



Código: DOC 8.4 RD 01	Pág. 1 de 29
Aprobó: Director Académico	 Rev.: 0

TÉCNICAS PARA ANÁLISIS DE DATOS, DETERMINACIÓN DE LA CAUSA RAÍZ Y MEJORA CONTINUA

Contenido

1. Introducción
2. Forma de colección de datos
3. Diagrama de afinidad
4. Benchmarking
5. Tormenta de ideas
6. Diagrama causa y efecto
7. Diagrama de árbol
8. Histograma
9. Diagrama de Pareto
10. Diagrama de dispersión
11. Cartas de control



Código: DOC 8.4 RD 01	Pág. 2 de 29
Aprobó: Director Académico	 Rev.: 0

1 INTRODUCCIÓN

Las herramientas estadísticas son para la calidad como el martillo y el cincel en las manos de un escultor o como los elementos de trabajo de cualquier persona. Si tienen los conceptos, pero no las herramientas para hacerlos realidad, cualquier proceso estará incompleto.

El objetivo general de este manual de bolsillo es el de familiarizarlo con el uso de las herramientas estadísticas básicas para el mejoramiento de la calidad y lograr que las aplique en su organización para:

- Recolectar y estratificar datos, emplear hojas de verificación y graficar resultados.
- Identificar los problemas vitales mediante el diagrama de Pareto.
- Organizar las posibles causas de un problema e identificar la causa principal a través de un diagrama causa efecto.
- Organizar datos en distribuciones de frecuencia y graficarlos en la forma de histogramas.
- Hacer seguimiento a través de gráficas de control para lograr que haya la menor variación posible en los resultados de un proceso.
- Analizar la relación que puede existir entre variables, a través del diagrama de dispersión.

Las decisiones basadas en el análisis de situaciones y datos, juegan un papel principal en los proyectos y actividades para el mejoramiento de la calidad. El éxito de los proyectos y actividades para el mejoramiento de la calidad es aumentado por la aplicación de herramientas y técnicas desarrolladas para estos propósitos.

Todos tenemos una idea general de lo que es la estadística, pues utilizamos en forma natural sus procedimientos. Constantemente tomamos muestras para ver la calidad de un producto que vamos a comprar, también hablamos con mucha frecuencia de promedios, por ejemplo, con respecto a nuestro gasto mensual de gasolina. Definimos la estadística como sigue:

Estadística:

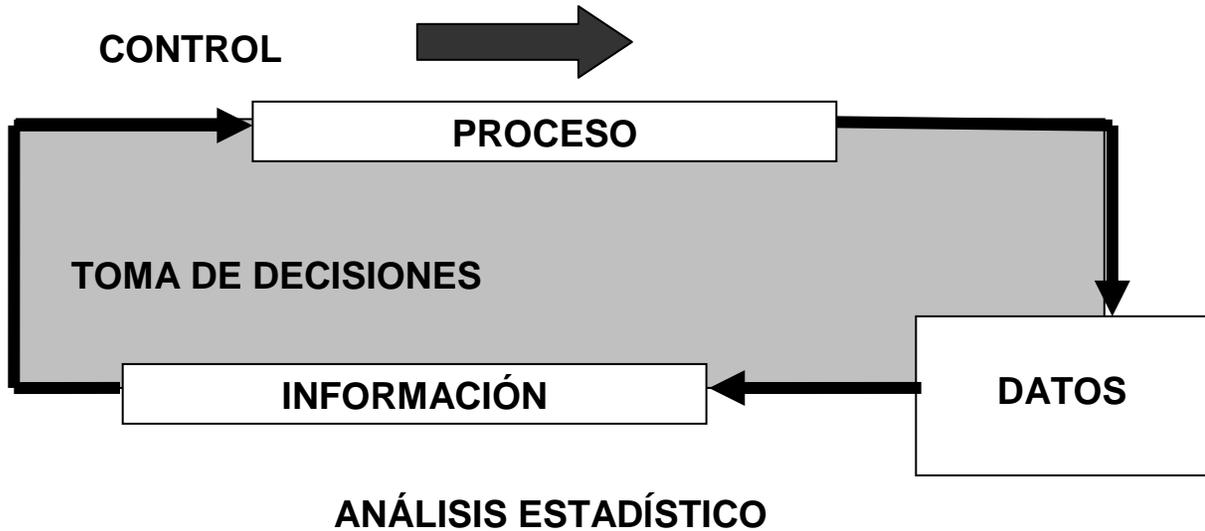
Ciencia que se ocupa de recopilar, organizar, representar y analizar un conjunto de datos, con el fin de inferir y generalizar la información contenida en ellos.

El papel de la estadística en el Sistema de Gestión de la Calidad es crucial. Si deseamos mejorar un proceso, es de mucha ayuda el análisis estadístico de los datos que se obtengan mediante la observación científica de los procesos de producción o de servicio.

En la siguiente figura se muestra el flujo de actividades que conducen al control de un proceso, partiendo de los datos y su análisis estadístico:



Código: DOC 8.4 RD 01	Pág. 3 de 29
Aprobó: Director Académico	Rev.: 0



Herramientas para datos numéricos:

Donde sea posible las decisiones para el mejoramiento de la calidad deberían estar basadas en datos numéricos. Las decisiones relativas a diferencias, tendencias y cambios en los datos numéricos deberían ser basadas sobre la interpretación de la estadística apropiada.

Herramientas y técnicas para datos numéricos y sus aplicaciones:

Carta de Control	Diagnóstico: Para evaluar la estabilidad del proceso. Control: Determinar cuándo un proceso necesita ser ajustado o cuándo necesita ser dejado como esta.
Histograma	Confirmación: Confirmar un mejoramiento a un proceso. Mostrar el patrón de variación de datos. Comunicar visualmente la información acerca del comportamiento del proceso. Tomar decisiones que permitan enfocar los esfuerzos del mejoramiento.
Diagrama de Pareto	Mostrar, en orden de importancia, la contribución de cada elemento al efecto total. Dar prioridad a las oportunidades de mejoramiento. Descubrir y confirmar la relación entre dos conjuntos asociados de datos.
Diagrama de dispersión	Confirmar anticipadamente la relación entre dos conjuntos asociados de datos.



Código: DOC 8.4 RD 01	Pág. 4 de 29
Aprobó: Director Académico	 Rev.: 0

Herramientas para datos no numéricos:

Algunas decisiones para el mejoramiento de la calidad pueden ser basadas en datos no numéricos. Tales datos juegan un papel importante en la mercadotecnia, investigación y desarrollo y en las decisiones administrativas. Se debería usar herramientas apropiadas para procesar esta clase de datos y transformarlos en información útil para la toma de decisiones.

Herramientas y técnicas para datos no numéricos y sus aplicaciones:

Diagrama de afinidad	Organizar en grupos un gran número de ideas, opiniones o asuntos acerca de un tema en particular.
Benchmarking	Comparar un proceso contra aquellos de reconocido liderazgo para identificar oportunidades para el mejoramiento de la calidad.
Tormenta de ideas	Identificar posibles soluciones a problemas y oportunidades potenciales para el mejoramiento de la calidad.
Diagrama de causa y efecto	Analizar y comunicar las relaciones del diagrama de causa y efecto. Facilitar la solución de problemas desde los síntomas hasta la solución de las causas.
Diagrama de flujo	Describir un proceso existente. Diseñar un proceso nuevo.
Diagrama de árbol	Demstrar las relaciones entre un tema y sus elementos componentes.

