

T
TS15
.6
R49
c.1



1080086880

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

***FACULTAD DE INGENIERIA
MECANICA Y ELECTRICA***

***TESIS :
CONTROL TOTAL DE LA CALIDAD***

***QUE PRESENTA :
PERLA PATRICIA REYNA REYES***

***PARA OBTENER EL TITULO DE :
INGENIERO ADMINISTRADOR DE SISTEMAS***

ASESOR: ING. ROBERTO ELIZONDO VILLARREAL

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N. L. A JUNIO DE 1997

T
+S156
-6
R49



INDICE

Conceptos Básicos, Definiciones y Terminología	1
Razón de ser de una empresa	1
Calidad, Eficiencia y Productividad	2
Control y Mejora de la Calidad	5
Introducción a la Estadística	6
Conceptos básicos	6
La importancia de los datos	7
Medidas descriptivas de los datos	8
Puntos esenciales para la obtención de datos	9
Gráficas en general	10
Conceptos de Análisis Estadístico de problemas	13
Principios del Pensamiento Estadístico	13
Herramientas Estadísticas Básicas	13
Identificación de los Problemas Vitales	18
Histogramas	19
Como construir un Histograma	20
Tabla de Frecuencias	21
Como calcular el promedio y la desviación estándar de los datos	21
Usos del Histograma	23
Relación entre el Diagrama de Pareto y el Histograma	25
Diagrama de Causa y Efecto	25
Como construir un diagrama de Causa y Efecto	26
Métodos para elaborar un diagrama de Causa y Efecto	28
Usos del diagrama de Causa y Efecto	29
Relación entre el Diagrama de Pareto y el Diagrama de Causa y Efecto	31
Relación entre el Histograma y el Diagrama de Causa y Efecto	31
Diagrama de Dispersión	32
Como elaborar un Diagrama de Dispersión	33
Procedimientos para estimar el coeficiente de correlación	37
Usos del diagrama de Dispersión	38
Relación entre el diagrama de Causa y Efecto y el Diagrama de Dispersión	38
Estratificación	39
Como estratificar	39
Usos de la estratificación	40
Gráficas de Control	40
Usos de las Gráficas de Control	41
Tipos de Gráficas de Control	41
Procedimientos y fórmulas para construir una gráfica de control $\bar{X}$ - R	42
Procedimientos y fórmulas para construir una gráfica p, np y c	46
Hojas de Verificación o chequeo	52
Cómo preparar una hoja de verificación	54
Cómo usar las hojas de verificación	54
Bibliografía	56

1. CONCEPTOS BÁSICOS, DEFINICIONES Y TERMINOLOGÍA

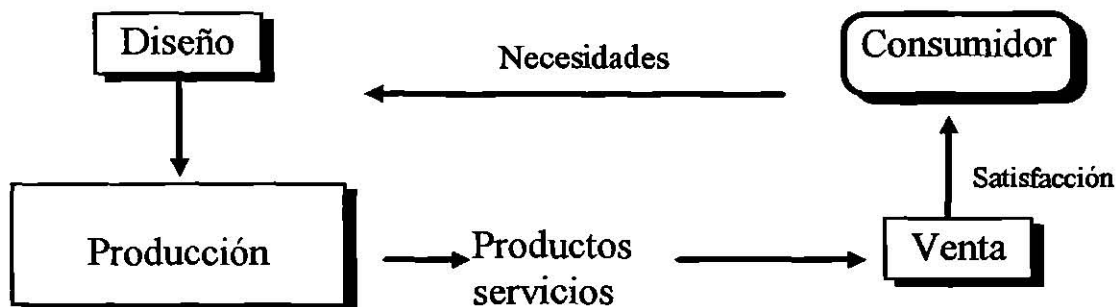
1. Razón de ser de una empresa

La actividad de producción de bienes y servicios conceptualmente es la misma cualquier parte del mundo.



Consiste básicamente en transformar insumos en productos o servicios, a través de cierto proceso de producción, el cual es su entidad principal.

Elaborar productos o proveer servicios se debe a la existencia de un consumidor; es el quien da lugar al diseño, producción y venta de dichos productos y servicios, y la obtención de utilidades, condición indispensable para la sobrevivencia, consolidación y crecimiento de la empresa. Es el consumidor la razón de ser de la empresa, por tanto la empresa debe orientarse a satisfacer sus necesidades.



Es necesario para cumplir esta misión hacernos las siguientes preguntas :

- El Que es la Calidad de Diseño.
- El Como es Calidad de producción y productividad.

La calidad y la productividad, son indicadores que continua y constantemente deben ser cuantificados y mejorados.

2. Calidad, Eficiencia y Productividad

El concepto de calidad se ha desarrollado a consecuencia de la evolución que ha tenido el mercado; la competencia, saturación de mercados, competencia internacional, desarrollo del consumidor, etc. Provocándose que la calidad sea el objetivo estratégico para los negocios.

A) Desarrollo del concepto de calidad

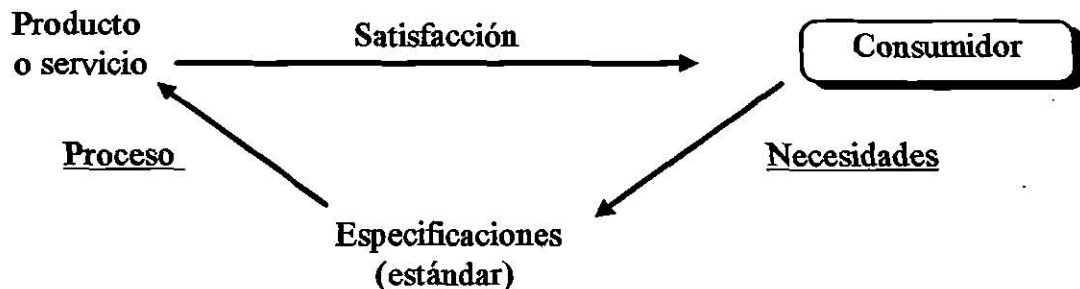
- Concepto tradicional

La calidad es el grado de conformidad de un producto ante un estándar. Esta definición de calidad es muy limitada ya que se limita la calidad solo al producto.



- Concepto Moderno

La calidad es el grado en el que un producto o servicio satisfacen las necesidades del consumidor.



Este concepto se extiende a calidad de producto, calidad de servicio y precio.

- Calidad en sentido amplio

La buena calidad en un producto o servicio significa que el producto o servicio tiene la característica de ser bueno (útil) para el fin que fue diseñado.

Calidad en sentido amplio significa:

- calidad de producto,
- calidad de servicio,
- calidad de precio,
- calidad de proceso,
- calidad de administración,
- calidad de trabajo,
- calidad del ser humano, etc.

La Administración de empresas para calidad total, se refiere al conjunto de actividades para mejorar la calidad empresarial

B) Definición de Calidad

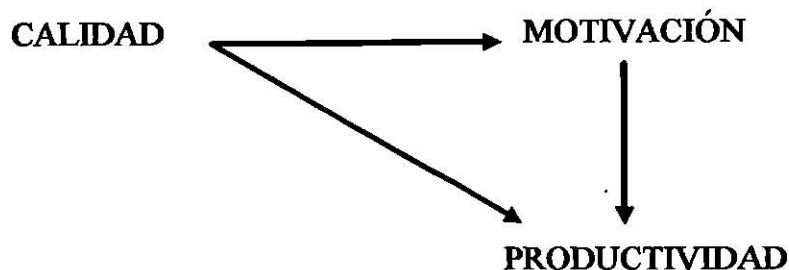
- Calidad es satisfacer las necesidades del consumidor
- Calidad es hacer las cosas necesarias bien a la primera vez (calidad en el trabajo).

Calidad es la meta de cualquier actividad humana : individuos, grupos, empresas o instituciones.

**La esencia del concepto de calidad es:
PIENSE EN LOS DEMÁS**

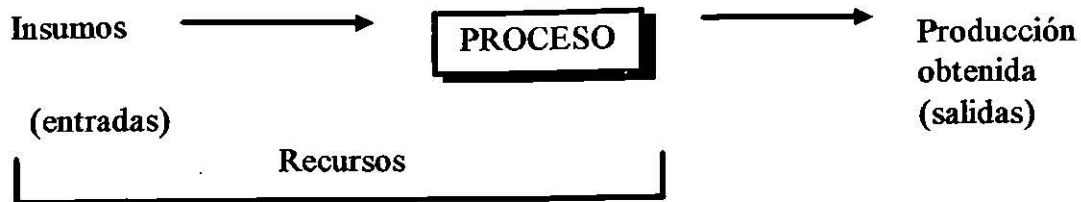
El mejorar la calidad implica: mejores productos y servicios; menos errores, defectos, fallas, demoras, desperdicios, devoluciones, etc. incrementándose por consecuencia la eficiencia y productividad.

La búsqueda de la calidad es una meta dentro de la empresa; es la búsqueda de la mejora en cada proceso, cada operación, cada sistema, cada trabajo. De aquí surge el concepto de cliente-proveedor interno : “El siguiente departamento es nuestro cliente”.



C) Definición de Eficiencia y Productividad

- Eficiencia es hacer el trabajo sistemáticamente con menos recursos, optimizando los recursos.
- Productividad es la relación entre la producción obtenida y los recursos utilizados.



$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción obtenida}}{\text{Recursos utilizados}}$$

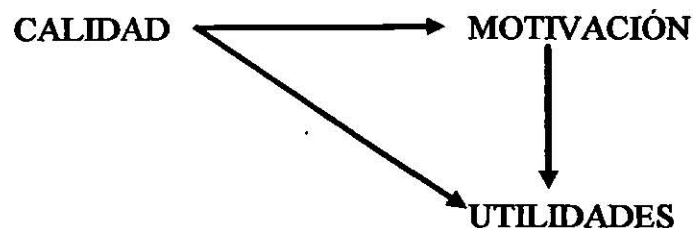
La productividad es un concepto mas integral que la eficiencia. Es la responsabilidad de la Alta Dirección; una autentica productividad se logra, en términos prácticos, a través de asegurar la calidad decidida por el diseño incrementando la eficiencia.

$$\text{Aseguramiento de la calidad} + \text{Alta eficiencia} = \text{Alta Productividad}$$

La productividad es un concepto amplio, a nivel de toda la empresa, pero dependiente de la Calidad, es una medición (índice) de la actuación de una empresa o un departamento, además, la calidad es el único elemento en la administración de empresas que puede ser meta común.

La mayor productividad del mundo, pero con el producto o servicio que no tenga mercado, es todo para nada.

La calidad es un objetivo permanente, que requiere del compromiso , voluntad y participación de todo el personal.



3.Control y Mejora de la Calidad

Para llevar un control del mejoramiento de la calidad es necesario utilizar diversas técnicas y herramientas para poder tener una correcta toma de decisiones. Estas herramientas y técnicas de la calidad utilizan datos de los procesos o procedimientos a partir de los cuales podemos mejorar y controlar la calidad.

Lo importante es contar con información descriptiva y organizarla para separar hechos de simples opciones, esto permite administrar científicamente y facilitar el uso de la creatividad del personal.

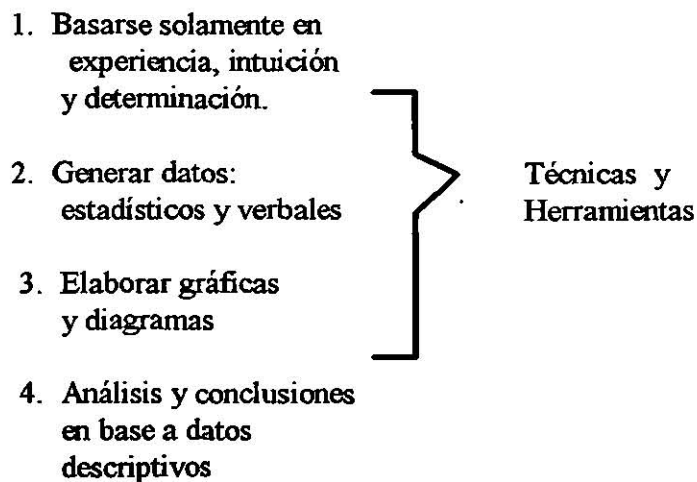
Los datos se clasifican básicamente en datos estadísticos y datos verbales.

- 1). Datos estadísticos : Son datos que provienen de mediciones y conteos.
- 2). Datos verbales : Son datos que provienen de intuición y lógica.

Tanto los datos estadísticos como los verbales (no estadísticos) son datos descriptivos:

1. Datos estadísticos.
 - a) Mediciones
 - b) Conteos
2. Datos verbales.
 - a) Intuición
 - b) Lógica

La administración científica en su proceso de toma de decisiones ha evolucionado de la siguiente manera:



Las técnicas y herramientas básicas se agrupan considerando principalmente la naturaleza de los datos y para crear una metodología, sistemática y ordenada para la correcta toma de decisiones.

DATOS ESTADÍSTICOS 7 Herramientas Estadísticas	DATOS VERBALES 7 Herramientas Administrativas
1. Diagrama de Pareto 2. Histograma 3. Diagrama de Causa y Efecto 4. Estratificación 5. Diagrama de Dispersión 6. Gráficas de Control 7. Hojas de Verificación (chequeo)	1. Diagrama de Afinidad 2. Diagrama de Relaciones 3. Diagrama de Árbol 4. Diagrama Matricial 5. Matriz de Variaciones 6. Gráfica de proceso de Decisiones Programadas 7. Diagrama de Flechas

Estas herramientas forman parte de una metodología para identificación, análisis, solución y prevención de problemas, la cual demanda la combinación de herramientas. De estas 7 herramientas estadísticas, el diagrama de causa y efecto es la única que no trata con datos numéricos y es una herramienta clave en el proceso del análisis para solucionar o prevenir problemas, además, permite identificar y seleccionar las causas.

INTRODUCCIÓN A LA ESTADÍSTICA

1. Conceptos básicos

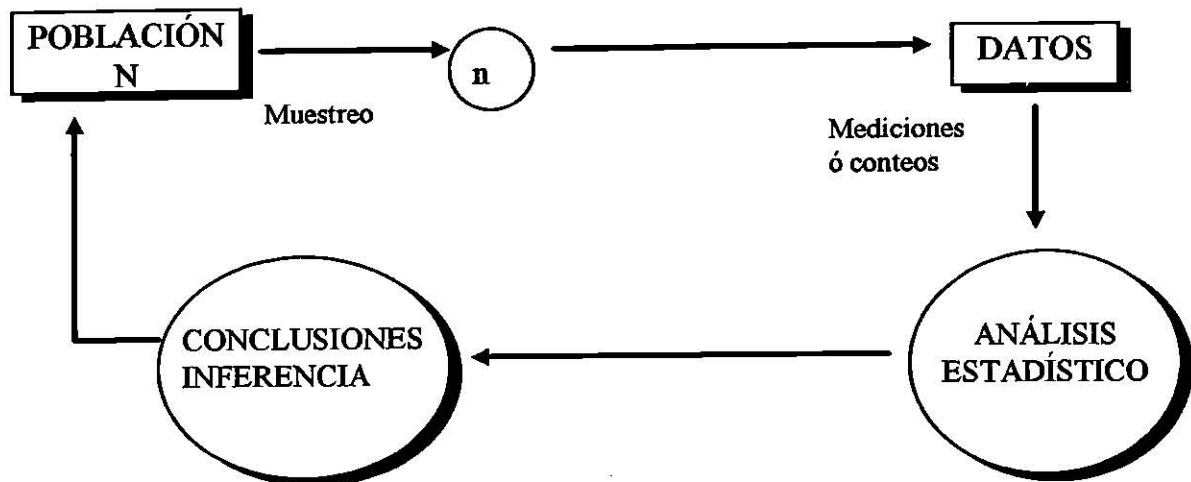
La estadística comprende la recopilación de datos, presentación, pruebas , análisis e interpretación de resultados de resultados con el propósito de evaluar objetivamente la confiabilidad de las inferencias y decisiones basadas en estimaciones y pruebas estadísticas con dichos datos.

DEFINICIÓN:

- Estadística descriptiva.- Es aquella que aplica los procedimientos que permiten organizar y resumir los datos colectados, de modo de tener una presentación ordenada en ellos
- Estadística inductiva.- Es aquella que trata de obtener conclusiones generales a partir de datos que se deducen de muestras para la correcta toma de decisiones.

La estadística inductiva o inferencia estadística se trata desde el punto de vista “Teoría de decisión”; y es por esto, que la estadística en su forma actual se ha dejado sentir con mas fuerza en la administración de empresas.

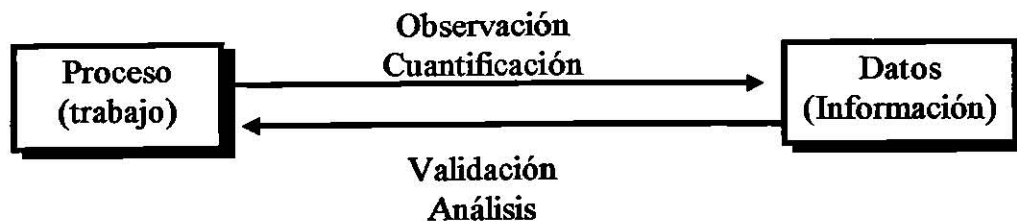
FUNCIÓN DE LA ESTADÍSTICA COMO MÉTODO CIENTÍFICO



Población N: Puede ser por ejemplo, un conjunto de individuos, un proceso de producción o un lote de productos.

2. La importancia de los datos

Los datos son la base para la correcta toma de decisiones y acciones.



Diariamente se generan datos en las organizaciones que varían de acuerdo a su finalidad y proceso involucrado, por tanto es necesario clasificarlos en términos de su propósito real, por ejemplo:

- A) Datos que ayuden a entender la situación actual.
- B) Datos para análisis del proceso.
- C) Datos para el control del proceso
- D) Datos para la aceptación o el rechazo de productos.

Estos datos son extremadamente necesarios para tomar acciones apropiadas y evaluar las condiciones que prevalecen, por lo que es importante determinar si representan las condiciones típicas reales o no.

