

CUADERNO DE TRABAJO DEL PARTICIPANTE

CONTROL ESTADÍSTICO DEL PROCESO

Herramientas Básicas para la Solución de Problemas

CDSP



CONSEJO PARA EL DIÁLOGO DE LOS SECTORES PRODUCTIVOS





El curso "Control Estadístico del Proceso" "Herramientas básicas para la solución de problemas" forma parte del Programa de Impulso a la Capacitación Operativa implementado por la Comisión de Productividad, Capacitación y Competitividad del CDSP.

Este curso tiene por objetivo identificar la importancia y entender los fundamentos y metodología de las Herramientas y Técnicas del Control Estadístico del Proceso, con la finalidad de aplicarlos correcta y oportunamente en situaciones que requieran control, análisis y mejora de la calidad de productos y servicios.

Los resultados que lograrás en este curso son:

- Describirás el concepto de Calidad y los conceptos estadísticos básicos.
- Tendrás la capacidad de realizar mejoras o resolver problemas respecto de los cuales se cuenta solamente con datos cualitativos, mediante el uso de herramientas estadísticas básicas.

AUTOR:

Ing. José de Jesús Puente Esparza

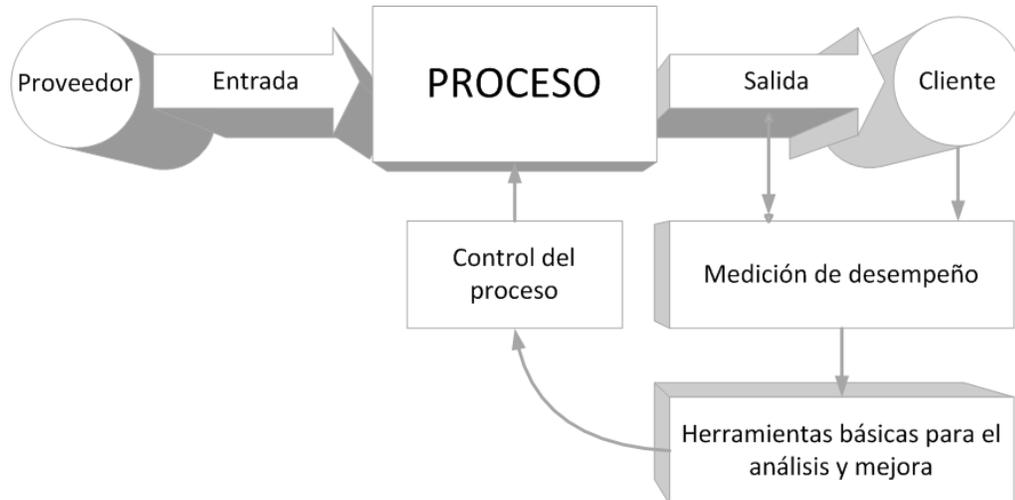
**DIRECTOR GENERAL DE EMPLEO Y PRODUCTIVIDAD LABORAL
ASQ LEAN SIX SIGMA BLACK BELT**

**CONTENIDO**

Modelo del curso	4
Introducción	4
Antecedentes y fundamentos	
Evolución de la Calidad	6
Fundamentos	6
	14
Conceptos básicos de estadística	20
Modelo integral de mejora con CEP	
Herramientas Básicas y Complementarias (excepto gráficas)	30
Modelo de mejora básico cualitativo	30
	31
Vista preliminar el Módulo 2: Modelo básico de mejora cuantitativo para problemas de variabilidad	43
Bibliografía	44



MODELO DEL CURSO



El Control estadístico es una metodología integral que tiene la capacidad de medir, analizar, mejorar y controlar un proceso.

Introducción

Calidad es la habilidad de un producto o servicio de cumplir o exceder de manera consistente las expectativas del cliente.

¿Quién es el cliente?

¿Que impacto tiene la calidad en una organización?



Los costos de calidad¹ (ó de no calidad) son todos aquellos que se pueden evitar si nuestros productos y servicios internos y externos cumplen sus especificaciones y las expectativas de clientes internos y externos,

Costos de calidad

PREVENCIÓN

- Ingeniería y planeación de la calidad
- Revisión de nuevos productos
- Diseño de productos y procesos
- Control del proceso
- Pruebas preliminares
- Entrenamiento
- Recopilación y análisis de datos de calidad

EVALUACIÓN

- Inspección y prueba de materias primas
- Inspección y prueba del producto
- Materiales y servicios utilizados
- Mantenimiento de equipo de prueba

FALLA INTERNA

- Scrap
- Retrabajo
- Reinspección
- Análisis de fallas
- Tiempo muerto
- Pérdida de eficiencia
- Degradación de especificaciones

FALLA EXTERNA

- Atención de quejas
- Devolución del producto/material
- Cargos por garantía
- Costos legales
- Costos indirectos

¿Cuales de estos costos ocurren en tu organización?

1.- Montgomery, Douglas C. (2001). *Introduction to Statistical Quality Control*. Wiley. 4th Edition. Pp 26-30



ANTECEDENTES Y FUNDAMENTOS

Evolución de la calidad

Egipcios (1450 a.C.): Pintura mural muestra evidencia de medición e inspección.

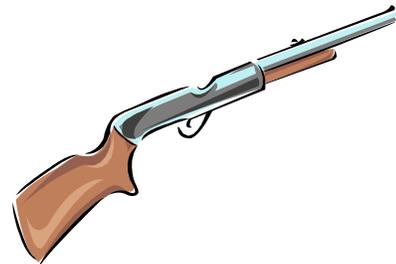
Un buen ejemplo es la precisión con que cortaron las piedras de las pirámides.



Siglo XVIII: A mediados de siglo, el armero francés Honoré Le Blanc desarrolló un sistema para la fabricación de mosquetes según un patrón estándar, utilizando **PIEZAS INTERCAMBIABLES.**

Edad Media:

Artesanos agrupados en gremios. Calidad individual



Siglo XX: INSPECCION DE CALIDAD.

A inicios de siglo, Frederick W. Taylor, propuso descomponer el trabajo en tareas individuales.

Eso incluía separar las funciones de planeación de las de ejecución-producción. Esto dio origen a los Inspectores de Calidad que durante 50 años fueron el medio principal para asegurar la calidad del product. Esta actividad actualmente se considera obsoleta y de costo elevado

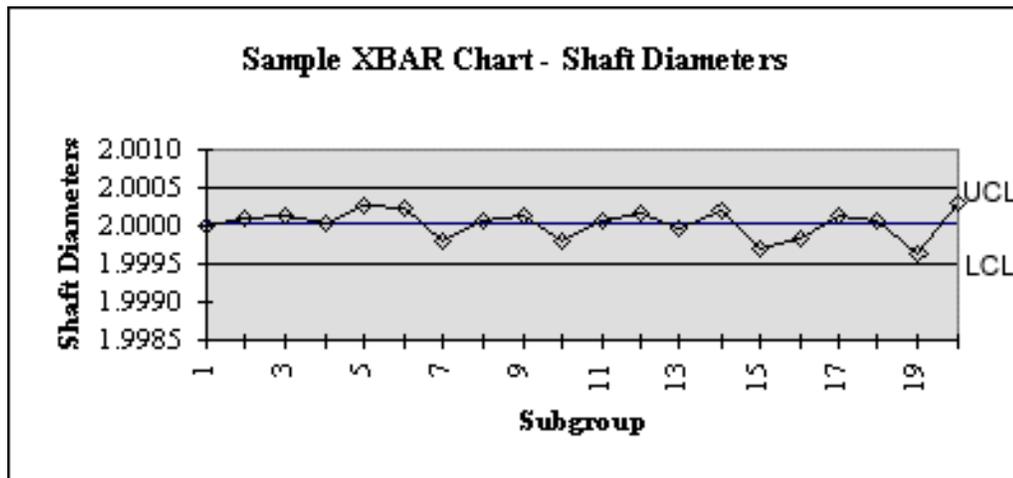


Ford Modelo T



Siglo XX: Control estadístico del proceso.

A inicios de siglo, Western Electric aplicó el aseguramiento de calidad a manufactura, diseño e instalación. En los años 20's, los empleados del departamento de inspección de Western fueron transferidos a Bell Telephone (Shewhart, Dodge, Edwards, Deming y otros) y desarrollaron nuevas teorías y métodos de inspección para mejorar la calidad, incluyendo el CEP.



