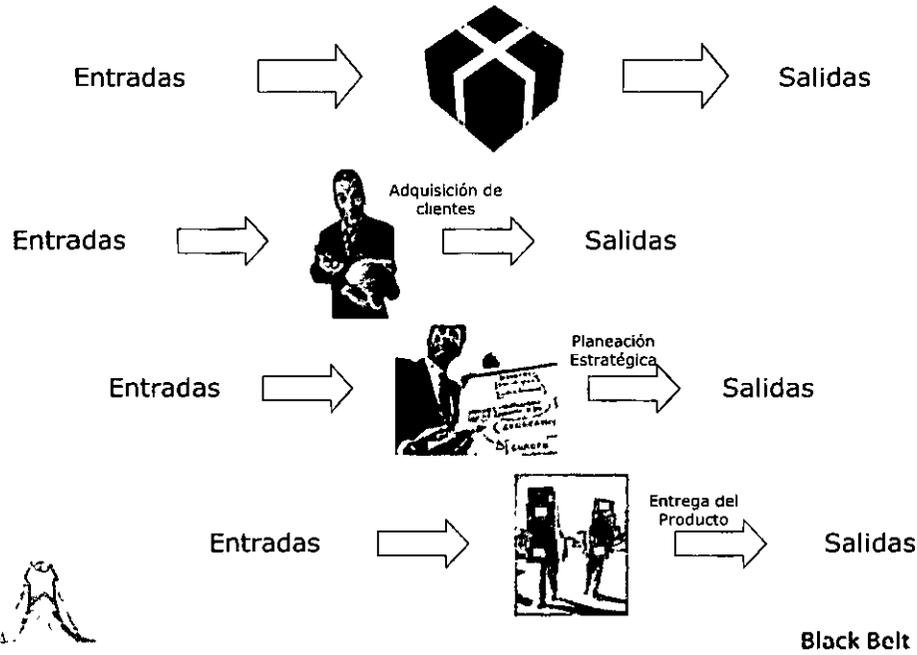
Black Belt

Introducción

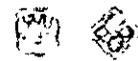


Black Belt

Introducción



Definiciones



Proceso:

- (lat. *processus* - movimiento) Secuencia de operaciones o eventos, natural o diseñada que requiere tiempo, espacio, experiencia o algún otro recurso y que produce un resultado.

Cliente:

- Un receptor quien valora el producto o servicio. En general, el cliente es externo al área o fuente original que creó el producto o servicio.

Producto:

- La salida tangible de un proceso para un cliente.

Actividad:

- Paso de trabajo involucrado dentro de un proceso.

Tarea:

- Componente de nivel más bajo en una actividad que nos dice cómo se desarrolla una actividad.

Instrucciones de trabajo:

- Lineamientos necesarios para desarrollar adecuadamente una actividad.

Black Belt

Otras definiciones



Medición de Desempeño:

- Proceso mediante el cual se obtiene un indicador de eficiencia y efectividad sobre una entidad particular dentro de una organización.

Medición de Resultado:

- Es un componente de la medición de desempeño, éste mide la capacidad de un servicio o producto para satisfacer al cliente.

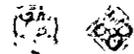
Indicador de proceso:

- Parte de la medición de resultado, se encarga de medir el desempeño de un proceso para generar un servicio o producto.



Black Belt

Diferentes tipos de Diagramas



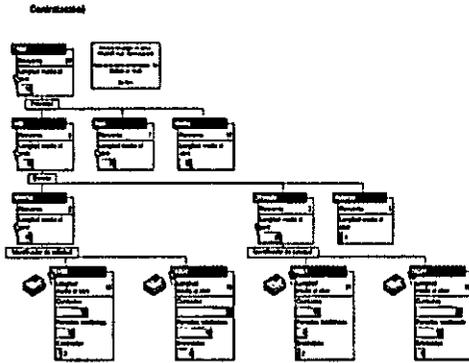
Objetivo:

Identificar los diferentes tipos de diagramas y sus aplicaciones en los negocios.



Black Belt

Diagrama de Proyecto

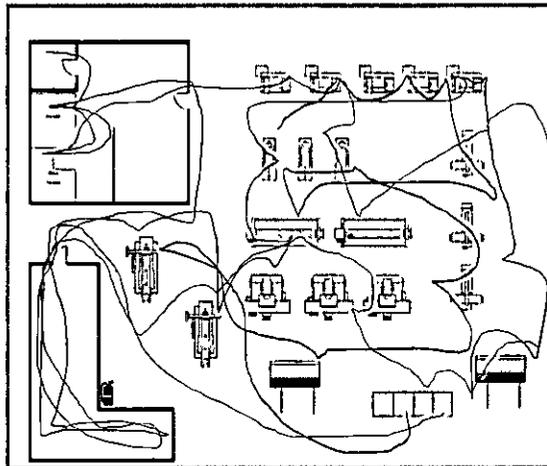
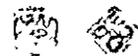


Es un método para analizar las tareas involucradas en completar un proyecto dado, especialmente el tiempo para completar cada tarea, e identificar el tiempo mínimo necesario para completar el proyecto total.

Permite planificar y controlar el desarrollo de un proyecto

Black Belt

Diagrama de Espagueti

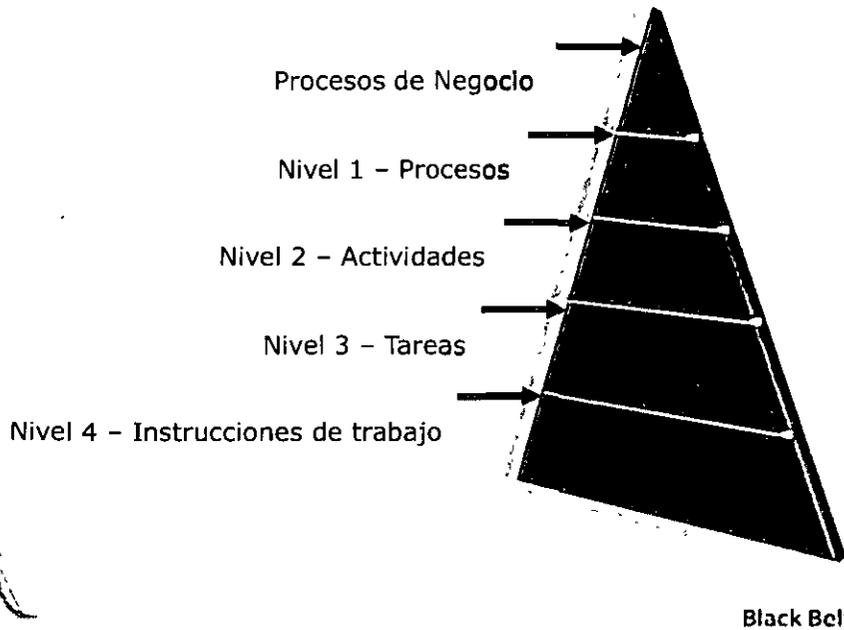


Representación gráfica del flujo de material o personas para realizar una actividad o proceso determinado. Se utiliza para analizar distancias y tiempos de recorrido.

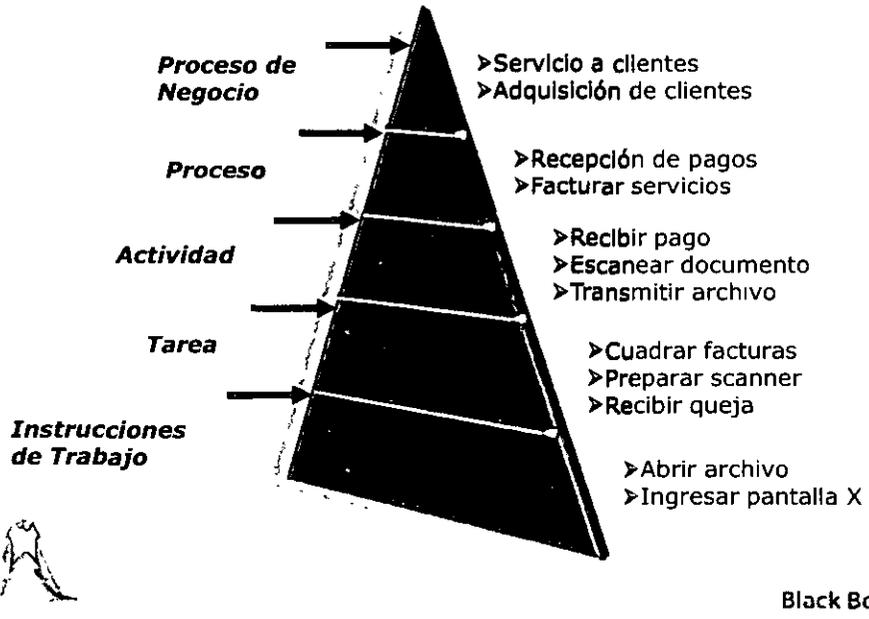
Se utiliza típicamente en ambientes de manufactura, sin embargo, es posible adaptarlo a procesos administrativos

Black Belt

Niveles del proceso



Descomposición de un proceso

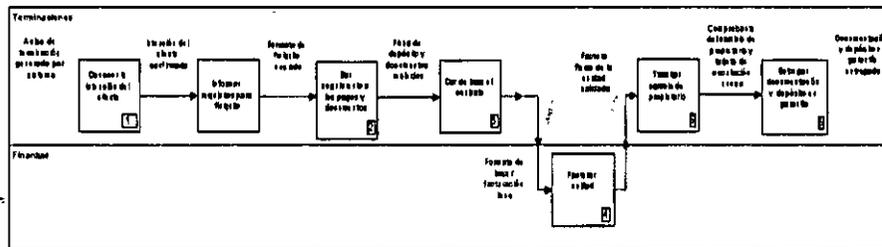


Niveles del proceso (Nivel 1)



- El nivel 1 es la primera aproximación para detallar un proceso determinado.
- Se recomienda abrir el proceso entre 3 y 7 actividades (para mantener legibilidad)

Cierre de relación



Black Belt

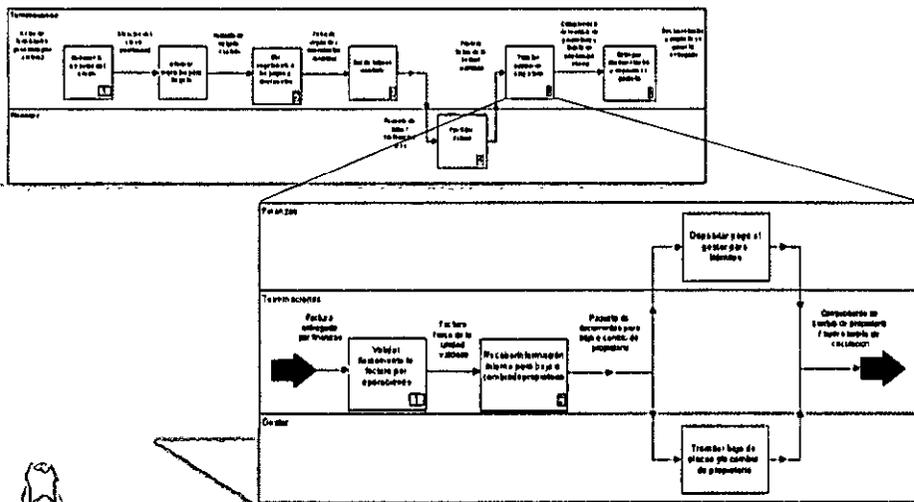
MÓDULO II

"Medir"

Niveles del proceso (Nivel 2)



Cierre de relación



Black Belt

Entendiendo el SIPOC



- SIPOC** es una mapa de procesos de alto nivel que identifica los Proveedores, Entradas, Pasos del Proceso, Salidas, y Clientes involucrados en un proyecto.
- El propósito de un mapa de procesos de alto nivel es identificar las fronteras (inicio/final) y crear un entendimiento común acerca del proceso.
- Un mapa de procesos **SIPOC** debe ser de alto nivel.
- Una primera lista de factores potenciales de mejora puede ser obtenida a partir del mapa **SIPOC**.



* SIPOC es el acrónimo en Inglés de Suppliers, Inputs, Process, Outputs y Customers

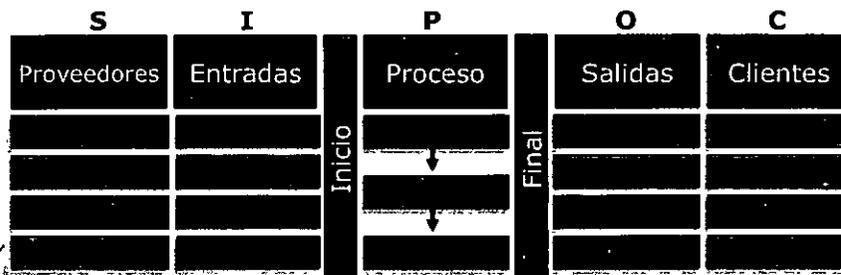
Black Belt

SIPOC Mapa de proceso de alto nivel



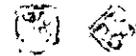
Un mapa de procesos simple, ayuda a definir :

- Integra el panorama del proceso
(¿Cuál es el proceso bajo análisis?)
- Clarifica el alcance
(¿Cuáles son las fronteras del proceso a considerar?)
- Lista los clientes y sus requerimientos del proceso (salidas).
- Da una primera idea de entradas al proceso y quién las provee.



Black Belt

Construyendo un SIPOC

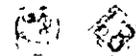


1. Iniciar por la clarificación de las fronteras del proceso (inicio y fin)
2. Listar los clientes del proceso (internos y externos, directos e indirectos)
3. Listar las salidas del proceso (salidas físicas así como mediciones y características)
4. Listar los principales pasos del proceso (de 3 a 7), usar verbos en infinitivo para describir los pasos (Vg. "iniciar pagos")
5. Listar las entradas necesarias para desempeñar los pasos del proceso
6. Listar los proveedores que facilitan las entradas



Black Belt

Ejercicio



Crear un mapa SIPOC para uno de los procesos principales de su negocio o para:

"Preparar una Taza de café"



S I P O C



Black Belt

Información clave en los mapas de proceso

Objetivo:

Identificar la información clave que transforma a los mapas de proceso de una herramienta para documentación a una herramienta de análisis.



Black Belt

Introducción

La documentación del proceso es crítica para comprender su comportamiento. Un mapa de proceso debe ser un documento vivo ya que se actualiza continuamente conforme se obtiene mayor conocimiento del mismo. **Así se convierte en la "Voz del Proceso"**

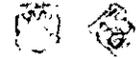
Los mapas de procesos deben incluir:

1. Diferentes niveles
2. Volúmenes y tasas de cambio
3. Tiempos de ciclo (pasos críticos)
4. Puntos de control (quién es responsable)
5. Entregas (defectos potenciales)
6. Pasos manuales
7. Fuentes de información
8. Costos
9. Puntos de decisión y reportes



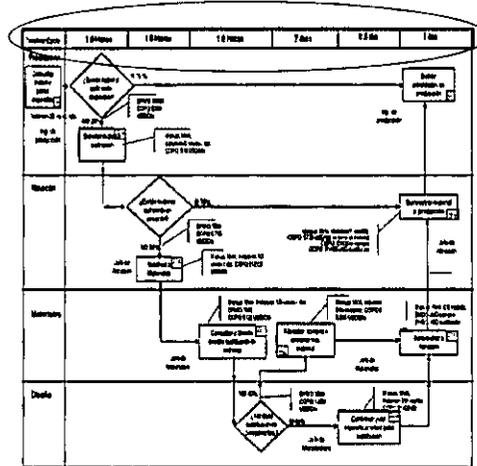
Black Belt

Tiempos de ciclo



Comprender el tiempo de ciclo ayuda a determinar cuellos de botella y encontrar las actividades que generan retardos. Se recomienda detallar este tipo de actividades.

- Utilizar los mapas para comprender cuanto tiempo requiere cada actividad
- Si existen re-trabajos, es importante identificar el impacto en el tiempo que esto genera



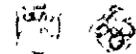
Black Belt

MÓDULO II

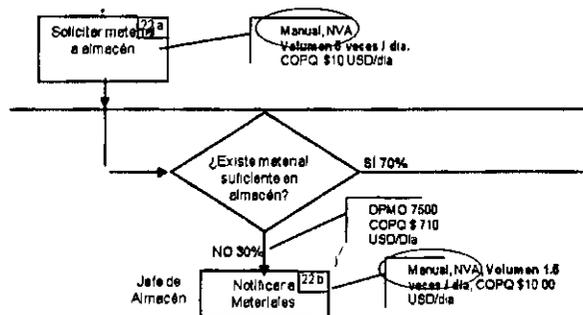


"Medir"

Actividades manuales y automáticas



- Las actividades manuales tienen una mayor probabilidad de generar defectos
- También suelen presentar tiempos de ciclo más altos
- Identificar en los mapas las actividades que se realicen manualmente contra las actividades automáticas

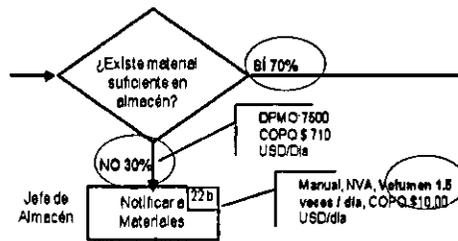


Black Belt



Volumen / Tasas de cambio

- ❑ Es importante determinar el flujo de volumen dentro del proceso
- ❑ Las tasas de cambio en cada decisión permiten visualizar la efectividad del proceso, así como desperdicios y re-trabajos
- ❑ También pueden mostrarse problemas en cargas de trabajo y balanceo de líneas

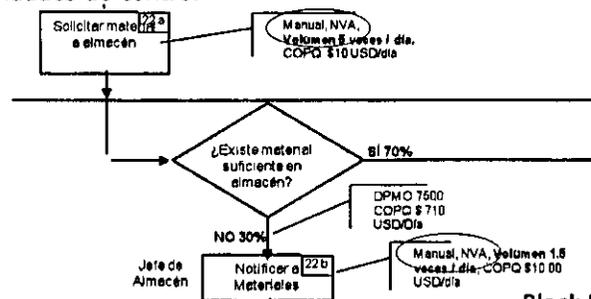


Black Belt

Valor Agragado

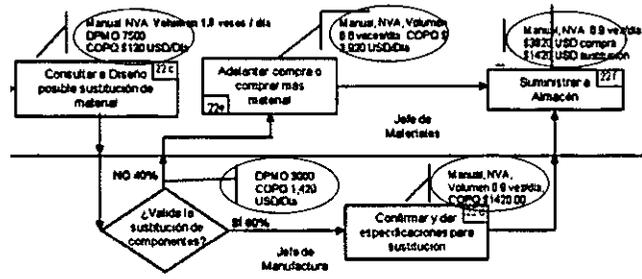
Las actividades pueden clasificarse en 3 grupos:

- ❑ **Actividades que agregan valor (VA):** Transforman el producto o servicio de tal forma que el cliente está dispuesto a pagar por ello
- ❑ **Actividades que no agregan valor (NVA):** Son actividades que el cliente no percibe como resultado del proceso
- ❑ **Actividades que no agregan valor pero son necesarias:** En general son actividades de control



Black Belt

Costos



- Incorporar los costos dentro del mapa ayuda a la venta de un proyecto
- Este análisis está ligado a la identificación de volumen y tasas de cambio
- Altos costos operativos están ligados generalmente con re-trabajos, entregas y tiempos de ciclo alargados

Black Belt

MÓDULO II

"Medir"

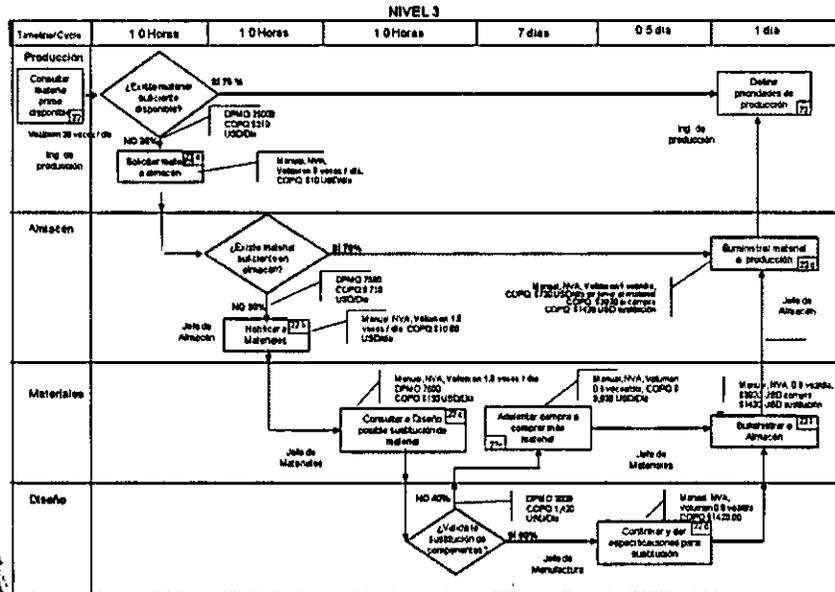
Resumen

Los mapas de proceso permiten identificar:

- Niveles (1, 2, 3)
- Flujo (Volumen / Tasas)
- Tiempos de ciclo
- Puntos de control
- Valor (VA / VNA / AN)
- Entregas (Organizaciones / Sistemas)
- Costo (Operativo / Beneficios)
- Entradas / Salidas
- Actividades Manuales y Automáticas
- Datos (Fuentes y Controles)

Black Belt

Ejemplo de un mapa con Información



Black Belt

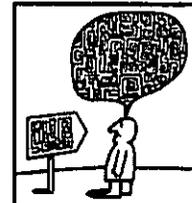
MÓDULO III

"Medir"

Validación de los mapas de proceso

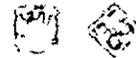
Objetivo:

Asegurar que los mapas reflejen la realidad del proceso a analizar.