Es necesario hacernos las siguientes preguntas antes de aceptar los datos:

- 1) Revelan los datos la realidad ?
- 2) Son cotejados, analizados y comprobados los datos, de tal forma que revelan la realidad ?

Los datos estadísticos se clasifican en :

1) Datos por mediciones .- Técnicamente se les denomina datos continuos. son datos que provienen de mediciones efectuadas, por ejemplo: pesos, densidades, longitudes, espesores, rendimientos, resultados de ventas; son valores dentro de un rango lógico establecido.

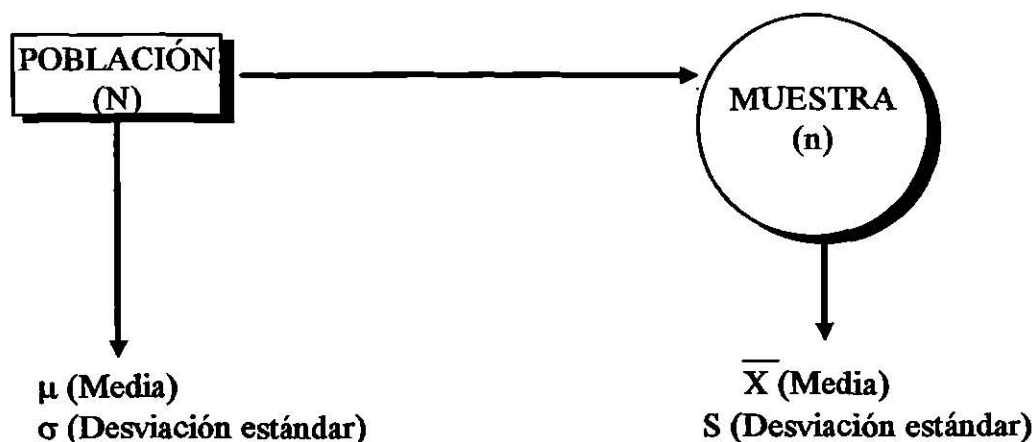
2) Datos por conteos.- Técnicamente se les denomina datos discretos . Son datos que provienen de conteos, por ejemplo burbujas de una botella de vidrio, errores del sistema de nomina, etc. Estos datos no se podrían definir por fracciones o números decimales ya que son datos que guardan relación estricta con números enteros.

3. Medidas descriptivas de los datos

Para poder tomar decisiones correctas a partir de datos tomados, es necesario calcular ciertas medidas que nos permitan describir mejor lo que los datos representan. Usualmente se requiere conocer la tendencia y dispersión de los datos, y es por esto que las medidas descriptivas de los mismos se clasifican en :

- 1) Medidas de tendencia central (o localización).
- 2) Medidas de dispersión (o variación).

Usualmente se utilizan letras latinas para representar los datos que provienen de muestras y letras griegas para representar a la población como distribución teórica.



Las medidas descriptivas que mas se utilizan son las siguientes:

A) Medidas de tendencia central:

1. $\overline{Media}(X)$.- Comúnmente es usada como medida de agrupación de datos .
2. Mediana(X).- Se define como el valor que divide en dos partes iguales a un conjunto de datos arreglados en orden de magnitud.
3. Moda(M).- Se define como el valor que se presenta con mayor frecuencia en un conjunto de datos.

B) Medidas de dispersión:

1. Rango(r).- Se define como la diferencia entre el valor mayor y el menor de un conjunto de datos.
- 2.- Varianza.- Se define como el promedio de las desviaciones al cuadrado de los datos a partir de su media.

* Desviación: Es la diferencia entre el valor individual (X_i) y la media (X)

4. Puntos esenciales para la obtención de datos .

Se deben considerar una serie de aspectos para obtener correctamente los datos y su sumariaación:

1.- Aclarar el propósito de la obtención de los datos: Generalmente los propósitos son los siguientes:

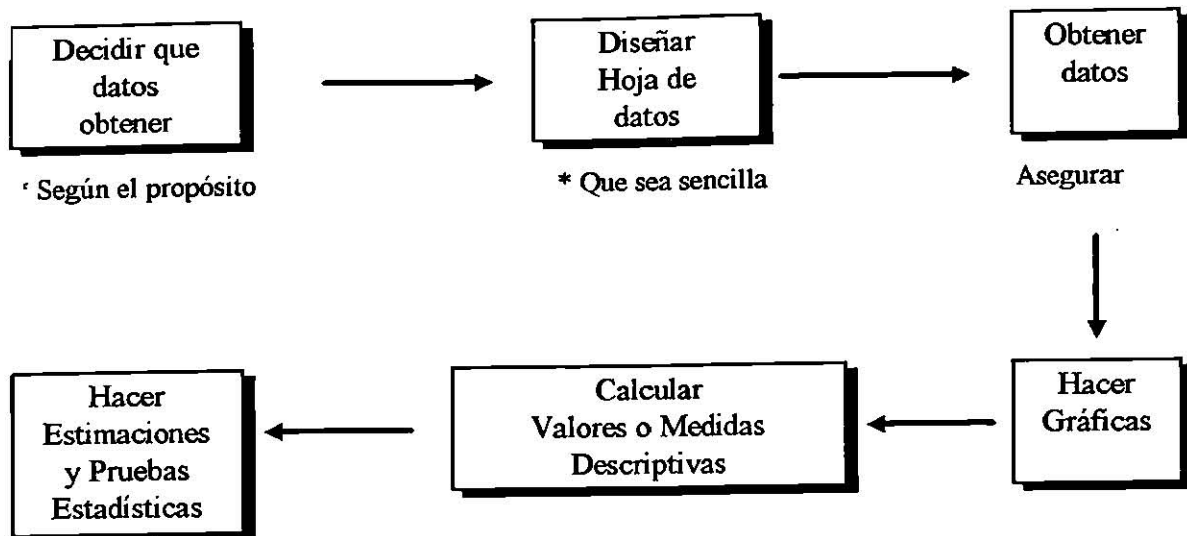
- a) Datos para análisis.
- b) Datos para el control del proceso o sistema.
- c) Datos de Inspección.
- d) Datos para auditoria de calidad.

2. Llevar a cabo un muestreo correcto .

3. Confiabilidad de los datos.

4. Sumarización de datos:

Para sumarizar los datos es necesario seguir el procedimiento mostrado a continuación:



5. Gráficas en general.

El propósito de una gráfica, figura o diagrama es transmitir mas rápido y eficientemente información importante en forma sumariada, ayudándonos a utilizar nuestra visión sensitiva ya que los datos numéricos escritos en un papel no son suficientes, los transformamos entonces en figuras gráficas, ya que de esta manera:

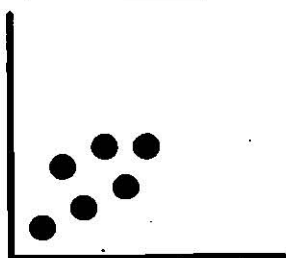
- Se entiende la información mas rápido.
- Se adquiere mayor información para interpretar un mismo tipo de dato.
- Se toman acciones necesarias con seguridad.

Tipos de gráficas.

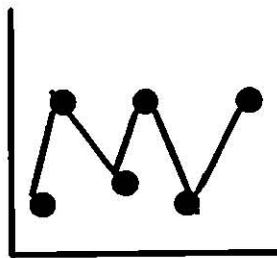
Existe diferentes tipos de gráficas que se clasifican en función del propósito de su uso: Para explicación, para análisis para control o para cálculos.

Las gráficas estadísticas nos permiten describir datos numéricos obtenidos representándolos como: un numero de puntos, longitud de una línea, longitud de una barra, un área en una figura o en forma pictórica.

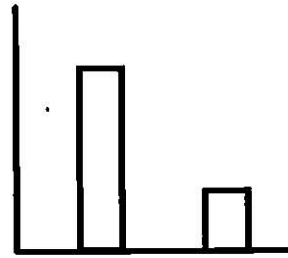
GRÁFICA DE PUNTOS



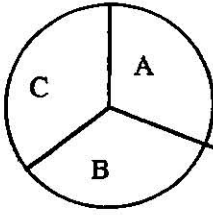
GRÁFICA LINEAL



GRÁFICA DE BARRAS



GRÁFICA CIRCULAR



GRÁFICA PICTÓRICA

D.F.	☆ ☆ ☆
MONTERREY	☆
GUADALAJARA	☆ ☆

Puntos importantes para preparar gráficas.

Existen tres condiciones necesarias para tomar en cuenta al preparar una gráfica:

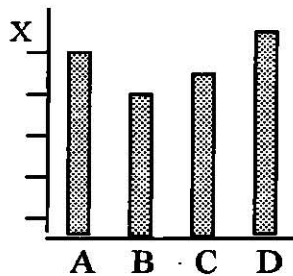
- 1) Aclarar primeramente el propósito de la gráfica.
- 2) Seleccionar los datos mas importantes para preparar la gráfica.
- 3) La gráfica debe ser compresible con un simple vistazo.

Gráficas generales de mayor uso.

TIPO

PRINCIPAL USO

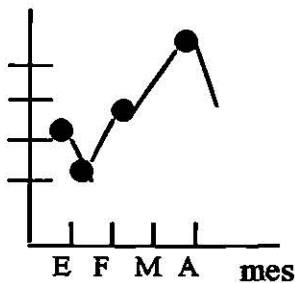
GRÁFICA DE BARRAS



Comparar varios factores cuantificados que se expresan por la longitud de la barra

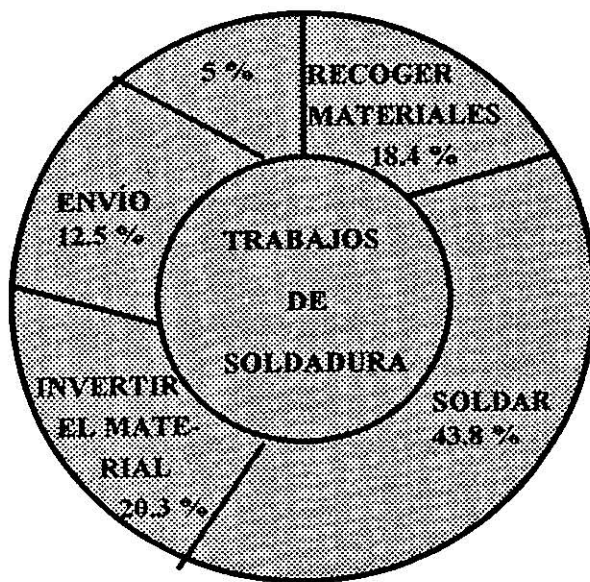
“La separación entre las barras es la mitad o igual a la anchura de la barra”

• GRÁFICA DE TENDENCIA (LINEAL)



Apreciar la tendencia o el cambio de un factor cuantificado en cierto intervalo de tiempo

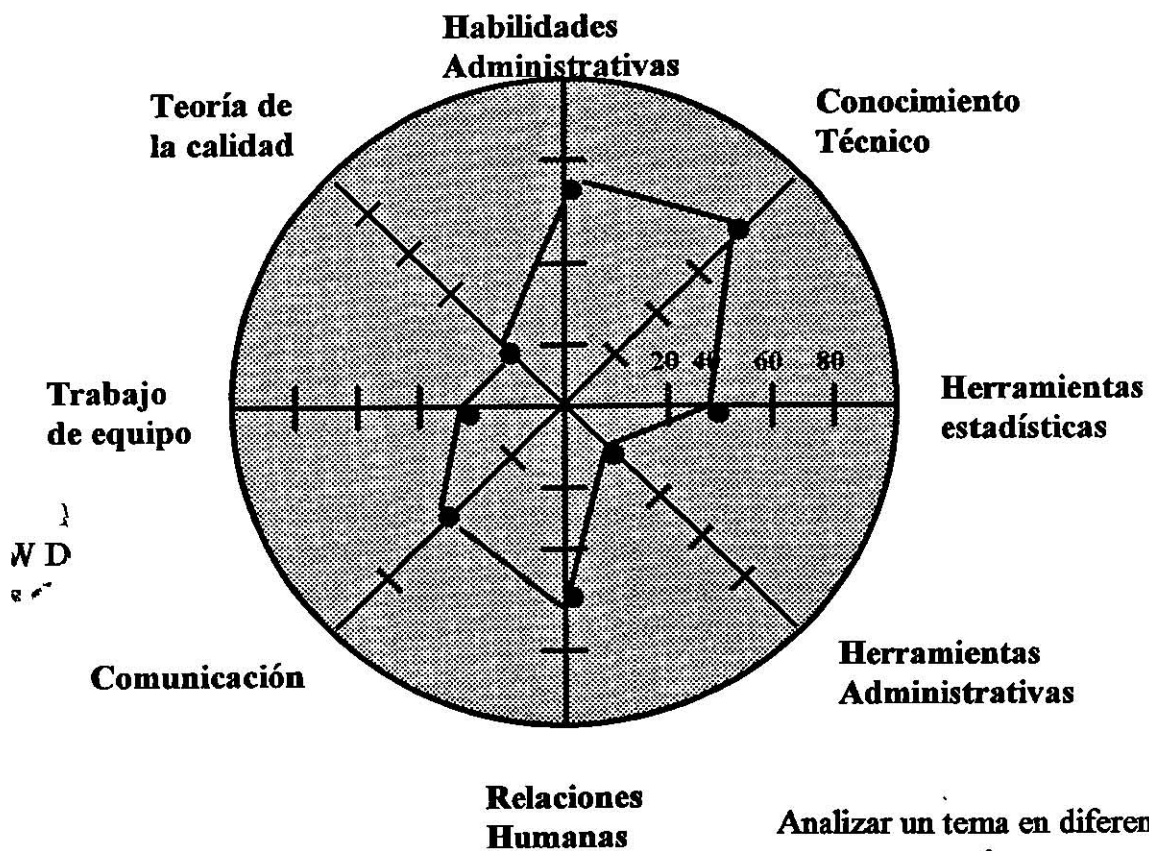
- **GRÁFICA DE PASTEL**



Comparar los % de composición del total de un factor

“Empiezan en las 12 y colocar primero el de mayor % o el primero en el proceso.”

- **GRÁFICA DE RADAR**



Analizar un tema en diferentes aspectos y en cierto momento

Por lo general una gráfica se construye como resultado de una prueba o experimento realizado con el propósito de confirmar causas o comportamientos de los procesos, los cuales se desean mejorar.

6. Conceptos de Análisis Estadístico de Problemas

1. El análisis estadístico es la evolución de la forma de analizar problemas para su solución efectiva, y no como se acostumbra típicamente, dependiendo solo de la experiencia e intuición. El análisis estadístico de problemas es el enfoque científico. Este es el método de análisis de problemas:

- * Evita las adivinanzas.
- * Da la dimensión exacta a los problemas.
- * Encuentra y va a la causa, no a la persona.

La verdadera solución a los problemas es la acción correctiva que previene su reocurrencia. Para esto, es necesario encontrar y confirmar la causa, eliminarla, y posteriormente confirmar el efecto de la acción correctiva tomada.

PRINCIPIOS DEL PENSAMIENTO ESTADÍSTICO

- 1.- Dar mayor importancia a los hechos que a los conceptos abstractos.
- 2.- No expresar los hechos en términos de sentimientos o ideas, sino utilizar gráficas o diagramas derivados de resultados específicos observados.
- 3.- Tomar decisiones en base a condiciones establecidas, mediante análisis estadísticos efectuados.

HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS BÁSICAS

Debido al éxito de los métodos estadísticos para control de Calidad enseñados por el Dr. W. Deming en Japón en 1950 los administradores y asesores industriales japoneses, entre ellos el Dr. Kaoru Ishikawa, quisieron hacer llegar el uso de la estadística a todos los niveles organizacionales de sus empresas incluyendo a empleados y operarios.

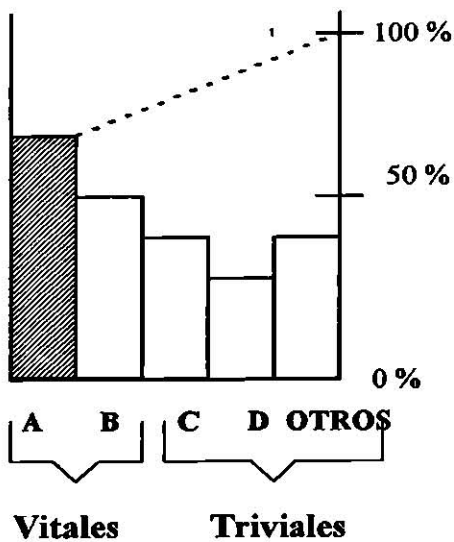
Inspirándose en parte de la tradición japonesa el número siete, así como en una parte de su historia, el samurai guerrero japonés el cual usaba siete herramientas para su actividad guerrera, por lo que establecieron las siete herramientas estadísticas básicas.

Las siete herramientas básicas son las siguientes:

1. Diagrama de Pareto
2. Histograma
3. Diagrama de causa y efecto (diagrama de Ishikawa)
4. Diagrama de dispersión
5. Estratificación
6. Gráficas de control
7. Hojas de chequeo

Encontrar los hechos obteniendo datos y analizándolos, a través de herramientas estadísticas para la correcta toma de decisiones, es sencillo. Además la practica hace la perfección. A continuación, vamos a describir cada uno de los mismos.

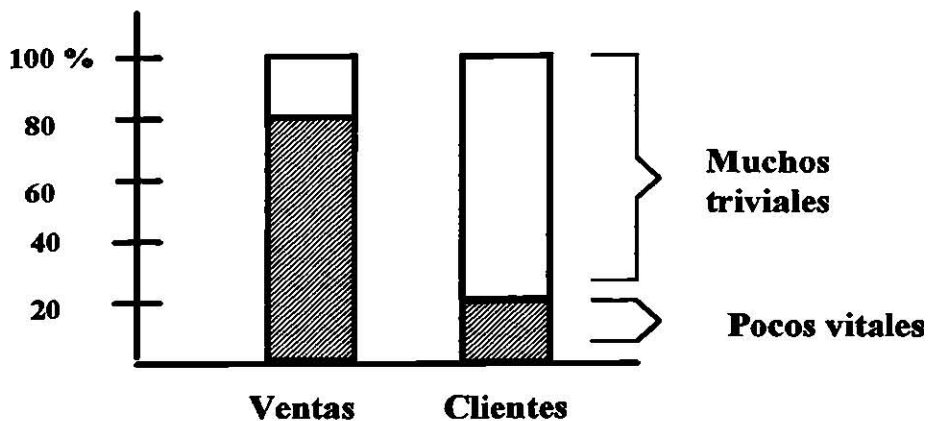
2. DIAGRAMA DE PARETO



El diagrama de Pareto es una gráfica de barras que representa en forma ordenada, de mayor a menor, los problemas sujetos a estudio.