Siglo XX: MUESTREO DE ACEPTACION

Durante la Segunda Guerra mundial, las fuerzas armadas de USA desarrollaron procedimientos estadísticos de muestreo e impusieron a los proveedores normas muy severas. Nacen las Normas Military Standard, por sus siglas MIL-STD.



*Para saber si la
sopa está buena,
**BASTA UNA
CUCHARADA***





Siglo XX: ISO 9000

ISO a partir de 1987 emite la serie de estándares ISO 9000 para certificar Sistemas de Calidad. Las actualiza en 1994 y las renueva totalmente en el año 2000 basándose en 8 principios y con un enfoque en procesos. Actualmente está vigente la versión 2008.

Siglo XX: Seis Sigma



En 1985 Bill Smith, ingeniero de Motorola, introduce el concepto de Seis Sigma para estandarizar la forma en que se cuentan los defectos, desde el diseño hasta la entrega del producto al cliente, tomando en cuenta todos los procesos de la organización.

SIGLO XX: Cronología

1916.- Ford Motor Company desarrolla sistemas para el manejo de materiales, diseño de herramientas, lay out de fábrica e inspección final. La producción creció de 10,000 autos en 1909 a 60,000 en 1916. El precio se redujo de \$850 a \$350 dólares por auto.

1917.- El término Control de Calidad aparece publicado por primera vez en Industrial Management en un artículo por G. S. Radford

1922.- G. S. Radford publica el primer libro acerca del Control de Calidad (The Control of Quality of Manufacturing)

1924.- El Dr. Walter A. Shewhart de AT&T desarrolla el concepto de las Gráficas de control. Es referido como el padre del Control Estadístico.



- 1925.-** Harold F. Dodge de AT&T desarrolla los conceptos y la terminología para el muestreo para aceptación de lotes.
- 1950.-** Joseph M. Juran y W. Edwards Deming enseñan métodos estadísticos y control estadístico de calidad a los japoneses
- 1950.-** Se publican las tablas MIL-STD-105A para el muestreo de lotes por atributos
- 1951.-** Joseph M. Juran publica la primera edición del Quality Control Handbook
- 1970's.-** El enfoque en la industria se da hacia la mejora continua y el involucramiento de los empleados.
- 1980's.-** Se da énfasis a la calidad del diseño y al diseño para la manufactura. Las computadoras son empleadas ampliamente en todos los aspectos de la calidad.
- 1987.-** La Organización Internacional para la Estandarización (ISO) emite las serie de estándares ISO 9000 para Sistemas de Calidad
- 1987.-** Se establece el Premio Nacional a la Calidad Malcolm Baldrige en los Estados Unidos por acuerdo del Congreso.
- 1990's.-** Los conceptos de calidad se extienden a las empresas de servicio. Se da énfasis a la Administración Total de la Calidad (TQM) y a la satisfacción del cliente.
- 1994.-** Se emite versión revisada de las series ISO 9000. Se renombran las series ANSI/ASQC Q9 por Q9000
- 2008.-** Se emite una actualización de la versión 2000 de las series ISO 9000 para sistemas de calidad basado en 8 principios y en un modelo de gestión basado en 5 requisitos..

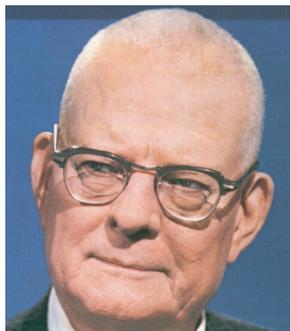


Siglo XX: Salón de la Fama de los Gurús de Calidad



Walter Shewhart. 1891-1967

Prácticamente el padre del Control Estadístico del Proceso. Creía que la información era relevante para la administración de los procesos. Desarrolló los métodos del Control Estadístico con la idea de ayudar a los gerentes a tomar decisiones científicas, eficientes y económicas. También creó el Ciclo Planear-Hacer-Estudiar-Actuar



Dr. W. E. Deming. 1900-1993

Su filosofía básica fue que la productividad se mejora, en la medida que se reduce la variabilidad. Por lo tanto ligó este concepto al de la necesidad del Control Estadístico del Proceso.

Influyó con sus enseñanzas para que Japón resurgiera de la II Guerra mundial como un proveedor de calidad.

Desarrolló los conceptos de: Los 14 Puntos para la mejora en la calidad, las 7 Enfermedades Mortales y la Reacción en Cadena



Joseph M. Juran 1904-2008

Hizo muchas contribuciones a la calidad en 70 años de vida profesional activa. Su libro Quality Control Handbook es una referencia clásica para Ingenieros de Calidad. Revolucionó la filosofía japonesa acerca de la calidad e influyó en su liderazgo actual.

Fue el primero en incorporar el aspecto humano en la calidad actualmente referido como Total Quality Management.



Sus principales aportaciones fueron: Involucramiento de la alta dirección, el principio de Pareto, entrenamiento en toda la compañía, la definición de “Adecuación al uso” y la trilogía de la calidad.

Dr. Shigeo Shingo. 1909-1990



Conocido por haber desarrollado el concepto de Cero Control de Calidad (ZQC) para administrar la calidad usando la inspección en la fuente (proveedor) para detectar errores.

También creó el concepto de dispositivos Poka-Yoke (a prueba de fallas) para prevenir la presentación de defectos en un proceso productivo

Kaoru Ishikawa. 1915-1989



Desarrolló los conceptos de Calidad Total, mejora continua y servicio al cliente, integrando al sistema el Control Estadístico de Calidad,

Ideó el uso de las “7 Herramientas básicas” para la mejora y creó el “Diagrama de Ishikawa” (diagrama de pescado o causa-efecto).

Promovió los círculos de calidad y el involucramiento gerencial en los mismos.

Dr. Genichi Taguchi. 1924-



Conocido por su énfasis en la definición de las especificaciones del producto y su relación con la Calidad. Sus principales aportaciones fueron: Estrategias para la reducción de variación, Diseños robustos y Diseño de experimentos.



Phillip B. Crosby. 1926-2001

A diferencia de Juran y Deming, la aportación de Crosby es conductual principalmente. Con mas énfasis en procesos administrativos y organizacionales para cambiar la cultura y actitudes corporativas, que en la aplicación de técnicas estadísticas. Recalcó bastante el rol gerencial en la calidad.



Armand V. Feigenbaum. 1922-

Inventó la frase Control de Calidad Total y promovió el uso de costos de calidad. Su filosofía se resume en 3 pasos hacia la calidad: A) Liderazgo de calidad: Planear, mantener el enfoque constante y guiar. B) Tecnología de calidad moderna: Descentralizar el tradicional departamento de calidad hacia todas las funciones. C) Compromiso organizacional: Capacitación y motivación continuas. Integrar la Calidad en la planeación estratégica.

**Revisa la información anterior, reflexiona y comparte con el grupo
¿Qué tienen en común los gurús de la calidad?**



FUNDAMENTOS

Dimensiones de la calidad de un bien

- **Desempeño:** características principales y básicas que un producto debe cumplir.
- **Estética:** Apariencia, tacto, aroma, gusto.
- **Extras:** Características adicionales
- **Conformidad:** Grado de cumplimiento de un producto o servicio con sus especificaciones.
- **Confiabilidad:** Consistencia en el desempeño.
- **Durabilidad:** Vida útil del producto o servicio.
- **Imagen:** Evaluación indirecta de la imagen de un producto o servicio, Por ejemplo: reputación, prestigio, fama.
- **Servicio:** Manejo de quejas y reparaciones.