Black Belt

Inspección visual



Es necesario verificar los mapas antes de entregarlos como resultado.

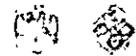
Se recomienda verificar primero:

- Los mapas de nivel 1 no deben contener decisiones
- Mapas de nivel 2 muestran algunas decisiones
- En el nivel 3 se debe observar muy detalladamente la operación
- Todas las palabras deben ser fácilmente comprendidas por cualquier persona.
- Las actividades están unidas por flechas que muestran el flujo del proceso.
- Todas las decisiones tienen claramente identificada cada salida (SI/NO) .
- Se observan las fuentes de información con fecha



Black Belt

Inspección visual



- Todos los conectores utilizados tienen su entrada y salida correspondiente
- Todas las actividades tienen entradas y salidas claras
- Si existe más de una flecha saliendo de una actividad, seguramente es necesario colocar un símbolo de decisión (diamante)
- Las líneas de conexión no se cruzan
- Se incluyen las plataformas o sistemas que se requieren en la operación
- La banda funcional de plataformas o sistemas es la última (abajo)
- Asegurar consistencia en la cantidad de actividades por nivel (en caso necesario, en niveles más bajos (3, 4, etc.) es válido romper la regla de (5 +/- 2) con el riesgo de perder legibilidad



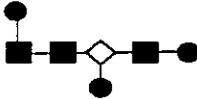
Black Belt

Versiones del proceso

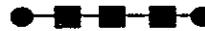


Si el proceso ha pasado la primera inspección visual, es necesario comprobar la validez del diagrama pues existe el riesgo de obtener alguna de estas versiones al mapear:

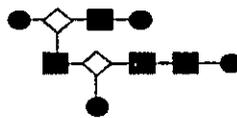
1. Como la persona cree que es el proceso:



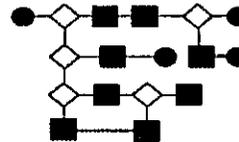
2. Como a la persona le gustaría que fuera el proceso:



3. Como debería ser el proceso:



4. Como es el proceso en realidad:

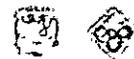


Black Belt

MÓDULO II

"Medir"

Caminar el proceso



Caminar el proceso, significa asumir el rol del producto o servicio y atravesar las actividades, áreas, responsables, decisiones, etc. que se documentaron en el mapa.

El mapa se debe establecer como las actividades se hacen actualmente (no como nos gustaría que fueran).

Cuando un proceso es realizado manualmente o tiene alta dependencia respecto al trabajo de una o varias personas, se pueden encontrar desviaciones a través de las diferentes personas para niveles detallados del proceso, esto significa:

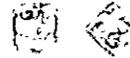
- Procesos no estandarizados o no documentados
- Las personas desconocen la documentación existente sobre el proceso

La única forma de conocer realmente el proceso y verificarlo, es CAMINAR EL PROCESO.



Black Belt

Simbología

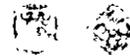


La simbología utilizada para construir los Mapas de Procesos es la misma que la manejada en cualquier diagramación, sin embargo, con el fin de que todos podamos comprender fácilmente el sentido de estos símbolos, proponemos la utilización de las siguientes figuras:



Black Belt

Ejercicio



Black Belt

Introducción al Análisis de Valor en los procesos

Objetivos:

- Describir Valor Agregado & Valor No Agregado
- Discutir enfoques para el análisis de las actividades de trabajo para el Valor Agregado & Valor No Agregado



Black Belt

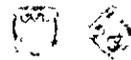
Definiciones

- Cliente**
 - Cada proceso intermedio
 - La entidad que adquiere nuestro producto
 - El individuo que consume nuestro producto
- Malgastar o desperdicio**
 - Los elementos de nuestro sistema, que nuestro cliente **no** esta dispuesto a pagar por ellos
- Tareas con Valor Agregado**
 - Tareas que transforman directamente los materiales hacia la forma de producto final
 - Servicios que el cliente esta **dispuesto** a pagar por ellos
- Tareas sin Valor Agregado**
 - Tareas que **no transforman** directamente los materiales hacia la forma de producto final



Black Belt

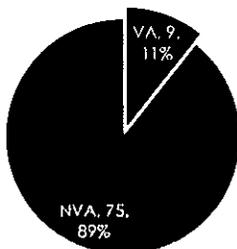
Análisis de Valor-Agregado



Un primer análisis que puede realizarse sobre los mapas de procesos es sobre su valor.

En general las compañías tienen un 5 % de actividades que agregan valor al cliente y el resto son actividades que por diferentes razones han sido establecidas, pero que al final, el cliente no está dispuesto a pagar un sobreprecio por ellas.

Las organizaciones que manejan un enfoque **Lean** (esbelto) incrementan el porcentaje de actividades con valor hasta un 15 o 20 %.



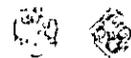
La eliminación de trabajo sin valor agregado es un área mucho más amplia de oportunidades y debería ser un objetivo de mejora

Black Belt

MÓDULO II

"Medir"

Selección del Objetivo



Lo primero a realizar para un buen análisis de valor es seleccionar el objetivo y alcance del mismo.

Este análisis puede realizarse con el fin de rediseñar procesos, actividades o tareas.

Para ser exitosos, se debe contar con el visto bueno de los líderes de la organización, así como el apoyo y recursos necesarios para movilizar las estructuras necesarias hacia un nuevo esquema de trabajo.

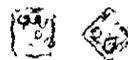
Clasificación de actividades:

Identificar las actividades en el proceso bajo:

- VA:** Valor Agregado (el cliente está dispuesto a pagar por esta actividad o transforma el producto final).
- NVA:** No Valor Agregado (actividades restantes)
Señalarlas en el mapa a nivel detallado.

Black Belt

Realización de un Análisis VA & NVA



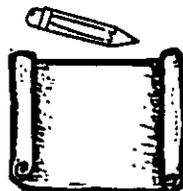
Observación Directa



- Las condiciones de funcionamiento en tiempo real pueden ayudar a identificar los residuos ocultos



Gráficos



- La distancia y los movimientos repetitivos pueden ser visualizados

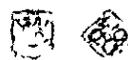
Analítico



- Los datos pueden mostrar la magnitud de los residuos y el valor de las mejoras

Black Belt

Preparación del Análisis VA & NVA



- Plan:**
 - Cuál es el área bajo investigación?
 - Qué quieres conseguir?
 - Definir el equipo.
- Comunicación:**
 - Comunicar el plan al líder de área para que después a su vez este te presente con las personas que serán observadas.
 - Asegurar que la gente comprenda el por que el área esta bajo análisis.
 - Concentrarse en el contenido total del trabajo y no en el individual.
- Materiales:**
 - Cronómetro.
 - Facilidades para layout/dibujar el área de trabajo.
 - (VA/NVA Form)
 - Lápiz.



Black Belt

Observación directa



Tipos de actividades que podrían ser identificadas a través de la observación directa:

- Rehacer.
- Menores Interrupciones y aprietos.
- Espera de materiales, autorizaciones, información, o herramientas aprobadas.
- Comunicación con otros.
- Organización de la información, documentos, o materiales.
- Preparación de formas, herramientas y materiales.
- Búsqueda de información, herramientas, o material.

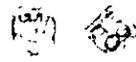


Esos desperdicios se pueden descubrir cuando se observa el proceso y no son típicamente identificados como parte del contenido del trabajo



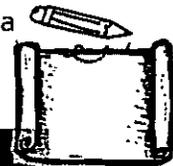
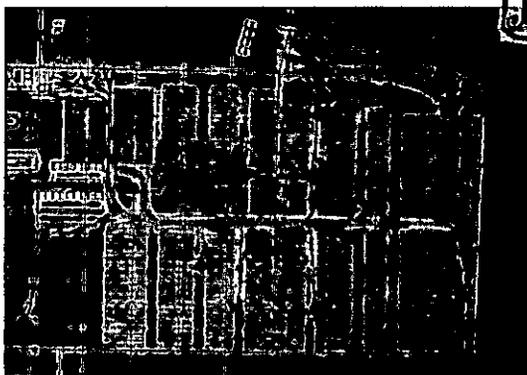
Black Belt

Análisis Grafico



Utilizando un diseño de las instalaciones, hacer una "tabla de spaghetti" o "tabla de punto a punto" de la persona que realiza el trabajo

- Seguir cada movimiento de los recursos trazando una línea en el layout
- No sea tímido acerca de dibujar varias líneas encima de otras.



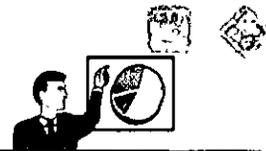
Esta sencilla herramienta se puede mostrar el enorme derroche de recursos durante su movimiento y transporte



Black Belt

Análisis Analítico

Usando las formas VA/NVA, documentar todas las tareas de trabajo y los tiempos



Analysis Date		3/3/2008				Page 1 of 1		
Observer		John						
Plant Name		CCMA						
Shift		1st shift						
Functional Area or Line		Material Handling						
Job Title or Process Name		Lead Operator						
Steps	Task	Start	Stop	Lapses	Sub-Categories	VA	NVA	Notes
1	Walk	8:13:00	8:18:00	0:01:00	Walking		X	Filter runs at 800bpm
2	Fill cap Hopper	8:19:00	8:20:00	0:02:00	Material Supply	X		Cap Hopper can hold 15 bags
3	Walk	8:20:00	8:21:00	0:01:00	Walking		X	1 bag = 1500 caps
4	Break Release - Filter	8:21:00	8:27:00	0:16:00	Break release		X	1 pallet of trays lasts 3 hours
5	Fill cap Hopper	8:27:00	8:40:00	0:03:00	Material Supply	X		2 film pallets a day
6	Take corrugate to baler	8:40:00	8:41:00	0:01:00	WIP		X	1 pallet = 4 roll film
7	staging corrugate pallet at Kater	8:41:00	8:44:00	0:03:00	Staging		X	1 roll film last 1 hour
8	Break Release - Labels	8:44:00	9:03:00	0:19:00	Break Release		X	hopper will last 30 min @ 800bpm
9	Walk	9:03:00	9:04:00	0:01:00	Walking		X	Just purch 37 oz
10	Fill cap Hopper	9:04:00	9:06:00	0:02:00	Material Supply	X		1 pallet = 15x36
11	Take corrugate to baler	9:06:00	9:09:00	0:03:00	WIP		X	
12	staging roll of film for kusters	9:09:00	9:12:00	0:03:00	Staging		X	20-oz
13	break release - trailers	9:12:00	9:29:00	0:17:00	Break release		X	1 pallet = 24x36 = 1296 pallets
14	Walk	9:29:00	9:30:00	0:01:00	Walking		X	
15	Fill cap Hopper	9:30:00	9:32:00	0:02:00	Material Supply	X		
16	Break Release - Cam	9:32:00						

1 Documento de trabajo

2 Registro de inicio y termino de tiempo

3 Categorizar

4 Clasificar VA/NVA

5 Añadir Notas



Black Belt

MÓDULO II

"Medir"

Formulario de Instrucciones

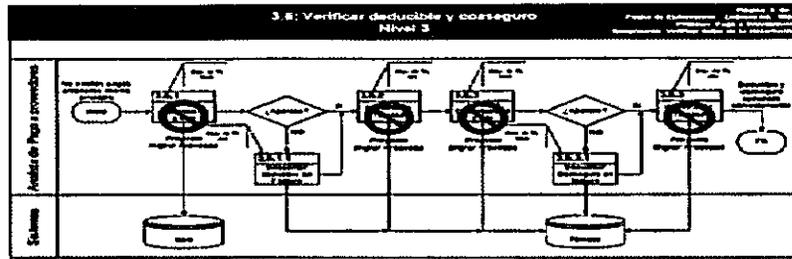


- 1 Documentos de trabajo** - Llevar a cabo las tareas en pequeñas unidades en incremento en comparación con grandes combinaciones de movimientos.
- 2 Registro de inicio o termino de tiempo** - Pequeños incrementos en las tareas conducirán a medir en segundos contra minutos, mas resoluciones pueden ayudar a identificar el desperdicio o merma.
- 3 Categorizar** - Creación de categorías para que las tareas repetitivas puedan permitir una mejor comprensión de las tareas y gráficos (<10 mejor categoría)
- 4 Clasificar VA/NVA** - El objetivo es reducir los residuos y maximizar el trabajo.
- 5 Añadir Notas** - Al observar un proceso, explicaciones, observaciones, o las oportunidades se debe anotar.

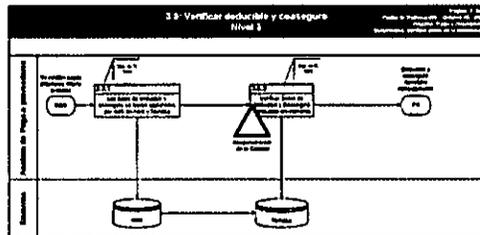


Black Belt

Ejemplo:



- Identificar proyectos
- Identificar iniciativas que permitan eliminar las actividades que no agregan valor en el proceso



Black Belt

MÓDULO II



"Medir"

Recomendaciones



El rediseño de procesos, actividades o tareas; en teoría es relativamente sencillo, llevarlo a la realidad implica un verdadero proyecto de mejora que requiere tiempo, recursos y mucho liderazgo e influencia.

Se recomienda como siguientes pasos:

- Realizar un análisis Costo Beneficio para vender la idea con el comité ejecutivo de la organización
- Involucrar representantes de todas las áreas afectadas
- Generar consenso respecto a la idea
- Apoyarse en tecnologías de información para realizar cambios radicales
- Crear un plan de trabajo detallado
- Utilizar técnicas de movilización para la administración del cambio
- Procurar mantener la plantilla de trabajo a través de reubicaciones evitando recortes de personal



Black Belt

Ejercicio



Desarrollar el análisis de valor sobre un mapa de nivel 3 para el proceso de:

"Preparar una Taza de café"

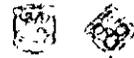
Instrucciones:

1. Clasificar las actividades por su valor (VA, NVA & AN)
2. Definir el porcentaje de actividades por cada clasificación.
3. Rediseñar las actividades con base en:
 - Incrementar las actividades que agregan valor al cliente.
 - Disminuir las actividades necesarias.
 - Eliminar las actividades que no agregan valor.
4. Dibujar los nuevos mapas de acuerdo al rediseño de valor.



Black Belt

Conclusiones



- Al entender las tareas laborales de una persona pueden ser puestos al descubierto muchas perdidas ocultas.
- Mediante la utilización Directa de Observación, Análisis Grafico y Análisis Analítico, las practicas de derroche podrán estar expuestas y mejorar de un modo colaborativo.
- Las herramientas de apoyo están diseñadas para identificar y eliminar perdidas.
- Los esfuerzos para eliminar las perdidas son continuos y pueden empezar ahora!



Black Belt

Estadística Básica



Objetivo:

Aplicar e interpretar de forma práctica, datos y resultados, con el apoyo de las herramientas básicas de estadística descriptiva e inferencial; a través de la identificación de patrones, tendencias y subgrupos, además de establecer comparaciones de desempeño entre los diferentes parámetros de una variable, utilizando la herramienta Minitab y bajo las bases de la metodología Seis Sigma.

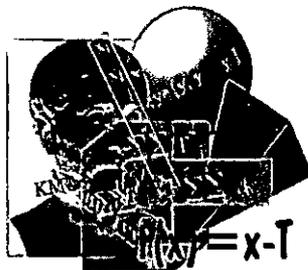


Black Belt

Estadística Básica



Su intención es describir el comportamiento de un grupo de datos en un momento dado. Caracteriza los datos para obtener información de los mismos a través de ciertos parámetros.



¡Si no se puede medir, no se puede controlar y si no se puede controlar no se puede mejorar!!

¡Lo que se mide se entiende y se mejora!!

Black Belt

¿Que es Estadística?



La palabra estadística, tiene sus orígenes en la palabra Estado. Los romanos la utilizaban para nombrar los conteos que realizaban para sus censos de población.

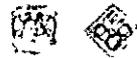


Básicamente la estadística es una rama de las matemáticas encargada de la organización y análisis de datos para el entendimiento de grupos y poblaciones.



Black Belt

Diferentes tipos de estadística



Descriptiva

Entender o caracterizar los datos provenientes de una muestra o población.



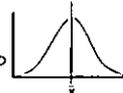
Interferencial

Tomar decisiones acerca de una población con base a los parámetros, o características, de una muestra.

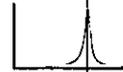
Estadísticas Descriptivas:

- Representa el valor central del proceso
 - Media (\bar{X})
 - Mediana (el punto de datos del centro)
 - Valores de Cuartiles (Q1, Q3)

Distribución Normal



Distribución de Cola Larga



Distribución Sesgada



Black Belt

Tipo de Datos



Diferentes tipos de datos, requieren diferente tipo de análisis. Debido a esto necesitamos identificar que tipo de datos estamos manejando.

□ **DATOS DISCRETOS.**

Datos que sólo pueden tener ciertos valores (contados). Resultan del uso de gages pasa/no pasa, o de la inspección de defectos visuales, problemas visuales, partes faltantes, o de decisiones pasa/falla o sí/no.

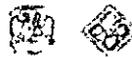
□ **DATOS CONTINUOS.**

Datos que pueden tomar cualquier valor dentro de un cierto intervalo (medidos). Resultan de la medición real de una característica tal como la impedancia del embobinado de un motor, fuerza de tensión del acero, diámetro de un tubo, flujo de una bomba, tiempo, dinero, etc.



Black Belt

Tipo de Datos



DATOS DISCRETOS (Datos de conteo):

1. Número de partes en una categoría Proporciones basadas en conteo (**Datos Discretos Tipo-I, Binomial**)
 - ✓ Águila/Sello (ej. Contar la cantidad de águilas y el número de sellos)
 - ✓ Sí/No (forma para ordenar llenada exactamente o no)
 - ✓ Pasa/Falla; Bueno/Malo (Cobro exacto/Cobro exagerado)
2. Cantidad de veces de un evento discreto (**Datos Discretos Tipo-II, Poisson**)
 - ✓ Número de raspones en el cofre de un auto
 - ✓ Número de roturas de aislante en un rollo de alambre
 - ✓ Número de veces que un cliente cuelga sin recibir respuesta

DATOS CONTINUOS (Escala de medición continua):

1. Datos continuos
 - ✓ Las subdivisiones decimales son significativas
 - ✓ Tiempo de contestar el teléfono (Número exacto de segundos por llamada)



Black Belt

Parámetros y Estadísticos



Población

Es la totalidad de los elementos en los cuales se está interesado, una población define su forma de acuerdo a sus parámetros

Muestra

Son los elementos que se analizan para realizar conclusiones de la población en base a estadísticos (Inferencia Estadística).

- Un **parámetro** es una medida que describe una característica de una población; los parámetros se expresan con letras griegas.

Parámetro
μ
σ

Estadístico
\bar{x}
s^2

- Los **estadísticos** son medidas calculadas a partir de una muestra para estimar una característica de la población; los estadísticos se expresan con letras latinas.

Black Belt

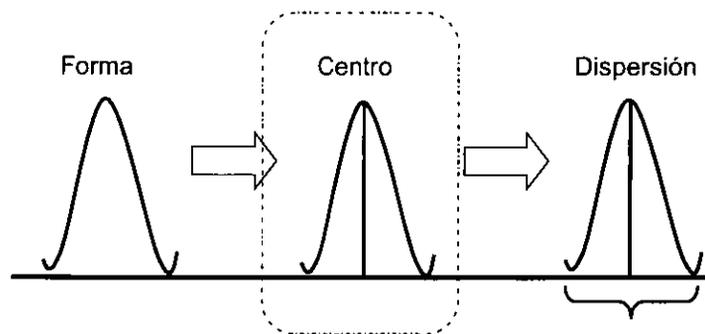
MÓDULO II

"Medir"

¿Qué nos interesa de los datos?



Nos interesa describir un grupo de datos en términos de 3 elementos:



¿Por qué nos interesarán estos elementos?

Black Belt

Medidas de Tendencia Central



Nos interesa conocer el centro para comparar a nuestros datos contra una referencia.

Media: Es el promedio aritmético obtenido de un grupo de datos, determina el punto medio de la muestra que tiende a ser el punto medio de la población.

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Ejemplo: $5 + 6 + 8 + 2 = 21 \div 4 = 5.25$
Solución: 5.25 es el promedio o media de esta operación.

Mediana: Es el punto medio de un grupo de datos. Si los datos son ordenados de menor a mayor, el valor justo a la mitad de todos es la mediana. En una distribución normal la media y la mediana tienen el mismo valor.