Principio de Pareto:

El principio en el cual esta basado el diagrama es el siguiente:



El diagrama de Pareto es generalmente el primer paso para la realización de mejoras, ya que nos permite decidir objetivamente por cual problema empezar.

No se puede resolver todo a la vez y prevenir su reocurrencia; resolver problema por problema es la solución.

El diagrama de Pareto como herramienta básica para mejorar la calidad fue introducido por el Dr. Kaosu Ishikawa en Japón y por el Dr. Joseph Juran en Estados Unidos.

Como obtener un diagrama de Pareto

1. Clasifique los factores a analizar de acuerdo a su tipo: defectuosos ,fallas , etc. de acuerdo a sus hojas de datos.
2. Construya una tabla como la siguiente:

RÉCORD DE DEFECTUOSOS

* Fecha 1° al 20 de Junio

Número de inspeccionados n=1,200

Defectuosos	<u>N° de defectuosos</u>		Porcentaje defectuoso	Porcentaje de composición
	Individual	Acumulado		
Longitud escasa	130	130	10.83**	46.4 % ***
Espesor inadecuado	70	200	5.8	25.0
Anchura escasa	50	250	4.2	17.9
Grietas en la superficie	20	270	1.6	7.1
Otros	10	280	0.83	3.6
Total	280		23.3	100

* La fecha debe indicar el lapso durante el cual se tomaron los datos; por ejemplo una semana, un mes o un día.

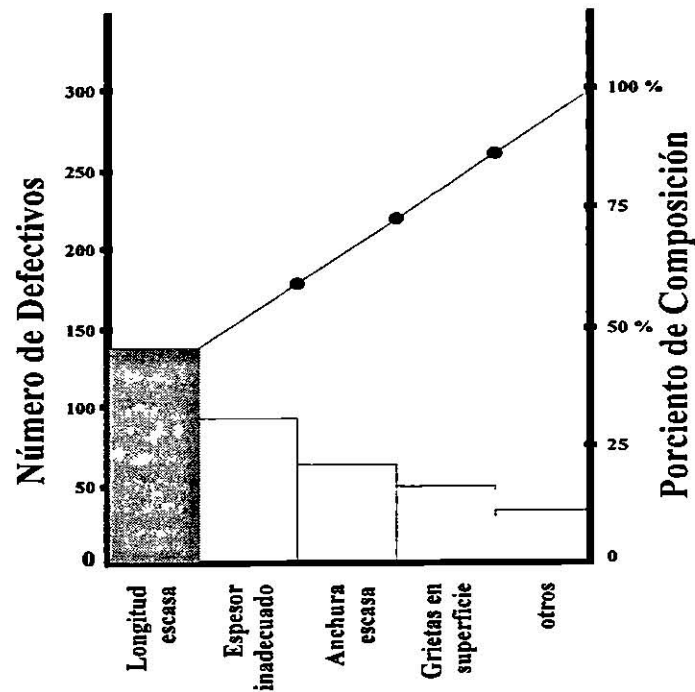
** $130/1200 = 0.1083$

*** $130/280 = 0.464$

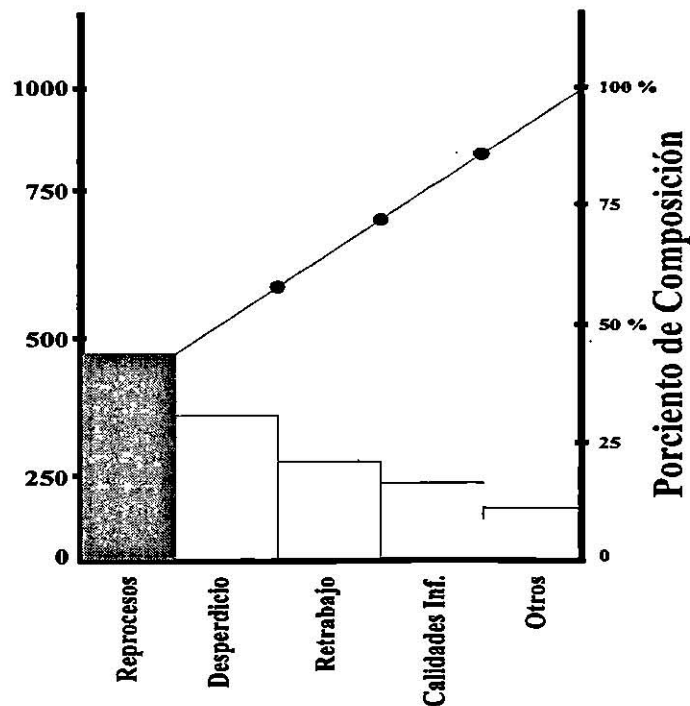
3. Trace los ejes horizontal y vertical. En el horizontal seleccione un intervalo adecuado, para representar los tipos de factores y especifique cuales son.

4. Trace las barras correspondientes a los tipos de factores y ocurrencia.

5. Trace la curva acumulada de ocurrencias y la escala de porcentaje de composición (eje vertical derecho). Divida esta escala en cuatro partes iguales con el fin de ver el efecto de mejora



En la construcción del Diagrama de Pareto, algunas veces es mas conveniente que el eje vertical muestre el costo por falla, con el objetivo de hacerlo mas convincente, por ejemplo:



Usos del Diagrama de Pareto:

1) El diagrama de Pareto es el primer paso para efectuar mejoras.

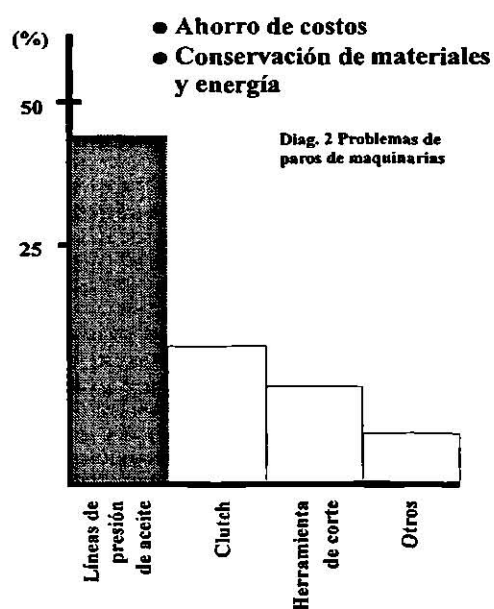
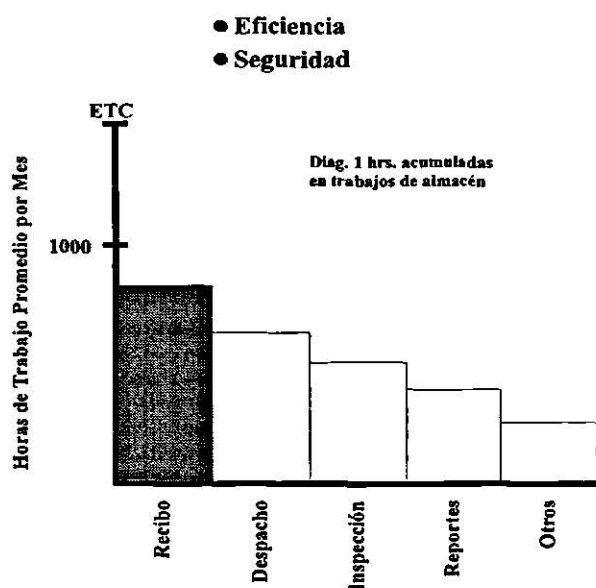
Para la realización de mejoras, los siguientes puntos son los mas importantes:

- a) Que todas las personas involucradas cooperen.
- b) Que su cooperación tenga un fuerte impacto.
- c) Que se seleccione una meta y objetivo concreto.

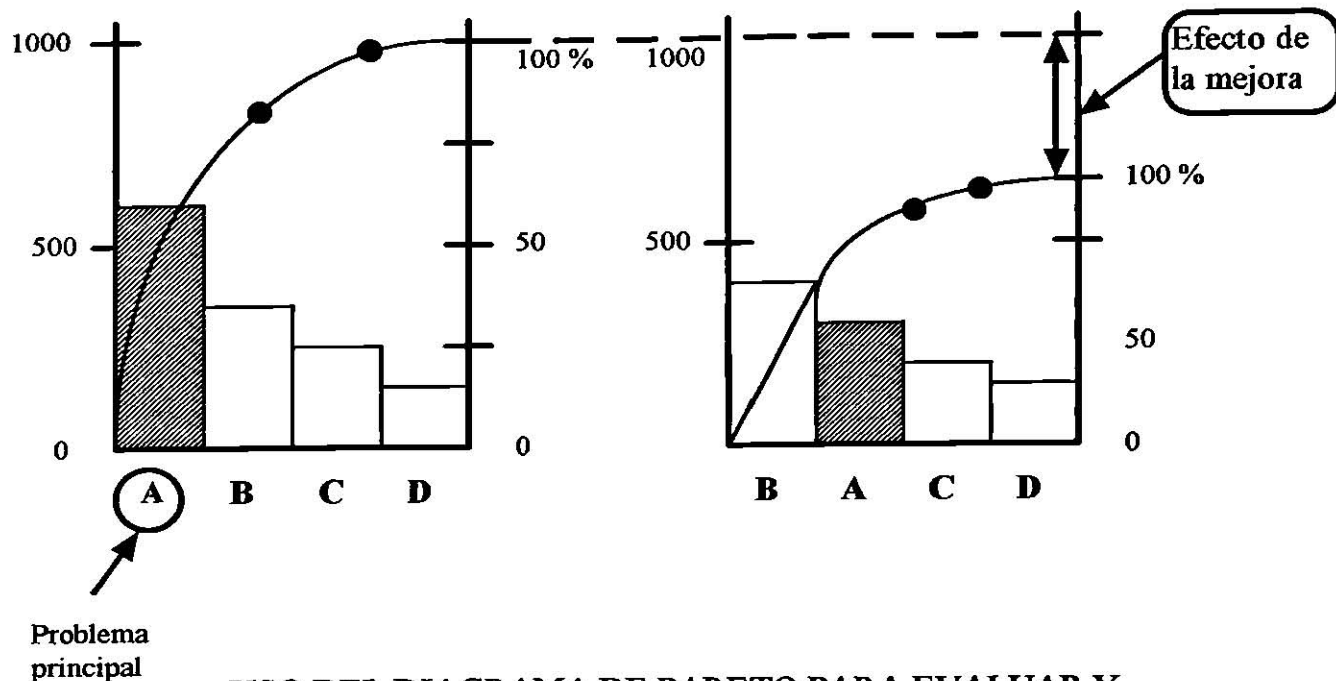
Además, nos ayuda para obtener la cooperación de todos los involucrados, ya que observarlo para determinar fácilmente los problemas mayores.

La experiencia dice que es mas fácil reducir un problema grande a la mitad que eliminar uno pequeño y el efecto de la mejora es mayor.

2) Los diagramas de Pareto pueden utilizarse para la realización de mejoras en todos los aspectos.



3) Los diagramas de Pareto nos sirven para confirmar los efectos de las mejoras realizadas.



USO DEL DIAGRAMA DE PARETO PARA EVALUAR Y CONFIRMAR EFECTOS DE MEJORAS REALIZADAS

Para comparar diagramas de Pareto entre sí, es necesario elaborarlos con el mismo intervalo de tiempo y con la misma cantidad de datos. Si esto no es posible, se deberán utilizar porcentajes en los ejes verticales.

IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS VITALES

1. Obtener los datos.

Determinar el periodo de tiempo para los datos y construya el diagrama.

2. Cambiar el factor tiempo.

Dividir el periodo de tiempo anterior en dos, tres o cuatro subperiodos y construir los Diagramas correspondientes.

3. Analizar el cambio de orden.

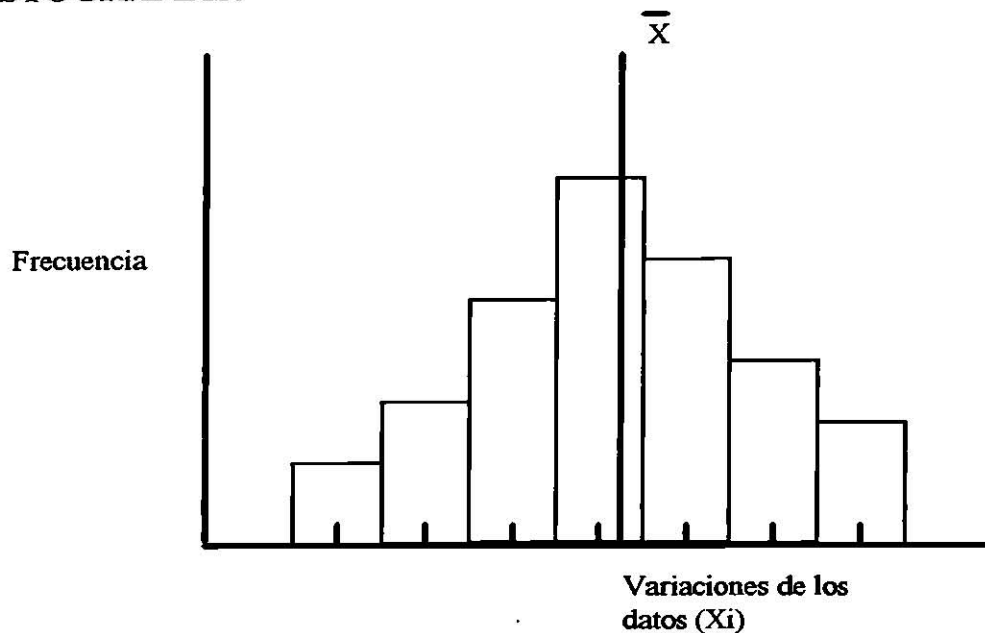
Analizar el cambio de orden de los problemas y determinar si los problemas vitales prevalecen. El diagrama de Pareto concierne a resultados no deseables o desviaciones de objetivos. Es utilizado para encontrar el problema mayor partiendo de identificar previamente los problemas vitales.

Recomendaciones para su uso.

1. Clasificar los datos de diferentes maneras y construya varios tipos de diagramas de Pareto.
2. No es deseable que la barra de "otros" represente un alto porcentaje.

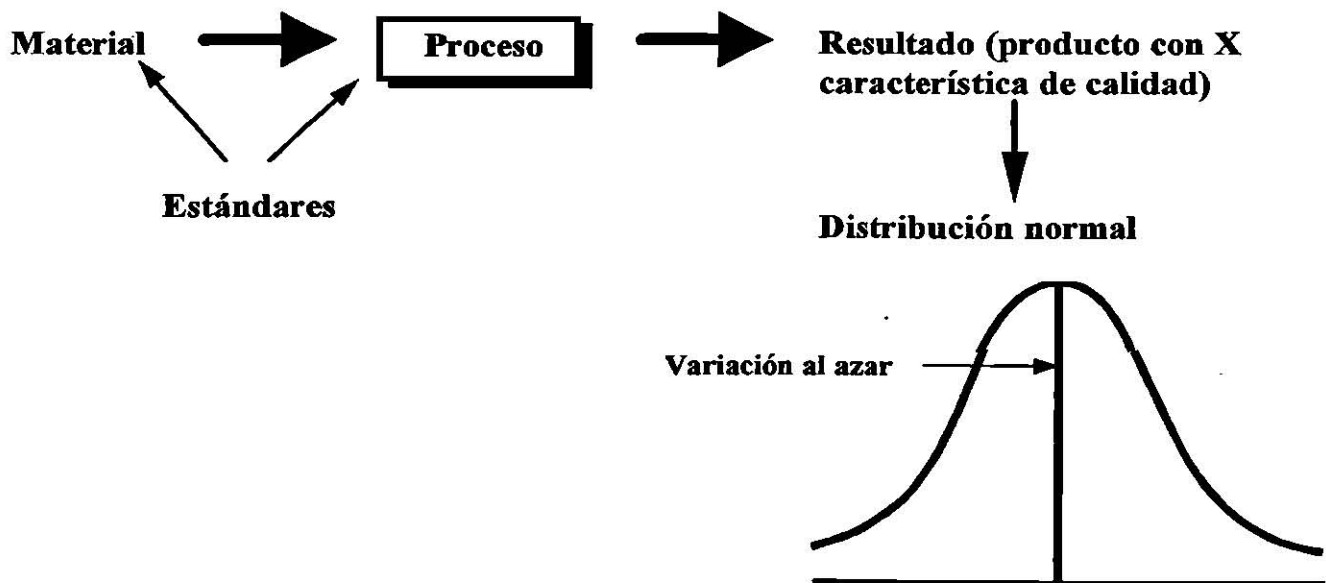
3. Verificar las implicaciones financieras de los problemas, utilizando el eje vertical del diagrama como valor económico.

3. HISTOGRAMAS.



El Histograma es una gráfica de barras que presenta los datos agrupados y ordenados, con el fin de determinar las veces en que ocurren las variaciones de dichos datos.

Mientras que el diagrama de Pareto representa en el eje horizontal datos discretos; el Histograma representa datos continuos, o sea datos que provienen de mediciones. La utilización del Histograma parte del siguiente concepto:



Si el proceso esta bien estandarizado y se trabaja de acuerdo a ellos, o sea, el proceso se opera bajo condiciones normales y control. La variación de su resultado dará (aproximadamente) una distribución normal.

El Histograma se emplea para hacer un diagnostico del proceso, al compararlo con las características de una distribución normal. El Histograma es una gráfica de barras muy simple, y no se requiere de trazar la curva de frecuencia para hacer el análisis correspondiente.