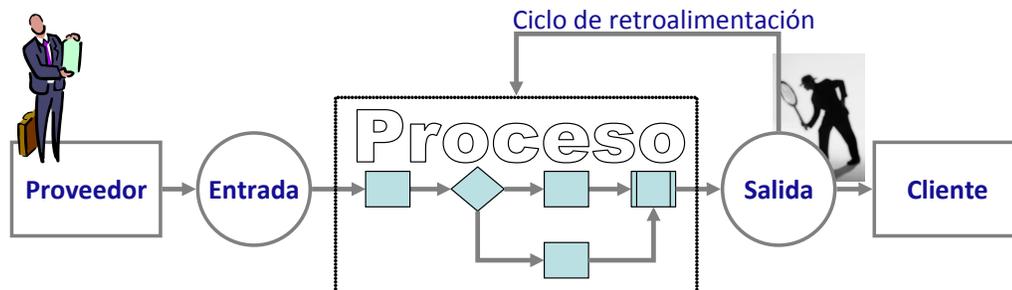
Dimensiones de la calidad de un servicio

- **Tangibles:** Apariencia física de instalaciones, personal y equipo.
- **Conveniencia:** Disponibilidad y acceso al servicio
- **Confiabilidad:** Habilidad de desempeñar un servicio de manera precisa, confiable y consistente
- **Responsabilidad:** La voluntad de enfrentar los problemas y de ayudar a los clientes en situaciones inusuales.
- **Tiempo:** Rapidez en la entrega del servicio.
- **Certidumbre:** Conocimiento exhibido por el personal que está en contacto directo con el cliente, así como su habilidad de generar confianza.
- **Cortesía**



ENFOQUE DE PROCESOS

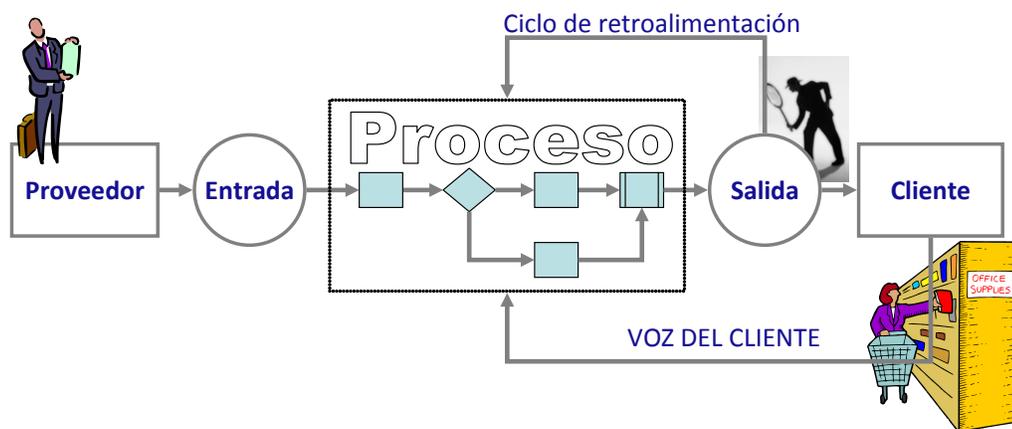
Definición de procesos: Conjunto de actividades interrelacionadas e interdependientes que tienen por objetivo transformar las entradas en resultados (salidas).



Criterios para definir si una actividad es un proceso:

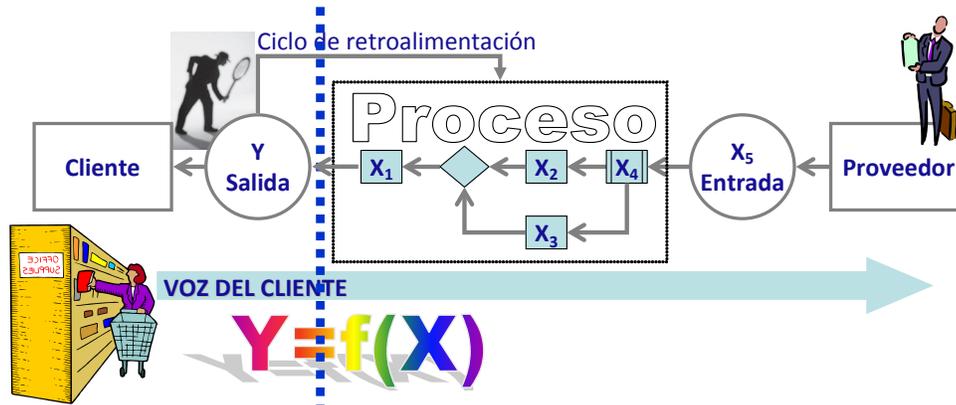
- 1.- Tiene una misión o propósito claro
- 2.- Contiene entradas y sus proveedores, así como salidas y sus clientes
- 3.- Se puede descomponer en operaciones o tareas
- 4.- A cada operación, tarea o actividad se le puede asignar un responsable

Enfoque de procesos: sistema de ciclo cerrado





■ **Enfoque de procesos: Modelo Matemático del Proceso**



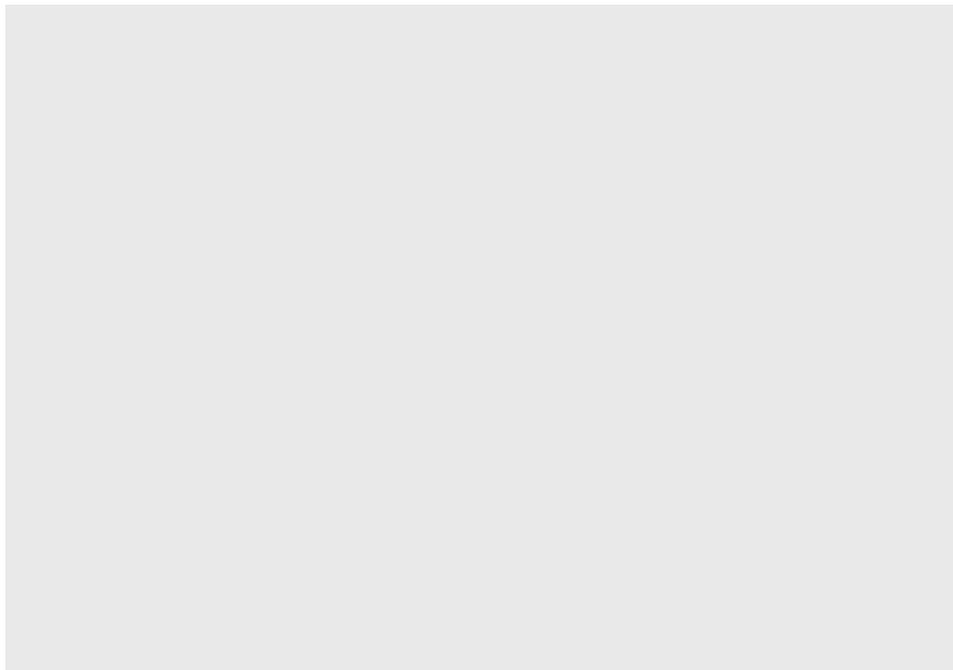
Y puede ser:

- Metas estratégicas
- Requerimientos del cliente
- Utilidades
- Satisfacción del cliente
- Eficiencia total del negocio

X puede ser:

- Acciones esenciales para lograr las metas estratégicas
- La calidad del trabajo realizado
- Variables del proceso tales como tiempo ciclo, temperatura, presión, personal, antigüedad, etc
- La calidad de las materias primas o entradas al proceso.

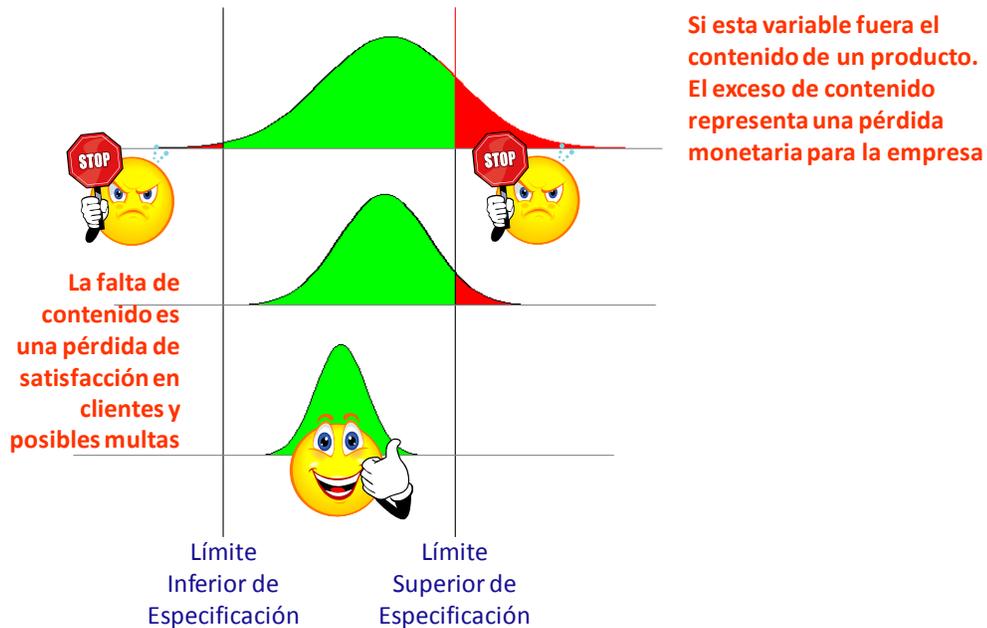
EJERCICIO: Realiza el modelo matemático de tu proceso





VARIABILIDAD

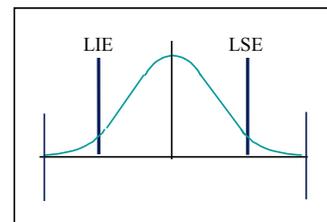
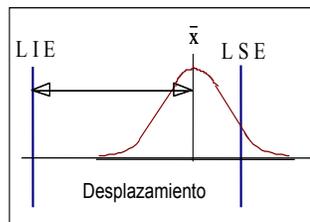
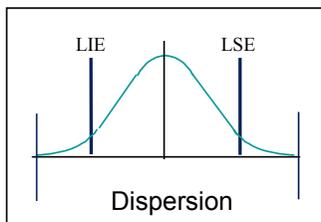
La VARIABILIDAD existe en prácticamente todos los procesos



El gran reto en cuanto a VARIABILIDAD ES REDUCIRLA

La variación de los datos puede ser identificada y caracterizada por los siguientes medios:

- **Localización** (Caracterizado por el valor central de la misma)
- **Dispersión** (Rango ó brecha del valor mas pequeño al mas grande)
- **Forma** (Es el patrón de la variación, simetría, sesgo, etc.)