Ejemplo: 5, 4, 7, 8, 9, 10, 4, 2, 6
Solución: 2, 4, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10. El valor central es 6.

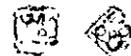
Moda: El valor que ocurre con mayor frecuencia en un grupo de datos.

Ejemplo: 3, 4, 3, 2, 2, 2, 5, 6, 2
Solución: La moda del ejemplo es 2, debido a que se repite con mayor frecuencia.



Black Belt

Medidas de Tendencia Central



Ejemplo:

El promedio de bebés nacidos diariamente durante un periodo de 11 años en nuestro país es:

Año	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
De 11 años	592	508	701	605	692	574	654	516
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
	598	558	533	418	397	372	433	710
	2001	2002	2003	2004	2005	2006		
	614	454	412	337	299	310		

$$11287 \div 22 = 513.04$$

¿Esto qué significa?



Black Belt

Medidas de Dispersión



Rango:

Una medida sobre la dispersión de los datos es el Rango, la cual estima esta dispersión de los datos al restar el valor más pequeño en la muestra, del valor más grande.

Ejemplo de proceso:

El rango de bebés nacidos diariamente en nuestro país desde 1985 es:

2005: 209 bebés

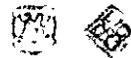
2000: 710 bebés

$$710 - 209 = 501$$



Black Belt

Medidas de Dispersión



Varianza:

La varianza tiene una aplicación menos práctica y mas matemática, es útil para sumar y obtener la variación total de un sistema, pero no puede ser relacionada con las unidades originales de los datos ya que están en forma cuadrática.

$$Varianza(s) = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

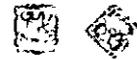
□ La medida más común sobre la dispersión de los datos es la Desviación Estándar la cual estima de una forma más general la distancia entre cada dato y el promedio de la distribución.

□ Se representa mediante la letra griega.



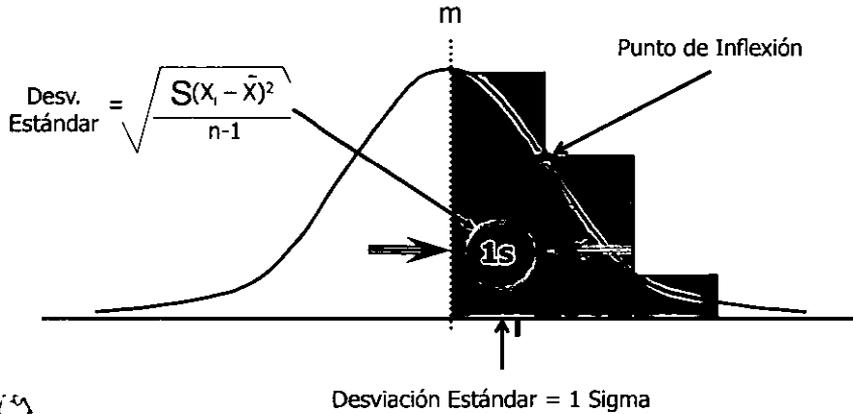
Black Belt

Medidas de Dispersión



Desviación Estándar:

La Desviación Estándar es la distancia entre la media de un grupo de datos y el punto de inflexión de la curva normal. El punto de inflexión es el punto donde cambia de curvatura la gráfica normal, de cóncavo a convexo.



Black Belt

Medidas de Dispersión



Desviación Estándar:

Debido a que los datos pueden ser negativos y para evitar errores al realizar la sumatoria, se eleva al cuadrado la diferencia de cada dato contra el promedio.

Mientras más grande sea la desviación estándar, mayor es la dispersión de los datos.

Para eliminar este cuadrado y darle un sentido a la medición de dispersión en términos de la variable a medir, la Desviación Estándar es la raíz cuadrada de la Varianza.

Por lo tanto:

$$\sigma = \sqrt{s^2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Donde :

σ es la Desviación Estándar

s^2 es la Varianza

x es el dato

\bar{x} es el promedio

n la cantidad de datos



Black Belt

Ecuaciones para Calcular:



Media de la Población

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

Varianza de la Población

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \mu)^2}{N}$$

Desviación estándar de la Población

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \mu)^2}{N}}$$

Media de la Muestra

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

Varianza de la Muestra

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

Desviación estándar de la Muestra

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

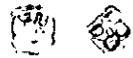
Black Belt



MÓDULO II

"Medir"

Distribución Normal



Decimos que una distribución es normal cuando su comportamiento es predecible.

- Las **distribuciones estadísticas** nos ayudan a describir el comportamiento de un proceso, de esta forma poder expresarlo matemáticamente.
- Las curvas de las distribuciones estadísticas son calculadas utilizando densidad o área bajo la curva.
- La distribución utilizada mayormente o que los procesos siguen regularmente es la llamada **normal**.

Características de la Distribución normal:

- Balanceada, la media separa en dos partes iguales, en imagen de espejo la curva.
- La media y la mediana tienen un valor similar, tendiendo a ser iguales.
- La desviación estándar refleja fielmente la dispersión de los datos.
- La curva tiene forma de campana.

Black Belt

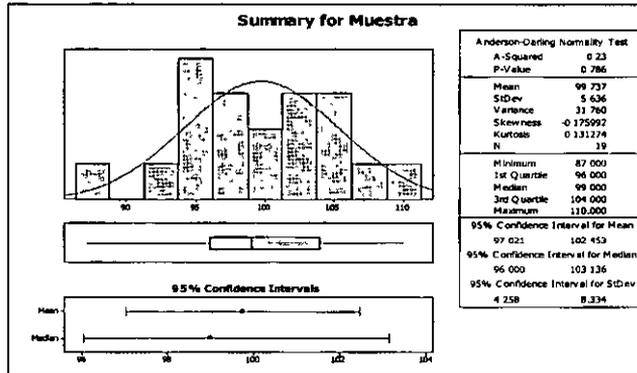


Distribución Normal



La normal

Para determinar si los datos siguen una distribución normal, podemos utilizar Minitab.



Prueba de normalidad

Para determinar si cumple con la normal, el valor "p" de la prueba Anderson-Darling debe ser igual o mayor a 0.05, en este ejemplo es de 0.786, por lo que podemos decir que los datos son normales.

Black Belt

MÓDULO III

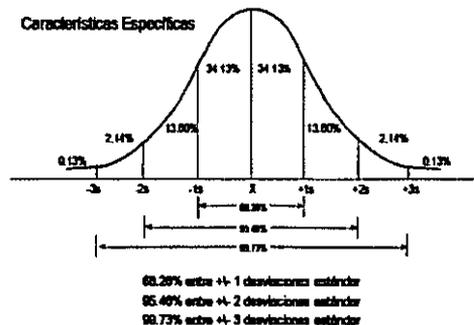
"Medir"

Distribución Normal



Si dividimos una distribución normal en 3 partes por cada lado, tomando como referencia el punto de inflexión (cambio de dirección) de la curva, tenemos las Desviaciones Estándar que caben dentro de la distribución.

Esto es:



- ❑ El 68 % de las observaciones caen dentro de ± 1 s (o dos sigmas)
- ❑ El 95 % de las observaciones caen dentro de ± 2 s (o cuatro sigmas)
- ❑ El 99.999766...% de las observaciones caen dentro de ± 3 s (o Seis Sigmas!!!)

Black Belt

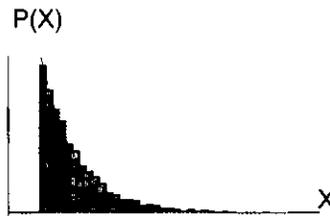
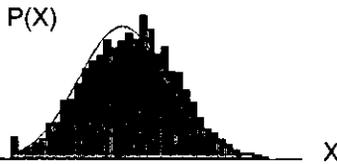
Variación común vs. Variación especial



Es un hecho que todo proceso contiene variación, sin embargo, podemos distinguir entre dos tipos de variación:

Variación por causas comunes - variación inherente al proceso, se distingue porque sus datos se pueden caracterizar bajo una distribución normal.

Variación por causas especiales - variación por efectos externos al proceso, esto hace que los datos del proceso no se puedan caracterizar bajo una distribución normal.

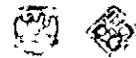


Black Belt

MÓDULO II

"Medir"

Variación común vs. Variación especial



Tipo de Variación	Características
Causas Comunes	Siempre Presente Esperada Predecible Normal
Causas Especiales	No siempre presente Inesperada Impredecible Anormal

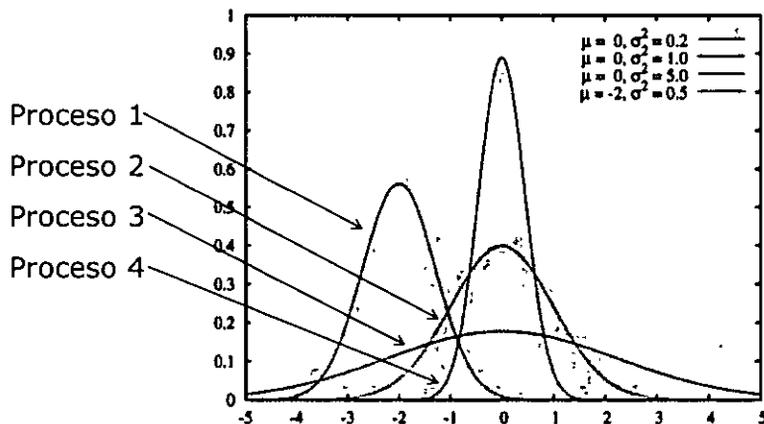
Para distinguir entre los tipos de variación existen herramientas gráficas que muestran la variación a lo largo del tiempo tales como las gráficas de corrida o gráficas de control.

Black Belt

Comportamiento gráfico



Cuál de estos procesos tiene un mejor comportamiento?



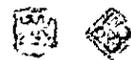
Black Belt

MÓDULO II

“Medir”

Distribución Binomial

Datos no normales



Distribuciones discretas: Binomial.

La distribución Binomial parte de la distribución de Bernoulli:

La distribución de Bernoulli se aplica cuando se realiza una sola vez un experimento que tiene únicamente dos posibles resultados (éxito o fracaso), por lo que la variable sólo puede tomar dos valores: el 1 y el 0.

La distribución Binomial se aplica cuando se realizan un número "n" de veces el experimento de Bernoulli, siendo cada ensayo independiente del anterior. La variable puede tomar valores entre:

0: si todos los experimentos han sido fracaso

n: si todos los experimentos han sido éxitos

La **distribución de probabilidad** de este tipo de distribución sigue el siguiente modelo:

$$P(x=k) = \frac{n!}{k! \cdot (n-k)!} * p^k * (1-p)^{n-k}$$



Black Belt

Distribución Binomial

Datos no normales



Ejemplo :

¿Cuál es la probabilidad de obtener 6 caras al lanzar una moneda 10 veces?

" k " es el número de aciertos. En este ejemplo " k " igual a 6 (en cada acierto decíamos que la variable toma el valor 1: como son 6 aciertos, entonces k = 6)

" n " es el número de ensayos. En nuestro ejemplo son 10

" p " es la probabilidad de éxito, es decir, que salga "cara" al lanzar la moneda. Por lo tanto p = 0,5

La fórmula quedaría:

$$P(x=6) = \frac{10!}{6! * (10-6)!} * 0,5^6 * (1-0,5)^{10-6}$$

Luego,

$$P(x=6) = 0,205$$

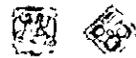


Es decir, se tiene una probabilidad del 20,5% de obtener 6 caras al lanzar 10 veces una moneda.

Black Belt

Distribución Poisson

Datos no normales



Distribuciones discretas: Poisson.

Las distribución de Poisson parte de la distribución Binomial:

Cuando en una distribución Binomial se realiza el experimento un número "n" muy elevado de veces y la probabilidad de éxito "p" en cada ensayo es reducida, entonces se aplica el modelo de distribución de Poisson:

Se tiene que cumplir que:

$$" p " < 0,10$$

$$" p * n " < 10$$

La distribución de Poisson sigue el siguiente modelo:

$$P(x=k) = e^{-\lambda} * \frac{\lambda^k}{k!}$$



Black Belt

Distribución Poisson
Datos no normales



De la formula:

El número "e" es 2,71828

" λ " = $n * p$ (es decir, el número de veces "n" que se realiza el experimento multiplicado por la probabilidad "p" de éxito en cada ensayo)

"k" es el número de éxito cuya probabilidad se está calculando

Ejemplo:

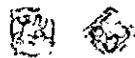
La probabilidad de tener un accidente de tráfico es de 0,02 cada vez que se viaja, si se realizan 300 viajes, ¿cual es la probabilidad de tener 3 accidentes?

Como la probabilidad "p" es menor que 0,1, y el producto " $n * p$ " es menor que 10, entonces aplicamos el modelo de distribución de Poisson



Black Belt

Distribución Poisson
Datos no normales



$$P(x=3) = e^{-6} * \frac{6^3}{3!}$$

Luego,

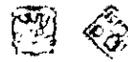
$$P(x=3) = 0,0892$$

Por lo tanto, la probabilidad de tener 3 accidentes de tráfico en 300 viajes es del 8,9%



Black Belt

Teorema de Limite central



La distribución normal, aparentemente es complicada, pero se presenta en muchos procesos naturales. Una de las razones de esto es el teorema de limite central.

Indicado de forma simple **el teorema de limite central** dice esto: *Si usted toma muchas muestras de una población y de ellas estima la media, no importa la distribución de la población, la distribución de estas estimaciones de la media es normal.*

Muchos macro-procesos son, en efecto, los promedios de procesos mico.

El Teorema de Limite Central dice que los resultados de éstos serán distribuidos normalmente.

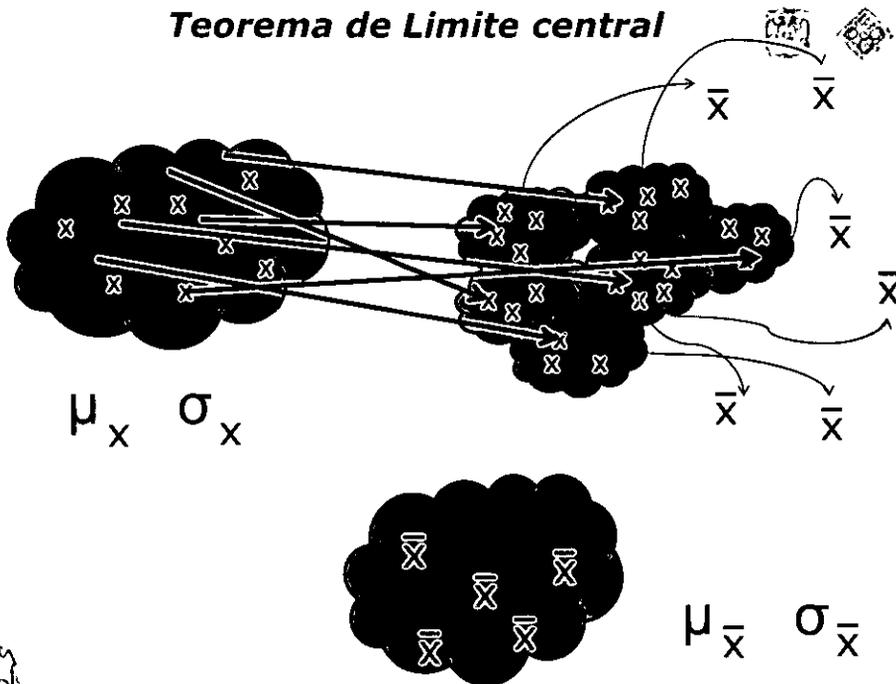


Black Belt

MÓDULO II

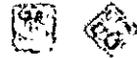
"Medir"

Teorema de Limite central



Black Belt

Teorema de Limite central



Definición:

La distribución de la media muestral (μ) puede ser aproximada por una distribución normal; sin embargo la distribución de la población original no es normal.

El promedio de la población esta normalmente distribuido alrededor del promedio real con una varianza igual a la varianza de la población original dividida por el tamaño de la muestra

$$\mu_{\text{medias}} = \mu_{\text{población}}$$

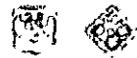
$$\sigma^2_{\text{medias}} = \sigma^2_{\text{población}} / n$$

n= número de datos



Black Belt

Teorema de Limite central



Los parámetros de la distribución normal son:

Media : $n * m$ (media de la variable individual multiplicada por el número de variables independientes)

Varianza : $n * s^2$ (varianza de la variable individual multiplicada por el número de variables individuales)

Ejemplo:

Se lanza una moneda al aire 100 veces, si sale cara le damos el valor 1 y si sale cruz el valor 0. Cada lanzamiento es una variable independiente que se distribuye según el modelo de Bernouilli, con media 0,5 y varianza 0,25. Calcular la probabilidad de que en estos 100 lanzamientos salgan más de 60 caras.

La variable suma de estas 100 variables independientes se distribuye, por tanto, según una distribución normal.

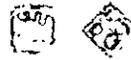
$$\text{Media} = 100 * 0,5 = 50$$

$$\text{Varianza} = 100 * 0,25 = 25$$



Black Belt

Teorema de Limite central



Para ver la probabilidad de que salgan más de 60 caras calculamos la variable normal tipificada equivalente:

$$Y = \frac{60 - 50}{5,0} = 2,00$$

5 es la raíz cuadrada de 25, o sea la desviación típica de esta distribución

Por lo tanto:

$$P(X > 60) = P(Y > 2,0) = 1 - P(Y < 2,0) = 1 - 0,9772 = 0,0228$$

Es decir, la probabilidad de que al tirar 100 veces la moneda salgan más de 60 caras es tan sólo del 2,28%.

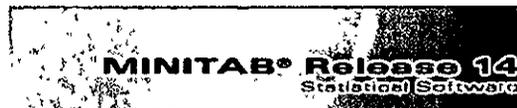
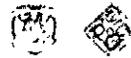


Black Belt

MÓDULO II

"Medir"

Introducción a Minitab



Black Belt

Inicio de Minitab

Abrir Minitab siguiendo los pasos que se muestran abajo

The screenshot shows a Windows Start menu with the following callouts:

- Paso 1:** Click en Inicio (points to the Start button)
- Paso 2:** Click 'Todos los Programas' (points to the 'All Programs' menu item)
- Paso 3:** Click 'MINITAB 14 ó 15' (points to the Minitab 14 entry in the program list)
- Paso 4:** Click 'MINITAB 14 ó 15' (points to the sub-menu item)

Black Belt

Pantalla principal

La pantalla de Minitab se ve de la siguiente forma:

The screenshot shows the Minitab main interface with the following callouts:

- Barra de Menú:** Muestra las opciones para generar cálculos y gráficas (points to the menu bar)
- Barra de herramientas:** Herramientas de uso frecuente (points to the toolbar)
- Ventana de Sesión:** Despliega los resultados de texto como tablas y estadística (points to the session window)
- Ventana de Datos:** Ingreso, edición y visualización de datos (points to the data table)

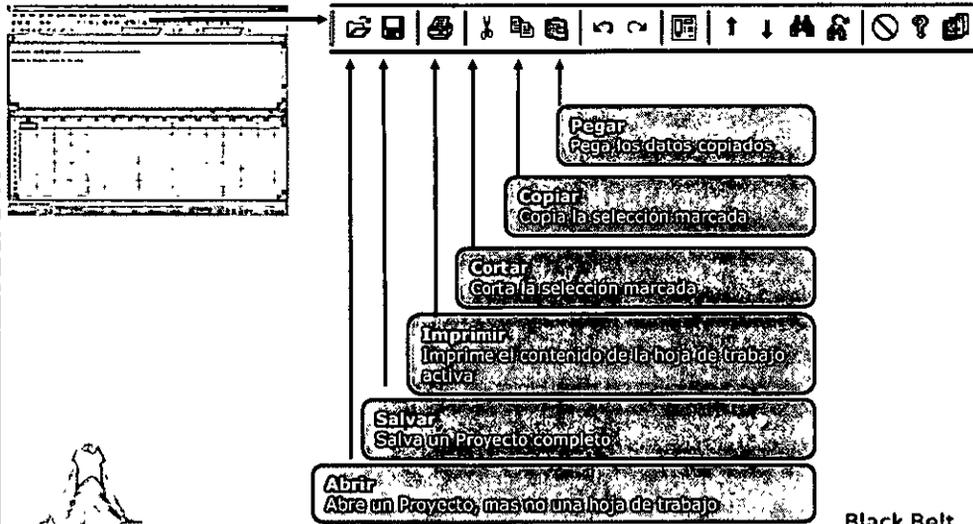
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															

Black Belt

Barra de herramientas

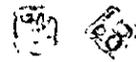


La Barra de Herramientas estándar ofrece las siguientes opciones:

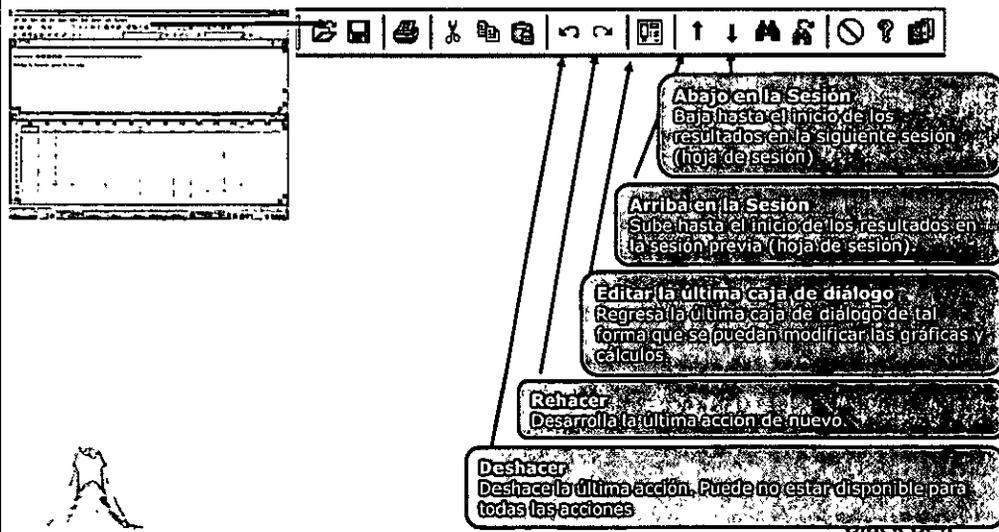


Black Belt

Barra de herramientas



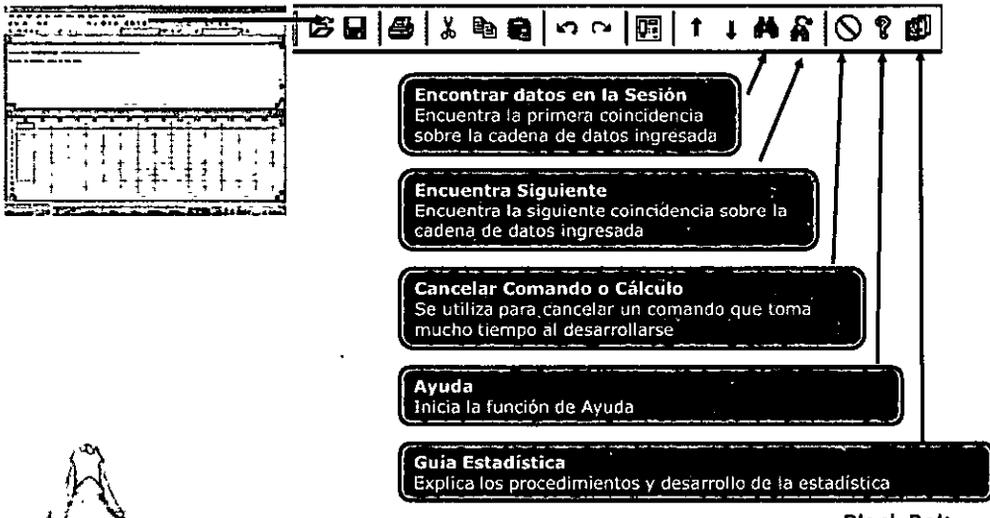
La Barra de Herramientas estándar ofrece las siguientes opciones:



Barra de herramientas




La Barra de Herramientas estándar ofrece las siguientes opciones:



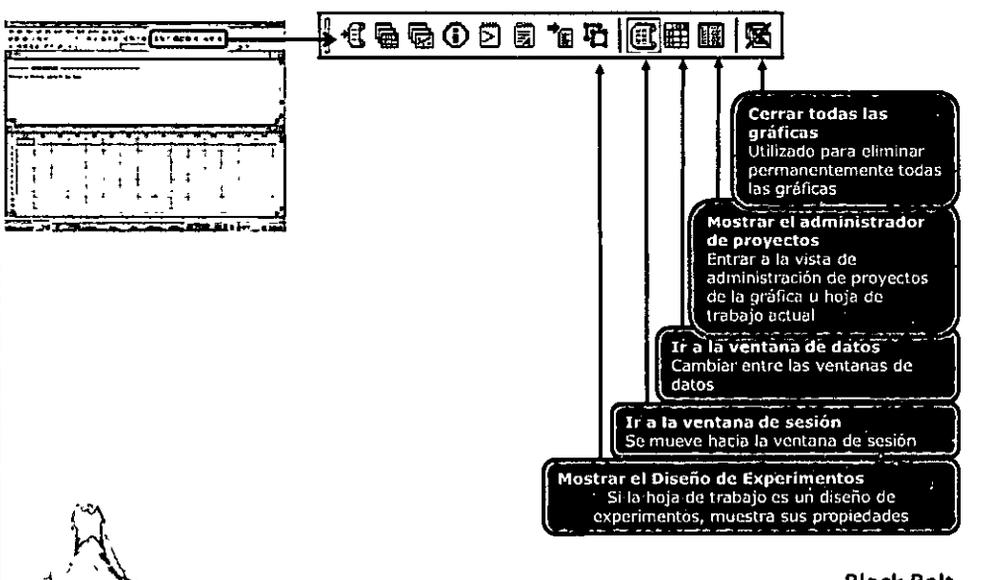
- Encontrar datos en la Sesión**
Encuentra la primera coincidencia sobre la cadena de datos ingresada
- Encuentra Siguiente**
Encuentra la siguiente coincidencia sobre la cadena de datos ingresada
- Cancelar Comando o Cálculo**
Se utiliza para cancelar un comando que toma mucho tiempo al desarrollarse
- Ayuda**
Inicia la función de Ayuda
- Guía Estadística**
Explica los procedimientos y desarrollo de la estadística

Black Belt

Barra de herramientas




La barra de herramientas de proyectos



- Cerrar todas las gráficas**
Utilizado para eliminar permanentemente todas las gráficas
- Mostrar el administrador de proyectos**
Entrar a la vista de administración de proyectos de la gráfica u hoja de trabajo actual
- Ir a la ventana de datos**
Cambiar entre las ventanas de datos
- Ir a la ventana de sesión**
Se mueve hacia la ventana de sesión
- Mostrar el Diseño de Experimentos**
Si la hoja de trabajo es un diseño de experimentos, muestra sus propiedades

Black Belt

Formatos de información en Minitab



Formatos de columna:

Texto

- Cualquier combinación de letras o números
- Se denota como **-T** en el título de la columna (Vg., C1-T)

Fecha / Tiempo

- Tiempo en segundos, minutos, horas, días, meses o años
- Se denota como **-D** en el título de la columna (Vg., C2-D)

Numérico

- Un número positivo o negativo expresado como decimal o entero
- Sin denotación** en el título de la columna (Vg., C3)

Uso de los formatos

- Minitab elige automáticamente el formato con base en los datos ingresados en la columna
- Se puede cambiar el formato de la columna en caso de ser necesario, por medio de:
 - Data > Change data type > ...
- Los valores faltantes aparecen como:
 - En Blanco [] dentro de una columna de Texto
 - Asterisco [*] dentro de una columna de Fecha / Tiempo o Numérica



Black Belt

Formatos de información en Minitab



Ingresar datos en la hoja de trabajo

Poner títulos a las columnas:

Seleccionar la celda de nombre (gris) de las columnas y escribir:

Cuarto (C1)

Fecha (C2)

Ventas \$k (C3)

Diagram illustrating the Minitab worksheet structure and data entry process:

- Celda para nombre de columna:** Points to the header row (C1-C7).
- Número de columna:** Points to the column headers (Cuarto, Fecha, Ventas \$k).
- Celda activa:** Points to the first cell in the data row (C4).
- Dirección de ingreso de datos:** Points to the arrow on the left side of the worksheet.
- Número de columna:** Points to the row numbers (1-7).

La celda activa baja después de presionar enter. Click en la flecha para Dirección de ingreso de datos si se desea cambiar la dirección de celda activa después del enter.

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
	Cuarto	Fecha	Ventas \$k				
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							

Black Belt

Formatos de información en Minitab



Localizar el cursor en la primer celda de datos e ingresar la siguiente información:

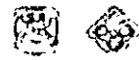
Cuarto	Fecha*	Ventas \$k
Q1	30 Marzo 2007	100
Q2	30 Junio 2007	78
Q3	30 Septiembre 2007	99
Q4	31 Diciembre 2007	103

* El formato de fecha debe ser igual al que maneja Microsoft Windows, en caso de estar en inglés, se debe escribir March 30 2007.



Black Belt

Formatos de información en Minitab



La hoja de trabajo debe estar de la siguiente forma:

La -D significa que esta es una columna de Fecha / Tiempo

La -T significa que esta es una columna de texto

Esta es una columna numérica

Asegurarse de presionar Enter después de llenar la última celda

	C1-T Cuarto	C2-D Fecha	C3 Ventas \$k	C4	C5
1	Q1	30 Marzo 2007	100		
2	Q2	30 Junio 2007	78		
3	Q3	30 Septiembre 2007	99		
4	Q4	31 Diciembre 2007	103		
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Para cambiar el formato de fecha, dar click derecho sobre la columna y...
Format Column>

Black Belt

Formatos de información en Minitab



Revisemos el resumen de la hoja de trabajo.

Para solicitar información respecto a la hoja de trabajo

Utilizar la barra de herramientas de proyectos y dar click en el botón de información.



La información muestra el nombre, contenido cuenta y descripción de cada columna

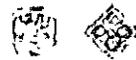
La ventana de Administración de Proyecto resume los datos en la hoja de trabajo

Name	Id	Count	Missing	Type	Description
Cuarto	C1	4	0	T	
Fecha	C2	4	0	D	
Ventas \$k	C3	4	0	N	



Black Belt

Guardar Información



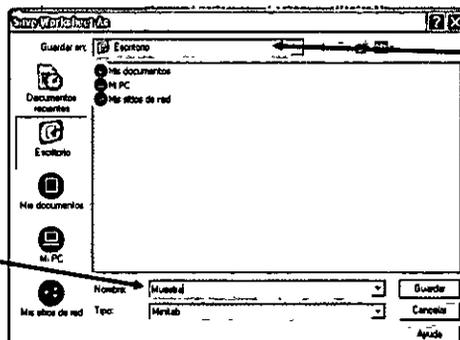
Para guardar la hoja de trabajo

Seleccionar el menú File y posteriormente Save Current Worksheet As...

A partir de ahora, los comandos de menú serán presentados de la forma

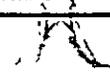
File > Save Current Worksheet As...

Paso 2: Escribir **Muestra** en el nombre del archivo



Paso 1: Seleccionar dirección para guardar el archivo
C:\Minitab

Paso 3: Click "Guardar"



Black Belt

[Icono] [Icono]

Manipular Datos



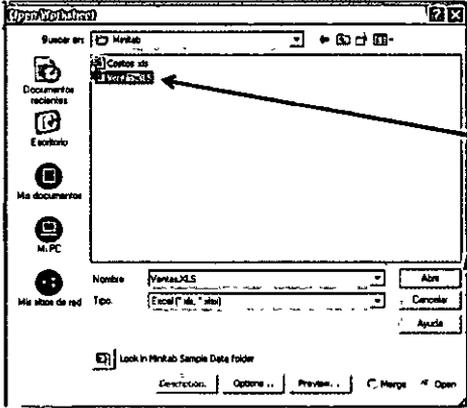
Black Belt

[Icono] [Icono]

Importar datos de Excel

Para importar información directamente desde Excel.
File>Open Worksheet

En Tipo elegir Excel (*.xls)



Seleccionar Ventas.xls
Click en Abrir

Black Belt

Importar datos de Excel



	A	B	C	D	E	F
1	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	
2	387980	451700	456789	436678	349050	
3	578990	600987	456789	781656	456798	
4	435800	542700	345988	345678	564050	
5	497050	827900	456789	897658	687050	
6	613242	611689	456789	560988	434567	
7						
8						

Excel

Minitab

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	
1	387980	451700	456789	436678	349050	
2	578990	600987	456789	781656	456798	
3	435800	542700	345988	345678	564050	
4	497050	827900	456789	897658	687050	
5	613242	611689	456789	560988	434567	
6						
7						
8						

Black Belt

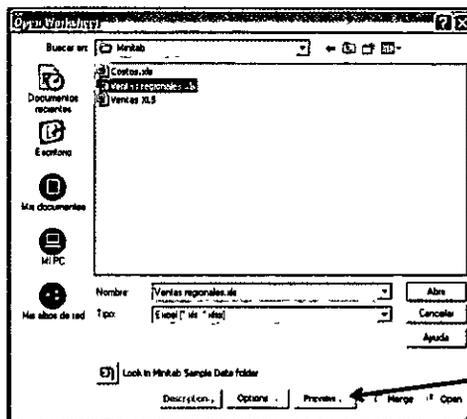
MÓDULO II

Medir

Evaluar datos antes de importar



Las bases de datos no siempre están limpias o tienen la misma estructura que Minitab, por lo tanto, antes de importar los datos se puede hacer una evaluación de los mismos.



- File>Open Worksheet
- En Tipo elegir Excel (*.xls)
- Seleccionar
- Ventas regionales.xls
- ANTES de Abrir
- Click en Preview

Black Belt

Evaluar datos antes de importar



La opción Preview muestra que existen algunos problemas que se deben corregir antes de importar la información:

- Los nombres de las columnas se encuentran en el 2º renglón
- Sólo hay 5 renglones con datos
- La columna 8 incluye datos que no necesitamos
- El renglón 13 tiene datos que no vamos a usar

	C1	C2	C3	C4
	Ventas 2008			
	Text	Text	Text	Text
2	Región	Enero	Febrero	Marzo
3				
4	Central	387980.00	451700.00	456789.00
5				
6	Sur	578990.00	600987.00	456789.00
7				
8	Norte	435800.00	542700.00	345988.00
9				



Black Belt

MÓDULO II

Medir

Evaluar datos antes de importar



Cerrar la caja de diálogo y utilizar las Opciones

Llenar la caja de diálogo como se muestra a continuación:

Open Worksheet - Options

Variable Names
 None Automatic
 Use row: 2

Field Definition
 Free format
 Single character separator
 Tab Comma Semicolon
 Space Period None
 Custom: _____

First Row of Data
 Automatic
 Use row: _____

Text Delimiter
 Double quote Single quote
 None Custom: _____

Number of data rows: 5

Convert Missing
 From: _____ To: _____

Ignore blank data rows

Decimal Separator
 Period Comma

Text Variable: _____
 Numeric or Date/Time Variable: _____

Help OK Cancel



Black Belt

Evaluar datos antes de importar



- Seleccionar de nuevo Preview
- Moverse a la columna C8 que no necesitamos
- Seleccionar el número de columna
- Presionar Delete
- Ok
- Click en Abrir

	C5	C6		C8
	Abril	Mayo		Por Zona
	Numeric	Numeric	Text	Numeric
2	Abril	Mayo		Por Zor
4	435678.00	349050.00		208111
6	781656.00	456798.00		287522
8	345678.00	564050.00		223421
10	897656.00	687050.00		336644
12	560986.00	434567.00		267727



Black Belt

MÓDULO II

Medir

Evaluar datos antes de importar



VENTAS REGIONALES (Método de compatibilidad) - Microsoft Excel						
1 Ventas 2009	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Total
2 Central	287980.00	451700.00	456789.00	435678.00	349050.00	2081117
3 Sur	578990.00	800967.00	456789.00	781656.00	456798.00	3875226
4 Norte	435800.00	542700.00	345986.00	345678.00	564050.00	2234218
5 Bajío	497050.00	827900.00	456789.00	897656.00	687050.00	3366440
6 Frontera	613242.00	611689.00	456789.00	560986.00	434567.00	2677270
7 TOTAL	2,613,862.00	3,683,976.00	2,175,944.00	2,872,688.00	2,395,816.00	

Minitab

Excel

	C1-T	C2	C3	C4	C5	C6
	Región	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
1	Central	387980.00	451700.00	456789.00	435678.00	349050.00
2	Sur	578990.00	800967.00	456789.00	781656.00	456798.00
3	Norte	435800.00	542700.00	345986.00	345678.00	564050.00
4	Bajío	497050.00	827900.00	456789.00	897656.00	687050.00
5	Frontera	613242.00	611689.00	456789.00	560986.00	434567.00
6						



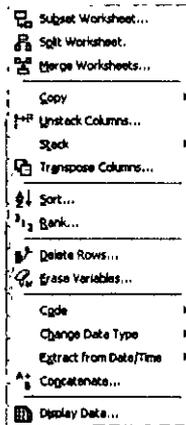
Black Belt

Manipulando datos



La manipulación de datos se refiere a cambiar la estructura de los datos a una forma más apropiada para el análisis con Minitab.

Bajo el Menu **Data** se pueden encontrar las siguientes opciones:



Subset Worksheet: se utiliza para copiar las columnas especificadas en una nueva Hoja de trabajo

Split Worksheet: se utiliza para crear Hojas de Trabajo con base en Variables definidas

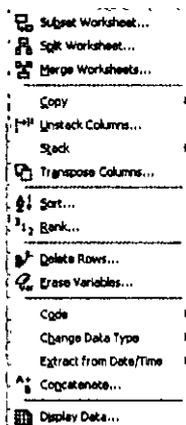
Merge Worksheets: añadir columnas de una Hoja de trabajo en otra

Copy: copia los datos para su manipulación sin perder la información original

Unstack columns: desagregar columnas en renglones con base en Variables definidas

Black Belt

Manipulando datos



Stack: mover datos de diferentes columnas en una sola columna

Transpose columns: mover los datos de columnas a renglones

Sort: acomodar los datos por un orden definido

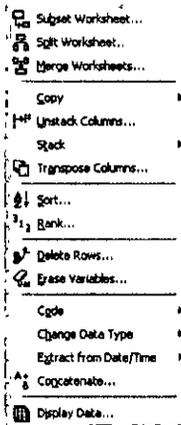
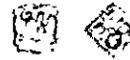
Rank: califica los datos numéricos del menor al mayor

Delete Rows: borrar renglones de determinadas columnas.

Erase Variables: elimina columnas, constantes o matrices.

Black Belt

Manipulando datos



Code: cambia los valores de los datos

Change data type: cambia de un tipo de datos (-T) a otro (-D)

Extract from Date/Time: obtiene los datos de una fecha / hora para convertirlos a tipo numérico

Concatenate: Encadena datos de texto en una sola columna

Display Data: muestra los datos escondidos de una matriz o constantes

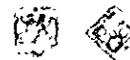


Black Belt

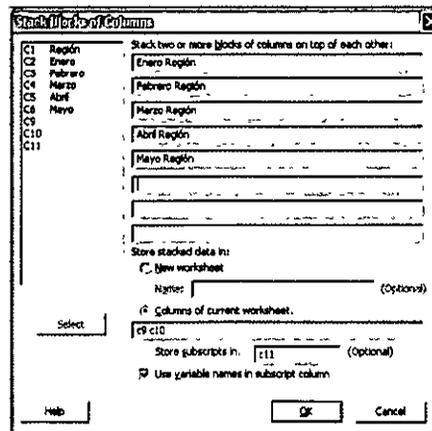
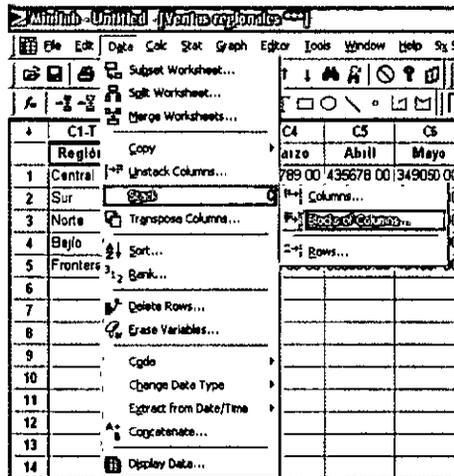
MÓDULO II

"Medir"

Apilando columnas y renglones



Identificamos que después de importar la información, ahora necesitamos los datos en formato de columna en vez de renglones. Stack > Blocks of columns



Black Belt

Apilando columnas y renglones

#	C1-T	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10-T	C11-T
	Región	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo					
1	Central	387980.00	451700.00	456789.00	435678.00	349050.00			387980.00	Central	Enero
2	Sur	576990.00	500987.00	456789.00	781656.00	456796.00			576990.00	Sur	Enero
3	Norte	435800.00	542700.00	345988.00	345678.00	564050.00			435800.00	Norte	Enero
4	Bajo	497050.00	827900.00	456789.00	897658.00	687050.00			497050.00	Bajo	Enero
5	Frontera	613242.00	611689.00	456789.00	560988.00	434567.00			613242.00	Frontera	Enero
6									451700.00	Central	Febrero
7									500987.00	Sur	Febrero
8									542700.00	Norte	Febrero
9									827900.00	Bajo	Febrero
10									611689.00	Frontera	Febrero
11									456789.00	Central	Marzo
12									456789.00	Sur	Marzo
13									345988.00	Norte	Marzo
14									456789.00	Bajo	Marzo
15									456789.00	Frontera	Marzo
16									435678.00	Central	Abril
17									781656.00	Sur	Abril
18									345678.00	Norte	Abril
19									897658.00	Bajo	Abril
20									560988.00	Frontera	Abril
21									349050.00	Central	Mayo
22									456796.00	Sur	Mayo
23									564050.00	Norte	Mayo
24									687050.00	Bajo	Mayo
25									434567.00	Frontera	Mayo

Black Belt

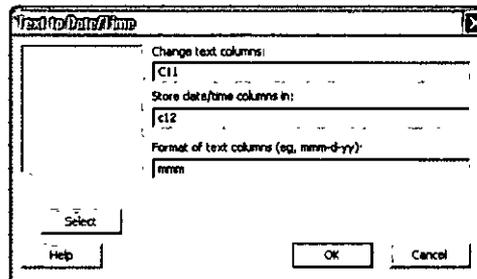
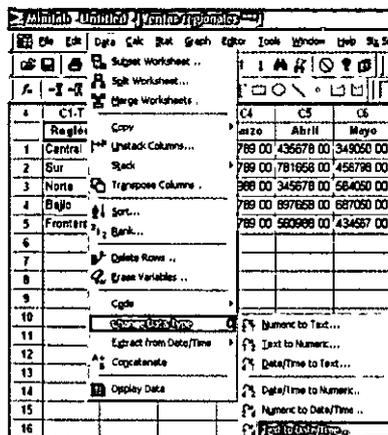
MÓDULO II

"Medir"

Cambiando el tipo de datos

Necesitamos analizar el mes, sin embargo Minitab no puede entender un texto como una fecha por la estructura de los datos.