La distribución normal, también conocida como la distribución del azar, tiene la frecuencia mas grande de los datos en medio de la distribución y gradualmente disminuye en ambos lados. Es simétrica y determinada por los parámetros denominados media y desviación estándar.

Como construir un Histograma:

1. Contar el numero de datos (n)

Datos: X1, X2, X3, Xn.

El numero de datos = n (Tamaño de la muestra).

2. Seleccionar el valor máximo (X max) y el valor mínimo (X min.) de todos los datos.

3. Determinar la unidad mínima de los dígitos de los datos (a) . Por ejemplo:

<u>DATOS</u>					<u>a</u>
14.41,	21.52,	18.31,	15.40	 ==>	0.01
19.1,	17.2,	16.3,	17.8	 ==>	0.1
30,	35,	40,	25	 ==>	5
1,100,	1,300,	1,500,	1,800	 ==>	100

4. Contar el numero de tipos posibles de datos entre X max y X min. . (K).

$$K = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{a} + 1$$

5. Determinar el tamaño provisional de las clases del Histograma (c').

$$c' = \left(K / \sqrt{n} \right) a$$

6. Decidir el tamaño de clase para el Histograma (c).

7. Decidir la frontera menor de la clasificación (C1).

$$C1 = X \text{ min.} - a / 2$$

8. Decidir las fronteras de las clases, en forma de tabla de frecuencias :

TABLA DE FRECUENCIAS

Frontera de clase		Valor medio de clase	Frecuencia
Inferior	Superior		
C1 →	C1 + C	C1 + C/2	
C1 + C →	C1 + 2C	C1 + 3C/2	
C1 + 2C →	C1 + 3C	C1 + 5C/2	

9. Decidir la medida representativa del eje vertical.

Puede ser de dos formas:

- Frecuencia (es el conteo de datos de cada clase) .
- Porcentaje (es el conteo de datos en cada clase respecto al numero total de datos).

10. Dibujar el Histograma y además :

- Anotar su título y todos los detalles posibles.
- Describir la unidad de medición de los ejes horizontal y vertical.
- Escribir el valor de X (promedio de los datos) y el de S (desviación estándar).
Dibujar la línea que represente X.
- Dibujar, si existen, los limites de especificación o los limites de tolerancia.

Como calcular el promedio y la desviación estándar de los datos.

A) Utilizando las fórmulas correspondientes :

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

B) Considerando la agrupación de los datos. Este procedimiento parte de utilizar la tabla de frecuencias para construir el Histograma, siguiendo los siguientes pasos:

1. Determinar el valor X representativo que reemplazara el valor medio de la clase, asignando un 0 a la clase con mayor frecuencia y escribiendo a partir de este valor hacia abajo: 1, 2, 3, y hacia arriba: -1, -2, -3, ..

2. Calcule el producto Xf , donde X son los valores determinados representativos para las clases en el paso anterior y f es la frecuencia correspondiente a cada clase.

3. Calcule: $\sum Xf$, el cual es igual a: $(\sum X) (Xf)$.

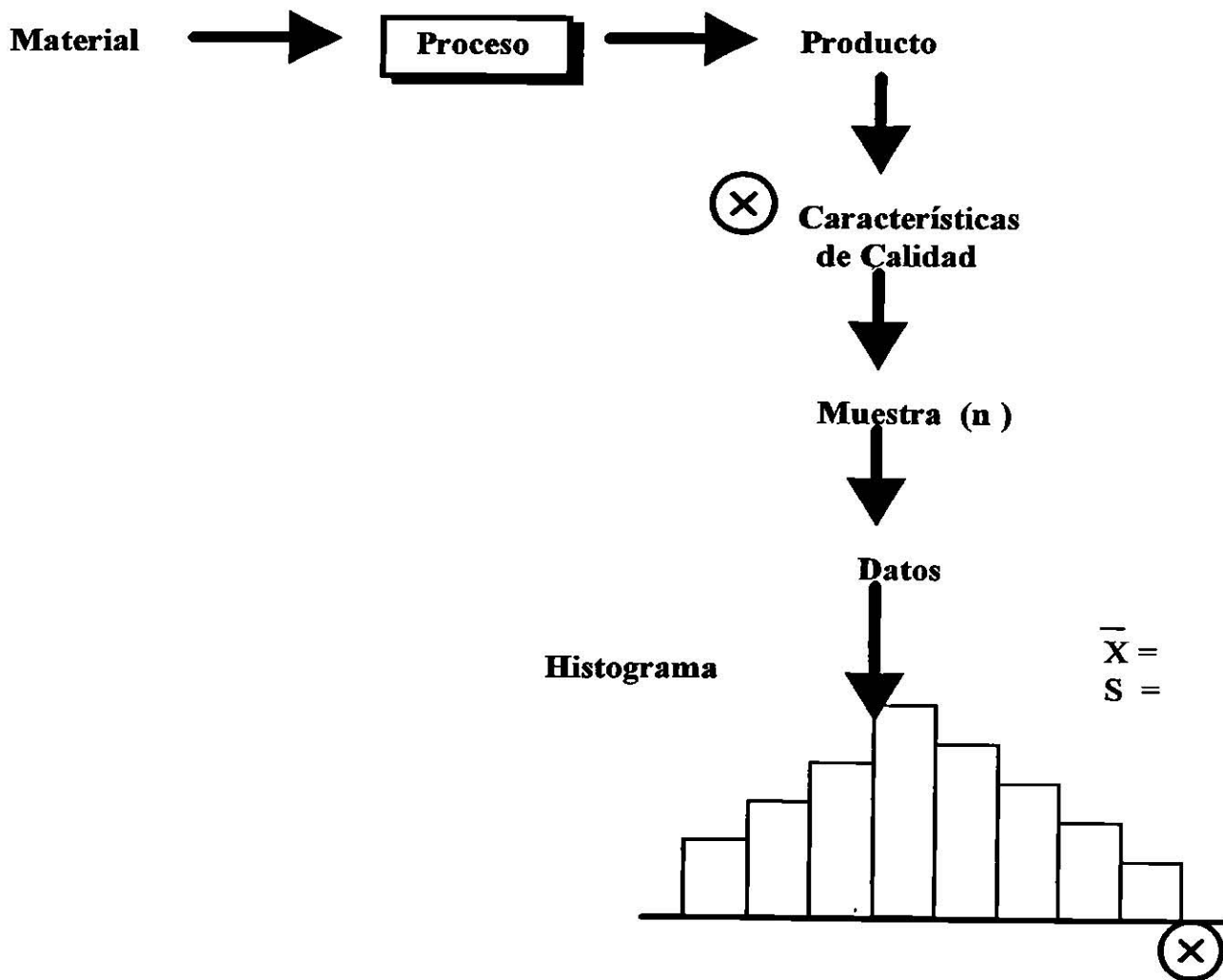
4. Calcule las sumas de: f, $\sum Xf$ y $\sum X^2f$, respectivamente.

5. Calcule la media de la muestra y la desviación estándar de la muestra:

$$\bar{X} = X_o + (\sum Xf/n) (C)$$

$$S = C \sqrt{\left[\sum X^2f - \frac{(\sum Xf)^2}{n} \right] / (n - 1)}$$

El Histograma revela información valiosa respecto al proceso de producción, tal como la estabilidad del proceso, así como el cumplimiento de las especificaciones definidas para el producto final.

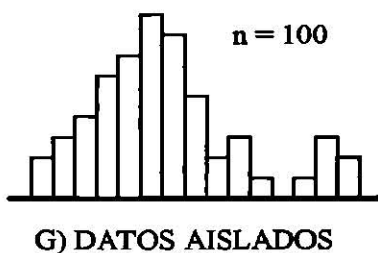
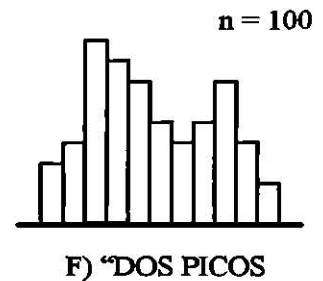
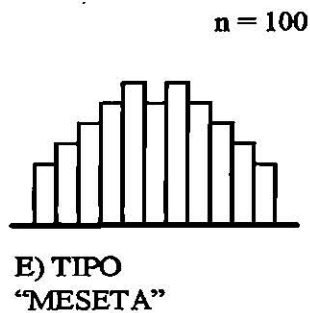
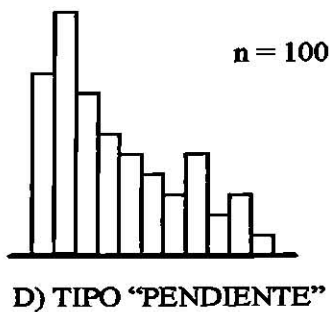
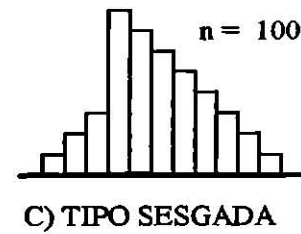
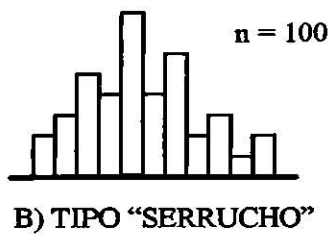
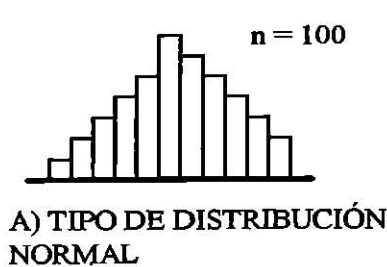


Analizando la forma del Histograma se puede establecer, si es aproximadamente parecida a una distribución normal; analizando la dispersión (s), podemos comparar la variación natural del proceso (6 s), con las especificaciones, etc.).

Usos del Histograma

1) Conocer la forma, localización y dispersión de la distribución del proceso (población).

A continuación mostraremos posibles formas de histogramas, como patrones comunes y su justificación:



A) Tipo de distribución normal.

El Histograma de una muestra formada de un proceso aleatorio bien controlado, siempre se mostrara esta forma si la muestra proviene de una población grande o indeterminada. Esta distribución también se conoce como la distribución del error.

B) Tipo serrucho.

Tendremos esta forma cuando el tamaño de la clase del Histograma (c), no ha sido establecida como el numero entero de veces la unidad mínima de los dígitos de los datos (a).

C) Tipo sesgada.

Estos histogramas se observan en casos de defectos o fallas, puesto que son muestras que provienen de una población con distribución sesgada, o sea, un tipo de distribución binomial o Poisson.

D) Tipo pendiente.

Si existe un solo limite de especificación, los datos obtenidos nos darán esta forma de Histograma, debido a la preparación y ajuste del proceso.

E) Tipo meseta.

Este es un caso en el que los datos provienen de varias poblaciones con distribución normal y fueron mezclados.

F) Dos picos.

Aquí se trata de datos de muestras de dos poblaciones con distribución normal.

G) Datos aislados.

Este tipo de Histograma se da debido a errores en mediciones o en la toma de la muestra.

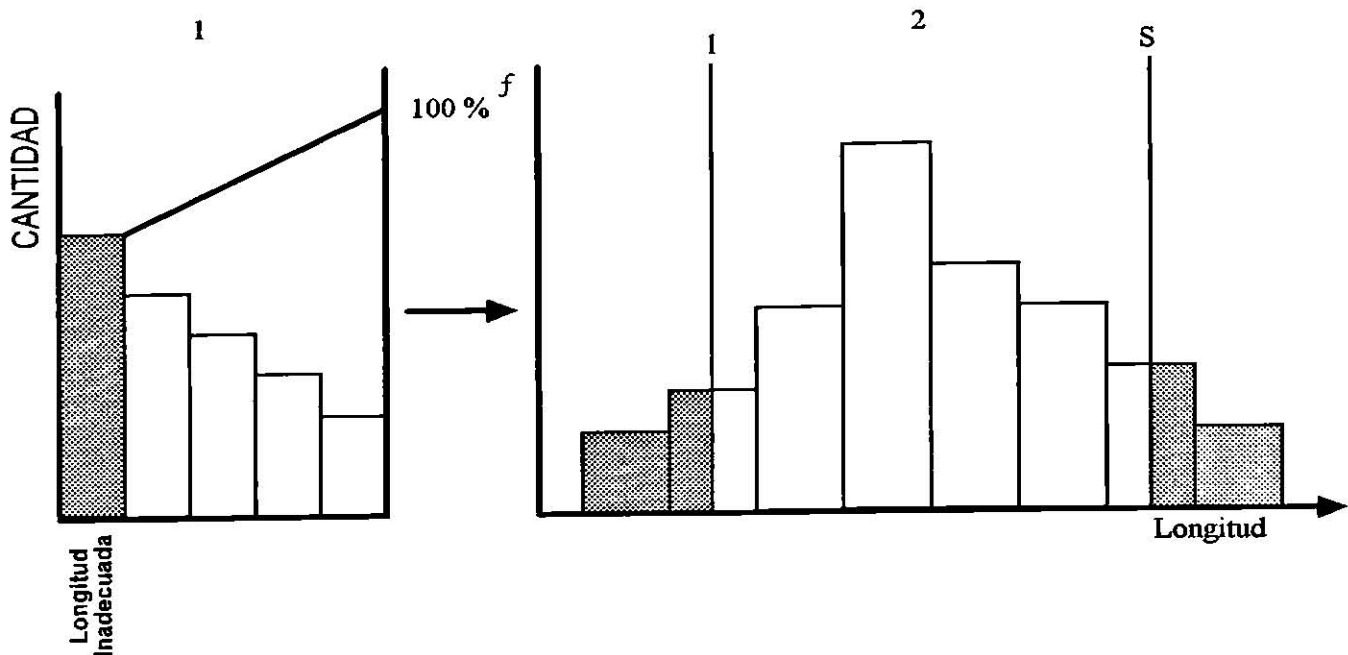
2) Conocer la relación entre los limites de especificación y la distribución del proceso.

3) Confirmar los efectos de las mejoras realizadas en el proceso.

En resumen, un Histograma revela problemas en un proceso, principalmente cuando:

- a) La forma de la distribución esta distorsionada.
- b) Hay producción fuera de especificaciones.
- c) Existe sesgo respecto a la media, o sea la media de la muestra no esta en el centro de la especificación.

Relación entre el diagrama de Pareto y el Histograma.



Un problema puede ser detectado inicialmente con un Histograma, o con un diagrama de Pareto primero y después analizado en un Histograma.

Recomendaciones para su uso.

1. Utilizar la unidad mínima de los dígitos de los datos en la construcción.
2. Compare el Histograma con los límites de especificación.
3. Estratificar los histogramas cuando los datos provienen de dos o mas subpoblaciones.

4. Diagrama de Causa y Efecto

El diagrama de causa y efecto es una herramienta que divide las causas que originan o influyen en cierto problema o característica de calidad.

Un problema es un resultado no deseable, una característica de calidad es un atributo o cualidad como resultado deseable que un producto o servicio debe reunir.

Problema = resultado real (no deseable)

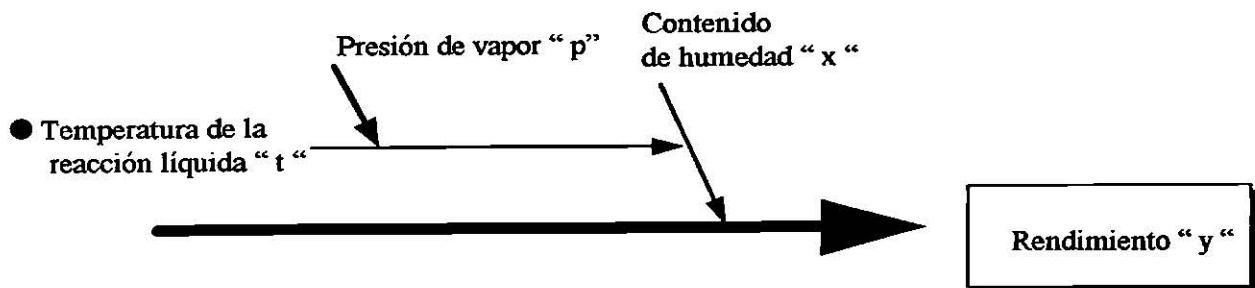
Característica de calidad = Resultado esperado (deseable)

El diagrama de causa y efecto juega un papel muy importante para organizar datos verbales (información verbal), para analizar problemas reales o potenciales (características de calidad) con el fin de identificar, analizar y seleccionar sus causas y tomar las acciones necesarias.

Resolver un problema = Mejora
Prevenir un problema = Control

Este diagrama fue desarrollado por el Dr. Kaoru Ishikawa en la Universidad de Tokio, Japón, en 1953 y desde entonces ha contribuido en la solución de problemas de calidad al mejorar los procesos de producción.

El diagrama muestra las relaciones entre la característica de calidad (efecto) y sus causas por medio de flechas, como se muestra a continuación.



- 1) El rendimiento "y" es afectado por el contenido de humedad "x" .
- 2) El contenido "x" es afectado por la temperatura de la reacción líquida "t".
- 3) La temperatura "t" es afectada por la presión de vapor "p".

De esta manera se facilita lograr el control del proceso y su mejoramiento, ya que es posible identificar sus verdaderas causas y sus relaciones.

Como construir un diagrama de causa y efecto

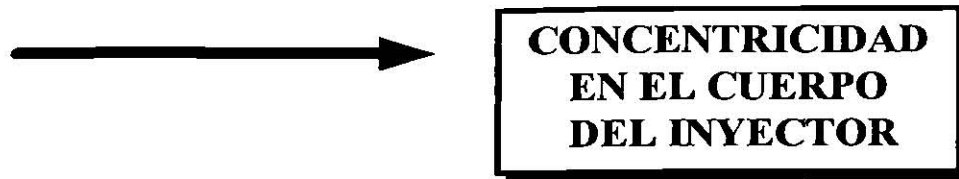
Paso 1: Decidir la característica de calidad o problema a analizar .

Paso 2: Elaborar una lista de todos los factores, que tienen influencia sobre la característica de calidad.