A continuación se describen algunas de las numerosas herramientas y técnicas que han sido desarrolladas para dar apoyo al mejoramiento de la calidad.

Se presentan las siguientes herramientas y técnicas para analizar tanto los datos numéricos como los no numéricos. Las formas de colección de datos se presentan primero, ya que se aplican a ambos tipos de datos. Posteriormente se presentan las herramientas para los datos no numéricos, seguidas de las herramientas para los datos numéricos.

Cada herramienta o técnica aplicada es presentada en el siguiente formato:

- Aplicación: El uso de la herramienta o técnica en el mejoramiento de la calidad.
- Descripción: Una breve descripción de la herramienta o técnica.
- Procedimiento: El procedimiento paso por paso para usar la herramienta técnica.
- Ejemplo: Un ejemplo del uso, es descrito para algunas de las herramientas o técnicas.

2 FORMA DE COLECCIÓN DE DATOS

Una forma de colección de datos se utiliza para reunir datos sistemáticamente para obtener una imagen clara de los hechos.



Código: DOC 8.4 RD 01	Pág. 5 de 29
Aprobó: Director Académico	 Rev.: 0

Descripción:

La forma de colección de datos es una plantilla para coleccionar y registrar datos. Promueve la colección de datos de manera consistente y facilita el análisis.

Procedimiento:

- a) Establecer el propósito específico de la colección de estos datos (las preguntas son dirigidas).
- b) Identificar los datos requeridos para lograr el propósito (dirige las preguntas).
- c) Determinar cómo deben ser analizados los datos y por quién (herramientas estadísticas).
- d) Elaborar una forma para registrar los datos. Establecer un lugar para registrar la información sobre: quién coleccionó los datos, dónde, cuándo y cómo fueron coleccionados los datos.
- e) Probar previamente la forma de colección de datos y el registro de algunos datos.
- f) Verificar y revisar la forma si es necesario.

Ejemplo:

El número de defectos de reproducción de cada tipo atribuible a cada una de las causas puede ser coleccionado en una forma como se indica en la siguiente tabla.

Forma de colección de datos

Causas de los defectos	Tipos de defectos				Total
	Páginas faltantes	Copias borrosas	Exposición	Páginas fuera de secuencia	
Obstrucciones de máquina					
Humedad					
Toner					
Condición de originales					
Otros (especificar)					
Total					

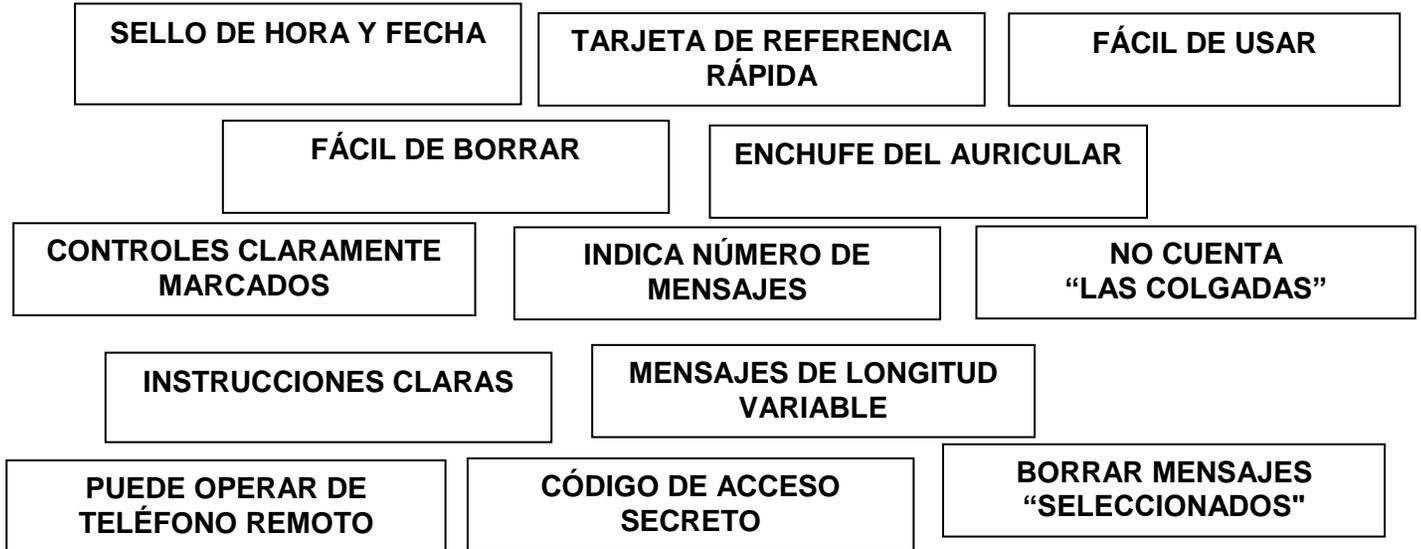
Forma de colección de datos

Quién coleccionó los datos:	
Fecha:	
Dónde:	
Cómo:	



Código: DOC 8.4 RD 01	Pág. 6 de 29
Aprobó: Director Académico	 Rev.: 0

3 DIAGRAMA DE AFINIDAD



Aplicación:

Un diagrama de afinidad es usado para organizar en grupos un gran número de ideas, opiniones o conceptos sobre un tema en particular.

Descripción:

Cuando se colecciona un gran número de ideas, opiniones u otros conceptos sobre un tema en particular, esta herramienta organiza la información en grupos en base a las relaciones naturales que existen entre ellos. El proceso está diseñado para estimular la creatividad y la participación total. Funciona mejor en grupos de tamaño limitado (se recomienda un máximo de ocho miembros) en los que los miembros están acostumbrados a trabajar juntos.

Esta herramienta se usa para organizar ideas generadas por la tormenta de ideas.

Procedimiento:

- Establecer el tema que será estudiado en toda la extensión de sus términos (los detalles pueden perjudicar la respuesta)
- Registrar el mayor número posible de ideas individuales, opiniones o asuntos en tarjetas (una por tarjeta)
- Mezclar las tarjetas y distribuir las aleatoriamente en una mesa grande.
- Agrupar las tarjetas relacionadas por afinidad de la siguiente manera:
 - Clasificar las tarjetas que parecen estar relacionadas en grupos;
 - Limitar el número de grupos a diez sin forzar las tarjetas solas en los grupos;
 - Localizar o crear una tarjeta de encabezado que de el significado de cada grupo;
 - Colocar esta tarjeta de encabezado en la parte superior;
 - Transferir la información de las tarjetas al papel, organizada por grupos.



Código: DOC 8.4 RD 01	Pág. 7 de 29
Aprobó: Director Académico	 Rev.: 0

Ejemplo:

Los requisitos para una máquina contestadora telefónica aparecen en la siguiente figura y en la tabla los datos organizados por grupos según el paso descrito en el inciso e).

Exposición hecha al azar según paso c)

Datos organizados por grupos según paso e)

Mensajes de longitud variable. Sello de hora y fecha. No cuenta las “colgadas” Indica el número de mensajes.	Mensajes de entrada
Código de acceso secreto. Enchufe del auricular.	Privacía
Instrucciones claras. Tarjeta de referencia rápida.	Instrucciones
Controles claramente marcados Fácil de usar. Puede operar teléfono remoto.	Controles
Fácil de borrar. Borrar los mensajes seleccionados.	Borrado

4 BENCHMARKING

Aplicación:

El benchmarking se utiliza para comparar un proceso contra aquellos de los líderes reconocidos para identificar las oportunidades para el mejoramiento de la calidad.