CONTROL ESTADISTICO DEL PROCESO

Es una metodología para vigilar un proceso, para identificar las causas especiales de variación y para señalar la necesidad de tomar alguna acción correctiva cuando sea apropiado.

El proceso se considera fuera de control cuando están presentes causas especiales. Si la variación del proceso solo se debe a causas comunes, se dice que el proceso está bajo control estadístico.

Una definición práctica de Control Estadístico es que a través del tiempo tanto los promedios como las varianzas del proceso son constantes.³

Causas comunes y causas especiales de variación

Las causas de variación en un proceso se pueden clasificar en:

- **Causas comunes**, las cuales ocurren de manera natural por las características implícitas de la maquinaria (tecnología), personal (conocimiento y destreza), medio ambiente, métodos de trabajo y materiales.
- **Causas especiales**, las cuales ocurren al presentarse un comportamiento o desempeño anormal en maquinaria, personal, medio ambiente, métodos de trabajo y/o materiales. Regularmente son de origen externo al proceso.

Da un ejemplo de tu vida diaria de variación común y variación especial?

³ Evans & Lindsay (1999). "Administración y Control de la Calidad". Thomson Editores. 4^o Ed., 649



CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD.

Una característica de calidad es alguna propiedad distintiva de los productos o servicios de la cual es necesario vigilar su desempeño y por ende su variación. Los productos o servicios siempre tienen características de calidad que se pueden medir con un instrumento de medición (alturas, diámetros, profundidades, velocidades, etc.) o evaluar y contar (piezas buenas, piezas rotas, piezas mal acabadas, cantidad de defectos, ocurrencia de cada defecto, etc.). Cuando medimos, evaluamos o contamos las características de calidad empezamos a generar datos.

Tipos de datos

Existen dos tipos de datos numéricos:

• Datos continuos

Características de las piezas, partes, procesos o actividades que se obtienen mediante un instrumento de medición tales como: Longitud, peso, volumen, etc.

La manera de identificar los datos continuos es que pueden tomar valores enteros y fraccionarios (decimales).

• Datos discretos

Características de las piezas, partes, procesos o actividades que se obtienen al medir –regularmente mediante los sentidos– la presencia o ausencia de cualidades.

Las opciones de datos a obtener son: aceptada o rechazada, pasa o no pasa, defectuosa o no defectuosa, adecuado o inadecuado, ceros y unos, cantidad de defectos por unidad, etc.

Los instrumentos de medición pueden ser:

- 1.** Los sentidos: vista, olfato, tacto, gusto y oído.
- 2.** Calibradores o gages: Pasa - No pasa.
- 3.** Contadores: Número de piezas malas en un lote, pasajeros de un avión, etc.; y
- 4.** Equipos de pruebas al producto: Pasa o no pasa. Aunque estos equipos también pueden arrojar datos continuos.



Reflexiona y comparte con el grupo: Menciona un ejemplo dentro de tu organización donde al mismo producto se le puedan medir datos continuos y discretos a la vez.

Universo o población (Se representa con la letra “N”).

Son la totalidad de los elementos que conforman la variable de interés. Pueden ser, por ejemplo, todos los productos fabricados por un turno, el total de ventas en un año, la cantidad de personas que visitan un lugar, los asistentes a un curso, etc.

Muestra (Se representa con la letra “n”).

Recordando el concepto de muestreo de la página 7, en la mayor parte de los casos resulta poco práctico o poco costeable analizar la totalidad de los elementos o partes que compone una población.

Es preferible seleccionar unas cuantas partes para estudiarlas. A esas partes seleccionadas se les llama “muestra”.

Seleccionar una muestra representativa del universo o población es una gran ventaja, sin embargo hay ciertos requisitos que se deben cumplir:

- La muestra debe ser aleatoria. Es decir, cada elemento de la población debe tener la misma probabilidad de ser seleccionado⁴
- La muestra debe ser representativa. Es decir, tener el tamaño suficiente.

⁴ Grant & Leavenworth (1998). “Control Estadístico de la Calidad”. CECSA. 2ª Ed., 420-421



DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS

Cuando recolectamos información de nuestros procesos nos podemos encontrar con cientos o miles de datos, lo cual dificulta su análisis.

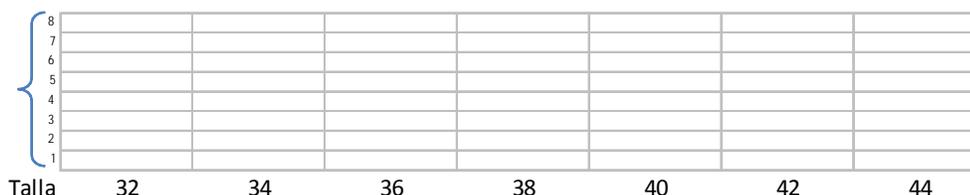
Para facilitar el análisis podemos iniciar agrupándolos por clase o categoría. A la representación gráfica de los datos agrupados en clases se le llama distribución de frecuencias.

Ejercicio: Se tiene el listado de las tallas de playera para el uniforme de los empleados de una oficina...

32	34	44	38	36	38	36	32	36	38	40	42	38	36	40	34	40	42	38	38	36	40	38	40	38
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Si agrupamos los datos por talla (clase), contaríamos cuantas personas coinciden con cada talla (frecuencia).

Cuenta la frecuencia por clase (talla) y represéntalo gráficamente (cada cuadro representa una playera)



Características de las distribuciones de frecuencias

Tienen tres características principales:

1. Centro
2. Forma
3. Dispersión

Estas características son independientes. Esto es, dos distribuciones pueden tener el mismo promedio, pero diferente forma y diferente dispersión. Dos distribuciones pueden tener la misma dispersión, pero diferentes formas y promedios.



MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL.

Regularmente en una distribución de frecuencias, los datos tienden a agruparse en el centro. Existen tres maneras de medir esta tendencia:

- Media ó promedio
- Mediana
- Moda

Media o promedio

Se define como la suma del valor de los datos entre el número de datos.

$$\text{Fórmula: } \bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} \Rightarrow \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Símbolos: \bar{x} media para una muestra
 n media para una población
 Σ sumatoria ó suma de los elementos

Por ejemplo la media o promedio de los datos: 1, 2, 3, 4, 5 es

$$\frac{1+2+3+4+5}{5} = \frac{15}{5} = 3$$

Ejercicio: *Calcula la media ó promedio de los siguientes datos: 9, 2, 13, 6, 7, 11, 8, 5, 9*



MEDIANA \tilde{x} (También Me)

La mediana es el valor central de los datos, cuando están ordenados.

Cuando se tiene un número par de datos se obtiene el promedio del par de datos centrales.

Ejemplo: 1.

Para obtener la mediana de los números: 3, 8, 7, 4, 2

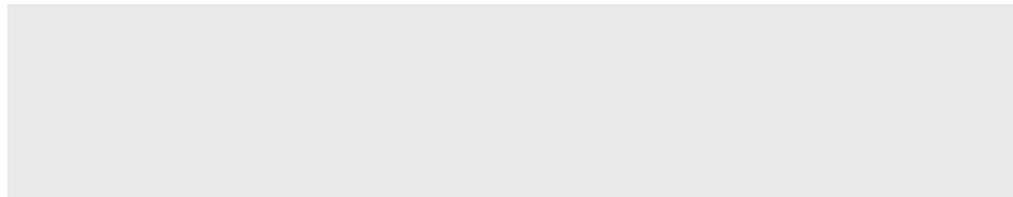
Se ordenan los datos: 2, 3, 4, 7, 8 y se localiza el valor central $\tilde{x} = 4$

Ejemplo: 2.