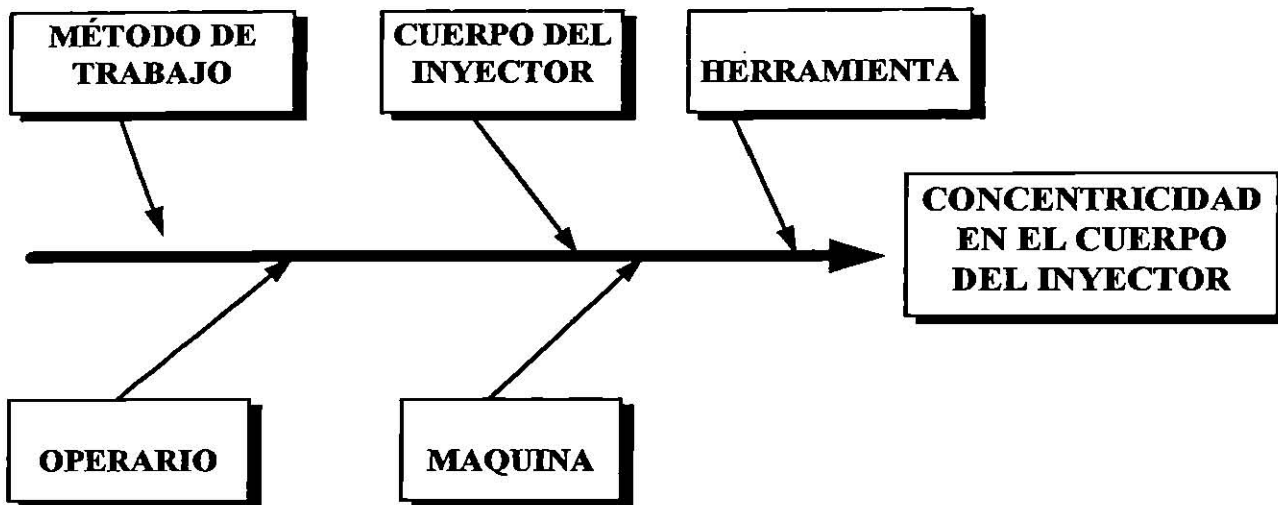
Los factores son elementos de producción y sus variaciones originan problemas en los procesos productivos.

Paso 3: Determine que factores dan lugar a otros y cual es su relación entre ellos.

Paso 4. Escriba la característica de calidad al final de una flecha dibujada como base del diagrama (como por ejemplo):



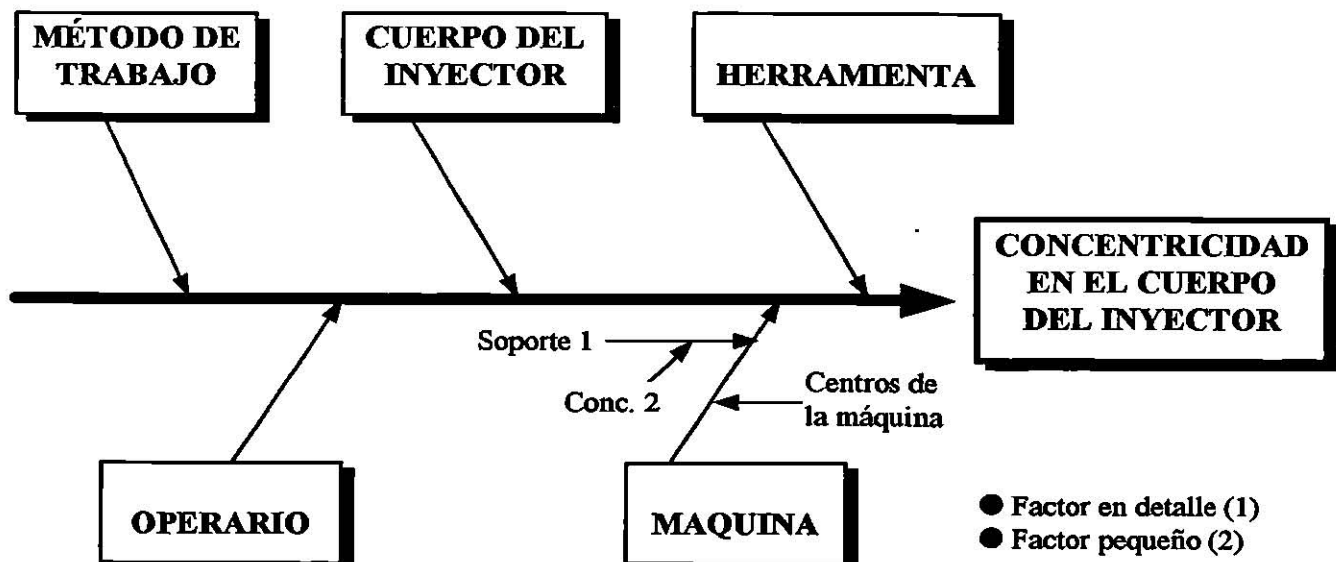
Paso 5. Anote los factores que afectan o determinan esta característica.



En este ejemplo se utilizaron las 4 "emes".

Método= método de trabajo; mano de obra = operario; materiales = cuerpo del inyector; maquinaria y equipo = maquina.

Paso 6. Apunte sobre las ramas de los factores principales los factores en detalle que causan o influyen en los principales.



Paso 7. Después de terminar el paso anterior, o sea cuando el diagrama muestre todos los factores que afectan a la característica de calidad, anote los factores suplementarios (detalles pequeños) que causan dicha desviación o problema.

Paso 8. Identifique las causas que influyen en la característica de calidad (o problema) y seleccione las mas probables encerrándolas en el diagrama.

Es muy importante diferenciar entre **FACTORES Y CAUSAS**. Un factor, como mencionamos anteriormente, son elementos reales de producción (no supuestos):

Factores = Maquina; centros de maquina;
temperatura.

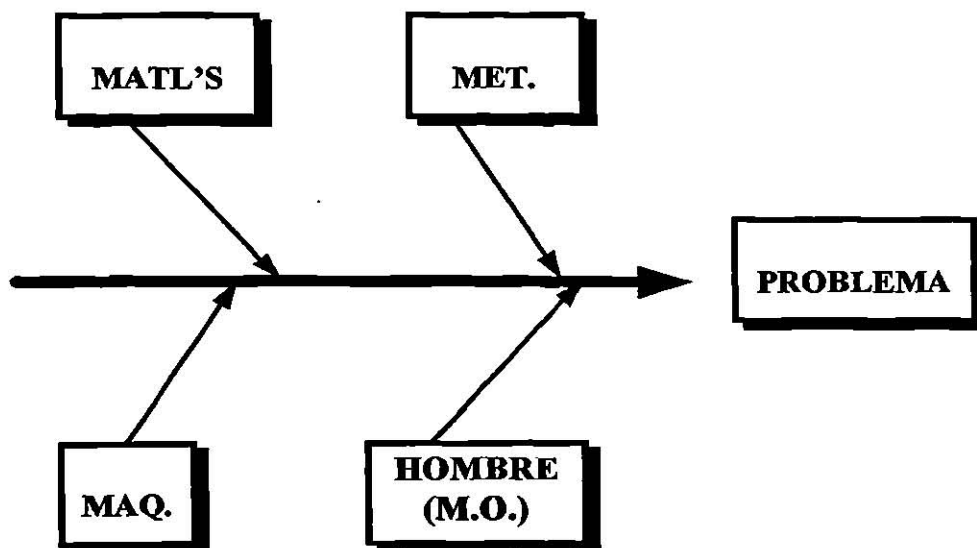
Las causas, son el como los factores (sus variaciones) pueden ser el origen del problema:

Causas: Maquina desajustada; centros de la maquina desgastados; temperatura baja (temperatura alta no puede ser causa).

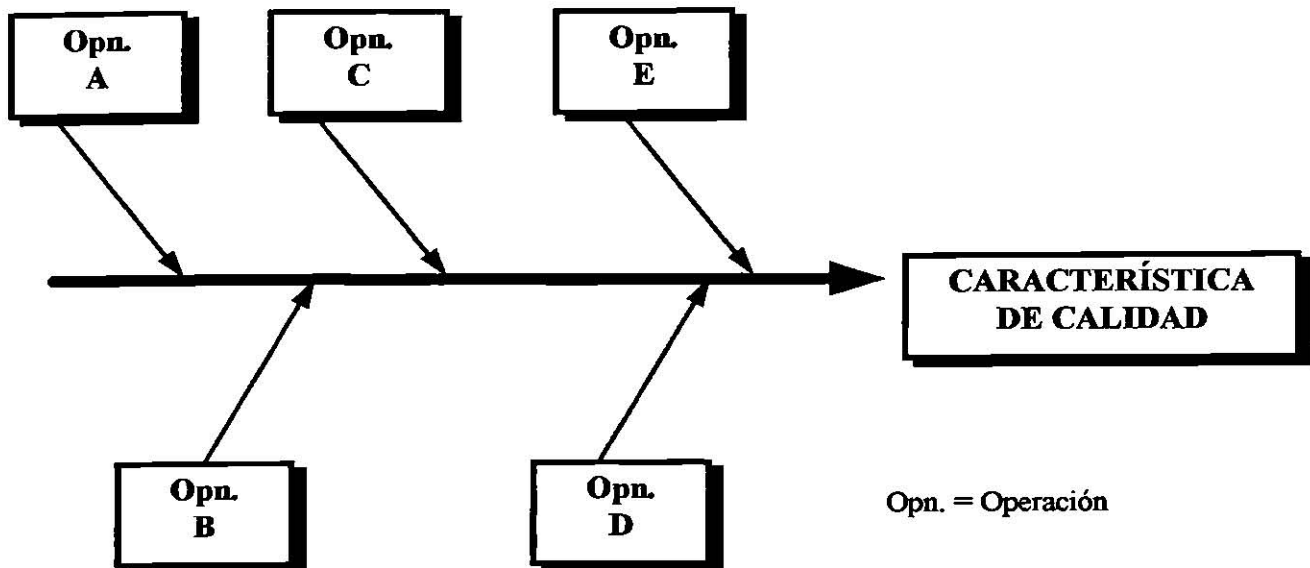
Un factor puede ser causa de varias formas, por eso es importante identificarlos primero y luego determinar como pueden ser causa, para no limitar la información.

Métodos para elaborar un diagrama de causa y efecto.

1. Considerando las partes de un proceso 4 "emes".



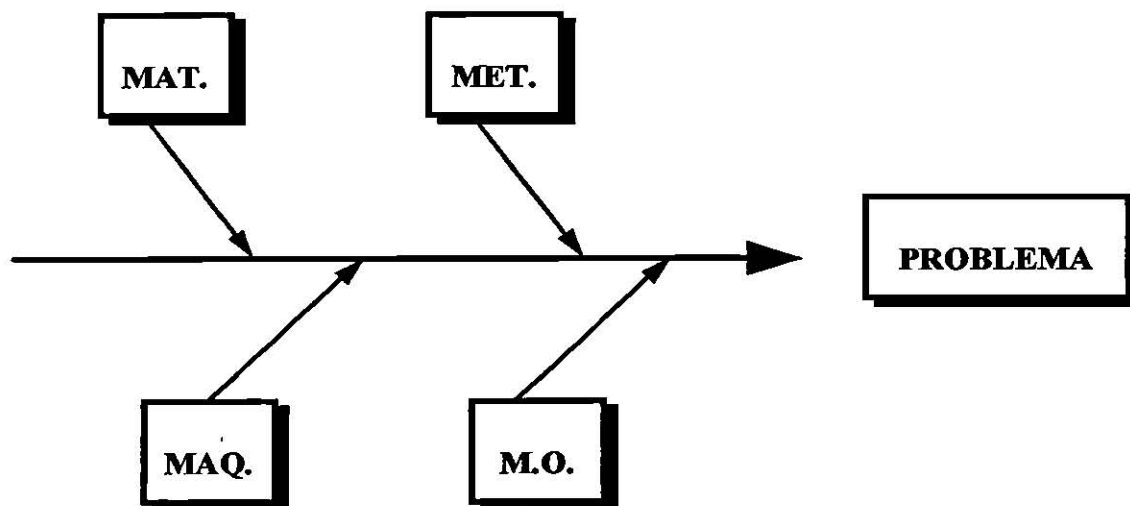
2. Fases del proceso.



Usos del diagrama de causa y efecto.

1. Para mejorar la calidad.

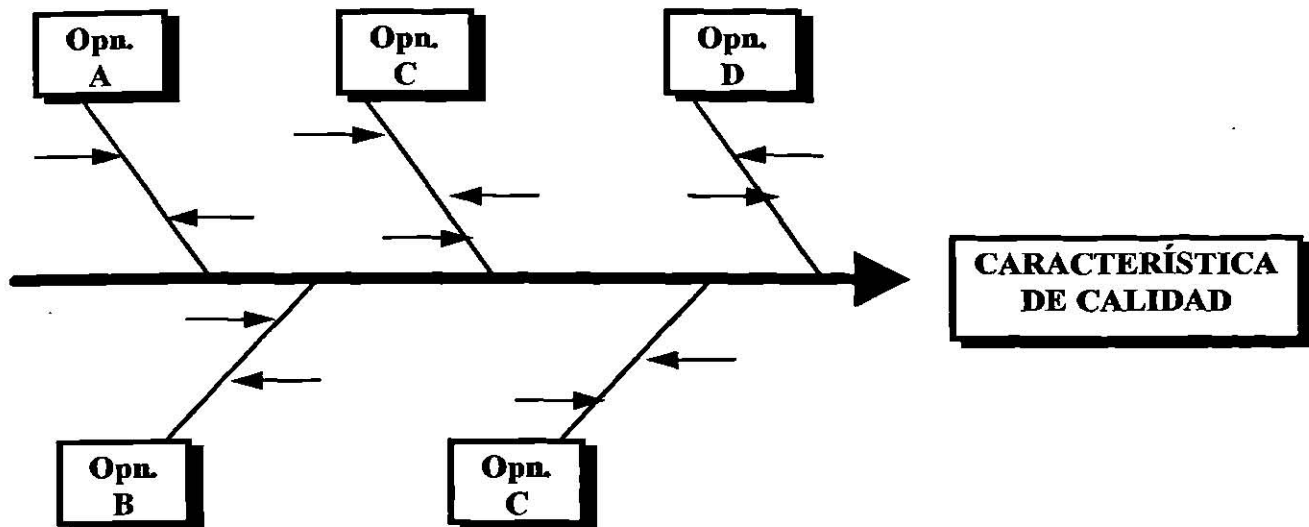
Generalmente se elabora el diagrama de causa y efecto en base al método de las 4 "emes".



El diagrama se emplea para identificar, analizar y seleccionar las causas mas probables de un problema, para posteriormente confirmarlas y establecer la acción correctiva necesaria que prevenga la reocurrencia del problema.

2. Para control del proceso.

Generalmente se elabora un diagrama considerando las fases del proceso, para permitir definir factores vitales para controlar el proceso.

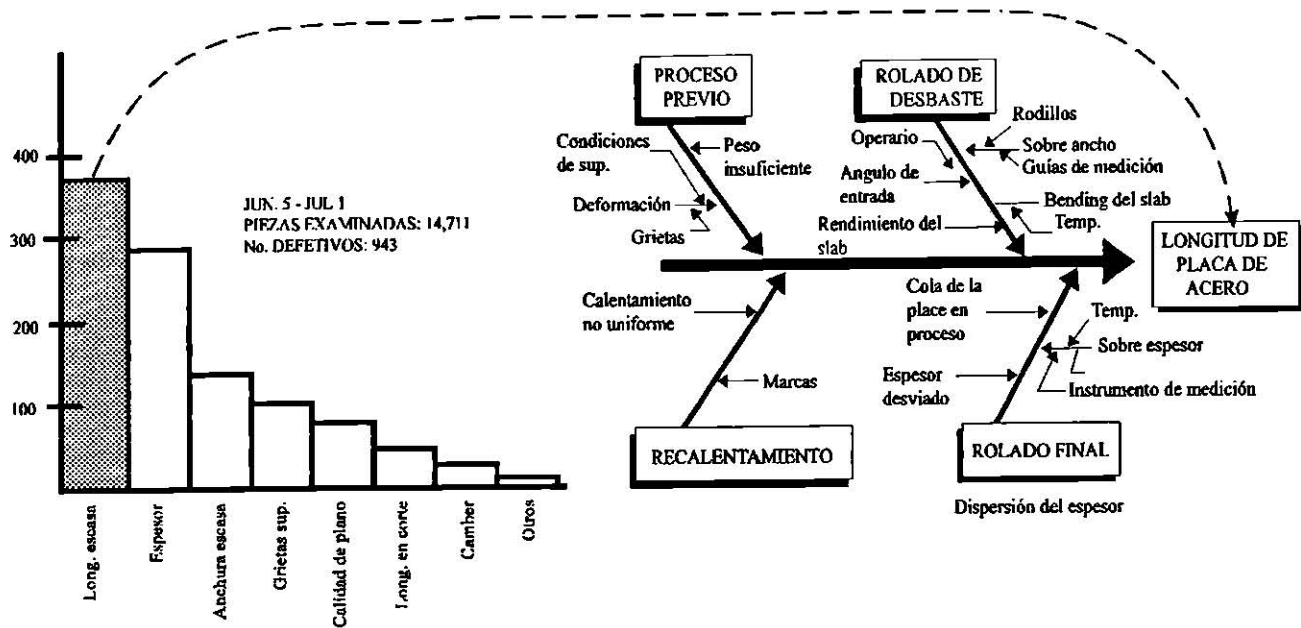


Factores vitales = Causas potenciales de anomalías en el proceso

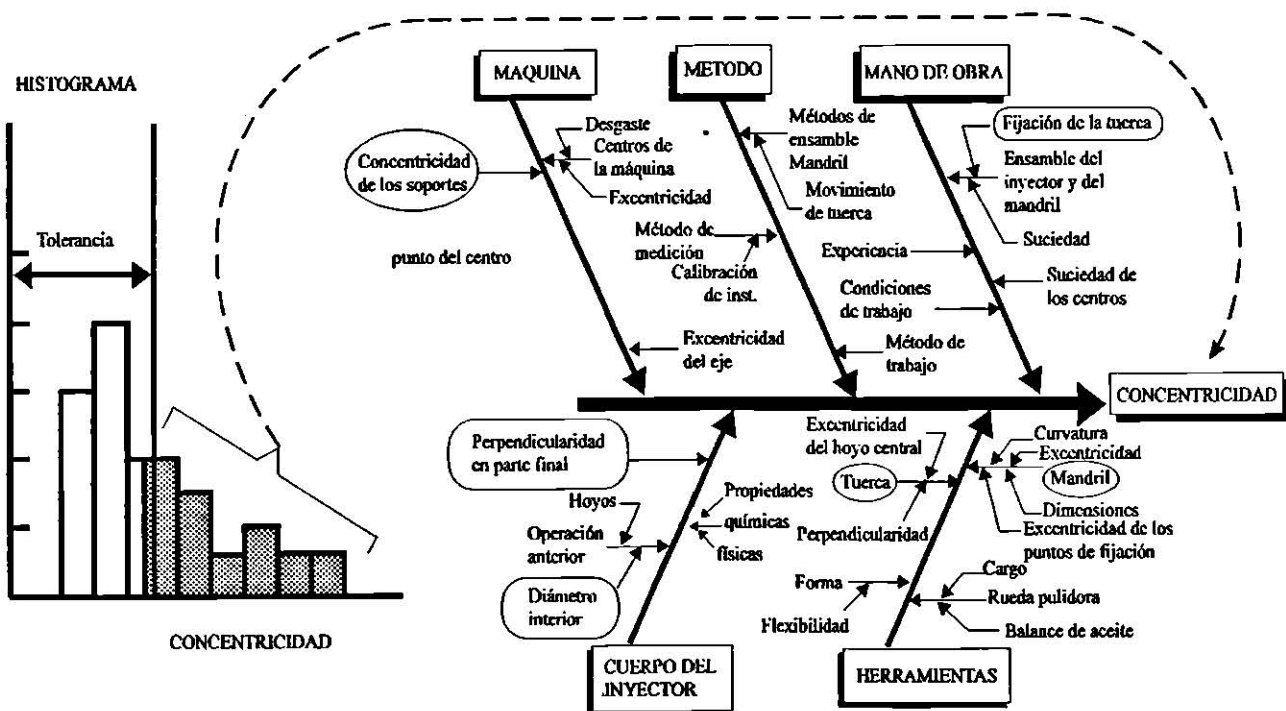
Para prevenir un problema es necesario controlar sus causas potenciales