Código: DOC 8.4 RD 01	Pág. 8 de 29
Aprobó: Director Académico	 Rev.: 0

Descripción:

El benchmarking compara los procesos y desempeño de los productos y servicios contra aquellos de los líderes reconocidos. Permite la identificación de metas y el establecimiento de prioridades para la preparación de planes que conducirán hacia ventajas competitivas en el mercado.

Procedimiento:

- a) Determinar los elementos del benchmarking:
 - Los elementos deberían ser características clave de los procesos y sus salidas;
 - Los benchmarking de salida del proceso deberían ser directamente relacionados con las necesidades del cliente;
- b) Determinar contra quién debe ser dirigido el benchmarking:
 - Las organizaciones típicas pueden ser competidores directos y/o no competidores que sean líderes reconocidos en el elemento de interés.
- c) Coleccionar datos:
 - Se pueden obtener datos sobre el desempeño del proceso y la necesidad del cliente por medios tales como el contacto directo, encuestas, entrevistas, contactos personales y profesionales y revistas técnicas.
- d) Organizar y analizar datos:
 - El análisis va dirigido hacia el establecimiento de las mejores metas prácticas para todos los asuntos relevantes.
- e) Establecer el benchmark:
 - Indicar oportunidades para el mejoramiento de la calidad en base a las necesidades del cliente y el desempeño de los competidores y no competidores.

5. TORMENTA DE IDEAS

Aplicación:

La tormenta de ideas es usada para identificar posibles soluciones a los problemas y las oportunidades potenciales para el mejoramiento de la calidad.

Descripción:

La tormenta de ideas es una técnica para aprovechar el pensamiento creativo de un equipo para generar y aclarar una lista de ideas, problemas o asuntos.





Código: DOC 8.4 RD 01	Pág. 9 de 29
Aprobó: Director Académico	 Rev.: 0

Procedimiento:

Se incluyen dos fases:

a) La fase de generación

El facilitador revisa las directrices de la tormenta de ideas y el propósito de la sesión de la tormenta de ideas, después los miembros del equipo generan una lista de ideas. El objetivo es generar la mayor cantidad posible de ideas.

b) La fase de aclaración

El equipo revisa la lista de ideas para asegurarse que cada uno las entienda. La evaluación de las ideas ocurrirá cuando se concluya la sesión de generación de ideas.

Las directrices de la generación de ideas incluyen:

- Que un facilitador sea identificado;
- Que el propósito de la sesión de generación de ideas sea claramente establecido;
- Que cada miembro del equipo tome un turno en secuencia, estableciendo una sola idea;
- Cuando sea posible, que los miembros del equipo construyan sobre las ideas de los demás;
- Que en esta etapa, las ideas no sean ni criticadas ni discutidas;
- Que las ideas sean registradas dónde todos los miembros puedan verlas;
- Que este proceso continúe hasta que ya no se generen más ideas;
- Que todas las ideas sean revisadas para aclaración.

6 DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO

Un diagrama de causa y efecto es usado para:

- Analizar las relaciones de causa y efecto,
- Comunicar las relaciones de causa y efecto; y
- Facilitar la solución de problemas desde los síntomas hasta la solución de las causas.
- Es una técnica de análisis en la resolución de problemas, desarrollada formalmente por el profesor Kaoru Ishikawa, en 1943.
- Es un gráfico que muestra la relación sistemática de entre un resultado fijo y sus causas.
- El “resultado fijo” de la definición es comúnmente denominado “*efecto*”, el cual representa un área de mejora: un problema que se deba resolver, un proceso o una característica de calidad. Una vez que el problema /efecto es definido, se identifican los factores que contribuyan a él (*causas*).

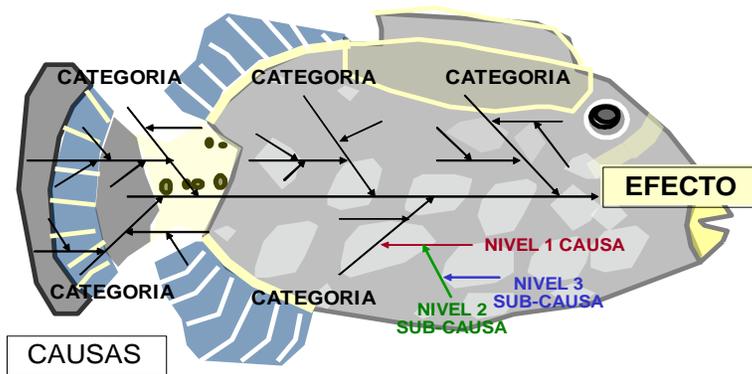


Código: DOC 8.4 RD 01	Pág. 10 de 29
Aprobó: Director Académico	 Rev.: 0

Descripción:

El diagrama causa y efecto es una herramienta utilizada para pensar y presentar las relaciones entre un efecto determinado (por ejemplo, las variaciones en una característica de calidad) y sus causas potenciales.

Las principales causas potenciales se organizan en categorías principales y subcategorías de manera que la representación es parecida al esqueleto de un pez. Por lo tanto, la herramienta se conoce como diagrama de espina de pescado.



Procedimiento:

- Definir el efecto de manera clara y concisa.
- Definir las principales categorías de las posibles causas.

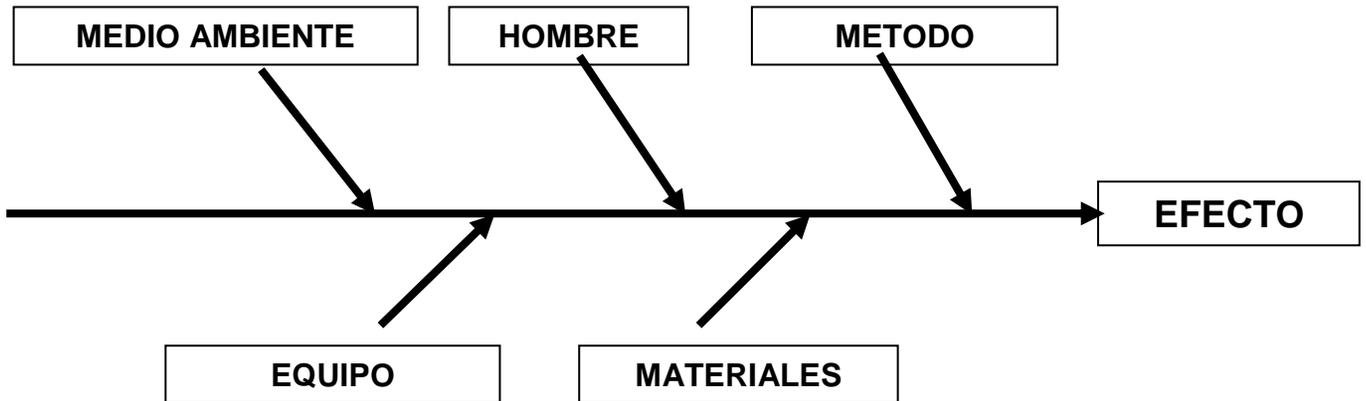
Los factores que deben considerarse son:

- Sistemas de datos e información,
 - Ambiente,
 - Equipo,
 - Materiales,
 - Mediciones,
 - Métodos,
 - Gente.
- Al comenzar a elaborar el diagrama, se debe definir el efecto en un cuadro en el extremo derecho y ubicar las principales categorías como “alimentadores” a la caja de “Efecto” (ver en la siguiente figura el diagrama inicial de causa y efecto).