Para obtener la mediana de los números: 15, 5, 12, 7, 11, 9

Se ordenan los datos: 5, 7, 9, 11, 12, 15 y se localiza el valor central, en este caso en el centro tenemos dos valores 9 y 11, por lo tanto $\tilde{x} = (9+11)/2 = 10$

Ejercicio: Calcula la mediana de los siguientes datos: 9, 2, 13, 6, 7, 11, 8, 5, 9



MODA M_o

Es el valor que más se repite de un conjunto de datos, es decir, es el valor más común.

En un conjunto de datos la moda puede no existir o puede haber varias modas.

Ejemplo 1:

En los datos 2, 2, 5, 7, 9, 9, 9, 10, 10, 11, 12, 18 la moda es el número 9

Ejemplo 2:

En los datos 3, 5, 8, 10, 12, 15, 16 no hay moda.

Ejemplo 3:

En los datos 2, 3, 4, 4, 4, 5, 5, 7, 7, 7, 9 hay dos modas, 4 y 7



Ejercicio: Calcula la moda de los siguientes datos: 9, 2, 13, 6, 7, 11, 8, 5, 9

MEDIDAS DE DISPERSIÓN

Para describir el comportamiento de un conjunto de datos las medidas de tendencia central, aunque son útiles son insuficientes e incluso pueden ser engañosas.

Por ejemplo: Tenemos un proceso donde se aplica una cubierta de chocolate a un pastelillo. Se toma una muestra aleatoria y representativa (en gramos) de 5 datos de la producción de los turnos A y B:

Turno A: 21.3, 22.8, 23.9, 25.4 y 28.2 Turno B: 23.4, 23.8, 25.2, 24.8 y 24.5

Calcula la media (promedio) de los gramos de chocolate por pastelillo que aplica cada turno

Media Turno A	Media Turno B
---------------	---------------

De acuerdo a las medias obtenidas, que concluyes?

Ahora vamos a agregar el concepto de dispersión a la descripción del comportamiento de los datos. Existen diferentes medidas de dispersión, las mas empleadas son el rango y la desviación estándar. Por ahora solo veremos el rango. Más adelante en el curso veremos la desviación estándar.



RANGO.

El rango es la diferencia que existe entre el número mayor y el menor de un conjunto de datos.

Fórmula $R = x_{\max} - x_{\min}$

Por ejemplo el Rango de los datos: 1, 2, 3, 4, 5 es

Valor mayor=5, valor menor=1, por lo tanto Rango = 5 - 1 = 4

Retomando el ejemplo de la fábrica de pastelillos de chocolate. Ahora calcula el Rango por turno considerando las muestras obtenidas:

Turno A: 21.3, 22.8, 23.9, 25.4 y 28.2 Turno B: 23.4, 23.8, 25.2, 24.8 y 24.5

Rango Turno A	Rango Turno B
---------------	---------------

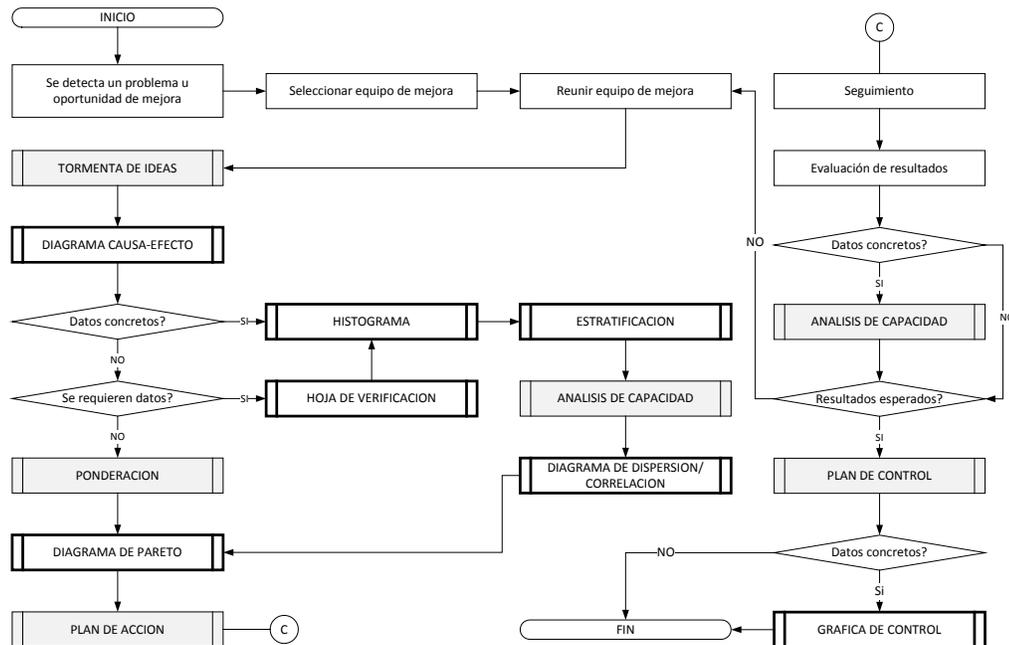
Ahora recopilemos toda la información (tendencia central y dispersión)

Turno A		Turno B	
Media	Rango	Media	Rango

De acuerdo a los resultados obtenidos, ¿Qué concluyes?



MODELO INTEGRAL DE MEJORA CON LAS HERRAMIENTAS BÁSICAS DEL CEP



LAS HERRAMIENTAS BÁSICAS Y COMPLEMENTARIAS⁵

El uso secuenciado de estas herramientas permite identificar oportunidades de mejora, reducir la variabilidad y eliminar desperdicios. Por categoría se clasifican en:

Las 7 herramientas básicas

Medición	•Lista de verificación
Análisis	•Histograma •Estratificación •Diagrama Causa-Efecto •Diagrama de Pareto •Diagrama de Dispersión
Control	•Gráficas de Control

⁵ Montgomery, Douglas C. (2001). "Introduction to Statistical Quality Control". Wiley. 4th Edition. Pp 177

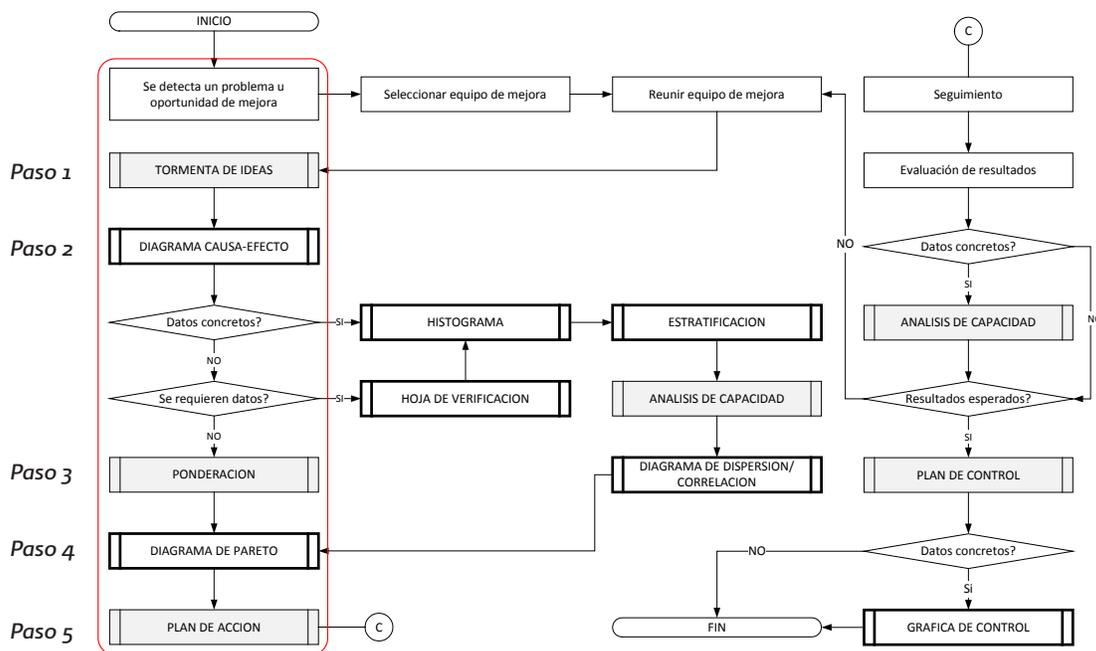


Sin embargo existen otras herramientas que son complementarias al paquete de 7 herramientas básicas:

HERRAMIENTAS COMPLEMENTARIAS

Definición	<ul style="list-style-type: none"> •PEPSC/ Mapa de procesos •Diagrama de flujo
Medición	<ul style="list-style-type: none"> •Encuesta •Entrevista •Ponderación •Análisis de capacidad
Análisis	<ul style="list-style-type: none"> •Tormenta de ideas
Planeación, Seguimiento y Control	<ul style="list-style-type: none"> •Plan de Acción •Cronograma ó Gantt

HERRAMIENTAS BÁSICAS PARA LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS
Modelo de mejora básico (Cualitativo/Sin datos concretos)





PASO 1: TORMENTA DE IDEAS

Concepto: También conocida como “brainstorming” (del idioma inglés) fue de las primeras técnicas creativas que se aplicaron a la gestión. Su creador fue Alex F. Osborn en 1938⁶.