3. Para capacitación del personal.

RELACION ENTRE EL DIAGRAMA DE PARETO Y EL DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO



RELACION ENTRE EL HISTOGRAMA Y EL DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO



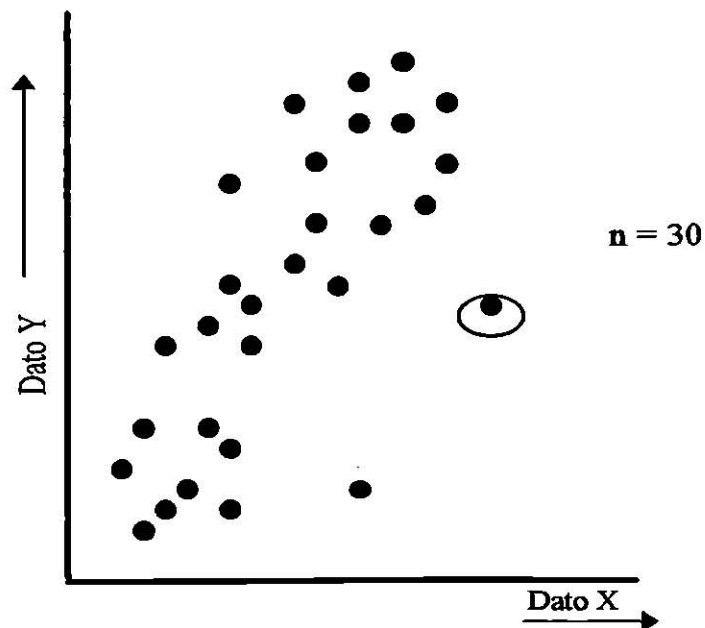
Recomendaciones para su uso.

1. Identificar todos los factores relevantes, a través de discutir y analizar el problema con mucha gente.
2. Expresar la característica de calidad lo más concreto posible.
3. Elaborar un diagrama de causa y efecto para cada característica de calidad.
4. Escoger características de calidad y factores medibles.

* Es necesario confirmar estadísticamente las causas.

* Si no es medible, trate de medir o utilice características de calidad substitutas.

5. Diagrama de Dispersión



El diagrama de dispersión es una gráfica de puntos que muestran la relación entre un par de datos dibujados en un par de ejes en el que es fácilmente observar la relación entre dos tipos de datos continuos y sus motivos mas comunes:

1. La relación entre una causa y un efecto.
2. La relación entre una causa y otra causa.
3. La relación entre un efecto y otro efecto.

Como elaborar un diagrama de dispersión.

1. Diseñe una forma (hoja de datos) para coleccionar datos, por ejemplo:

HOJA DE DATOS

MUESTRA NUMERO	CONTENIDO DE HUMEDAD MATERIA PRIMA X (%)	CONTENIDO DE HUMEDAD PRODUCTO Y (%)	MUESTRA NUMERO	CONTENIDO DE HUMEDAD MATERIA PRIMA X (%)	CONTENIDO DE HUMEDAD PRODUCTO Y (%)
1	2.45	1.55	26	2.15	1.20
2	2.20	1.55	27	2.70	1.40
3	2.90	1.90	28	2.60	1.95
4	2.65	1.70	29	2.50	1.50
5	2.30	1.50	30	2.50	1.90
6	2.65	1.55			
7	2.80	1			

2. Tome muestras de pares de datos y registre en la hoja.
3. Trace los ejes horizontal y vertical. Indique lo que representa cada eje. Divida cada eje en intervalos adecuados.
4. Prosiga a graficar los puntos; si los valores de los datos son repetidos y dan uno ya graficado, trace un circulo sobre el punto para representar que esta repetido.
5. Si en el conjunto de datos observa que hay muchos datos del mismo valor, haga uso del procedimiento para hacer un histograma y construya una tabla de frecuencias con índices vertical y horizontal. Esto es otro tipo de diagrama de dispersión, llamado "tabla de dispersión".

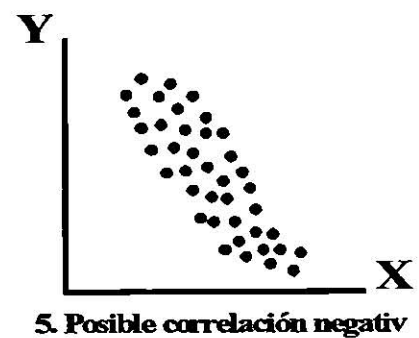
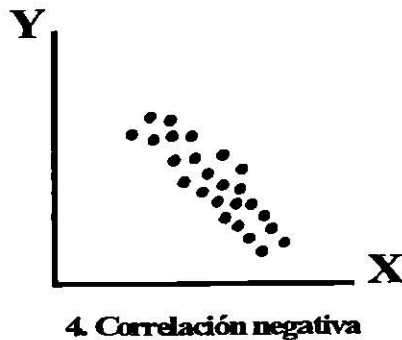
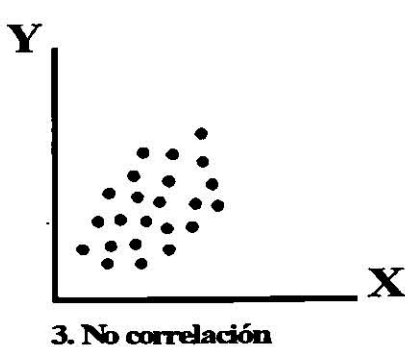
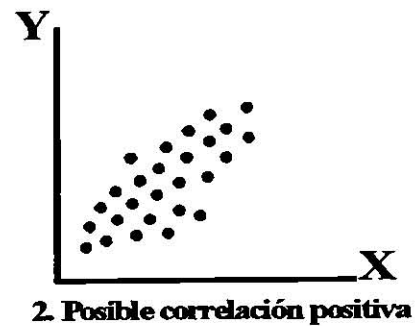
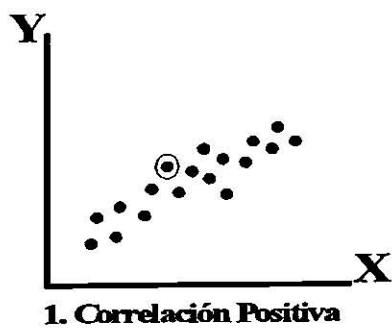
Anteponer la lógica para decidir que datos obtener y analizar su relación y dependencia, es esencial para aceptar la conclusión estadística.

Como probar si existe correlación.

Esto se puede hacer por medio de los siguientes métodos:

a) Comparación con patrones comunes.

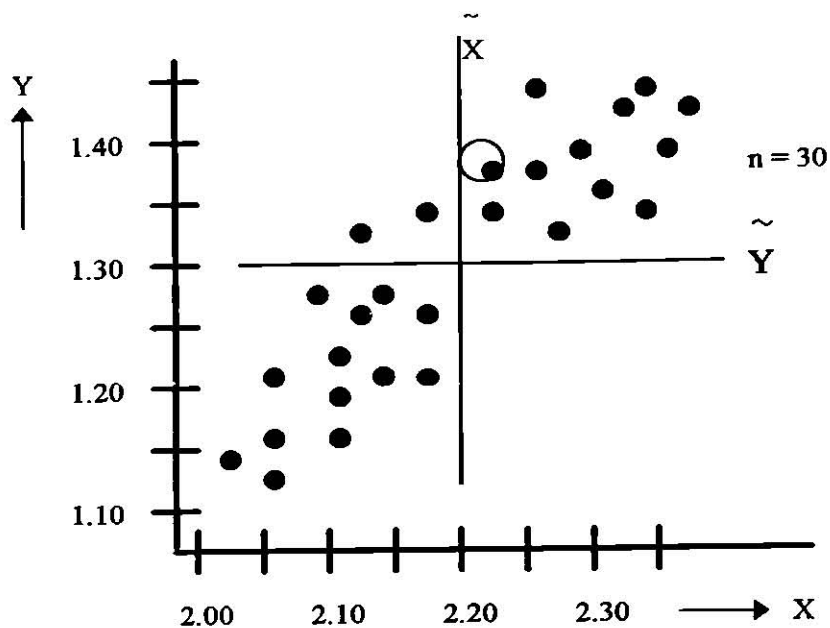
Este método consiste simplemente en comparar el diagrama de dispersión resultante versus (vs) estos patrones y concluir si hay o no correlación y de que tipo es, positiva o negativa.



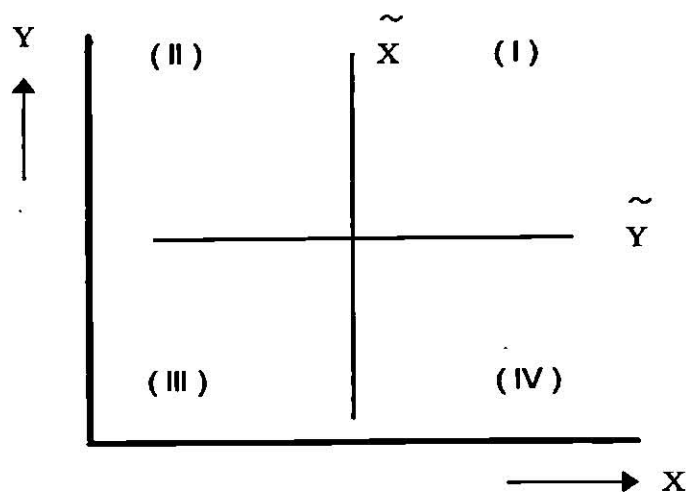
b) Método de la mediana.

Procedimiento:

1. Dibuje las líneas mediana para la X y para Y, lo cual se logra dividiendo la cantidad de puntos en dos partes iguales .



2. Identifique las cuatro áreas resultantes después de trazar las líneas medianas. Márquelas con I, II, III y IV.



3. Cuente los puntos de cada área.

4. Calcule el numero de puntos en las areas (I)+ (III) y (II) + (IV), de acuerdo al paso anterior.

Si (I) + (III) es mayor que (II) + (IV) y si hay correlación, esta será positiva. De otra forma será negativa ($II + IV > I + III$).

5. Establezca el "numero limite de puntos", mayor y menor, de acuerdo con la tabla siguiente:

n	Límite Inf.	Sup.	n	Límite Inf.	Sup.	n	Límite Inf.	Sup.
1			31	9	22	61	22	39
2			32	9	23	62	22	40
3			33	10	23	63	23	40
4			34	10	24	64	23	41
5		5	35	11	24	65	24	41
6	0	6	36	11	25	66	24	42
7	0	7	37	12	25	67	25	42
8	0	8	38	12	26	68	25	43
9	1	8	39	12	27	69	25	44
10	1	9	40	13	27	70	26	44
11	1	10	41	13	28	71	26	45
12	2	10	42	14	28	72	27	45
13	2	11	43	14	29	73	27	46
14	2	12	44	15	29	74	28	46
15	3	12	45	15	30	75	28	47
16	3	13	46	15	31	76	28	48
17	4	13	47	16	31	77	29	48
18	4	14	48	16	32	78	29	49
19	4	15	49	17	32	79	30	49
20	5	15	50	17	33	80	30	50
21	5	16	51	18	33	81	31	50
22	5	17	52	18	34	82	31	51
23	6	17	53	18	35	83	32	51
24	6	18	54	19	35	84	32	52
25	7	18	55	19	36	85	32	53
26	7	19	56	20	36	86	33	53
27	7	20	57	20	37	87	33	54
28	8	20	58	21	37	88	34	54
29	8	21	59	21	38	89	34	55
30	9	21	60	21	39	90	35	55

Compare los puntos de la área que sea menor con el límite inferior y el total de puntos del área que sea mayor con el límite superior. Si el total de puntos en el total mayor es mayor que el límite superior o si el total de puntos en el total menor es menor que el límite inferior, la correlación existe. También en el caso de que ambos totales de puntos sean iguales a los límites, existe la correlación.

c) Cálculo del coeficiente de correlación.

Es una herramienta de mucha utilidad, mediante el es muy fácil probar y estimar valores discretos, tales como el número de defectivos o la fracción defectiva y también se usa para probar y estimar la correlación y otras pruebas estadísticas.

Naturaleza y usos.

Algunos de los usos mas comunes que se le da al papel de probabilidad binomial son:

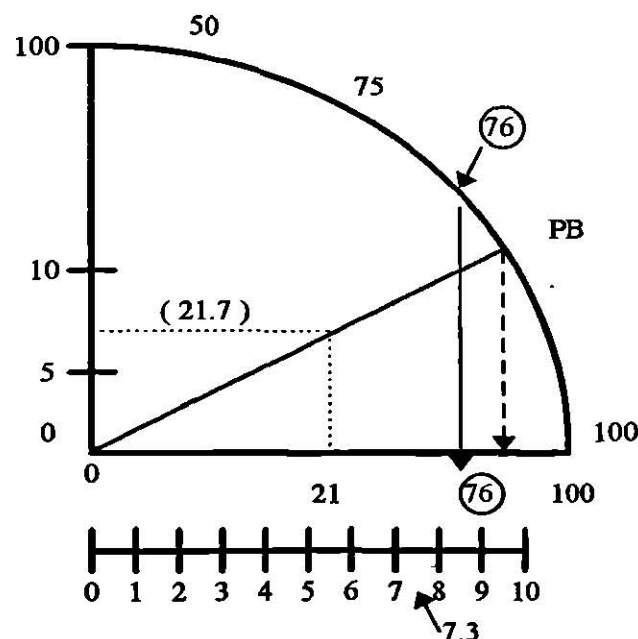
- * Prueba para fracción defectiva de una población.
- * Prueba para correlación-estimación del coeficiente de correlación.
- * Comparación de dos grupos de datos apareados.
- * Tablas de contingencia.

Procedimiento para estimar el coeficiente de correlación.

1. Dibuje las líneas medianas sobre el diagrama de dispersión e identifique las cuatro áreas: I, II, III y IV de acuerdo con el procedimiento presentado en el método de la mediana.

2. Cuente los puntos para cada área correspondiente y determine $N(+)$ y $N(-)$.

3. Sobre el papel de probabilidad binomial grafique el punto $(N+)$, $N(-)$. Por ejemplo:



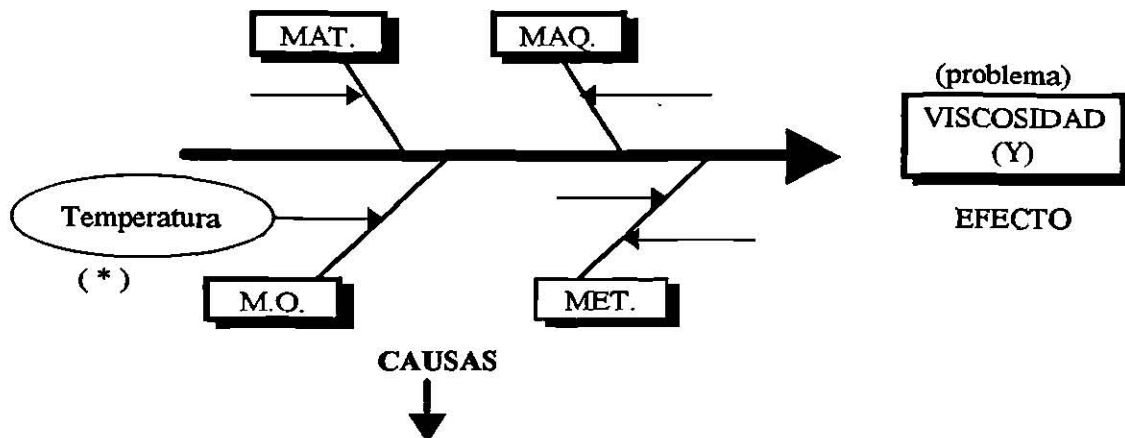
4. Trace una línea recta que pase por el origen y por el punto de estudio : N(+), N(-), hasta que cruce el cuarto de círculo. Ese punto se llama "punto base" (PB). Baje una línea continua de ese punto al eje horizontal y encierre el valor que corresponda en un círculo; en este caso es 76 el valor que corresponde al punto base. Localice este valor en la escala del cuarto del círculo y también encierre el valor en un círculo. A partir de este punto baje una línea continua hasta la escala en cm. Esta escala nos da diez veces el coeficiente de correlación; en este caso, 7.3 . Entonces tenemos que el coeficiente de correlación es: $r = 0.73$.