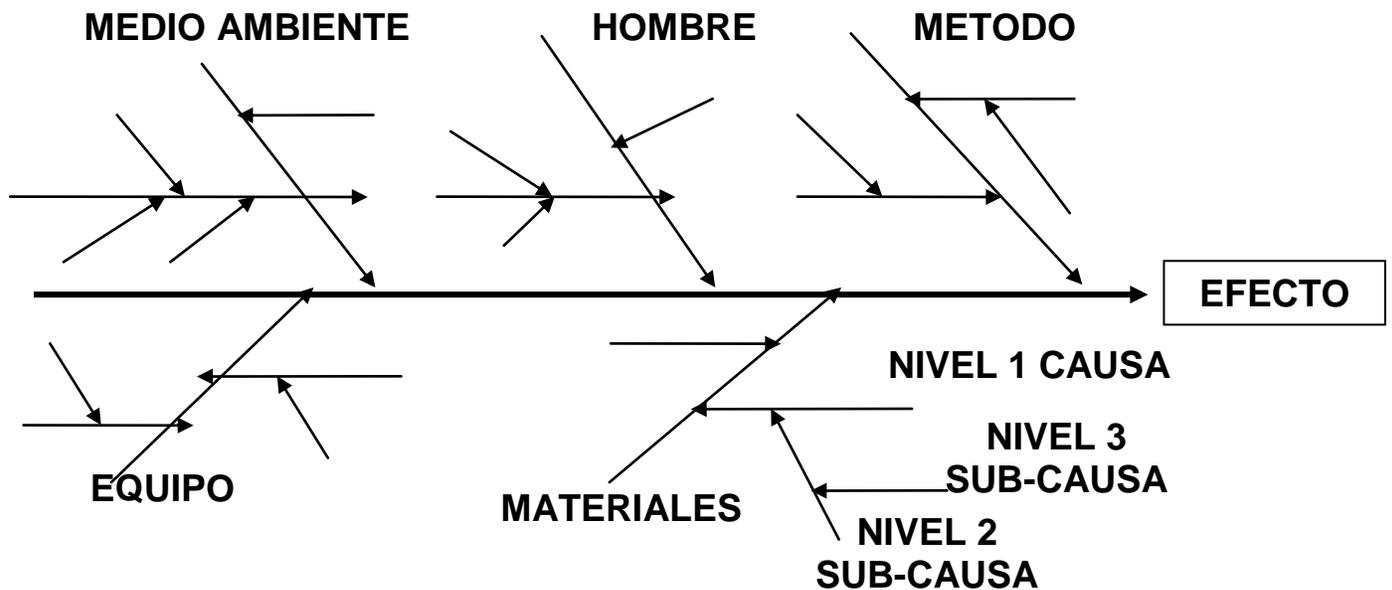


Código: DOC 8.4 RD 01	Pág. 11 de 29
Aprobó: Director Académico	Rev.: 0

- d) Desarrollar el diagrama pensando directamente y escribiendo en todos los siguientes niveles de causas y continuar este procedimiento hacia los niveles de mayor orden. Un diagrama bien elaborado no tendrá menos de dos niveles y algunos con tres o mas niveles (ver la figura dónde se muestra el desarrollo del diagrama causa y efecto).



- e) Seleccionar e identificar un pequeño número (3 a 5) de las causas de más alto nivel que probablemente tengan mayor influencia en el efecto y requieran una acción adicional, tal como la colección de datos, esfuerzos de control, etc.

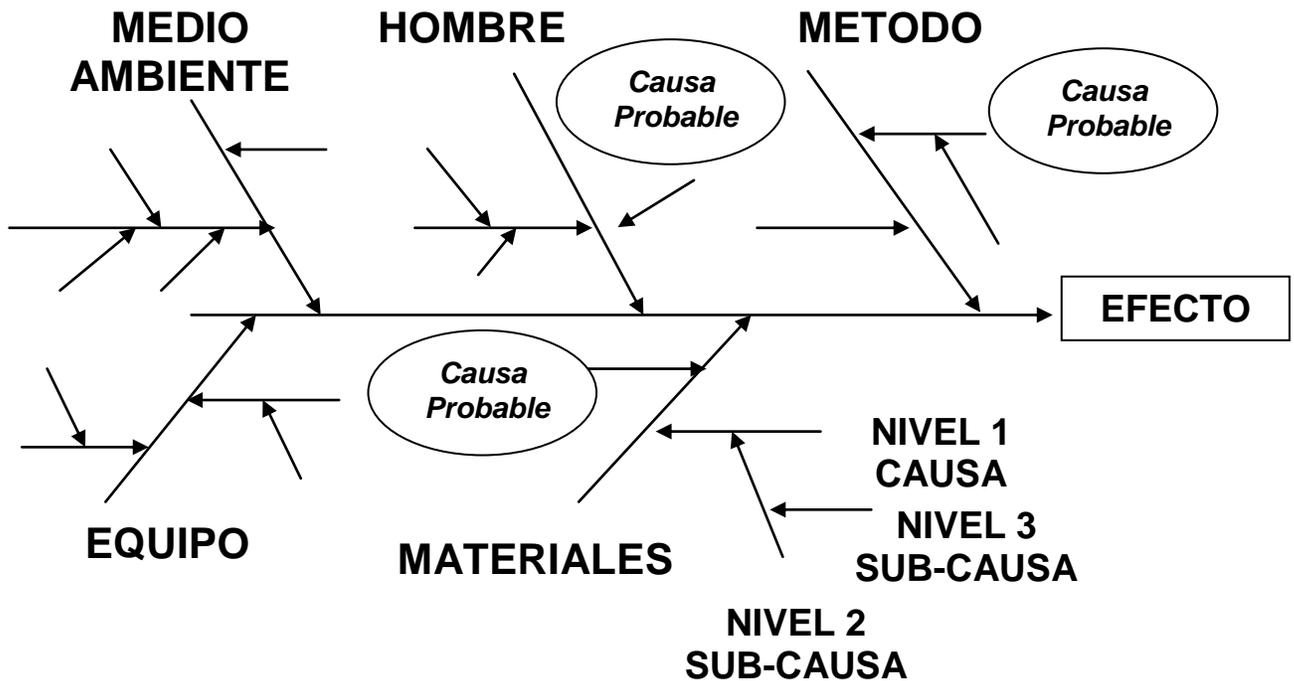


NOTAS:

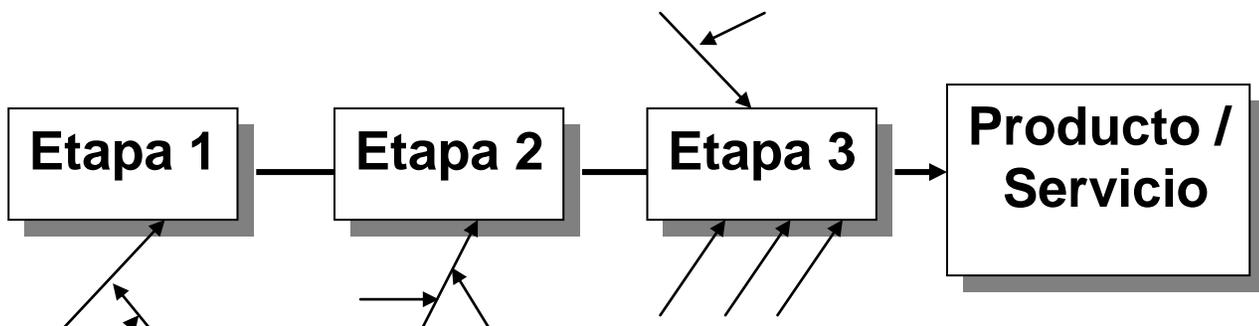


Código: DOC 8.4 RD 01	Pág. 12 de 29
Aprobó: Director Académico	Rev.: 0

- Un método alternativo para la elaboración de un diagrama de causa y efecto es una tormenta de ideas de todas las causas posibles, después organizarlas en categorías y subcategorías usando un diagrama de afinidad.
- En ciertos casos, listar los principales pasos de un proceso como categorías principales puede resultar como una ventaja: por ejemplo, cuando el flujo de un proceso es el efecto considerado para el mejoramiento. Los diagramas de flujo son de utilidad para la definición de estas etapas (Tal como se muestra en la figura más adelante).



- Una vez elaborado, el diagrama puede convertirse en una "herramienta activa" con la introducción de otros refinamientos se obtienen nuevos conocimientos y experiencias.
- El diagrama es elaborado generalmente por grupos, pero puede ser elaborado por individuos que poseen el apropiado conocimiento y la experiencia del proceso.





Código: DOC 8.4 RD 01	Pág. 13 de 29
Aprobó: Director Académico	 Rev.: 0

Ejemplos:

- Un determinado eje de la máquina (*causa*) puede ser responsable de que la pieza no alcance la longitud exacta (*efecto*).
- Las diferencias en el grado de dureza del material (*efecto*) se pueden deber a diferencias en la composición química de la materia prima (*causa*).
- La falta de entrenamiento de los trabajadores (*causa*) puede propiciar el aumento en el porcentaje de productos defectuosos (*efecto*).
- Un llenado incorrecto de formas de un pedido de mercancía (*causa*) puede provocar que no llegue la mercancía al cliente (*efecto*).

7 DIAGRAMA DE ÁRBOL

Aplicación:

Un diagrama de árbol se usa para mostrar las relaciones entre un concepto y sus elementos componentes.

Descripción:

Un diagrama de árbol sistemáticamente divide un tema en sus elementos componentes. Las ideas generadas mediante la tormenta de ideas y graficadas o agrupadas con un diagrama de afinidad pueden ser convertidas en un diagrama de árbol para mostrar enlaces lógicos y secuenciales. Esta herramienta puede ser usada en la planeación y solución de problemas.

Procedimiento:

- a) Establecer de manera clara y simple el tema que va a ser estudiado.



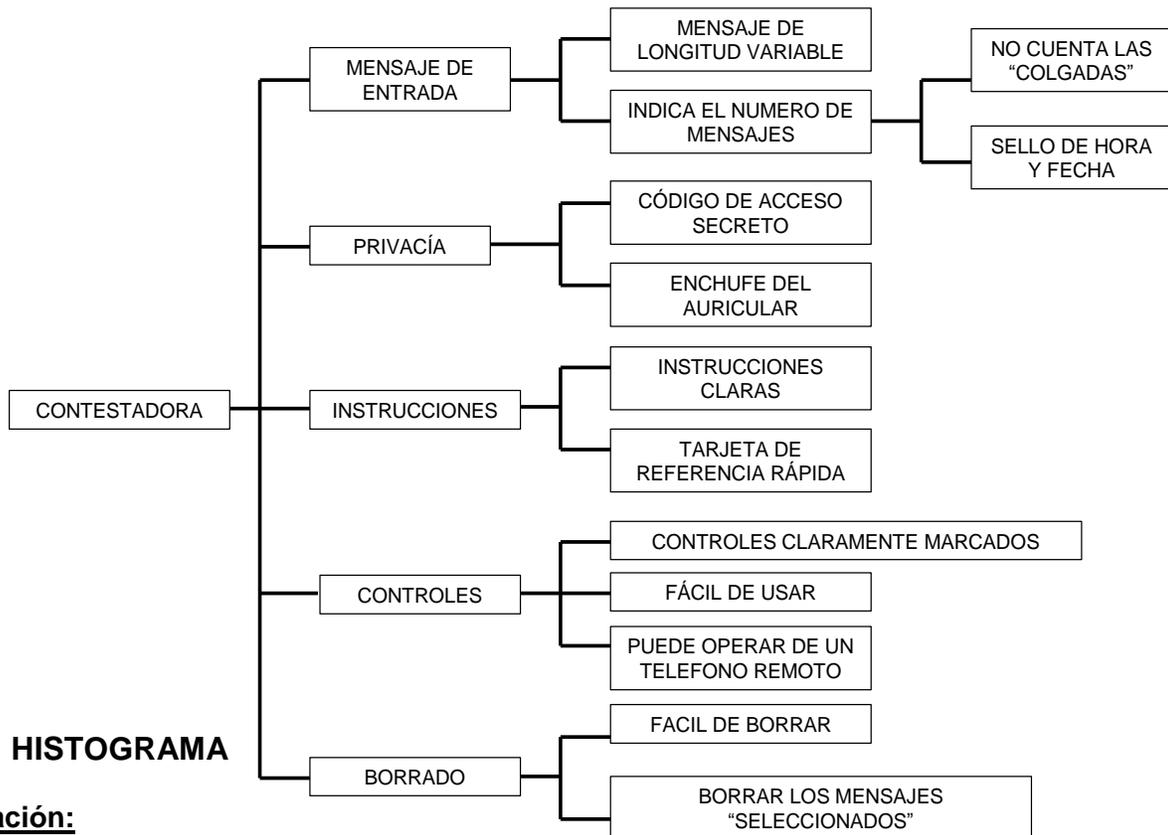
Código: DOC 8.4 RD 01	Pág. 14 de 29
Aprobó: Director Académico	Rev.: 0

- b) Definir las principales categorías del tema. (Tormenta de ideas o uso de las tarjetas de encabezado desde el diagrama de afinidad).
- c) Elaborar el diagrama ubicando el tema en un cuadro en el extremo izquierdo. Ramificar las principales categorías lateralmente hacia la derecha.
- d) Por cada categoría principal, definir los elementos y sub-elementos componentes.
- e) Ramificar lateralmente hacia la derecha los elementos y sub-elementos componentes para cada categoría principal.
- f) Revisar el diagrama para asegurarse que no existan separaciones en la secuencia o la lógica.

Ejemplo:

El diagrama de árbol que aparece en la siguiente figura representa una máquina contestadora de teléfono.

EJEMPLO DE UN DIAGRAMA DE ÁRBOL



8 HISTOGRAMA

Aplicación:



Código: DOC 8.4 RD 01	Pág. 15 de 29
Aprobó: Director Académico	 Rev.: 0

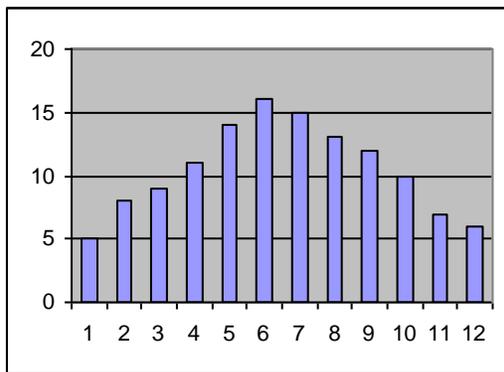
Un histograma es usado para:

- Exhibir el patrón de variación;
- Comunicar visualmente la información sobre el comportamiento del proceso;
- Tomar decisiones sobre donde enfocar los esfuerzos de mejoramiento.