Vamos a Data > Change data type > Text to Date/Time



Black Belt

Cambiando el tipo de datos



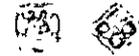
C9	C10	C11-T	C12-D
367980.00	Central	Enero	Ene
576990.00	Sur	Enero	Ene
436900.00	Norte	Enero	Ene
497050.00	Bajo	Enero	Ene
613242.00	Frontera	Enero	Ene
451700.00	Central	Febrero	Feb
600967.00	Sur	Febrero	Feb
542700.00	Norte	Febrero	Feb
827900.00	Bajo	Febrero	Feb
611689.00	Frontera	Febrero	Feb
456789.00	Central	Marzo	Mar
456789.00	Sur	Marzo	Mar
345998.00	Norte	Marzo	Mar
456789.00	Bajo	Marzo	Mar
456789.00	Frontera	Marzo	Mar
435678.00	Central	Abril	Abr
781655.00	Sur	Abril	Abr
345678.00	Norte	Abril	Abr
897658.00	Bajo	Abril	Abr
560968.00	Frontera	Abril	Abr
349050.00	Central	Mayo	May
456798.00	Sur	Mayo	May
564050.00	Norte	Mayo	May
687050.00	Bajo	Mayo	May
434567.00	Frontera	Mayo	May

Podemos verificar que ahora la columna C12 tiene datos en forma de Fecha en vez de Texto como se encuentra la columna C11.

Los datos ahora pueden analizarse con Minitab.

Black Belt

Extraer información de la fecha



Problema:

Eres el responsable de definir los horarios en un centro telefónico que trabaja las 24hrs. Has reunido la información del número de llamadas recibidas, el tiempo de duración de la llamada (AHT), las personas atendiendo estas llamadas, la fecha y turno.

Necesitamos saber cuál es el día más ocupado de la semana.

	C1	C2	C3	C4-D	C5-T
	Llamadas	AHT	Ejecutivos	Fecha	Turno
1	1445	695	9	01/01/2007	AM
2	1310	568	10	01/01/2007	PM
3	974	710	10	02/01/2007	AM
4	1165	715	11	02/01/2007	PM
5	1078	744	10	03/01/2007	AM

Black Belt

Extraer información de la fecha



Utilicemos el comando Data > Extract from Date/Time to Text

	C1	C4-D	C5-T
	Llamadas	Fecha	Turno
1	14	01/2007	AM
2	15	01/2007	PM
3	9	01/2007	AM
4	11	01/2007	PM
5	10	01/2007	AM
6	15	01/2007	PM
7	14	01/2007	AM
8	15	01/2007	PM
9	15	01/2007	AM
10	11	01/2007	PM
11	14	01/2007	AM
12	15	01/2007	PM
13	12	01/2007	AM
14	11	01/2007	PM

Extract from date/time column: Fecha

Store text column in: C6

Specify at least one component to extract from date/time

- Day of week
- Day of month
- Week
- Month
- Quarter
- Year
- Hour
- Minute
- Second
- Tenth
- Hundredth
- Thousandth

Four Digit (selected) Two Digit

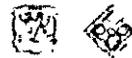
Buttons: Select, Help, OK, Cancel

Black Belt

MÓDULO II

Medir

Extraer información de la fecha



	C1	C2	C3	C4-D	C5-T	C6-T
	Llamadas	AHT	Ejecutivos	Fecha	Turno	
1	1445	696	9	01/01/2007	AM	Lun
2	1310	568	10	01/01/2007	PM	Lun
3	974	710	10	02/01/2007	AM	Mar
4	1185	715	11	02/01/2007	PM	Mar
5	1078	744	10	03/01/2007	AM	Mié
6	1542	815	10	03/01/2007	PM	Mié
7	1410	787	11	04/01/2007	AM	Jue
8	1395	641	11	04/01/2007	PM	Jue
9	1323	796	11	05/01/2007	AM	Vie
10	1135	651	10	05/01/2007	PM	Vie
11	1427	783	10	06/01/2007	AM	Sáb
12	1370	728	11	06/01/2007	PM	Sáb
13	1217	667	10	07/01/2007	AM	Dom
14	1111	687	11	07/01/2007	PM	Dom
15	1087	709	9	08/01/2007	AM	Lun
16	1315	723	10	08/01/2007	PM	Lun
17	1088	699	10	09/01/2007	AM	Mar

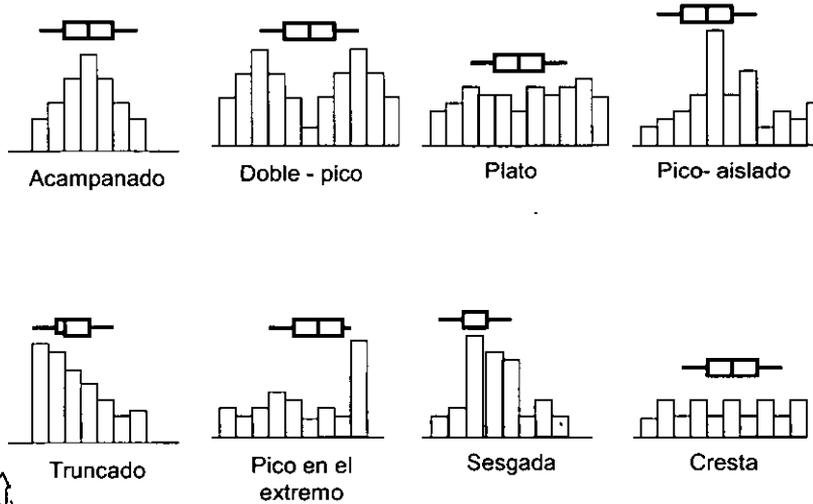
Ahora podemos analizar la información utilizando Minitab

Black Belt

Formas de la Distribución



Patrones Básicos de Distribución:

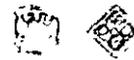


Black Belt

MÓDULO II

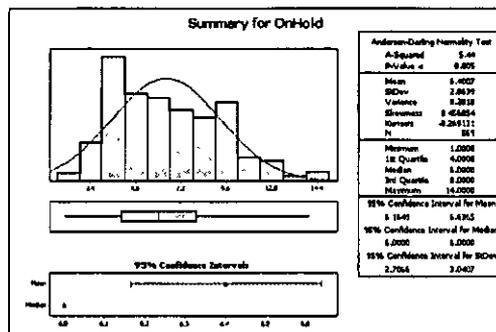
Medir

Histograma



El histograma es una herramienta que nos permite identificar la distribución que sigue una muestra de datos, además de información como:

- Promedio
- Desviación estándar
- Varianza
- Sesgo
- Curtosis
- Tamaño de muestra
- Cuartiles
- Intervalos de confianza para promedio y desviación estándar



Sesgo (Skewness): medida respecto a la lateralidad de una distribución
 Curtosis: Medida sobre el peso de la(s) cola(s) en una distribución.

Black Belt

Ejemplo.



En una fábrica de plásticos, se producen gomas para patas de mesa, el proceso se hace a través de un molde, posteriormente un desbaste manual y finalmente se empaican hacia los clientes.

Últimamente los clientes se quejan porque las mesas "bailan", lo que significa que el ancho final de los soportes tiene mucha variación.

Se tomó una muestra con diferentes características midiendo el ancho, perímetro y peso; además de identificar el molde, tipo de desbaste, material y cliente.

Los datos se encuentran en el archivo Gomas.MPJ

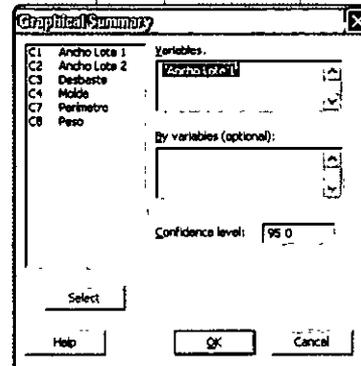
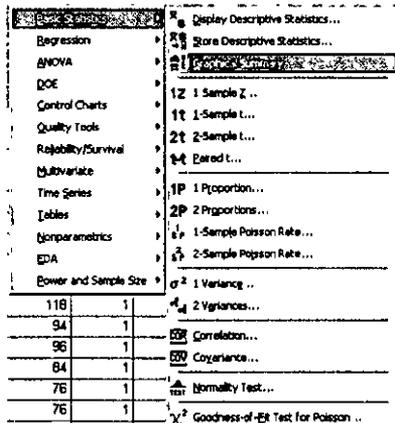


Black Belt

Ejemplo



1. Elegir: Stat > Basic Statistics > Graphical Summary
2. Completar la caja de diálogo como se presenta.
3. OK



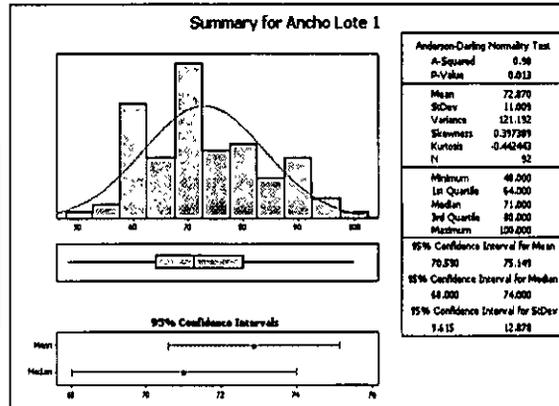
Black Belt

Ejemplo

Podemos observar que en el lote 1:

- Promedio: 72.870 mm.
- Desviación estándar: 11.009 mm.
- Varianza: 121.192 mm².
- Mínimo: 48 mm.
- Máximo: 100 mm.
- Mediana: 71mm.

Es claro que la variación es muy grande.
Pregunta: ¿el proceso sigue una distribución normal?



Black Belt

MÓDULO II

"Medir"

Prueba de normalidad Anderson - Darling

A partir del histograma y la curva representada, es complicado saber si los datos siguen una distribución normal, por lo tanto desconocemos si la variación es común o especial; además de que muchas pruebas estadísticas requieren que los datos estén distribuidos de forma normal (o al menos algo cercano).

Para esto utilizamos la prueba Anderson-Darling que nos permite evaluar estadísticamente si los datos siguen una distribución determinada, utiliza la siguiente hipótesis para esta evaluación:

H₀ = La población sigue una distribución normal
H_a = La población no sigue una distribución normal

La prueba estadística que usa Anderson - Darling es:

$$A^2 = -N - (1/N) \sum (2i - 1) (\ln F(Y_i) + \ln(1 - F(Y_{N+1-i})))$$

Donde: F es la función de distribución acumulada para la distribución normal y Y_i son las observaciones ordenadas

Black Belt

Prueba de normalidad Anderson - Darling



La base para hacer pruebas de hipótesis es el uso del Valor P (p-value) que representa la probabilidad de cometer un error Tipo I definiendo una α para la prueba.

El valor típico de α es 0.05 (manejando un 95 % de confianza) para las pruebas estadísticas.

Por lo tanto:

Si el Valor P es menor o igual a (0.05), se rechaza H_0 .
Si el Valor P es mayor que α , no es posible rechazar H_0 .

(Nunca se acepta H_0 , sólo se argumenta el hecho de que no es posible rechazarlo).

Alfa (α): riesgo de rechazar la hipótesis nula de forma equivocada, también se le llama error tipo I.

Beta (β): riesgo de no rechazar una hipótesis nula falsa, también se le llama error tipo II



Black Belt

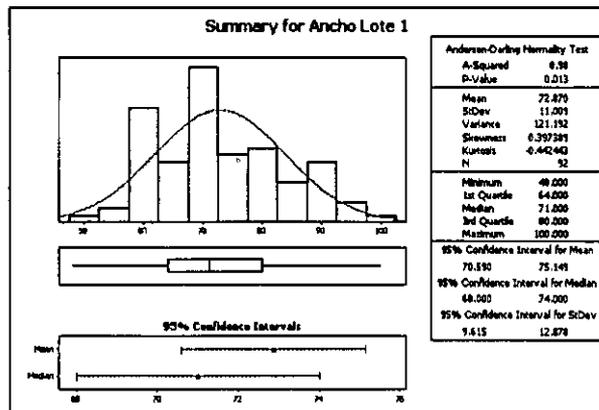
MÓDULO II

"Medir"

Prueba de normalidad Anderson - Darling



En este caso observamos que el Valor - P es 0.013 menor a 0.05 por lo que podemos argumentar que la muestra no sigue una distribución normal. Pero esto ¿qué significa?



Black Belt

Grafica de Pareto

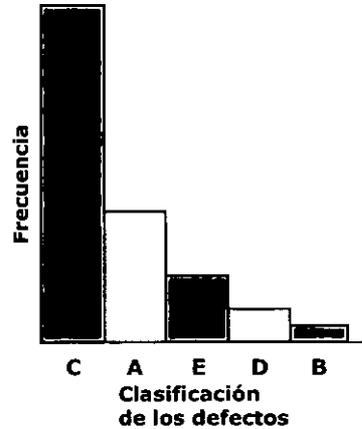


El principio de Pareto establece que unas pocas variables vitales causan la mayor parte de los problemas, contra muchas variables triviales que sólo generan una pequeña proporción de los problemas.

El 80% de los defectos es producido por el 20% de las causas

¿Dónde ocurre el defecto con mayor frecuencia?

Esta herramienta sirve para segmentar y estratificar los factores críticos que tienen impacto en el proceso.

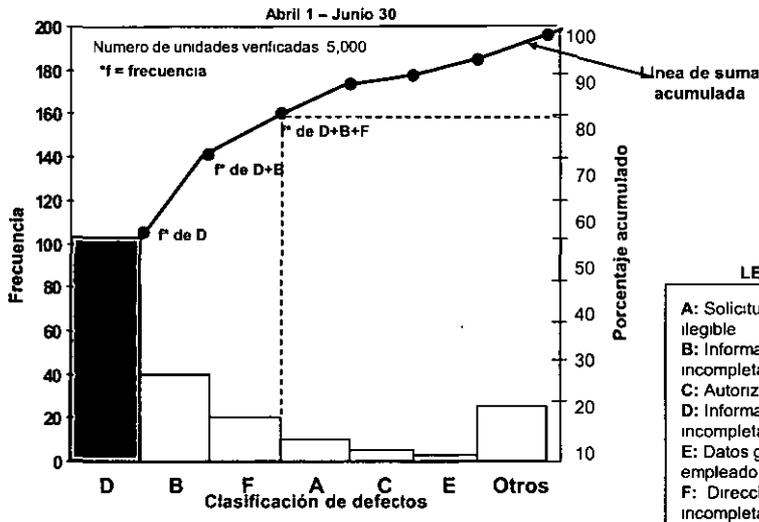


Black Belt

MÓDULO II

Medir

Grafica de Pareto



Aproximadamente 80% de los defectos se encuentran en D + B + F

Black Belt

Ejemplo:



Como resultado a una auditoría en las líneas de producción, se obtuvieron datos sobre recomendaciones que deberán corregirse para la siguiente auditoría.

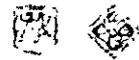
Tu equipo de calidad necesita iniciar las correcciones inmediatamente pero no saben por dónde empezar.

Los datos recopilados por la auditoría se encuentran en el archivo Problemas línea.Mpj

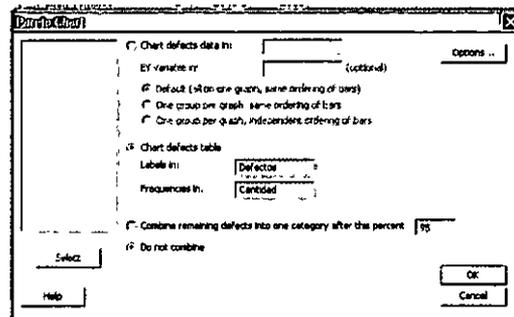
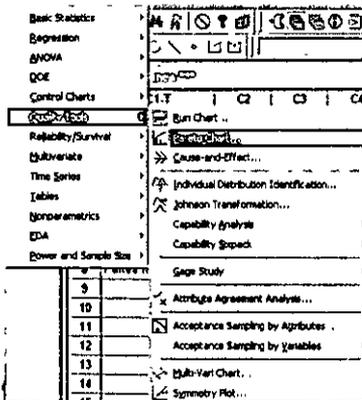


Black Belt

Ejemplo:



1. Abrir el archivo Problemas línea.Mpj
2. Elegir: Stat > Quality Tools > Pareto Chart
3. Completar la caja de diálogo de la siguiente forma
4. OK



Black Belt

Ejemplo:

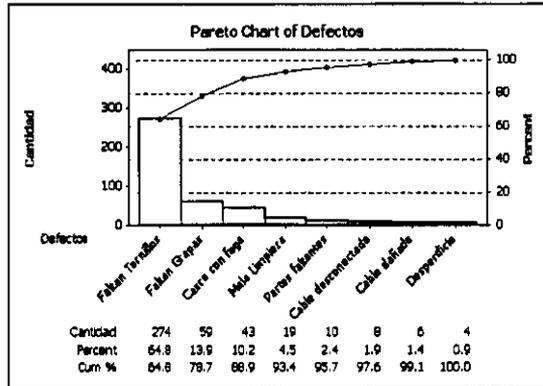


Las barras de la gráfica indican la frecuencia de cada defecto en términos de conteo (lado izquierdo) y porcentaje (lado derecho). La línea sobre las barras indica los porcentajes acumulados.

Minitab también despliega estadísticas sobre:

- Conteo
- Porcentaje del total
- Porcentaje acumulativo del total

En este caso el problema con mayor recurrencia es la falta de tornillos, seguido por la falta de grapas

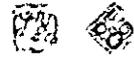


Black Belt

MÓDULO III

Medir

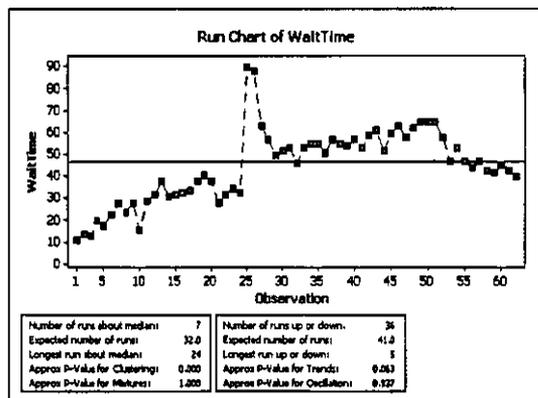
Graficas de Serie de tiempo



Las gráficas de series de tiempos nos permiten visualizar el comportamiento de una variable respecto a un determinado periodo.

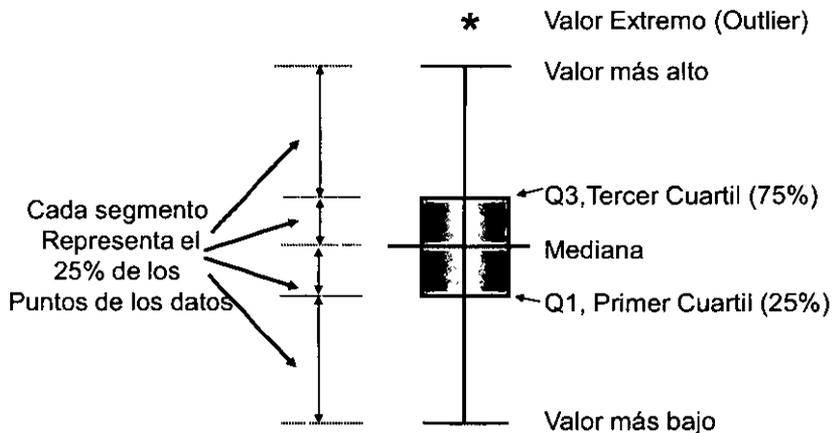
Esta es una gráfica que comúnmente usamos al relacionar una variable respecto a su desempeño a través del tiempo; es muy importante entonces asegurar que los datos estén ordenados respecto al tiempo.

Con el fin de identificar el comportamiento de la variable, utilizaremos dos pruebas estadísticas sobre el comportamiento aleatorio (estabilidad).