Usos del diagrama de dispersión.

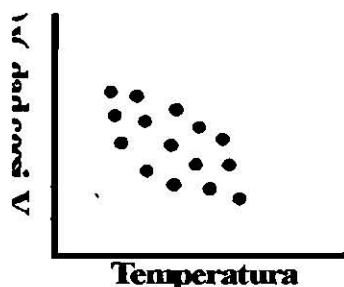
- A) Para confirmar causas empleando datos que provienen de mediciones.
- B) Para estandarizar factores (variables) vitales a controlar en un proceso, para su estabilización o para asegurar la calidad del producto.
- C) Para determinar la correlación entre dos problemas (efectos) y poder así seleccionar el mas factible de resolver.

Relación entre el diagrama de causa y efecto y el diagrama de dispersión.

1. Primero, seleccionar la causa probable del problema.



2. Segundo, confirmarla.



En este caso
X aumenta
y disminuye

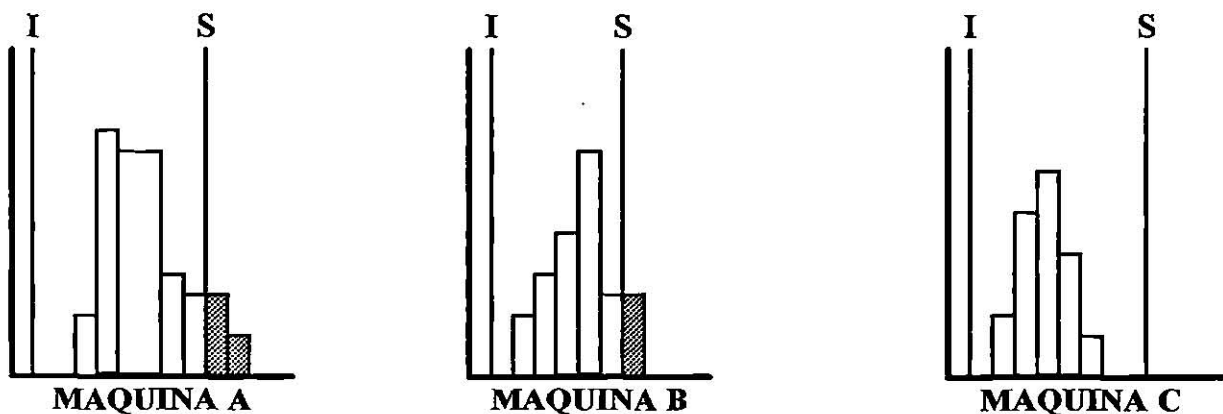
Nota: Cuando ambos, la causa y efecto son datos medibles (tipo) continuo, se debe emplear el diagrama de dispersión para confirmar la causa.

6. Estratificación

La estratificación es la clasificación de factores en una serie de grupos con características similares, con el propósito de comprender mejor la situación y encontrar la causa de los problemas mas fácilmente.

Esta herramienta se emplea para clasificar datos discretos con el objeto de analizar la causa elegida (en el diagrama de causa y efecto) y confirman su efecto sobre la característica de calidad a mejorar o problema a resolver.

La estratificación también se puede usar en histogramas, diagramas de dispersión, gráficas de control, etc., como se ilustra en los siguientes histogramas:

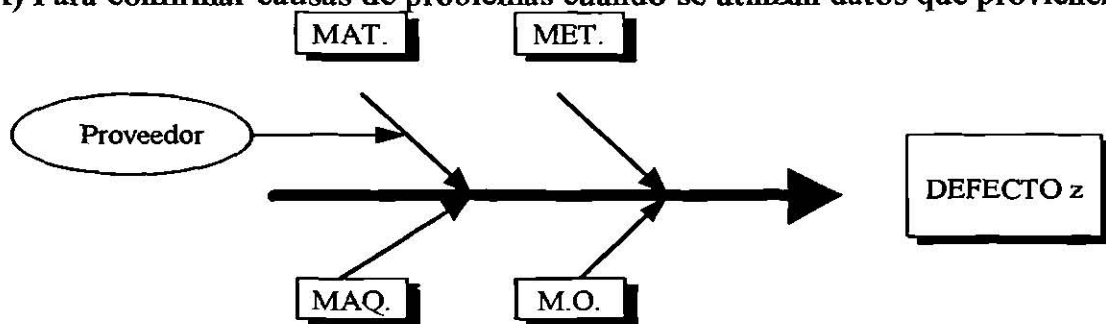


Como estratificar.

- Paso 1.** Determine los factores a estratificar y aclare la razón de ello. Los factores generalmente se refieren a las 4 m's.
- Paso 2.** Clarifique estos factores en grupos individuales de tal manera que permitan definirlos mejor.
- Paso 3.** Diseñe una hoja de datos para obtener la información; la hoja debe contener la clasificación decidida para los grupos individuales.
- Paso 4.** Obtenga, analice los datos y haga los cálculos necesarios para evaluar los grupos individuales entre si; establezca conclusiones.

Usos de la estratificación.

A) Para confirmar causas de problemas cuando se utilizan datos que provienen de conteos.



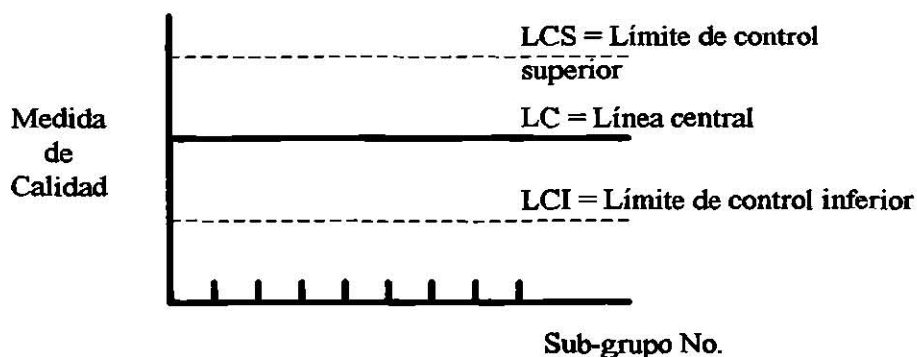
CONFIRMACIÓN DE LA CAUSA

Tipo de proveedor	Defecto z (resultados)
x	---
y	---
z	---

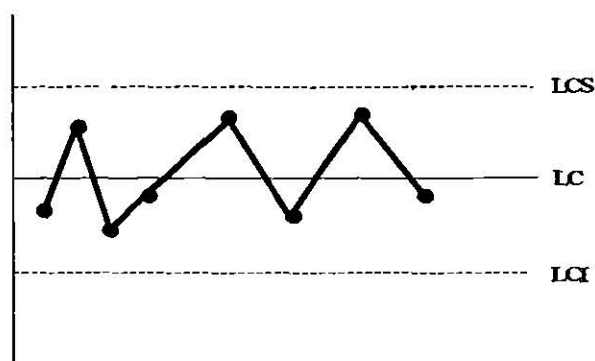
7. Gráficas de control

Una gráfica de control es una herramienta estadística que muestra en forma continua la variabilidad de un proceso. Sirve principalmente para detectar problemas en los procesos para su estabilización.

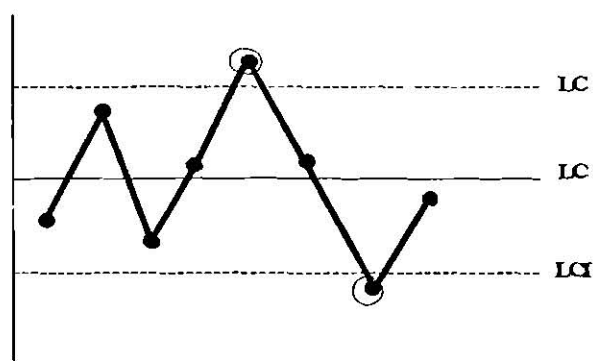
Las gráficas de control son ampliamente utilizadas en la práctica, además de que para su construcción y utilización no se necesita mucho conocimiento de la estadística, lo necesario, e importante, es medir bien.



Una gráfica de control consta de límites de control (superior e inferior) establecidos con el propósito de obtener un juicio respecto al comportamiento del proceso. Al usar estos límites es posible distinguir desviaciones, tanto por causas asignadas al proceso, como por causas debidas al azar.



(1)



(2)

Usos importantes de las gráficas de control.

1. Para análisis de un proceso y determinar su estado, si esta en control o no.
2. Para controlar un proceso y asegurar la calidad durante la producción.

Tipos de gráficas de control.

Para elaborar una gráficas de control es importante distinguir el tipo de datos a graficar:

- * Datos continuos : Son aquellos que pueden ser representados por cualquier valor dentro de una escala numérica.
- * Datos discretos : Son aquellos que guardan relación con números enteros, basados en conteos.

TIPOS DE DATOS	GRÁFICA DE CONTROL USADA
Datos continuos	De promedios y rangos ($\bar{X} - R$)
Datos discretos	De fracción defectiva (gráfica p) De defectos por unidad o errores (gráfica c)

Procedimiento y fórmulas para construir una gráfica de control $\bar{X}$ -R.

Pasos a seguir.

1. Obtención de datos.

Consideraciones para la obtención de datos:

a) Distribúyalos en subgrupos, donde su numero se represente por n, que es el tamaño de la muestra. El numero de subgrupos se representa por K.

b) Los datos deben ser obtenidos bajo las mismas condiciones técnicas. Un subgrupo no debe incluir datos de otros subgrupos.

2. Después de la obtención de datos calcule el valor medio y el rango ($\bar{X}$ y R) para cada subgrupo:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n}$$

HOJA DE DATOS / GRÁFICA X - R

PROCESO / OPERACIÓN					DEPARTAMENTO			FECHA		
CARACTERÍSTICA DE CONTROL					RESPONSABLE					
MÉTODO DE MUESTREO					INSTRUMENTO DE MEDICIÓN					
No.	SUB GRUPO	X1	X2	X3	X4	X5	X6	ΣX	$\bar{X}$	R
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
TOTAL										
MEDIA								$\bar{X}$	$\bar{R}$	

GRÁFICA / LIMITES DE CONTROL

$\bar{X}$ LC = $\bar{X} - A2R$

 LCS = $\bar{X} + A2R$

$\bar{R}$ LC = $\bar{R} - D4R$

 LCS = $\bar{R} + D4R$

n	A2	D4
2	1.880	3.267
3	1.023	2.575
4	0.729	2.282
5	0.577	2.115
6	0.483	2.004

Para el rango, que es la diferencia entre el valor mayor y el valor menor de un subgrupo :

$$R = X_{\max} - X_{\min}$$

HOJA DE DATOS PARA GRÁFICA X - R

SUB-GRUPO No.	X1	X2	X3	X4	X5	ΣX	$\bar{X}$	R
1	49	50	49	50		198	49.50	1
2	49	49	51	48		197	49.25	3
3	48	52	50	49		199	49.75	4
4	50	52	50	50		202	50.50	2
5	49	52	51	47		199	49.75	5
6	51	52	49	48		200	50.00	3
7	53	51	50	50		204	51.00	3
8	48	47	51	49		195	48.75	4
9	48	50	53	51		202	50.50	5
10	49	48	50	48		195	48.75	2
11	50	54	51	49		204	51.00	5
12	50	49	52	50		201	50.25	3
13	50	51	48	47		196	49.00	3
14	48	48	52	48		196	49.00	4
15	48	50	50	49		197	49.25	2
16	50	49	50	49		198	49.50	1
17	47	49	50	50		196	49.00	3
18	50	51	48	49		198	49.50	3
19	52	48	52	52		204	51.00	4
20	50	49	50	50		199	49.75	1
21								
22								
23								
24								
Total							995	61
Promedio							$\bar{X} = 49.75$	$\bar{R} = 3.05$

LIMITES DE CONTROL :

Gráfica X

$$LC = \bar{X}$$

$$LCS = \bar{X} + A2\bar{R}$$

$$LCI = \bar{X} - A2\bar{R}$$

Gráfica R

$$LC = \bar{R}$$

$$LCS = D4\bar{R}$$

$$LCI = D3\bar{R}$$

n	A2	D3	D4
3	1.023	0	2.575
4	0.729	0	2.282
5	0.577	0	2.115

3. Obtenga el gran promedio $\bar{\bar{X}}$ y el rango promedio $\bar{R}$.

a) El gran promedio $\bar{\bar{X}}$ es la suma de todos los valores medios de cada subgrupo dividido entre el numero de subgrupos K :

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2 + \bar{X}_3 + \dots + \bar{X}_k}{K}$$

b) El rango promedio $\bar{R}$ es la suma de todos los rangos de cada subgrupo dividida entre el numero de subgrupos K :

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_k}{K}$$

4. Calcule los limites de control usando las fórmulas correspondientes para la gráfica X y la gráfica R:

Gráfica $\bar{X}$:

Línea central, LC = $\bar{\bar{X}}$

Limite de control superior, LCS = $\bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$

Limite de control inferior, LCI = $\bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$

Gráfica R:

Línea central, LC = $\bar{R}$

Limite de control superior, LCS = $D_4 \bar{R}$

Limite de control inferior, LCI = $D_3 \bar{R}$

Los valores de los coeficientes A2, D4 y D3, que dependen el tamaño de la muestra n, se muestran en la sig. tabla :

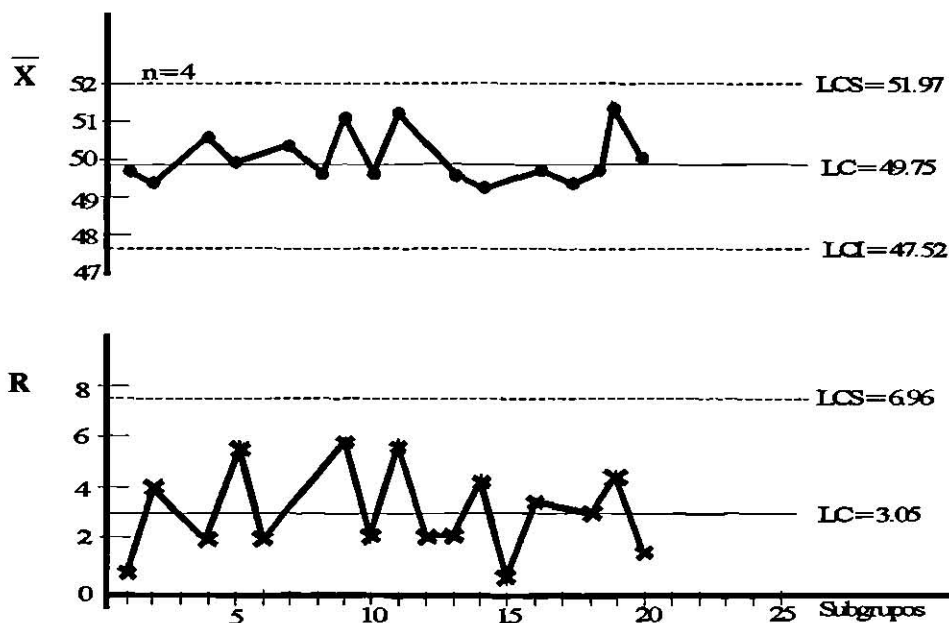
n	A2	D4	D3
2	1.880	3.267	0
3	1.023	2.575	0
4	0.729	2.282	0
5	0.577	2.115	0
6	0.483	2.004	0
7	0.419	1.924	0.076
8	0.373	1.864	0.136
9	0.337	1.816	0.184

Las fórmulas que se usan para las gráficas $\bar{X}$ y R están impresas en la hoja de datos, como se muestra en la tabla, así como los valores mas comunes de los coeficientes A2, D4 y D3.

5. Trace la gráfica de control $\bar{X}$ - R.

6. Grafique los valores de $\bar{X}$ y R para cada subgrupo partiendo del mismo eje horizontal. identifique los puntos para las $\bar{X}$ como (•) y para las R como (+). Encierre en un circulo los puntos fuera de los imites de control.

7. Es conveniente anotar sobre la gráfica la información necesaria para su mejor comprensión, como: tamaño de la muestra n, etc.



Procedimiento y fórmulas para construir una gráfica p, np y c.

La gráfica p representa la fracción defectiva, la gráfica np muestra el numero de defectivos y la gráfica c representa la cantidad de defectos por unidad o errores de un proceso (sistema).

La gráfica p y la gráfica np son iguales, excepto que la primera se utiliza cuando la muestra que se toma no es constante (p se representa en forma de porcentaje), mientras que la segunda se emplea cuando el tamaño de la muestra que se toma es constante durante el periodo establecido o entre los subgrupos determinados previamente.