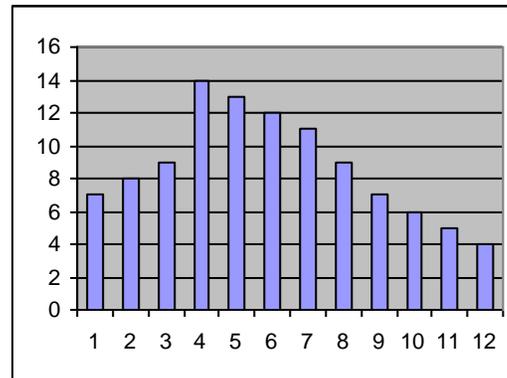
Descripción:

Los datos son exhibidos como una serie de rectángulos de ancho igual y de diferentes alturas. El ancho representa un intervalo dentro del rango de datos. La altura representa el número de valores de datos dentro de un intervalo dado. El patrón de variación de alturas muestra la distribución de valores de los datos. La siguiente figura muestra cuatro patrones de variación que se presentan comúnmente. Al examinar estos patrones, uno puede obtener ideas del comportamiento del proceso.

MODELOS QUE OCURREN COMUNMENTE EN LOS HISTOGRAMAS



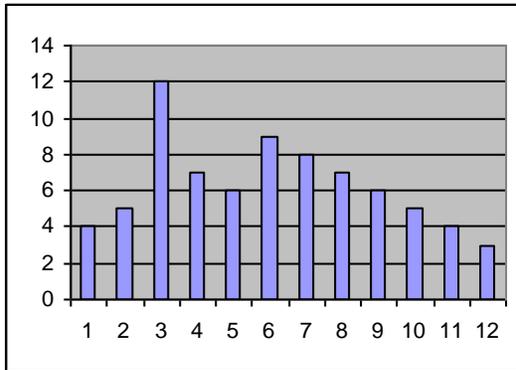
NORMAL



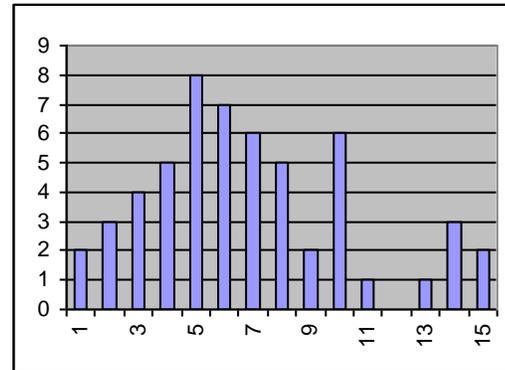
ASIMÉTRICO



Código: DOC 8.4 RD 01	Pág. 16 de 29
Aprobó: Director Académico	 Rev.: 0



DOBLE MODO



DOBLE

Procedimiento:

- Coleccionar los valores de los datos.
- Determinar el rango de datos restando el valor más pequeño del dato más grande.
- Determinar el número de intervalos en los histogramas (generalmente entre 6 y 12) y dividir el rango (paso b) entre el número de intervalos para determinar el ancho de cada intervalo.
- Marcar el eje horizontal con la escala de valores de datos.
- Marcar el eje vertical con la escala de frecuencias (número o porcentaje de observaciones).
- Dibujar la altura de cada intervalo igual al número de valores de datos que caen dentro del intervalo.

NOTA:

Es posible diseñar una forma de colección de datos de manera que un histograma sea generado a medida que los datos son coleccionados. Dicha forma recibe generalmente el nombre de "Hoja de conteo".



Código: DOC 8.4 RD 01	Pág. 17 de 29
Aprobó: Director Académico	Rev.: 0

Ejemplo:

El gerente de producción de una compañía fabricante de envases plásticos desea conocer el comportamiento del peso de uno de sus productos. Con este fin se tomaron lecturas de 78 envases, durante una semana.

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
5.53	5.08	5	5.13	5.6	5.16
6.5	4.4	8.91	7.86	5.85	5.83
7.6	5.31	7.08	5.08	9.7	5.5
6.73	4.25	5.5	6.5	5.31	4.6
5	5.6	5.75	2.35	7.08	5.5
6.21	5.25	6	5.3	4.75	5.75
6.7	5.98	5.75	7.1	5.45	5.41
7.18	7.53	6.5	5.8	7.15	6.5
5	5.23	6	5.06	4.98	5.08
5.83	7.61	5.83	5.21	5.58	5.58
7.51	6.7	8	8.11	7.7	7.6
5.76	5.86	5.41	4.81	4.63	5.25
5.7	5.41	6.5	6.38	5.9	7.15

El rango se obtiene de restar el valor menor al valor mayor
 $r = 9.7 - 2.35 = 7.35$

Como son 78 datos, se ha elegido un número k de 6 (cantidad de clases).

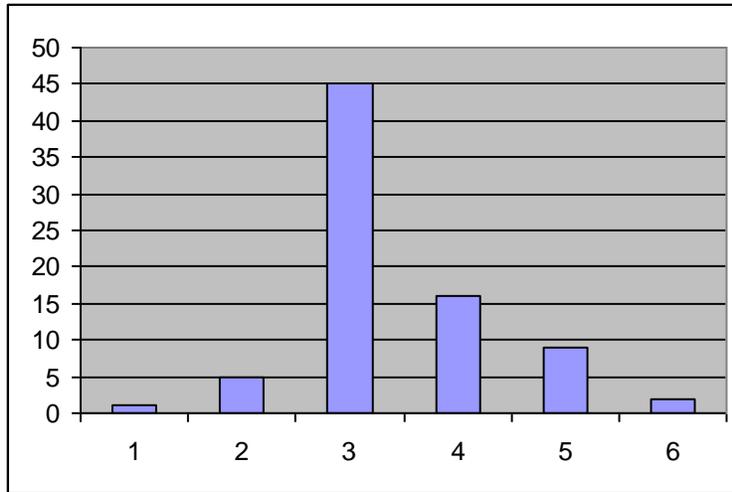
La amplitud de clase es la siguiente (con $u = 0.01$), pues las mediciones se han tomado hasta la centésima)

$$A = 7.35 - 0.01 / 6 = 1.227$$

Dado que la unidad de medida es una centésima, al dato mínimo se le resta media unidad (0.005) para crear el valor de la frontera inferior de la primera Clase: $2.35 - 0.005 = 2.345$



Código: DOC 8.4 RD 01	Pág. 19 de 29
Aprobó: Director Académico	 Rev.: 0



HISTOGRAMA

Un diagrama de Pareto es una técnica gráfica simple para clasificar los elementos desde el más frecuente hasta el menos frecuente. El diagrama de Pareto se basa en el principio de Pareto que establece que sólo unos cuantos elementos representan la mayoría del efecto. Al distinguir los elementos más importantes de los menos importantes, se obtendrá el mayor mejoramiento con el mínimo esfuerzo.