Se define como: “Técnica de grupo para la solución de problemas que implica la aportación espontánea de ideas de todos los integrantes de un grupo”⁷.

Aplicación: Esta herramienta es apropiada:

- Para identificar las posibles causas de un problema, así como sus posibles soluciones.
- En general, en cualquier situación de grupo donde la solución o vía de acción se tiene que generar y no se cuenta con datos o un modelo de referencia, por ejemplo: al redactar una misión, al plantear posibles estrategias, al seleccionar y establecer secuencia y duración de las actividades de un proyecto, etc.

Esta herramienta no es apropiada para sustituir consistentemente la falta de datos respecto del mismo problema.

Interpretación: Las ideas generadas reflejan toda la variedad de opiniones de los integrantes del grupo. Si las ideas tienen un sesgo u omisiones, es posible que haya faltado enriquecer al grupo con otros integrantes.

METODO PARA ELABORACIÓN

- 1.** Presentar a la vista de todos los integrantes del equipo, el problema o situación a analizar mediante la tormenta de ideas.
- 2.** Presentar las cuatro reglas conceptuales y verificar que se respeten durante el proceso.
- 3.** Solicitar ideas, dando un tiempo razonable para reflexionar.
- 4.** Realizar las rondas para obtener ideas, escribiéndolas en lugar visible, y finalizando antes de que se note cansancio.
- 5.** Procesar las ideas y agruparlas cuidando de evitar generar conflicto o manipulación.

⁶ Maritza Vieytes Suquilvides, *Brainstorming: La tormenta de ideas vista a fondo*. <http://manuelgross.bligoo.com/content/view/564164> 5-May-2010

⁷ Merriam-Webster Online Dictionary, <http://www.merriam-webster.com/dictionary/brainstorming>, 5-May-2010

**PASO 2: DIAGRAMA CAUSA-EFECTO****Concepto:**

El diagrama causa-efecto es una herramienta básica de análisis que permite clasificar las causas de un problema en categorías. Fue desarrollada en 1953 por Kaoru Ishikawa⁸. Originalmente las categorías eran definidas por el equipo de mejora, actualmente es común utilizar 6 categorías estándar conocidas como las 6 M's⁹: Máquinas, Materiales, Métodos, Medición, Medio ambiente y Mano de Obra. Algunos autores agregan una séptima M (de Management¹⁰) Esta herramienta también se conoce como Diagrama de Ishikawa o Diagrama de espina de pescado.

Aplicación:

Esta herramienta es apropiada:

- Para identificar y clasificar las posibles causas de un problema.
- Para identificar las causas raíz de un problema
- Para estructurar ideas en categorías y niveles

Interpretación:

El diagrama causa-efecto muestra en forma ordenada las posibles causas de un problema, permitiendo -según el nivel de detalle que se realice por cada categoría-, detectar posibles causas raíz.

Ante la falta de ponderación de las diferentes causas es difícil establecer cuál de las causas tiene más peso.

⁸ Hitoshi Kume (1985) "Statistical Methods for Quality Improvement". AOTS.. pp 26com/content/view/564164
⁹ Montgomery, Douglas C. (2001). "Introduction to Statistical Quality Control". Wiley. 4th Edition. Pp 181-182
¹⁰ Kubiak & Benbow (2009) "The certified Six Sigma Black Belt handbook". ASQ Quality Press. Pp 120



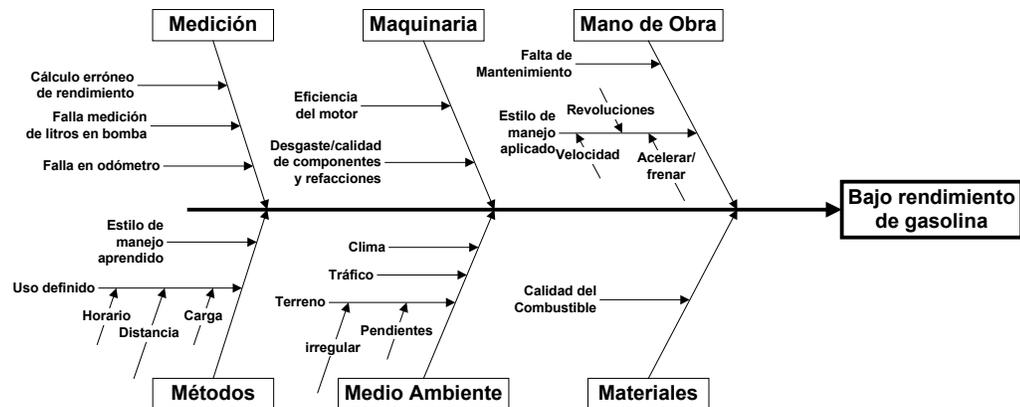
Método de elaboración

1. Definir claramente el efecto o síntoma cuyas causas se quiere identificar.
2. Encuadrar el efecto a la derecha y dibujar una línea gruesa central apuntándole. Conectar 6 ramas o espinas a la línea central, identificándolas con las 6 causas primarias.
3. Usar Brainstorming para identificar las posibles causas secundarias, conectándolas a la causa primaria respectiva.
4. Usar Brainstorming para identificar las posibles causas terciarias, conectándolas a la causa secundaria respectiva.

La aportación de ideas se puede hacer de dos formas:

- Abierta y que el equipo determine a que causa primaria asignar cada idea
- Dirigida, pidiendo al equipo que aporte causas por cada categoría.