Black Belt

Grafica de caja o Boxplot

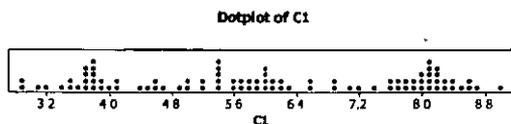
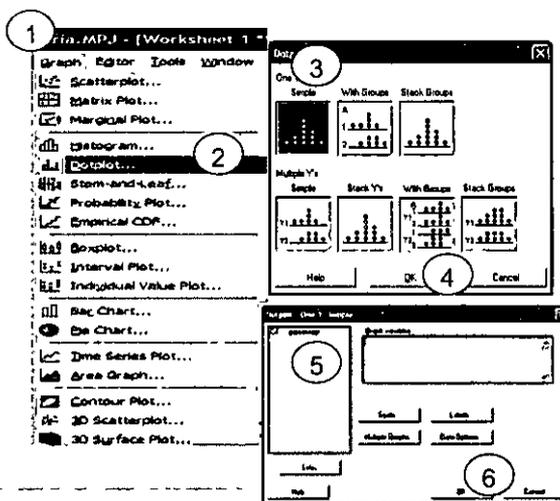


Outlier. - Es cuando uno o varios puntos se encuentran fuera o lejos de la media de los datos. Esto se puede deberse a causas especiales. Q1, 2, 3 y 4 es la escala (**cuartiles**) en que se dividen los datos, ya que cada uno representa un 25%.

Black Belt

Grafica de puntos (Dot plots)

Se grafican todos los valores como se van presentando en el grupo de datos



Indica la columna que contiene a los datos y selecciona O.K.

Black Belt



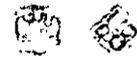
Multi-Vari Chart

- ✓ ¿Qué es un análisis multivariable?
- ✓ ¿Por qué análisis multivariable?
- ✓ Ventajas de los análisis multivariable



Black Belt

Análisis Multivariable (ANOVA)

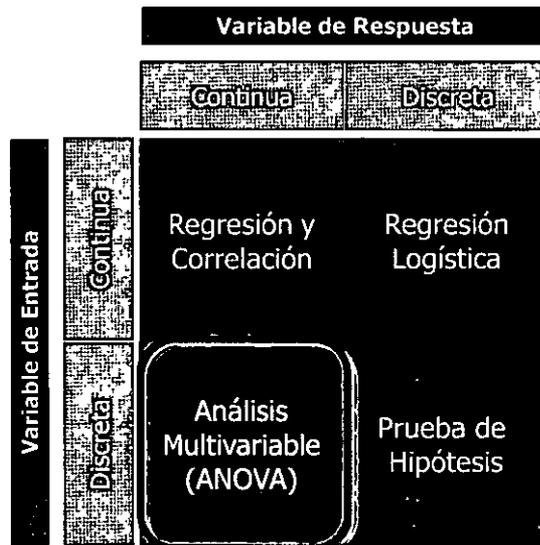


- El Análisis Multivariable, también conocido como **ANOVA** o Analysis of Variance, por sus siglas en Inglés.
- Es una comparación matemática sobre los valores que toma la media de un proceso, al tener varios niveles en las variables de entrada.
- Este análisis debe ser utilizado cuando los niveles de las variables de entrada son **discretas** y las variables de respuesta son **continuas**
- Es útil para separar las variables de entrada que son “las pocas vitales”.
- Análisis Multivariable trabaja como su nombre lo dice, con variables de entrada múltiples.
- La fuerza y principal valor del ANOVA, es que puede trabajar con información histórica.



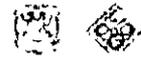
Black Belt

Análisis Multivariable (ANOVA)



Black Belt

Análisis Multivariable (ANOVA)



□ El Análisis Multivariable, nos da la gran facilidad de entender y discriminar a las variables de entrada, que son mas importantes para cambiar el valor de la variable de respuesta "Y".

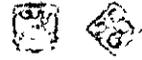
□ Otro valor, es que logramos poner objetividad a aquellos análisis iniciales, donde buscamos la causa raíz y consultamos a los expertos del proceso, quienes nos dirán en que variables fijarnos. Nuestro trabajo será el relacionarlas con la variable de salida, utilizando registros históricos y separar aquellas importantes.

□ El análisis de multivariable, simplifica y reduce el tiempo de análisis necesario para un grupo de variables de entrada, hecho de otra forma sería mas complejo y tardado.

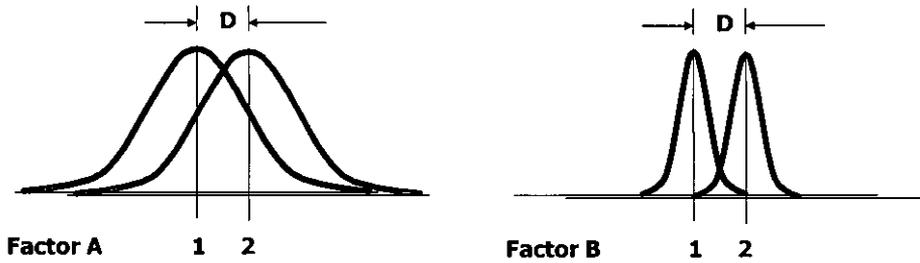


Black Belt

Análisis Multivariable (ANOVA)



La forma en que el ANOVA determina que factores son importantes es midiendo las medias de los distintos procesos que se forman a diferentes valores de los factores.



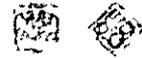
Nota: La diferencia "D" entre las medias de los procesos es medida por el ANOVA y establece probabilidades de que puedan o no ser iguales.

Black Belt

MÓDULO II

"Medir"

ANOVA en Minitab



- El estudio de ANOVA se puede desarrollar desde Minitab.
- Teniendo datos históricos realizar una tabla.
- Dejar cada una de las variables de entrada que se deseen probar.
- Identificar el resultado a cada cambio realizado en las variables de entrada.

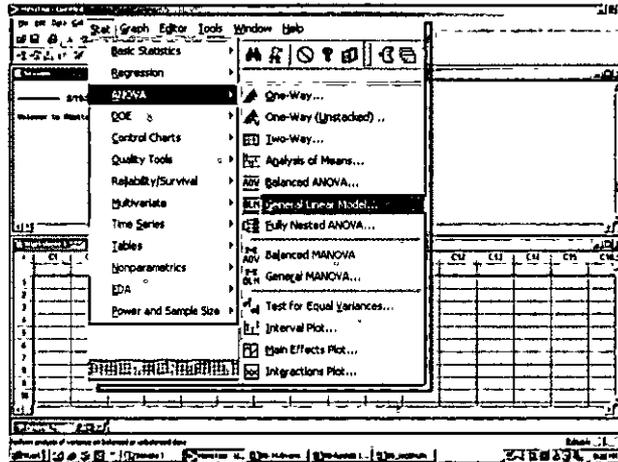
Entrada 1	Entrada 2	Entrada 3	Entrada 4	Respuesta
22	500	37	55	11.7
22	500	39	55	12.0
26	500	37	60	15.4
22	650	39	60	25.1

Black Belt

ANOVA en Minitab



Abrir en Minitab el archivo MULTIVAR.mpj, después ir al menú de *Stat > ANOVA > General Linear Model*

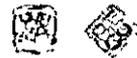


Black Belt

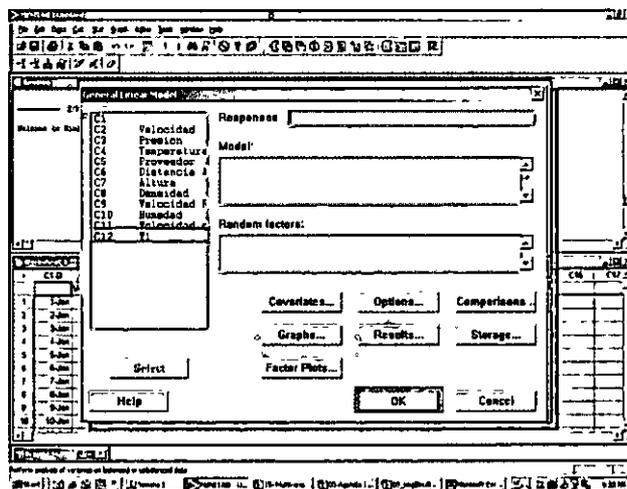
MÓDULO II

Medir

ANOVA en Minitab



1. En el renglón de *Responses*, seleccionar la columna que tiene la variable de respuesta Y1. En el renglón de *Model*, todos las variables de entrada que se deseen probar.
2. Oprimir *OK*



Black Belt

ANOVA en Minitab



El reporte de Minitab, en la parte superior identifica los factores o variables de entrada, la cantidad de niveles que tiene y los valores de esos niveles.

General Linear Model: Y1 versus Velocidad, Proveedor

Factor Type Levels Values
 Velocidad fixed 13 0.0000, 0.5000, 1.0000, 1.3165, 2.0000, 3.0000, 4.0000, 5.0000, 6.0000, 7.0000, 8.0000, 9.0000, 10.0000
 Proveedor fixed 2 1, 2

Analysis of Variance for Y1, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Velocidad	12	187679	184338	15361	0.96	0.499
Proveedor	1	105	105	105	0.01	0.936
Error	36	573612	573612	15934		
Total	49	761396				

General Linear Model: Y1 versus Velocidad, Proveedor

Factor Type Levels Values
 Velocidad fixed 13 0.0000, 0.5000, 1.0000, 1.3165, 2.0000, 3.0000, 4.0000, 5.0000, 6.0000, 7.0000, 8.0000, 9.0000, 10.0000
 Proveedor fixed 2 1, 2

R-Sq(adj) = 0.00%

Y1	Residual	Resid
	.129	0.000
	5.229	-0.000
	5.229	-0.000
	5.229	0.000
	5.229	-0.000
	5.229	-0.000

X denotes an observation whose X value gives it large influence

Black Belt

ANOVA en Minitab



La segunda parte del análisis reporta el valor de P para los factores y su efecto en la salida, un valor menor de 0.05 es significativo.

También esta el valor de R el cual marca la fuerza del modelo de estas variables sobre la salida.

General Linear Model: Y1 versus Velocidad, Proveedor

Factor Type Levels Values
 Velocidad fixed 13 0.0000, 0.5000, 1.0000, 1.3165, 2.0000, 3.0000, 4.0000, 5.0000, 6.0000, 7.0000, 8.0000, 9.0000, 10.0000
 Proveedor fixed 2 1, 2

Analysis of Variance for Y1, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Velocidad	12	187679	184338	15361	0.96	0.499
Proveedor	1	105	105	105	0.01	0.936
Error	36	573612	573612	15934		
Total	49	761396				

S = 126.229 R-Sq = 24.66% R-Sq(adj) = 0.00%

Unusual Observations for Y1

Obs	Y1	Fit	SE Fit	Residual	Resid
8	490.380	490.380	126.229	0.000	* X
22	344.640	344.640	126.229	-0.000	* X
23	412.720	412.720	126.229	-0.000	* X
24	484.950	484.950	126.229	0.000	* X
25	137.250	137.250	126.229	-0.000	* X

X denotes an observation whose X value gives it large influence.

Black Belt

Analysis of Variance for Y1, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Velocidad	12	187679	184338	15361	0.96	0.499
Proveedor	1	105	105	105	0.01	0.936
Error	36	573612	573612	15934		
Total	49	761396				

S = 126.229 R-Sq = 24.66% R-Sq(adj) = 0.00%

Análisis Multivariable (ANOVA)



- Los criterios son similares a los que vimos anteriormente en otros temas.
- El valor de P que es la probabilidad de que el factor tenga algo que ver con que cambie el nivel de la variable de salida.

Valor crítico 0.05

< 0.05 evidencia que tiene efecto sobre la salida
> 0.05 no existe el efecto



Black Belt

MÓDULO II

Medir

Análisis Multivariable (ANOVA)



Unusual Observations for Y1

Obs	Y1	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
8	490.380	490.380	126.229	0.000	* X
22	344.640	344.640	126.229	-0.000	* X
23	412.720	412.720	126.229	-0.000	* X
24	484.950	484.950	126.229	0.000	* X
25	137.250	137.250	126.229	-0.000	* X

X denotes an observation whose X value gives it large influence.

Cuando sucede, Minitab también reporta si hay observaciones inusuales, que son mediciones que tienen algún tipo de riesgo de estar fuera de lo que espera el modelo, por lo tanto tienen que ser revisados.

General Linear Model: Y1 versus Velocidad, Proveedor

```

Factor Type Levels Values
Velocidad fixed 13 0 0000, 0 5000, 1 0000, 1 3165, 2 0000, 3 0000,
4 0000, 5 0000, 6 0000, 7 0000, 8 0000, 9 0000,
10 0000
Proveedor fixed 2 1, 2

Analysis of Variance for Y1, using Adjusted SS for Tests

Source DF Seq SS Adj SS Adj MS F P
Velocidad 12 187679 184338 15361 0.96 0.499
Proveedor 1 105 105 105 0.01 0.936
Total 49 761396
    
```

S = 126.229 R Sq = 24.66% R Sq(adj) = 0.00%

Unusual Observations for Y1

Obs	Y1	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
8	490.380	490.380	126.229	0.000	* X
22	344.640	344.640	126.229	-0.000	* X
23	412.720	412.720	126.229	-0.000	* X
24	484.950	484.950	126.229	0.000	* X
25	137.250	137.250	126.229	-0.000	* X

X denotes an observation whose X value gives it large influence.

Black Belt

Análisis de capacidad de proceso

Objetivo:

Necesitamos conocer la capacidad para entender:

Lo que puede hacer el proceso

Dónde estamos con respecto a las especificaciones

Si no sabemos dónde estamos parados hoy, no sabemos:

Que hay que hacer para mejorar

Que tanta mejora se requiere

El impacto de las acciones correctivas en el proceso.

Capacidad de Proceso es uno de los conceptos primordiales de Seis Sigma.

Black Belt

Análisis de capacidad de proceso (datos continuos)

Defectos:

Son las fallas de un proceso asignables a una unidad producida. La unidad puede ser calificada como defectuosa y puede contener varios defectos.

FTY = Unidades sin defecto / Número total de unidades

Defectivos:

Son unidades que son clasificadas como malas sin importar cuántos defectos contiene.

FTY = First Time Yield (Unidades Sin Defectos a la Primera)

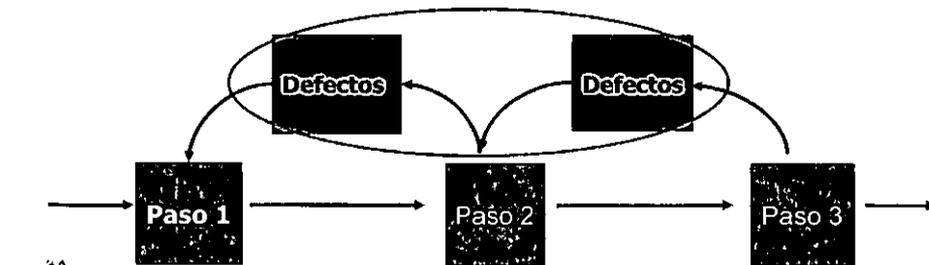
Black Belt

Análisis de capacidad de proceso
(datos continuos)

Re-trabajos y Desperdicio requieren de:

- Más gente o tiempo de proceso.
- Espacio extra .
- Mayor tiempo de ciclo.
- Más materiales.
- Más recursos.

Re trabajos -La Fábrica Oculta



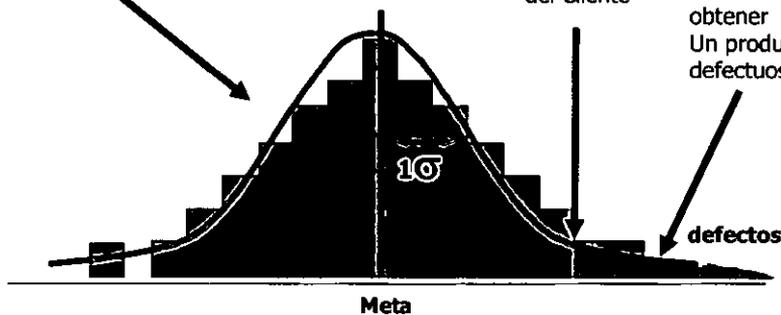
Black Belt

Análisis de capacidad de proceso
(datos continuos)

Probabilidad de obtener
Un buen producto = 99.7%

Especificación
del Cliente

Probabilidad de
obtener
Un producto
defectuoso = 0.3%



$$DPMO = (0.3/100) * 1,000,000$$

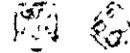
$$DPMO = 3,000$$

Black Belt

MÓDULO II

Medir

Análisis de capacidad de proceso
(datos continuos)

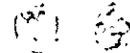


- La **habilidad de procesos** es definida como la capacidad o habilidad que tiene un proceso repetitivo de que la salida este dentro de un rango de especificación.
- La habilidad es reconocida por las siglas Cp y Cpk.
- Cp es la **habilidad pura** del proceso de repetir sus datos dentro de especificación, suponiendo que el proceso esta siempre centrado.
- Cpk es la **habilidad real** y actual del proceso de repetir dentro de las especificaciones.
- Existe también la medición de la habilidad de proceso llamado de **largo plazo**, el cual mide la suma de habilidades de proceso de **corto plazo** en una sola muestra de muestras. Es reconocida con las siglas Pp y Ppk.

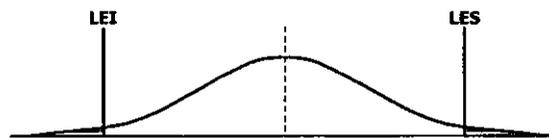


Black Belt

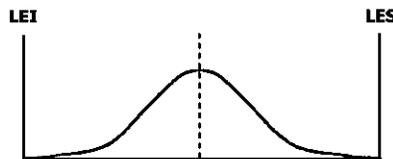
Análisis de capacidad de proceso
(datos continuos)



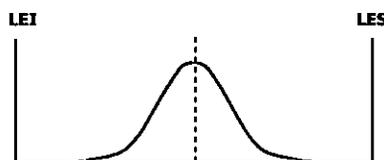
El **Cp (Habilidad Natural del Proceso)** se calcula obteniendo el área bajo la curva que cabria dentro de la especificación, si el proceso estuviera centrado.



Cp < 1



Cp = 1



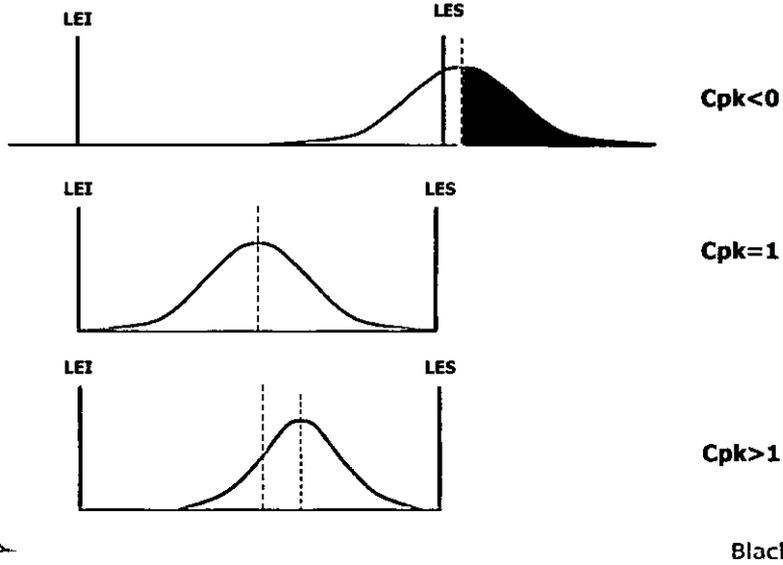
Cp > 1



Black Belt

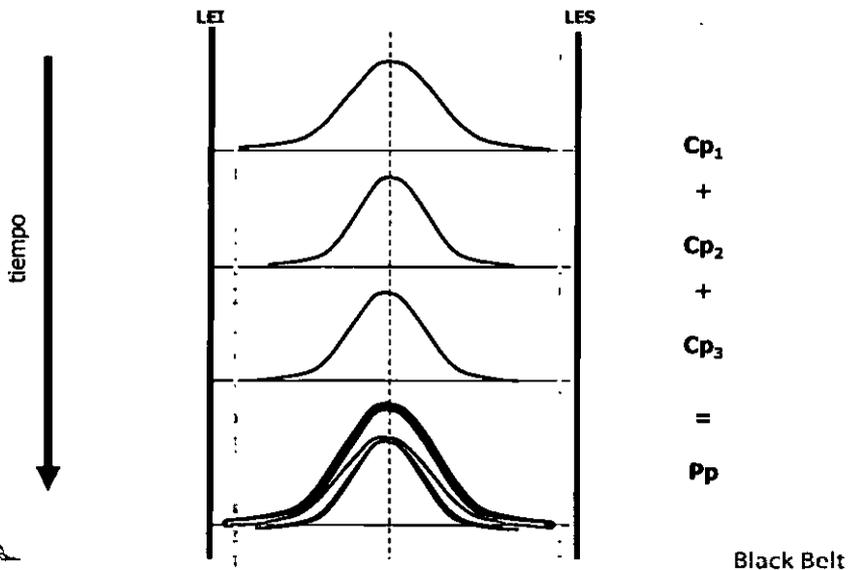
Análisis de capacidad de proceso
(datos continuos)

El **Cpk (Habilidad del Proceso)** se calcula obteniendo el área bajo la curva que "esta" dentro de la especificación.