El diagrama de Pareto exhibe, en orden decreciente, la contribución relativa de cada elemento al efecto total. La contribución relativa puede estar basada en el número de eventos, el costo relacionado con cada elemento y otras medidas de impacto sobre el efecto. Los bloques son usados para mostrar la contribución relativa de cada elemento. Una línea de frecuencia acumulada es usada para mostrar la contribución acumulada de los elementos.

Procedimiento y Ejemplo:

El diagrama de Pareto se asemeja a un diagrama de barras, y su constitución comprende los siguientes pasos:

Paso 1:

Identifique el problema o área de mejora en la que se va a trabajar.

En el departamento de sistemas existen paralizaciones del trabajo debidas a fallas de ciertas máquinas. Se decide, entonces analizar este problema para tomar decisiones encaminadas a solucionarlo.

Paso 2:

Elabore una lista de los factores que pueden estar incidiendo en el problema, por ejemplo, tipos de fallas, características de comportamiento, tiempos de entrega...



Código: DOC 8.4 RD 01	Pág. 20 de 29
Aprobó: Director Académico	Rev.: 0

En reunión de supervisores se enumeran las principales causas que pueden estar incidiendo sobre el problema:

- Interrupción de energía eléctrica
- Manejo incorrecto por parte del operador
- Programa inadecuado
- Falta de mantenimiento
- Virus en el sistema
- Otros

Paso 3:

Establezca el período de tiempo dentro del cual se recolectarán los datos: días, semanas, meses...

Para constatar estas apreciaciones, se decide tomar datos durante el período del 8 al 11 de mayo (un turno, en forma aleatoria, de 8 horas en cada uno de los cuatro días), los cuales se consignarán en un formato que será manejado por los supervisores en recorridos semanales.

Paso 4:

Diseñe una hoja de verificación para la frecuencia con que ocurre cada factor, dentro del periodo fijado, especificando el número total de casos verificados.

CAUSA	TIEMPO DE PARO EN MINUTOS
Interrupción de la energía eléctrica	92
Manejo incorrecto del operador	45
Programa inadecuado	114
Falta de mantenimiento	202
Virus en el sistema	19
Otros	16
Total	448

Paso 5:

Con base a los datos de la hoja de verificación, ordene los distintos factores conforme a la frecuencia, comenzando con el que se da un número mayor de veces.

Recuerde que el número de todas las frecuencias debe ser igual al número de casos u observaciones hechas.

CAUSA	TIEMPO DE PARO EN MINUTOS
-------	---------------------------



Código: DOC 8.4 RD 01	Pág. 21 de 29
Aprobó: Director Académico	Rev.: 0

Falta de mantenimiento	202
Programa inadecuado	114
Interrupción de la energía eléctrica	92
Manejo incorrecto del operador	45
Virus en el sistema	19
Otros	16
Total	448

Paso 6:

Obtenga el porcentaje relativo de cada causa o factor, con respecto al total:

$$\% \text{ relativo} = \text{Frecuencia de causas} / \text{Total de Frecuencias} \times 100$$

La suma de todos los porcentajes debe ser igual a 100%.

CAUSA	TIEMPO DE PARO	% RELATIVO
Falta de mantenimiento	202	41.39
Programa inadecuado	114	23.36
Interrupción de la energía eléctrica	92	18.85
Manejo incorrecto del operador	45	9.22
Virus en el sistema	19	3.89
Otros	16	3.27
Total	448	100

Paso 7:

Calcule el % relativo acumulado, sumando en forma consecutiva los % de cada factor.

Con esta información se señala el % de veces que se presenta el problema y que se eliminaría si se realizan acciones efectivas que supriman las causas principales del problema.

CAUSA	TIEMPO DE PARO	% RELATIVO ACUMULADO	% RELATIVO
Falta de mantenimiento	202	41.39	41.39



Código: DOC 8.4 RD 01	Pág. 22 de 29
Aprobó: Director Académico	 Rev.: 0

Programa inadecuado	114	64.75	23.36
Interrupción de la energía eléctrica	92	83.6	18.85
Manejo incorrecto del operador	45	92.82	9.22
Virus en el sistema	19	96.71	3.89
Otros	16	100	3.27
Total	448	100	100

Paso 8:

Construya el diagrama de Pareto.

En el eje horizontal se anotan las causas (factores) de izquierda a derecha, en orden decreciente en cuanto a su frecuencia o costo.

El eje vertical izquierdo se gradúa de forma tal que sirva para mostrar el número de datos observados (*la frecuencia de cada causa*). El eje vertical derecho mostrará el porcentaje relativo acumulado.

Trace las barras o rectángulos correspondientes a los distintos factores o causas. La altura de las barras representa el número de veces que se presentó la causa, y se dibujan con la misma amplitud, unas tras otras.

Coloque los puntos que representan el porcentaje relativo acumulado, teniendo en cuenta la graduación de la barra vertical derecha; los puntos se colocan en la posición que corresponde al extremo derecho de cada barra, y se traza una curva que una dichos puntos. En esta forma queda graficada la curva del porcentaje relativo.

Desde la marca del 80% en el eje vertical derecho, trace una línea hasta la curva que muestra los porcentajes acumulados, y de allí baje una línea hasta el eje horizontal, para identificar los "pocos vitales". Como cualquier otra herramienta, el diagrama de Pareto debe de acompañarse de información que señale cuál es el problema, fechas, responsables, lugares...

Habiendo ya identificado los "pocos vitales", el siguiente paso sería que los responsables que han realizado el diagrama se pregunten sobre la factibilidad de atacar estos factores. Según el principio de Pareto, la acción de eliminar estos factores traería como consecuencia la disminución del tamaño del problema en aproximadamente un 80%.

En ocasiones, se acostumbra realizar dos o mas diagramas de Pareto para darle seguimiento a un mismo Proyecto de Mejora Continua a lo largo del tiempo. De esta manera es posible realizar comparaciones y se puede llegar a una toma de decisiones concernientes al Proceso de Mejora Continua que se esté llevando a cabo.

Para esto son importantes las siguientes recomendaciones:



Código: DOC 8.4 RD 01	Pág. 23 de 29
Aprobó: Director Académico	 Rev.: 0

- Maneje la misma escala en los ejes verticales izquierdos de ambos diagramas.
- Seleccione una unidad de tiempo conveniente, tal como una semana, un trimestre, etc., que sea la misma para los dos diagramas.

Si el esfuerzo para obtener mejoras han sido eficaces, el orden de las categorías o defectos, en el eje horizontal, cambiará. Si la altura de todas las barras disminuye, esto significa que se ha reducido el nivel general de defectos por alguna acción común, por ejemplo, capacitación de personal, mantenimiento del equipo, etc.

El siguiente diagrama de Pareto muestra que la falta de mantenimiento, programa inadecuado y interrupción en la energía eléctrica cuentan con el 83.6% de los reportes de tiempo de paro y que estos indican las más grandes oportunidades para el mejoramiento.