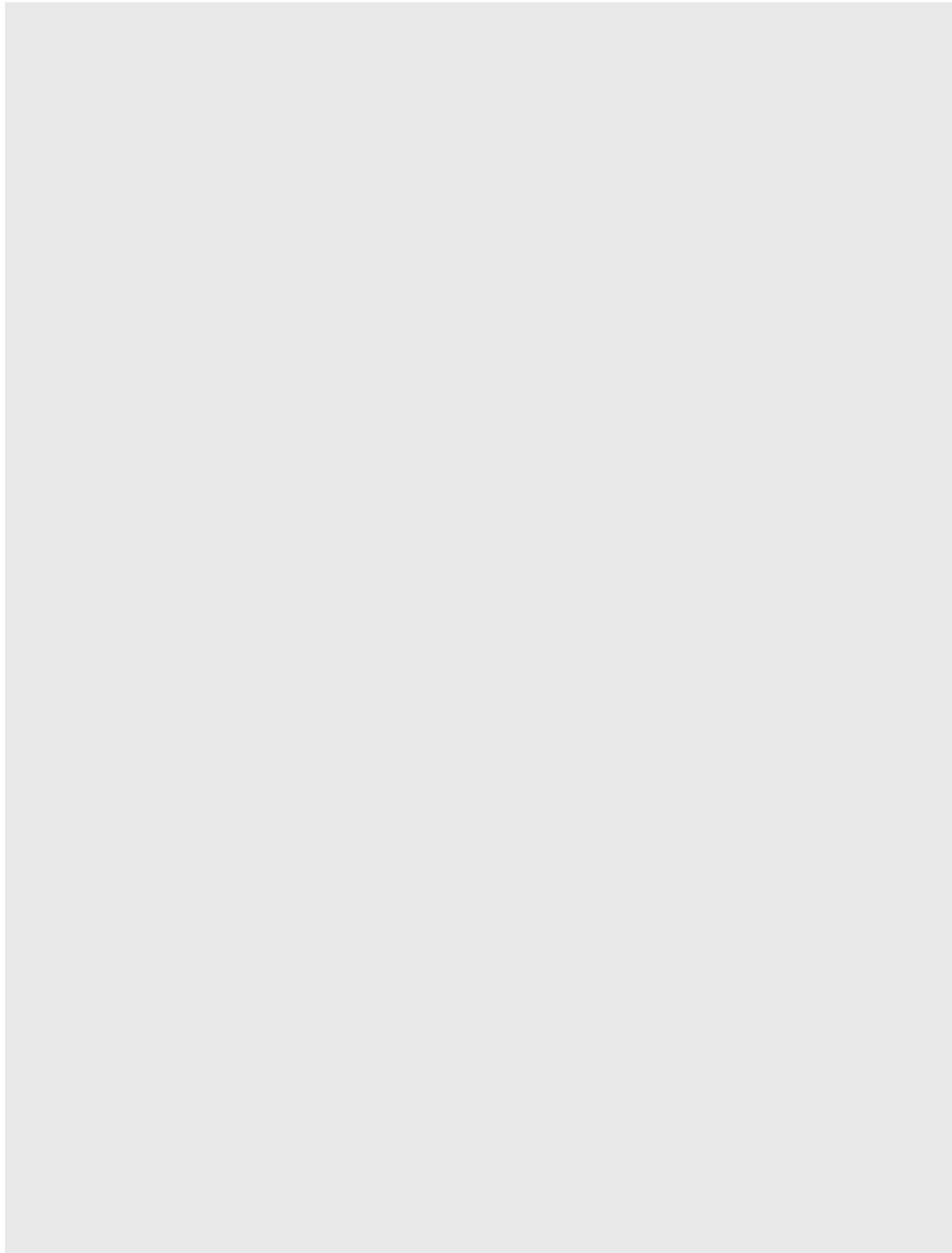
Ejemplo¹¹:



¹¹ Ideal del ejemplo tomada de Quentin Brook (2006) "Six Sigma and Minitab". QSB Consulting. 2ª Ed. Pp 97



EJERCICIO: Realiza la Tormenta de ideas de un problema actual y posteriormente clasifica las ideas en categorías de acuerdo al Diagrama Causa Efecto.





PASO 3: PONDERACIÓN

Concepto: La ponderación se define como “Importancia relativa que se le concede a las partes dentro del todo”¹². Existen varias técnicas para realizar la ponderación. Entre las más comunes cuando faltan datos concretos están: Técnica de Grupo Nominal, Multivotación¹³ y Puntuación, las cuales parten de la percepción de los participantes de un grupo.

Aplicación: Aunque las percepciones pueden ser subjetivas, ante la falta de datos concretos este tipo de técnica representa la mejor opción para evaluar factores.

Interpretación: Los resultados de la ponderación reflejan el sentir de los participantes de un grupo respecto de la importancia de las partes dentro del todo.

TÉCNICA DE GRUPO NOMINAL

Método de elaboración

1. Contar el número (n) de factores a ponderar
2. Pedir a cada integrante del equipo que califique la importancia de cada factor asignado el valor n al factor más importante, el valor n-1 al siguiente factor en importancia y así consecutivamente hasta terminar con el último factor en importancia al cual se le asigna el valor de 1.
3. Sumar las calificaciones por cada factor

MULTIVOTACIÓN

Método de elaboración

1. Asignar 100 puntos a cada integrante del equipo.
2. Pedir a cada integrante del equipo que califique los factores, repartiendo los 100 puntos de acuerdo a la importancia que da a cada factor. Es posible que algunos

¹² ABC Económico del Banco Central de Venezuela. Consultado en <http://www.bcv.org.ve/c1/abceconomico.asp> 7/May/2009

¹³ Kubiak & Benbow (2009) “The certified Six Sigma Black Belt handbook”. ASQ Quality Press. Pp 50-51



factores se queden sin puntos. El equipo decidirá si establece reglas para asignar los puntos. Por ejemplo: no más de 50 puntos a una causa.

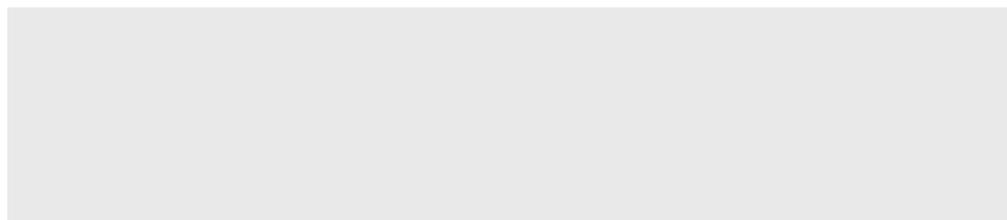
3. Sumar las calificaciones por cada factor

PUNTUACIÓN

Método de elaboración

1. Pedir a cada integrante del equipo que califique cada factor en una escala entre 1 y 5 siendo 5 lo más importante.
2. Sumar las calificaciones por cada factor

Ejercicio: Selecciona una técnica de ponderación (vale la pena mencionar que la Multivotación tiene más sensibilidad para establecer diferencias entre causas) y evalúa las causas secundarias del Diagrama Causa efecto del ejercicio anterior.



En la tabla siguiente anota los resultados del equipo

Causa	PARTICIPANTES						TOTAL
A							
B							
C							
D							
E							
F							
G							
H							
I							
J							



PASO 4 : DIAGRAMA DE PARETO

Concepto: El principio de Pareto fue detectado por Juran en 1950 encontrando que la mayor parte de los defectos eran resultado de sólo unas cuantas causas¹⁴. Identificó esta técnica en honor a Wilfredo Pareto (1848-1923) quien observó que en Milán, Italia el 85% de la riqueza era propiedad del 15% de los habitantes.

Se define como la distribución de frecuencias de atributos ordenados de mayor a menor.

Aplicación: Esta herramienta es útil para distinguir los pocos factores vitales de los muchos triviales.

Interpretación: La distribución de frecuencias ordenada nos permite observar los factores vitales del lado izquierdo del diagrama. La línea del porcentaje acumulado y su escala del lado derecho, nos permiten observar cuantos factores representan un cierto porcentaje del problema. Es común buscar cuantos factores representan el 80% del problema.

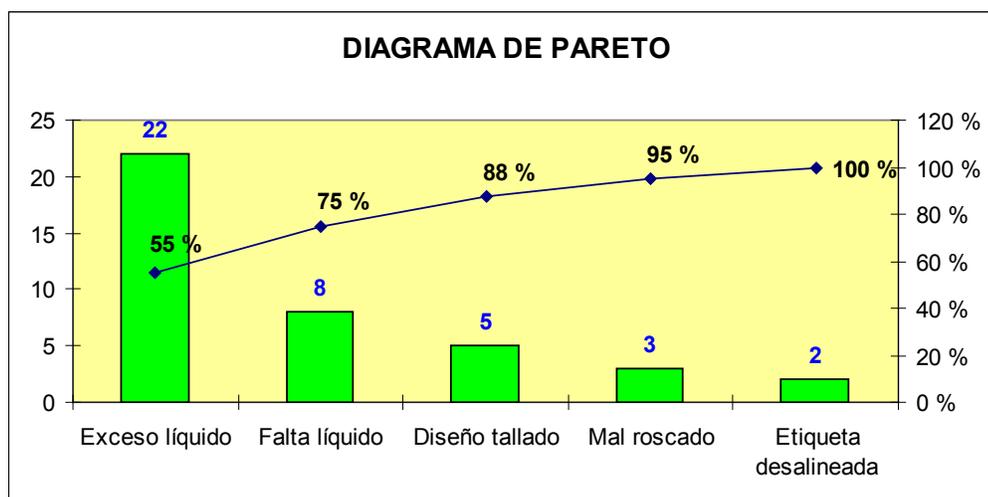
Método de elaboración

1. Ordenar los factores de mayor a menor en función de la frecuencia de efectos
2. Determinar el % relativo de los efectos de cada factor respecto del total
3. Calcular el % acumulado de los efectos de cada factor
4. Rotular la FRECUENCIA de efectos en el eje vertical izquierdo
5. Rotular los FACTORES en el eje horizontal
6. Rotular los PORCENTAJES acumulados en el eje vertical derecho (escala 0 a 100%)
7. Dibujar las barras de frecuencia correspondientes a cada factor.
8. Trazar una línea con el porcentaje acumulado de cada factor.