Análisis de capacidad de proceso
(datos continuos)

El **Pp (Habilidad Natural del Proceso a Largo Plazo)** es la suma de los Cp's históricos del proceso.

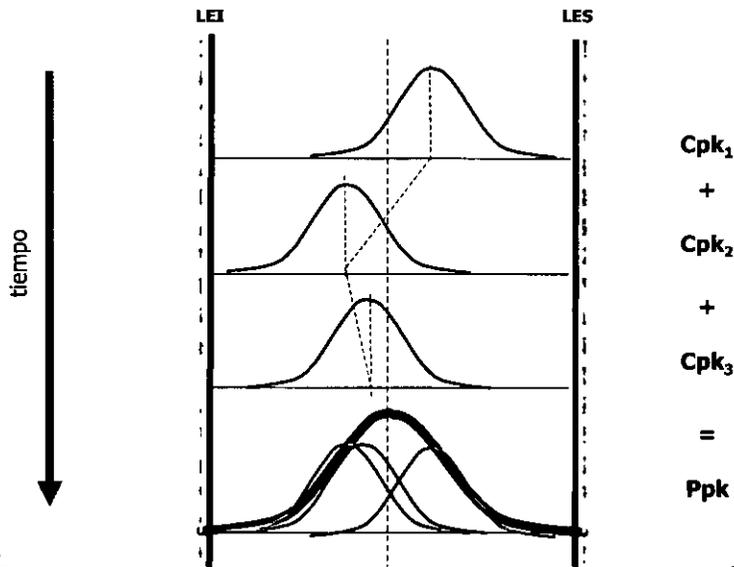


MÓDULO II

"Medir"

Análisis de capacidad de proceso
(datos continuos)

El **Ppk** (Habilidad del Proceso a Largo Plazo) es la suma de los Cpk's históricos del proceso.



Black Belt

Análisis de capacidad de proceso
(datos continuos)

El **Cp** y **Cpk** están definidos por:

$$C_p = \frac{LES - LEI}{6s}$$

El **Cp** es definido por la cantidad de veces que cabe el rango entre los límites de especificación en 6 veces la Desviación Estándar

$$C_{pk} = \min\left(\frac{(\bar{x} - LEI)}{3s}, \frac{(LES - \bar{x})}{3s}\right)$$

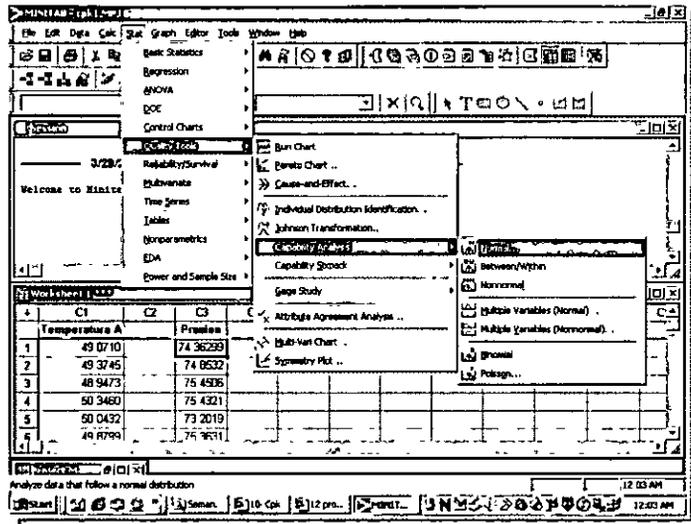
El **Cpk** esta definido por el cálculo menor de la distancia de la media a los límites de especificación, dividido en 3 veces la desviación estándar.

Black Belt

Análisis de capacidad de proceso (datos continuos)

Ir a minitab, abrir el archivo cpk1.mpj

Menu Stat > Quality Tools > Capability Analysis > Normal

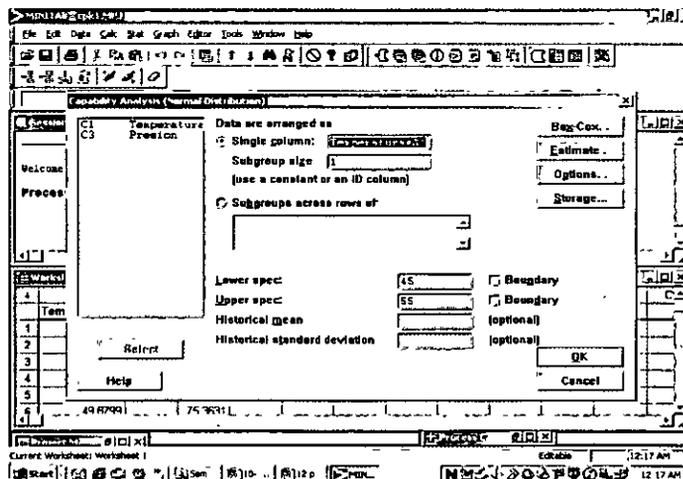


Black Belt

Análisis de capacidad de proceso (datos continuos)

La especificación de la Temperatura del censor A es de 45 a 55 grados centígrados.

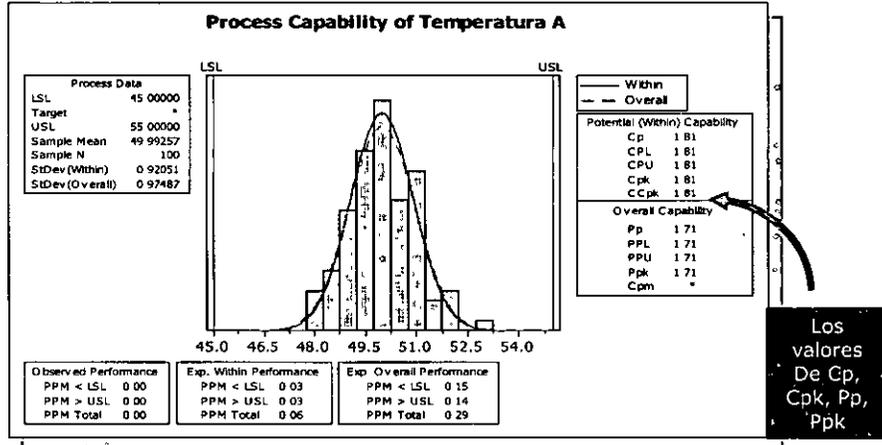
En la pantalla de Habilidad de Proceso, seleccionar en "Single Column" la columna "Temperatura A", en el renglón Lower spec alimentar la esp. inferior "45" y en upper spec. la superior "55". Seleccionar OK



Black Belt

Análisis de capacidad de proceso (datos continuos)

La gráfica muestra la Especificación Inferior, Superior, la media de la muestra y desv.est.



Black Belt

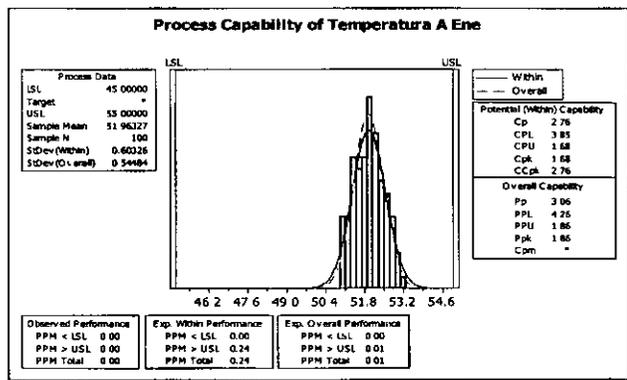
MÓDULO II

"Medir"

Análisis de capacidad de proceso (datos continuos)

Hacer lo mismo que en el ejercicio anterior con la columna "Temperatura A-Ene"

- ¿Qué cambió con respecto a los datos anteriores?
- ¿Tiene mayor o menor habilidad?
- ¿Cuál preferiría?.



Black Belt

Análisis de capacidad de proceso (datos continuos)

En este punto ya sabemos como obtener el calculo de Cp, Cpk, Pp y Ppk.

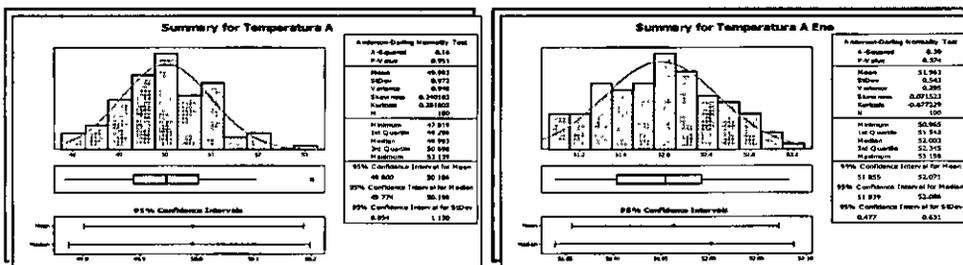
Dos reglas que debemos revisar antes de obtener la habilidad del proceso para que la medición refleje la realidad del proceso.

1. El proceso debe cumplir con una distribución normal.
2. El proceso debe estar en control.

Black Belt

Análisis de capacidad de proceso (datos continuos)

Realicemos el ejercicio con los datos en el archivo cpk1.mtw.



La prueba de Normalidad de Anderson-Darling, para los datos Temperatura A nos da un valor de 0.951, para "Temperatura A Ene" el valor de p es de 0.374. Lo que nos indica que ambas muestras podemos inferir que son normales. Por lo tanto, ambos grupos de datos son calificables para obtener la habilidad de proceso hasta el momento.

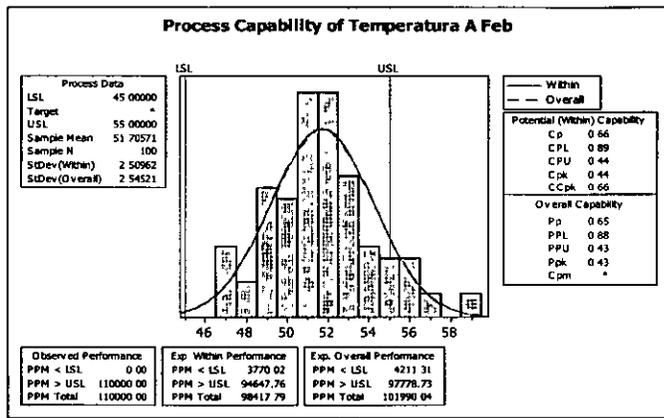
Black Belt

Análisis de capacidad de proceso (datos continuos)

Obtener la habilidad del proceso:

Obtener la gráfica de habilidad del proceso del mismo archivo cpk1.mtw, menú de Stat > Quality Tools > Capability Analysis > Normal

Seleccionar la columna "Temperatura A Feb"



En la parte inferior de la gráfica se observan los PPMs, para este ejemplo los PPMs fuera del límite inferior de especificación

Black Belt

MÓDULO II

"Medir"

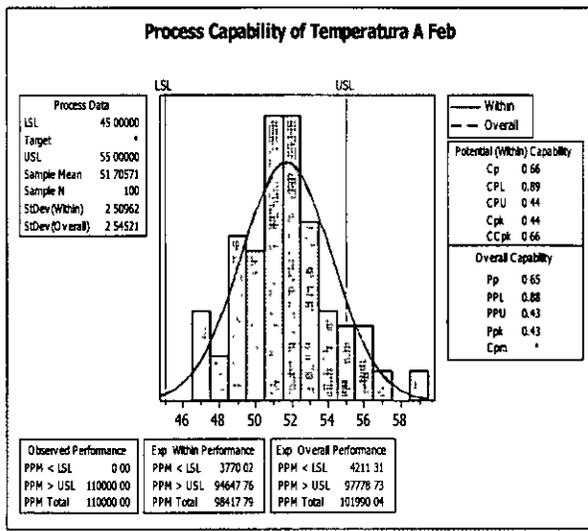
Análisis de capacidad de proceso (datos continuos)

Para obtener los PPMs equivalentes del proceso, en la gráfica de habilidad de proceso existe un reporte en la parte inferior.

En la parte inferior de la grafica se observan los PPMs, para este ejemplo los PPMs fuera del límite inferior de especificación son 4,211.

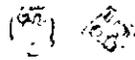
Por encima del límite superior son 97,778.

En total suman 101,990 PPMs fuera de especificación, esto es equivalente a 10.199% fuera de la especificación.



Black Belt

Análisis de capacidad de proceso
(datos discretos)



Unidad (U)

Número de partes, ensambles, sub-ensambles o sistemas inspeccionados o probados

- Cuadrados: 4 unidades
- Podrían ser: Proyectos, Autos, Hojas de un libro, Líneas de Código de Software, etc.

Oportunidad (OP)

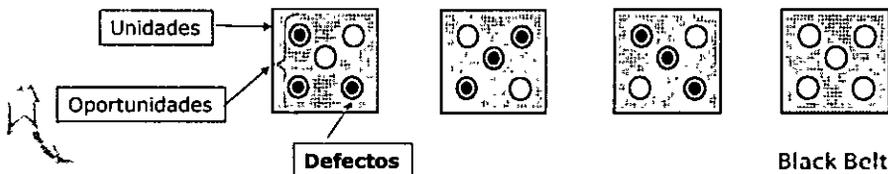
La(s) característica(s) que se inspecciona(n) y/o prueba

- Círculos: 5 oportunidades para cada unidad
- Podrían ser: Textura, Altura, Exactitud, Puntualidad, Dentro de Presupuesto, Tiempo de Respuesta, etc.

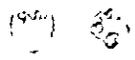
Defecto (D)

Cualquier resultado que provoca la no satisfacción de los requerimientos del cliente
Cualquier cosa que resulte en una no conformidad a lo establecido

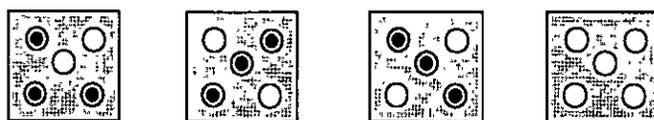
- Círculos Azules: 9 defectos



Análisis de capacidad de proceso
(datos discretos)



- Defectos por Unidad
 - $DPU = D/U = 9/4 = 2.25$
- Total de Oportunidades
 - $TOP = U*OP = 4*5 = 20$
- Defectos por Oportunidad (Probabilidad de Defectos)
 - $DPO = D/TOP = 9/20 = 0.45$
- Defectos por Millón de Oportunidades
 - $DPMO = DPO*1,000,000 = 0.45*1,000,000 = 450,000$



Nivel Sigma (datos discretos)



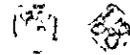
Para definir un nivel sigma (en términos estadísticos de desviación) se puede utilizar el DPMO calculado y hacer una buena aproximación por medio de la siguiente formula:

$$\sigma = 0.8406 + \sqrt{29.37 - 2.221 * \ln(\text{DPMO})}$$



Black Belt

Análisis de capacidad de proceso



Ejercicio

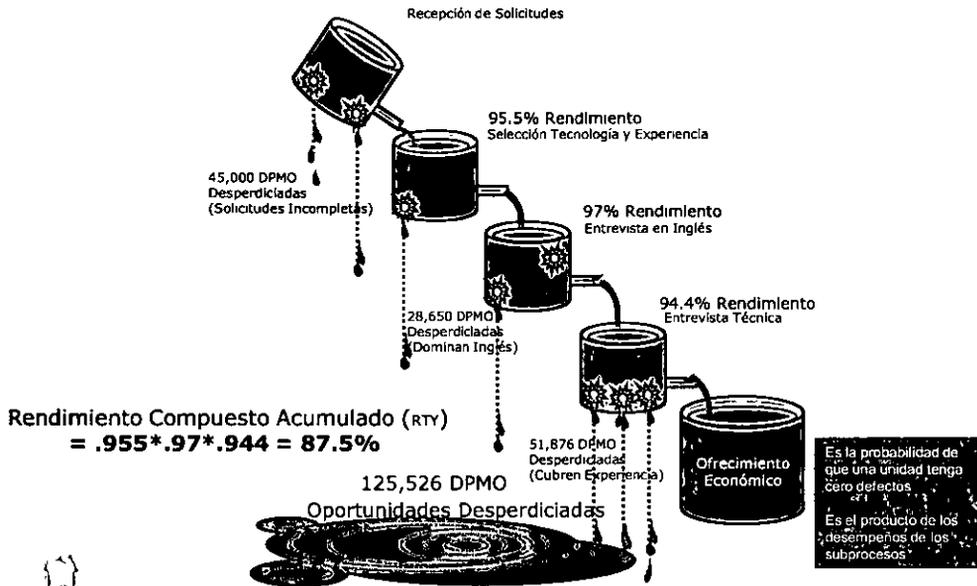
¿En qué nivel de Sigma está el proceso?

¿Cuál es el DPMO de su proceso?



Black Belt

Desempeño de procesos en serie
Rolled Throughput Yield (RTY)



Black Belt

MÓDULO II

"Medir"

Validación del Sistema de Medición
(MSA)

Una medición es una estimación de la realidad. Tratamos de medir la realidad para compararla contra una referencia (estándar) y tomar una decisión.

Esperemos que la medición varíe muy poco de la realidad, pero desde luego, siempre hay variación.

- Validación del sistema de Medición (MSA)
- Análisis Gage R&R para datos continuos
- Análisis Gage R&R para datos discretos

Black Belt

Medir: Caracterizar el proceso

Fase de Seis Sigma:



Preguntas básicas a contestar

- ¿Cuál es el problema?
- ¿Por qué es un problema?
- ¿Cuáles son los CTQs del cliente?
- ¿Tenemos Business Case?

- ¿Cuál es el proceso?
- ¿Cuáles son las variables que pueden mover el proceso ($Y=f(x)$)?
- ¿Se pueden medir?
- ¿Cuál es la capacidad del proceso?

Caracterizar el proceso

Entender el problema

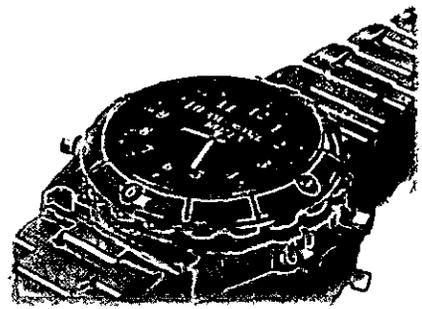
Estén sintonizados para Análisis Mejora Y Control ...

Black Belt

MÓDULO II

"Medir"

¿ Que hora es ?



¿Nuestros sistema de medición es bueno para decir cuándo hay que ir a comer?

¿Es bueno para el lanzamiento del transbordador espacial?

Black Belt

MSA en ambientes administrativos

Trabajo en un ambiente administrativo. No utilizo instrumentos, por lo tanto no tengo problemas con la medición.

¿Ah sí? Piensa de nuevo

Los sistemas de medición son frecuentes en procesos administrativos, sin embargo rara vez son analizados.

Ejemplos de sistemas de medición administrativos son:

- Cotizaciones al cliente.
- Inventario de partes.
- Inspección de papeleo.
- Exactitud de nóminas.

La metodología presentada en este módulo aplica a estos sistemas también.

Black Belt

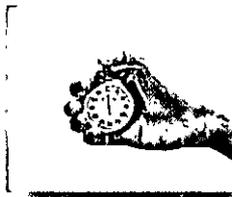
MÓDULO II

“Medir”

Exactitud y Precisión

Todas las mediciones dependen de su exactitud y precisión.

- ¿Qué es exactitud?
- ¿Qué es precisión?



Black Belt

Exactitud y Precisión

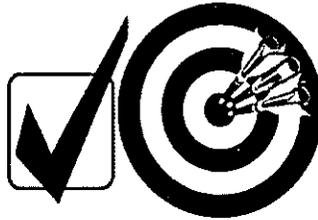
Preciso
más no
exacto



Exacto
más no
preciso



Exacto y
preciso



Black Belt

Exactitud y Precisión

Minimizamos problemas con la exactitud calibrando el equipo. Nos comparamos contra un estándar y ajustamos según sea necesario.

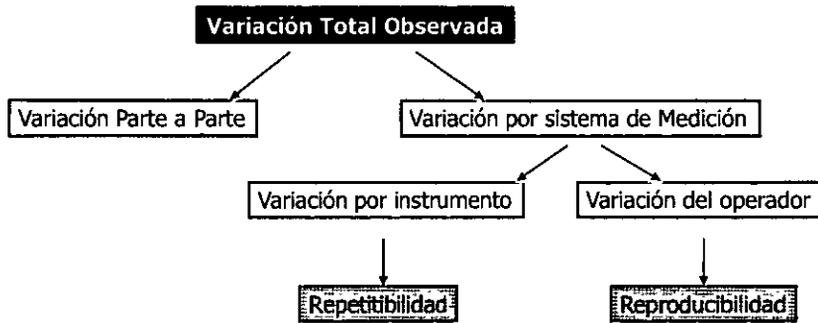
Para problemas de precisión nos preguntamos qué tan consistentes son las mediciones de nuestro instrumento, y qué tan consistentes son las mediciones de una persona a otra.