1) GRÁFICA p

1. Diseñe una forma para la obtención de datos.

HOJA DE DATOS PARA GRÁFICA p

Tamaño de la muestra (n)	Número de defectivos (np)	Fecha o subgrupo N°	Porcentaje defectivo p (%)	(5) $3 / \sqrt{n}$	(6) $\sqrt{p(1-p)}$	(7) (5) x (6)	(8) LCS (%)	LCI (%)
190	19	1	10.0	0.218	0.274	0.059	14.1	2.3
180	15	2	8.3	0.224	0.274	0.061	14.3	2.1
185	12	3	6.5	0.221	0.274	0.060	14.2	2.2
190	8	4	4.2	0.218	0.274	0.058	14.0	2.4
130	15	5	11.5	0.263	0.274	0.072	15.4	1.0
190	6	6	3.1	0.218	0.274	0.058	14.0	2.4
220	24	7	10.9	0.202	0.274	0.055	13.7	2.7
220	20	8	9.1	0.202	0.274	0.055	13.7	2.7
220	15	9	6.8	0.202	0.274	0.055	13.7	2.7
220	18	10	8.2	0.202	0.274	0.055	13.7	2.7
180	10	11	5.6	0.224	0.274	0.061	14.3	2.1
150	15	12	10.0	0.245	0.274	0.067	14.9	1.5
60	3	13	5.0	0.388	0.274	0.106	18.8	- 2.4(0)
100	6	14	6.0	0.300	0.274	0.082	16.4	0.0
135	14	15	10.4	0.258	0.274	0.070	15.2	1.2
210	23	16	10.9	2.207	0.274	0.057	13.9	2.5
200	22	17	10.0	0.202	0.274	0.055	13.7	2.7
220	18	18	8.2	0.202	0.274	0.055	13.7	2.7
255	15	19	5.8	0.188	0.274	0.052	13.4	3.0
300	33	20	11.0	0.173	0.274	0.047	12.9	3.5

(TOTAL) $\sum n = 3,775$, $\sum np = 311$

Línea central = LC = $\bar{p}$

$$\bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} = \frac{311}{3775} = 0.082$$

$$\text{Límite de control sup.} = \bar{p} + \left[3 / \sqrt{n} \right] \left[\sqrt{p(1-p)} \right]$$

$$\bar{p} = 8.2 \%$$

$$\text{Límite de control inf.} = \bar{p} - \left[3 / \sqrt{n} \right] \left[\sqrt{p(1-p)} \right]$$

2. Cálculo de fracción defectiva para cada fecha o subgrupo en porcentaje:

$$p = \frac{\text{numero de defectivos}}{\text{numero de inspeccionados}} = \frac{np}{n}$$

Nota: multiplicar el resultado por 100 para tener porcentaje

3. Calcule la fracción defectiva promedio : $\bar{p}$

$$\bar{p} = \frac{\text{número de defectivos}}{\text{número de inspeccionados}} = \frac{\sum np}{\sum n}$$

4. Establezca los límites de control :

$$\text{Línea central} = LC = \bar{p}$$

$$\text{Límite de control sup.} = \bar{p} + \left[3/\sqrt{n} \right] \left[\sqrt{\bar{p}(1-\bar{p})} \right]$$

$$\text{Límite de control inf.} = \bar{p} - \left[3/\sqrt{n} \right] \left[\sqrt{\bar{p}(1-\bar{p})} \right]$$

5. Construya la gráfica, trace los límites de control y dibuje los puntos que representen la fracción defectiva en porcentaje : p (%) de cada subgrupo.

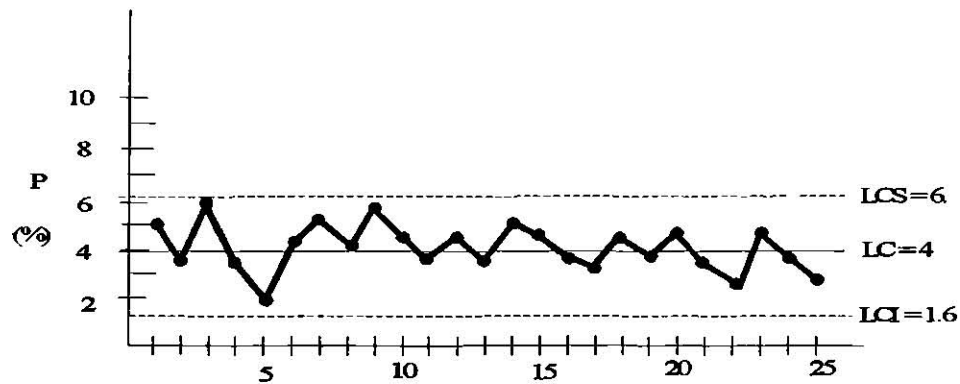
Para la construcción de la gráfica p, se pueden calcular límites de control promedio, en vez de límites variables. El requisito es que no exista demasiada diferencia entre las muestras.

$$\boxed{n \pm 2.5(n)}$$

n = Tamaño de muestra promedio

Si algunas muestras están fuera de este rango, es necesario calcular sus límites de control particulares, y para todas las demás que sí cumplan con el rango establecido, límites promedio.

Si después de construir la gráfica de control, en los límites promedio existe un punto fuera de control, este se deberá confirmar calculando y trazando sus límites de control particulares.



2) GRÁFICA np

1. Para la obtención de datos es conveniente hacer uso de una forma especialmente diseñada para tal objeto. Considere las mismas recomendaciones del paso 1, de la gráfica p.

Fecha o subgrupo No.	Número de defectivos np	Fecha o subgrupo No.	Número de defectivos np	
1	4	16	1	
2	3	17	3	
3	0	18	6	TAMAÑO DE LA MUESTRA
4	5	19	1	
5	14	20	0	$n = 80$
6	11	21	2	
7	5	22	1	FRACCIÓN DEFECTIVA
8	3	23	3	PROMEDIO : p
9	6	24	2	
10	4	25	2	$p = \frac{\sum np}{k.n} = \frac{100}{2,400} = .042$
11	2	26	4	
12	1	27	4	
13	2	28	5	
14	3	29	0	
15	2	30	1	
Total np = 100				

2. Calcule los límites de control.

$$\text{Línea central} = LC = \bar{pn} = \frac{\sum np}{K}$$

K = numero de subgrupos o de fechas

Limite de control superior = LCS = $\bar{p}n + 3\sqrt{\bar{p}n(1-\bar{p})}$

Limite de control inferior = LCI = $\bar{p}n - 3\sqrt{\bar{p}n(1-\bar{p})}$

$$\bar{p} = \frac{\sum np}{(K)(n)}$$

3. Trace los limites de control y dibuje los puntos que representen el numero de defectivos (np) por subgrupos o por fecha, según el caso.

3) GRÁFICA c

Esta gráfica, como ya se estableció, representa el numero de defectivos por unidad muestreada, que puede constar de uno o varios artículos, pero deberá ser constante (cte.).

1. Establezca el tamaño de la muestra (n).

2. Determine el numero de defectos promedio por unidad:

$$\bar{c} = \frac{\sum c}{K} \quad K = \text{número de subgrupos}$$

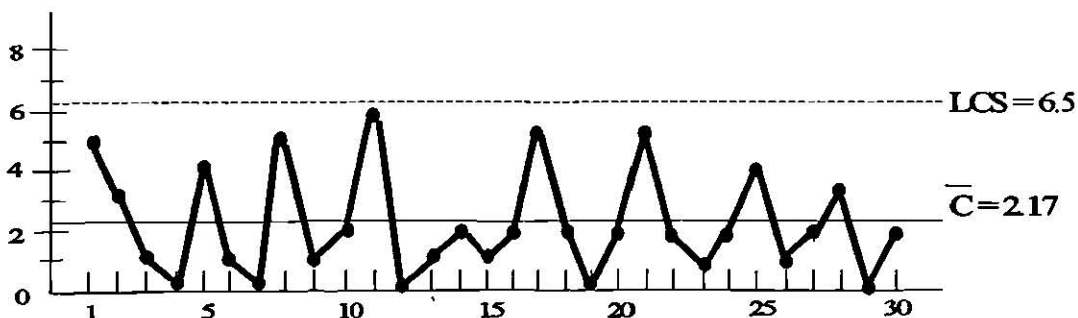
3. Establezca los limites de control :

Limite central = LC = $\bar{c}$

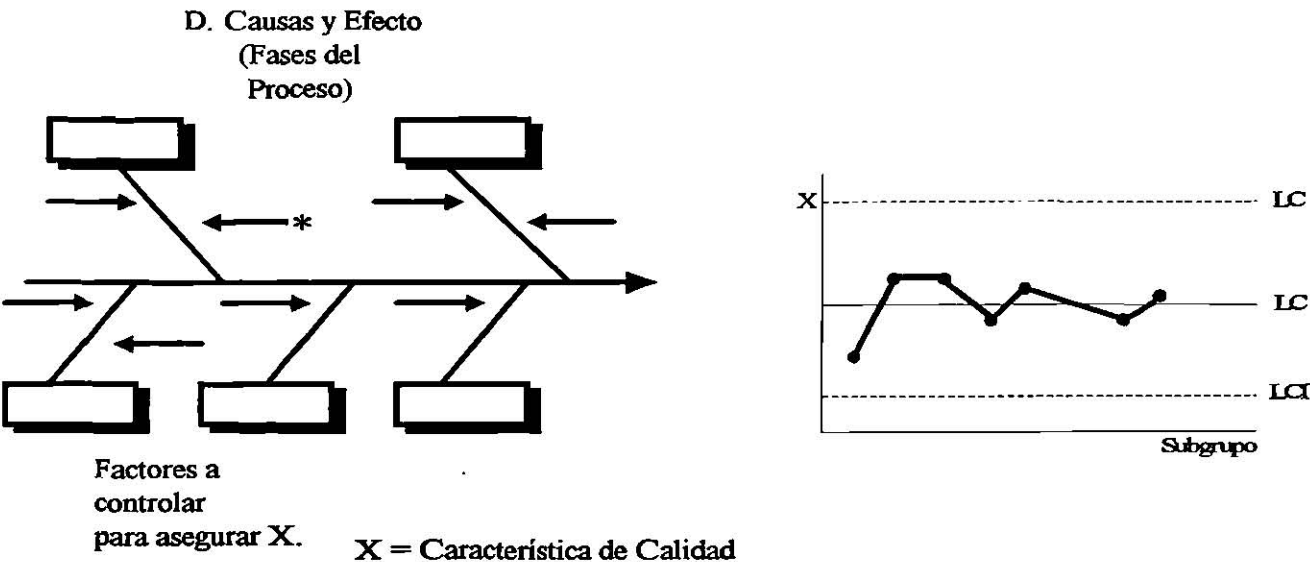
Limite de control superior = LCS = $\bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}}$

Limite de control inferior = LCI = $\bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}}$

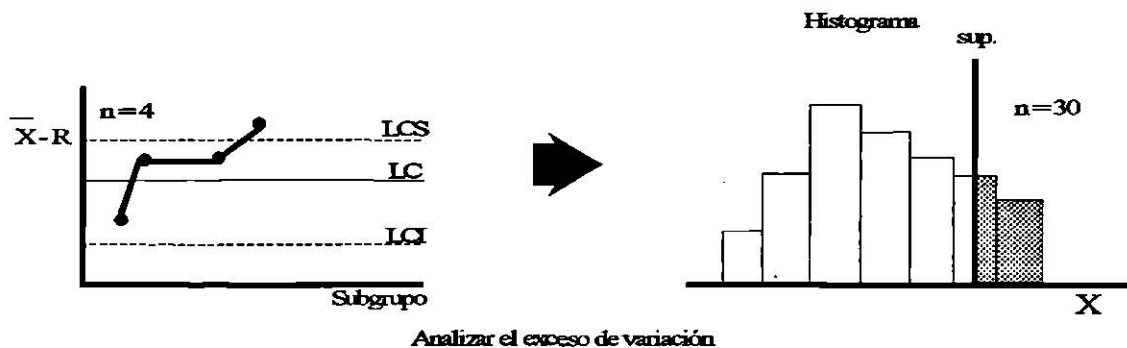
4. Trace los limites de control y grafique los puntos que representan el numero de defectos por unidad correspondiente a cada subgrupo.



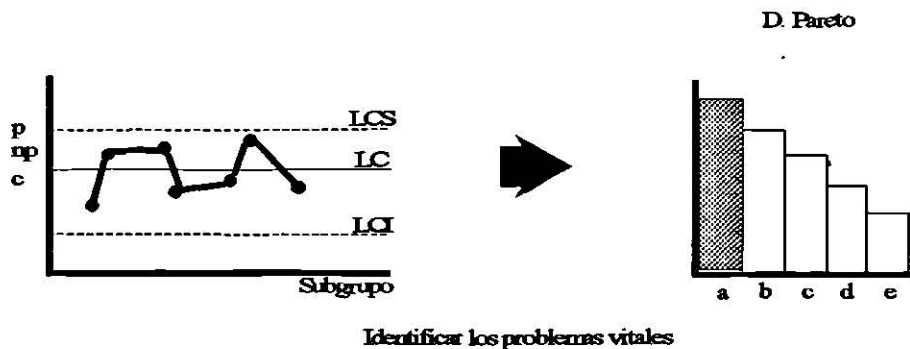
Relación entre las gráficas de control y otras herramientas.



Caso 1



Caso 2



En el caso 1, si durante la producción observamos un punto fuera de control, podemos investigar mejor la causa obteniendo mas datos en ese momento y construir un histograma, para hacer el análisis correspondiente.

En el caso 2, independientemente de la gráfica p, np ó c el proceso esta en control estadístico. Para mejorar la situación es necesario identificar los problemas vitales y posteriormente sus causas.

8. Hojas de verificación o chequeo

	L	M	M	J	V	Total
a	I	.		.		1
b		I	I			2
c	III	III	III	II	III	16
d	III	II	III	I	II	12
Total	8	8	7	3	5	31

Una hoja de verificación es un formato especial diseñado para obtener datos fácilmente, en la que todos los artículos o factores son previamente establecidos y en la que los récords de pruebas, resultados de inspección o resultados de operaciones son fácilmente descritos con marcas utilizadas para verificar; por ejemplo * o / .

Las hojas de verificación se usan para:

1. Examinar la distribución de un proceso de producción.
2. Verificar artículos defectivos.
3. Analizar la localización de defectos.
4. Verificar las causas de defectivos.
5. Verificación de operaciones (lista de verificación).

HOJA DE CHEQUEO

Producto _____ Fecha _____
 Etapa de Proceso _____ Sección _____
 Tipo del defecto _____ Nombre del inspector _____

 Total de insp. _____ Lote No. _____
 Nota _____ Orden No. _____

DEFECTO TIPO	CHEQUEO						SUB TOTAL
A	III	III					8
B	III	III	III	III			20
C	III	III	III	III			18
D	III	III	III	III	III	I	26
Otros	III						3
	* GRAN TOTAL						75
RECHAZOS TOTAL	III	III	III	III	III	III	57

Las hojas de verificación se utilizan con mayor frecuencia :

- Para obtener datos
- Para propósitos de inspección

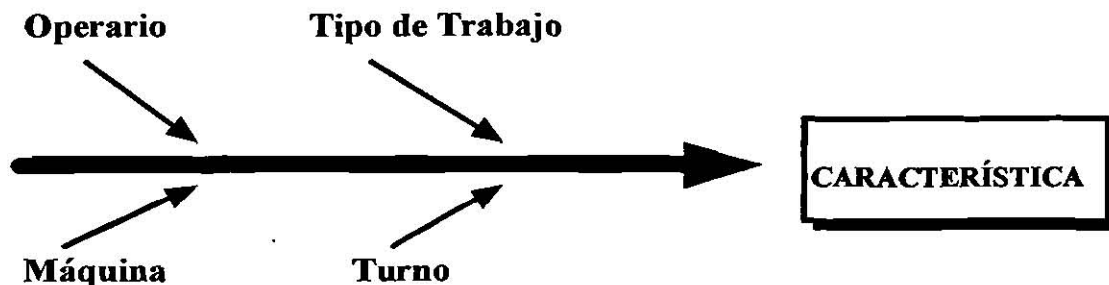
Las hojas de verificación para la obtención de datos se clasifican de acuerdo con diferentes características (calidad o cantidad) y se utilizan para observar su frecuencia para construir gráficas o diagramas. También se utilizan para reportar diariamente el estado de las operaciones.

Las hojas de verificación para propósitos de inspección se utilizan para checar ciertas características de calidad que son necesarias para evaluar; ya sean en el proceso o producto terminado.

Como preparar una hoja de verificación.

a) Para obtener datos:

1. Determine que características del proceso es necesario observar y que datos son importantes de obtener.



2. Especifique el periodo que es necesario observar para obtener los datos del estado de las características decididas.
3. Establezca el formato apropiado : Si es del tipo "tabla", como la fig. sig. se pueden indicar con mayor precisión las características a observar.
4. Las marcas a utilizar para obtener datos pueden ser tipo conteo (III) y/o de identificación (O,x,*,@) .

b) Hoja de verificación para inspección :

1. Elabore una lista de cada característica de calidad que sea importante inspeccionar y establezca las columnas de verificación.
2. Si es necesario, establezca un orden secuencial de verificación.
3. Estratifique las características por operario, maquina, proceso, etc., para facilitar la verificación.
4. Complete el diseno de la hoja de verificación.

Como usar las hojas de verificación.

1. Obtenga los datos en el formato de hoja de verificación.
2. Analice los datos e investigue las causas del comportamiento, su frecuencia, etc. utilizando las gráficas.

HOJA DE VERIFICACIÓN

Reparaciones	Mar. 2	3	4	5	6	7	8	9	TOTAL
Limpieza	//	//	///	///		///	/// //	////	26
Retoque	/	///	//		//		///	/	14
Reemplazo	/	/// /	//	/		/	//	////	17
Reinstalación			/	/		///	/		8
Relocalización de Parte	/// //	//	/	//	/	//	///	/// /	24
Otros	/	/	/	/	//	//	/	///	12

HOJA DE VERIFICACIÓN

Máquina	Opr.	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes		Sábado	
		AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM
Nº 1	A	o o x o	o x	o o o	o x x	o o o o	o o o x	o o o o	o x x	o o o o	o o	o	x x o
	B	o x x o	o o o x	o o o o	o o o x	o o o o	o o o o	o o o o	o o o x	o o x x	o o o o	o o x	o o x
Nº 2	C	o o x	o x	o o	•	o o o o	o o o o	o o	o o	o o	o o Δ	o □ □	o □
	D	o o x	o x	o □ Δ	o o o o	o o o o	o o o	o o Δ	o o Δ o	o o o	o o o x	x x o x	x x o

BIBLIOGRAFIA

CONCEPTOS TOMADOS DEL LIBRO :

CONTROL DE LA CALIDAD

AUTOR : FELIPE ARRONA.