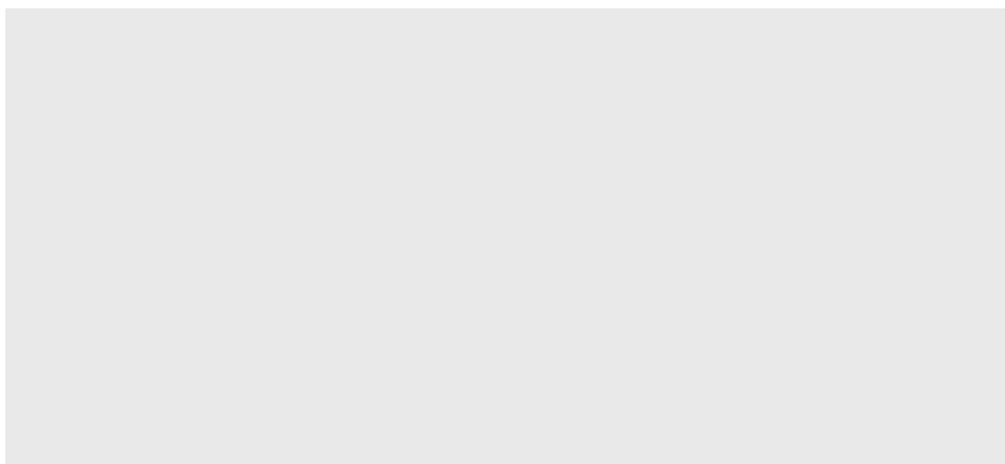
¹⁴ Evans & Lindsay (1999). "Administración y Control de la Calidad". Thomson Editores. 4ª Ed. Pp440-441

**Ejemplo:**

Defecto	# defectos	Relativo	Acumulado
Exceso líquido	22	55 %	55 %
Falta líquido	8	20 %	75 %
Diseño tallado	5	13 %	88 %
Mal roscado	3	8 %	95 %
Etiqueta desalineada	2	5 %	100 %
Total	40		



EJERCICIO: Realiza el Diagrama de Pareto de la ponderación realizada en el ejercicio anterior





PASO 5: PLAN DE ACCIÓN

Concepto: El plan de acción es una herramienta de planeación, seguimiento y control que consiste en un listado de actividades planteadas para lograr un objetivo ó proyecto (por ejemplo: resolver un problema), sus responsables y la fecha comprometida para su finalización. Una herramienta mas sofisticada es el Gantt de actividades que incluye una sección gráfica de la línea de tiempo (se puede hacer en Microsoft Excel © o Microsoft Project ©)

Aplicación: El plan de acción se utiliza para formalizar compromisos o acuerdos dejando por escrito actividades, responsables y fechas. Asimismo se utiliza para dar seguimiento a los compromisos, ajustar fechas o recursos en caso necesario y en lo general para controlar la buena marcha del proyecto.

Interpretación: El plan de acción nos permite valorar en una sola hoja las cargas de trabajo de los involucrados, la secuencia, fechas y el avance de las actividades.

Ejemplo:

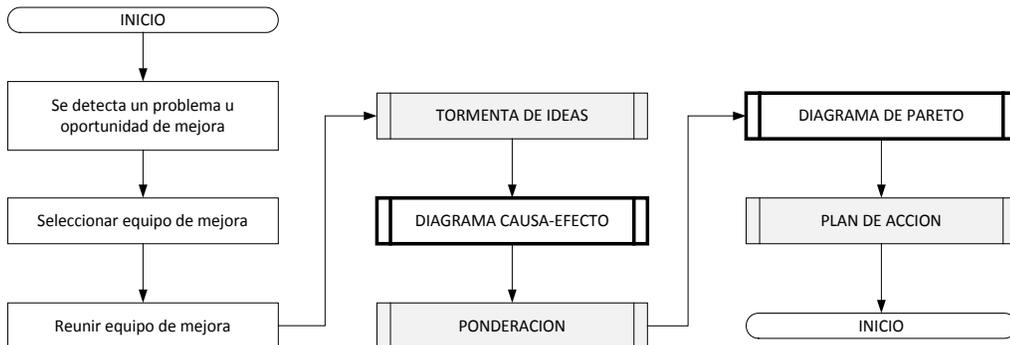
PLAN DE ACCION						Fecha de actualización:	11/05
PROYECTO: Reducir las ventas perdidas del 5 al 2 %							
Id	Cat	Nombre de Tarea	Durac.	Inicio	Fin	Responsables	% Cump.
1		Asegurar existencias de Producto terminado					
2		Ajustar parámetros de MRP y garantizar disponibilidad de materias primas y producto en proceso	10.00 d	11/05	24/05	Planeador	
3		Incrementar cumplimiento de programa de producción al 100%	0.75 d	11/05	28/05	Jefe de producción	
4		Eliminar errores en la recepción y alta de pedidos del cliente	0.13 d	11/05	14/05	Ventas	
5		Programar embarques considerando un 30% adicional al tiempo de traslado.	5.00 d	11/05	17/05	Distribución	



EJERCICIO: Realiza el Plan de Acción para resolver las 2 causas más importantes del Diagrama de Pareto del ejercicio anterior.

PLAN DE ACCION						Fecha de actualización:	
PROYECTO:							
Id	Cat	Nombre de Tarea	Durac.	Inicio	Fin	Responsable	% Cump.
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

Resumen del modelo de mejora básico (cualitativo)

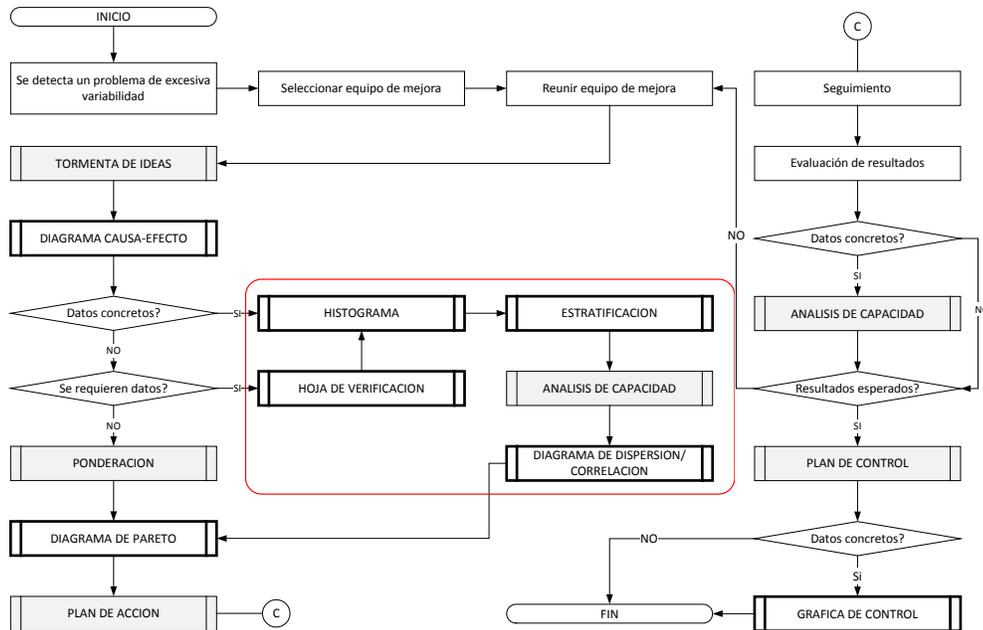


Hasta ahora hemos visto con dos herramientas básicas muy sencillas y tres herramientas complementarias un modelo de mejora básico para solucionar problemas.

Reflexiona y comparte con el grupo: ¿Qué ventajas tiene este método básico? ¿Que aplicación le darías?



Vista preliminar del módulo 2
Modelo básico de mejora cuantitativa para problemas de variabilidad





BIBLIOGRAFIA

- Montgomery, Douglas C. (2001). Introduction to Statistical Quality Control. Wiley. 4th Edition
- Evans & Lindsay (1999). “Administración y Control de la Calidad”. Thomson Editores. 4ª Ed
- Hitoshi Kume (1985) “Statistical Methods for Quality Improvement”. AOTS.
- Montgomery, Douglas C. (2001). “Introduction to Statistical Quality Control”. Wiley. 4th Edition.
- Kubiak & Benbow (2009) “The certified Six Sigma Black Belt handbook”. ASQ Quality Press.
- Quentin Brook (2006) “Six Sigma and Minitab”. QSB Consulting. 2ª Ed.