Black Belt

Gage R & R

R&R refiere a las siglas del nombre del estudio que se realiza para comprender el nivel de error total del sistema de medición, separándolo en dos componentes principales, **Reproducibilidad** y **Repetitividad**.



Black Belt

MÓDULO II

“Medir”

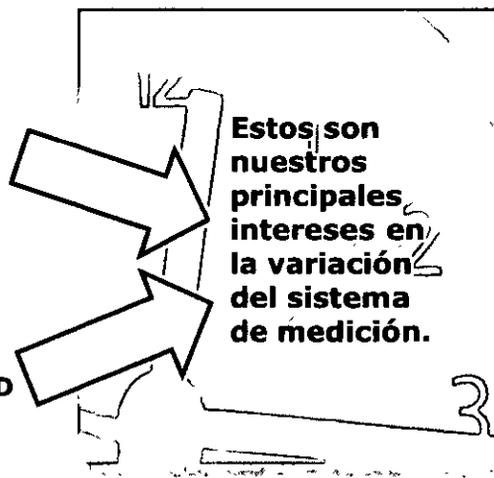
Gage R & R

Nos referimos a la consistencia del instrumentos como

REPETIBILIDAD

Nos referimos a la consistencia entre personas como

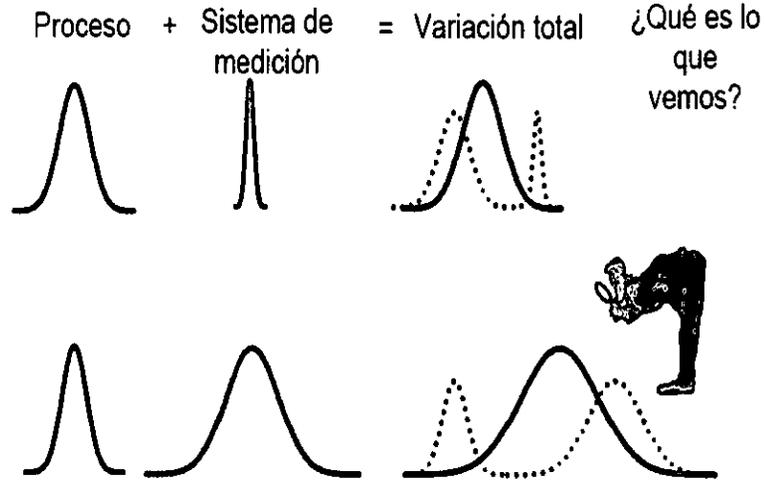
REPRODUCIBILIDAD



Black Belt

Gage R & R

Todo es variación



Black Belt

Gage R & R

Modelo general de un estudio de Gage R&R

Para cualquier tipo de datos, debemos pensar en como separar las diferentes fuentes de variación:

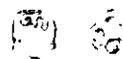
$$\sigma^2_{\text{Total}} = \sigma^2_{\text{Medición}} + \sigma^2_{\text{producto}}$$

\swarrow \searrow
 Instrumento Personas
 (Repetibilidad) (Reproducibilidad)

La Repetibilidad y Reproducibilidad afectan la precisión de los sistemas de medición

Black Belt

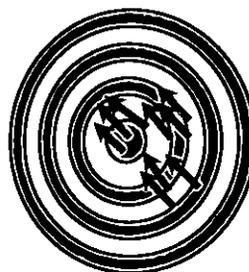
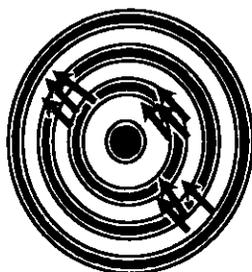
Gage R & R



Reproducibilidad, inherente a la variación de los operadores que realizan la medición.

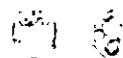
Posibles fuentes de variación:

- Distintos métodos aprendidos de medición
- Capacidades físicas
- Facilidad en el uso del equipo
- Habilidad / Experiencia adquirida



Black Belt

Gage R & R



Repetitividad, inherente a la variación debido al instrumento de medición.

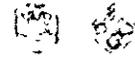
Posibles fuentes de variación:

- Instrumento de medición deteriorado
- Instrumento de medición descalibrado
- Instrumento de medición no apto para la medición



Black Belt

Gage R & R



Fuentes de Variación:

Una fuente de variación es toda variable sujeta a cambiar en un tiempo/sistema específico

Consideremos los siguientes escenarios:

- a) 1 parte, 1 operario, 3 mediciones por parte
- b) 1 parte, 2 operarios, 3 mediciones por parte
- c) 2 partes, 2 operarios, 3 mediciones por parte



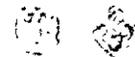
Todas las mediciones se hacen con el mismo instrumento

Black Belt

“Medir”

MÓDULO II

Gage R & R



Método para estudios de R&R:

- Selecciona 2-3 personas que realizan la evaluación
- Da las muestras en forma aleatoria a cada persona (sin que sepan qué muestra es) y que cada persona haga su evaluación
- Cuando la primer persona haya revisado todos los elementos, repite con todos los demás
- Al terminar todos, repite para la segunda medición
- Nota: Todas las posibles combinaciones de operarios, elementos y muestras deben ser cubiertas
 - ✓ Cada operario inspecciona todas las piezas
 - ✓ Cada operario examina todas las piezas el mismo número de veces (intentos)

Black Belt

Gage R & R

Criterios:

La aceptación o rechazo de un sistema de medición va ligado a variables como costo del error del sistema, en otras palabras cuánto dinero "tiro" debido al sistema de medición, comparado con cuánto dinero requiero para mejorarlo.

	Perfecto	Marginal	Malo
% de Contribución	<5%	<15%	>15%
% de Variación del estudio	<10%	<30%	>30%
Categorías distintivas	>10	>4	<4

- El estudio R&R que se encuentre en verde, podrá seguir siendo utilizado sin ningún ajuste.
- Aquél que se encuentre en amarillo o rojo, deberá revisarse si es posible corregirlo mejorando el método, de no ser así, será necesario cambiar de instrumento de medición, entonces se convierte en un tema de presupuesto.

La pregunta es ... ¿se paga la inversión en un nuevo sistema de medición?

Black Belt

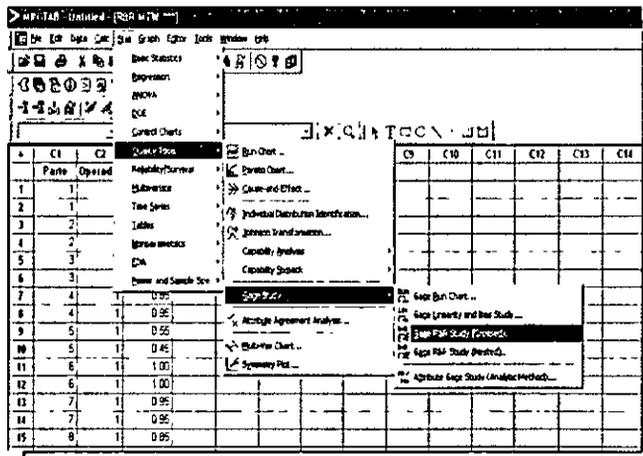
MÓDULO II

"Medir"

Gage R & R desde Minitab

Ir a minitab, abrir el archivo R&R.mtw

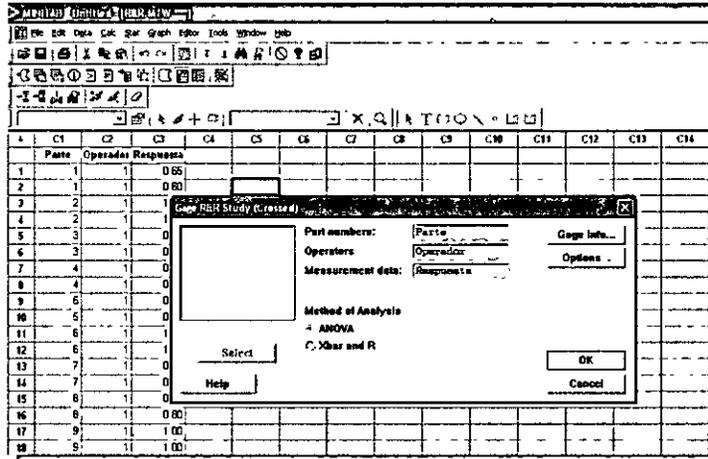
Menu Stat> Quality Tools > Gage Study > Gage R&R Study



Black Belt

Gage R & R desde Minitab

Part numbers, seleccionar la columna "C2 Parte" es el número de la pieza.
 Operators, seleccionar la columna "C1 Operador" es la persona que midió.
 Measurements data, seleccionar la columna "C3 Medicion"
 Seleccionar OK



Black Belt

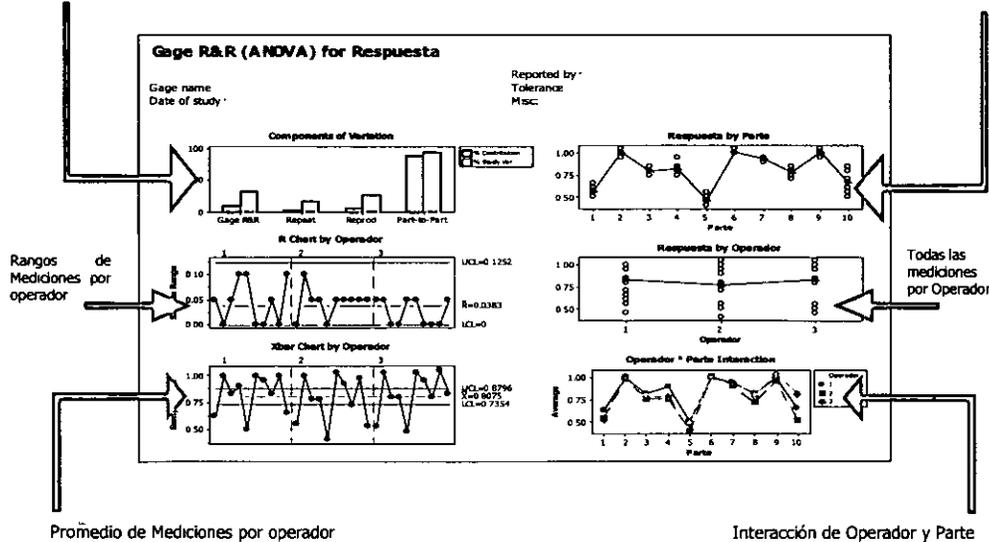
MÓDULO II

"Medir"

Gage R & R desde Minitab

% Contribución y variación en grafica de barras.

Todas las mediciones por numero de parte.



Promedio de Mediciones por operador

Interacción de Operador y Parte

Black Belt

Gage R & R desde Minitab

% Contribución = 10.67%
 % Variación del estudio = 32.66%
 Categorías distintivas = 4

	Perfecto	Marginal	Malo
% de Contribución	<5%	<15%	>15%
% de Variación del estudio	<10%	<30%	>30%
Categorías distintivas	>10	>4	<4



Source	VarComp	%Contribution (of VarComp)
Total Gage R&R	0.0044375	10.67
Repeatability	0.0012917	3.10
Reproducibility	0.0031458	7.56
Operador	0.0009120	2.19
Operador*Parte	0.0022338	5.37
Part-To-Part	0.0371644	89.33
Total Variation	0.0416019	100.00

Source	StdDev (SD)	Study Var (6 * SD)	%Study Var (%SV)
Total Gage R&R	0.066615	0.39969	32.66
Repeatability	0.035940	0.21564	17.62
Reproducibility	0.056088	0.33653	27.50
Operador	0.030200	0.18120	14.81
Operador*Parte	0.047263	0.28358	23.17
Part-To-Part	0.192781	1.15668	94.52
Total Variation	0.203965	1.22379	100.00

Number of Distinct Categories = 4

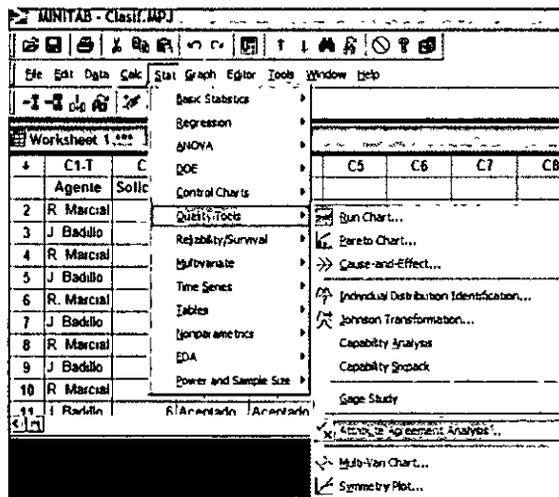
Black Belt

MÓDULO II

"Medir"

Gage R & R por atributos

Stat > Quality Tools > Attribute Gage R&R Study



Black Belt

Gage R & R por atributos

Indica la columna correcta

Incluye la evaluación experta

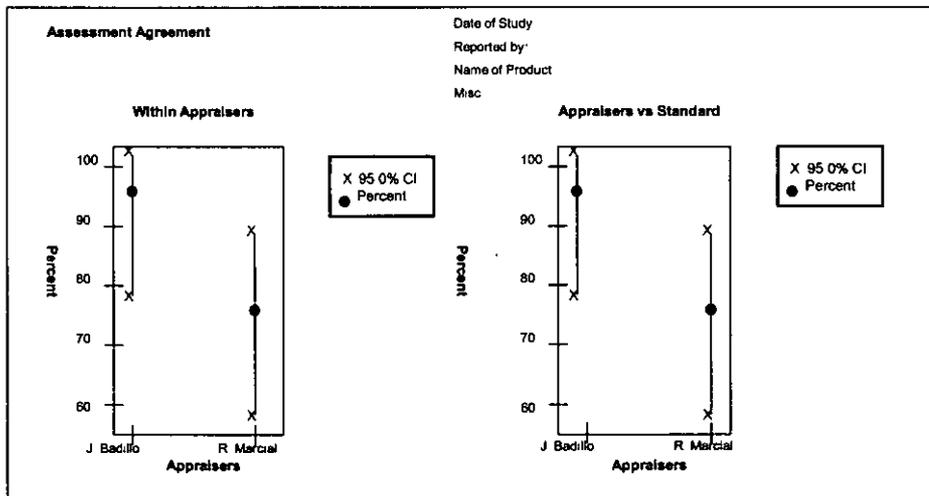
Asegúrate que la opción de los Kappa está seleccionada en Options

Black Belt

MÓDULO II

Módulo II

Gage R & R por atributos

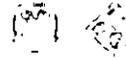


“Agreement Within Appraiser” es la repetibilidad

Esta gráfica muestra el % de acuerdo entre los evaluadores y el experto

Black Belt

Gage R & R por atributos



Esto indica con que frecuencia el evaluador da la respuesta "correcta"

Queremos 90% o más de acuerdo

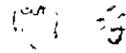


Black Belt

MÓDULO II

"Medir"

Gage R & R por atributos

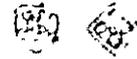


Mejorando las mediciones por atributos

- Capacitación a evaluadores
- Multiplicadores de los sentidos (dispositivos para estimular los sentidos)
- Máscaras / plantillas (bloquear información irrelevante)
- Checklists
- Automatización
- Reorganización del área de trabajo
- Ayudas visuales

Black Belt

Gage R & R por atributos



Problemas con los datos:

- No existen
- Los datos no están en el formato requerido
- Los datos están inmersos en los sistemas
- Los datos están en la mente de la gente



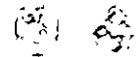
Trabaja con la gente cercana a la fuente de los datos o al mismo proceso

Black Belt

MÓDULO II

“Medir”

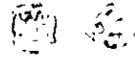
Gage R & R por atributos



Sistemas de Medición-Preguntas

- ¿Has escogido la medición correcta?, ¿El sistema de medición se relaciona con las variables o salidas críticas?
- ¿Cuál es el error de medición?
- ¿Cuales son las fuentes de variación?
- ¿Qué se necesita para mejorar el sistema de medición?
- ¿La gente correcta ha sido informada?
- ¿Quién es el dueño del sistema de medición?
- ¿Quién lo arregla?
- ¿Existe un plan de Control?

Black Belt

Gage R & R por atributos**Recuerda:**

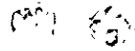
- Siempre verificar la validez de los sistemas de medición.
- Verifica tanto gráfica como analíticamente para identificar problemas con el equipo de medición o entre operarios.
- El redondeo es un problema mayor con los sistemas de medición, siempre revisa la adecuación de las unidades de medición.
- Al analizar un sistema para atributos, busca tener tamaños de muestra correcto.



Black Belt

MÓDULO II

"Medir"

Gage R & R**La Regla 10 a 1:**

Todo instrumento de medición debe cumplir con la regla de resolución de 10 a 1 para tener un mejor resultado, esto es que la unidad mínima del instrumento multiplicada por 10 sea igual o menor al ancho de la especificación de la parte a medir.

Ejemplo:

Tenemos una mesa de billar que mide 300 cms. de largo, el fabricante sostiene que lo cumple con una variación menor a 1 cm, es decir que las mesas que fabrica están entre 300 y 301 cms. Por lo tanto el ancho de la especificación es de 1 cm. Tenemos una cinta de medir la cual tiene una unidad mínima de medida de 1mm. Si multiplicamos $1 \text{ mm} \times 10 = 10 \text{ mm}$ que es igual a 1 cm. Por lo tanto, esta cinta si cumple con la regla de 10 a 1.

- A. Si la especificación cambiara a una longitud de entre 300 y 300.5 cms, cumpliría la misma cinta de medir con la regla 10 a 1?
- B. Ahora, si la especificación cambiara a una longitud de entre 300 y 302 cms. cumpliría la cinta de medir ahora?



Black Belt

Gage R & R

ESTUDIO DE REPETIBILIDAD Y REPRODUCIBILIDAD

Número de partes (muestra) n= _____
 Número de operadores= _____

Número de pruebas, r= _____
 Tolerancia del equipo= _____

Col. num.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Inspector	A			Diferencia	B			Diferencia	C			Diferencia
Muestra	1a prueba	2a prueba	3a prueba	A	1a prueba	2a prueba	3a prueba	B	1a prueba	2a prueba	3a prueba	C
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
Totales								0				0

Suma X-A	Suma X-B	Suma X-C
----------	----------	----------

R-A	R-B	R-C
-----	-----	-----

#Pruebas	D4	(R̄) × (D4) = UCL _R *
2	3.27	0
3	2.58	0

Max X	0
Min X	0
Dif X	0

* Límite de R's individuales. Marque aquellos que salen de este límite. Identifique la causa y corrija. Repita esas lecturas usando el mismo medidor y unidad que se usó originalmente o deseche esos valores y recalcule R y el valor del UCL R de las observaciones restantes.

Black Belt

MÓDULO II

"Medir"

Gage R & R

REPORTE DE REPETIBILIDAD Y REPRODUCIBILIDAD

y nombre de la parte _____
 Característica _____
 Especificaciones _____

Nombre del calibrador _____
 Calibrador número _____
 Tipo de calibrador _____

Fecha _____
 Realizado por _____

De hoja de datos R= _____

Dif X̄ = _____

ANÁLISIS DE LA UNIDAD DE MEDIDA

Repetibilidad - Variación en el equipo
 Desviación estándar (SDR) = $\bar{R} \times K_1$

Pruebas	2	3
K1	4.56	3.05

ANÁLISIS DEL % DE TOLERANCIA

% SDR = (SDR/Tolerancia del equipo)(100)

Reproducibilidad - Variación debida al evaluador *
 Desviación estándar (SDM) =

$$\sqrt{[(\text{Dif } \bar{X}) \times (K_2)]^2 - \left\{ \frac{\text{SDR}^2}{(n \times r)} \right\}}$$

Operadores	2	3
K2	3.65	2.7

% SDM = (SDM/Tolerancia del equipo)(100)

n= número de partes
 r= número de pruebas

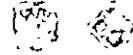
REPETIBILIDAD Y REPRODUCIBILIDAD (R&R)

$$R\&R = \sqrt{\text{SDR}^2 + \text{SDM}^2}$$

$$\%R\&R = \sqrt{(\%SDR)^2 + (\%SDM)^2}$$

Black Belt

Gage R & R



R&R PARA ATRIBUTOS

Atributos
1 _____
2 _____

FECHA _____
NOMBRE _____
PRODUCTO _____
NEGOCIO _____

Todos los
operaciones
concordan en su
juicio y entre sí de
los demás

Todos los
operaciones
concordan con el
estándar

Población conocida		Operador #1		Operador #2		Operador #3		S/N	S/N
Muestra	Atributo	Intento 1	Intento 2	Intento 1	Intento 2	Intento 1	Intento 2	Acuerdo	Acuerdo
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									

% Evaluación Interna =DIV/0!
% Evaluación VS. Atributo Known =DIV/0!
Known 0% Known

% EFECTIVIDAD =DIV/0!
% EFECTIVIDAD vs. ATRIBUTO =DIV/0!

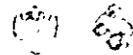


Black Belt

MÓDULO II

Medir

Gage R & R



Ejercicio:

- Establecer Roles
- Realizar estudio de Gage R & R
- Obtener resultados.
- Presentar Conclusiones.



Black Belt