Cómo poner en práctica el diagrama de Pareto:

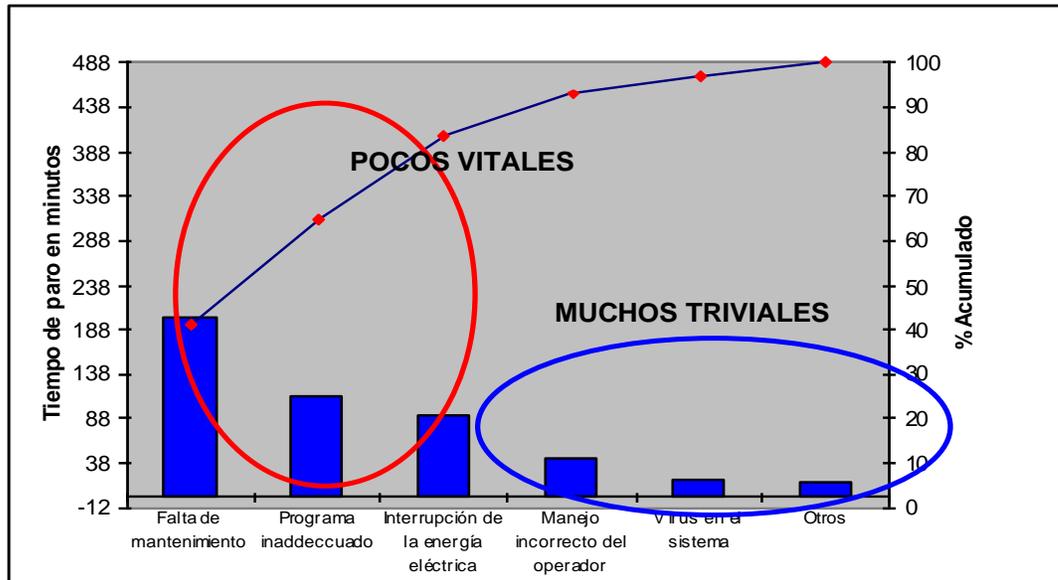
- Defina el problema e identifique las causas o categorías potenciales.
- Seleccione la medida cuantitativa que será comparada (costo y frecuencia)
- Determine el periodo de estudio (días, semanas, meses...)
- Recopile la información que se necesite para cada causa o factor



Código: DOC 8.4 RD 01	Pág. 24 de 29
Aprobó: Director Académico	Rev.: 0

Diagrama de Pareto

Tiempo de paro del trabajo
Periodo de observación del 8 al 11 de noviembre



- Ordene las causas o categorías de izquierda a derecha sobre el eje horizontal en orden decreciente de frecuencia o costo
- Dibuje un rectángulo sobre cada causa o categoría, cuya altura represente la frecuencia o el costo
- Registre los datos en el eje vertical de la izquierda, y el porcentaje en el eje vertical de la derecha. Estos ejes se deben dibujar a escala
- Dibuje una línea desde el punto más alto del rectángulo de la izquierda (causa de mayor frecuencia), con una trayectoria ascendente de izquierda a derecha, donde muestre la frecuencia acumulada de las causas o categorías
- Señale los “pocos vitales”

Ejemplos:

- El 80% del volumen de las ventas de una empresa se realizan a través del 20% de sus productos.
- El 80% del total de tiempo de trabajo se consume con el 20% de las actividades diarias.
- El 80% del valor del inventario de artículos se debe al 20% de estos artículos.
- El 80% del total de los defectos encontrados en un producto se debe al 20% de los tipos de causas identificados.



Código: DOC 8.4 RD 01	Pág. 25 de 29
Aprobó: Director Académico	 Rev.: 0

10 DIAGRAMA DE DISPERSIÓN

Aplicación:

Un diagrama de dispersión es usado para descubrir y exhibir las relaciones entre dos conjuntos asociados de datos, y confirmar las relaciones anticipadas entre los dos conjuntos asociados de datos.

Descripción:

Un diagrama de dispersión es una técnica gráfica para estudiar las relaciones entre dos conjuntos asociados de datos que se presentan en pares (por ejemplo (x,y) , uno de cada conjunto). El diagrama de dispersión visualiza los pares como una nube de puntos.

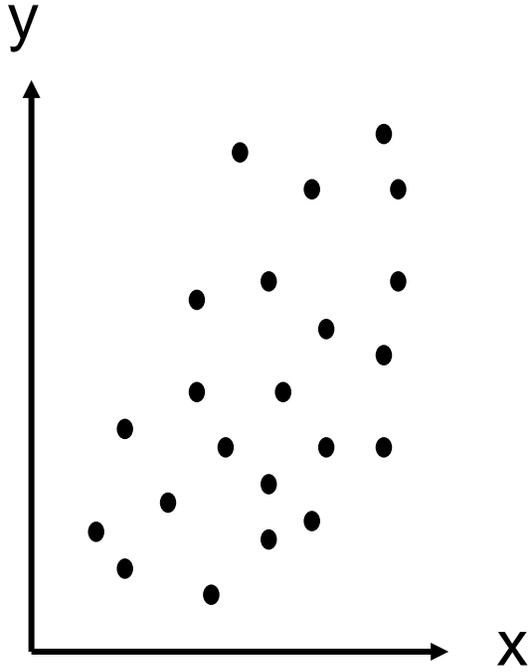
Las relaciones entre los conjuntos asociados de datos son inferidas por la forma de las nubes. Una relación positiva entre x e y significa que los valores crecientes de x están relacionados con los valores crecientes de y . Una relación negativa significa que los valores crecientes de x están relacionados con los valores decrecientes de y .

Seis de las formas más comunes de estas nubes aparecen en la siguiente figura. Al examinar estas formas, podemos tener una idea de las relaciones entre estos conjuntos de datos.

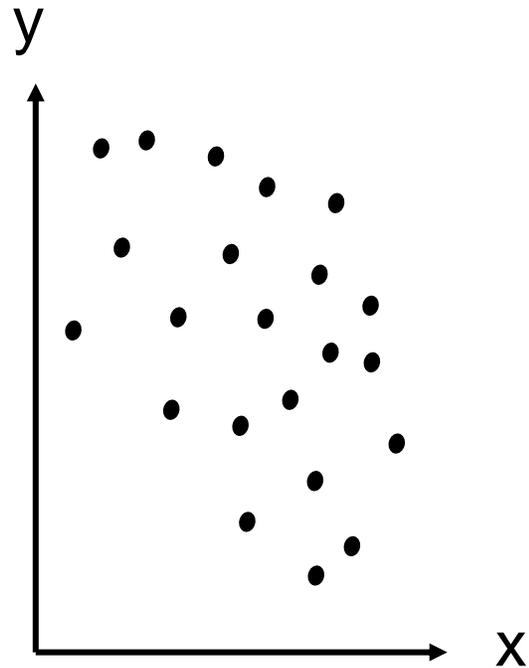
PATRONES QUE COMÚNMENTE OCURREN EN LOS DIAGRAMAS DE DISPERSIÓN



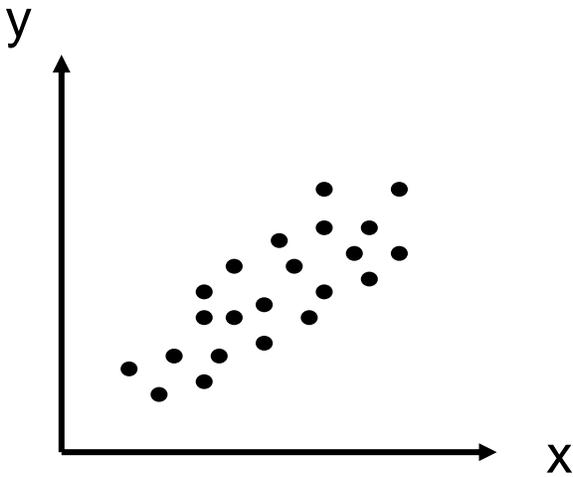
Código: DOC 8.4 RD 01	Pág. 26 de 29
Aprobó: Director Académico	 Rev.: 0



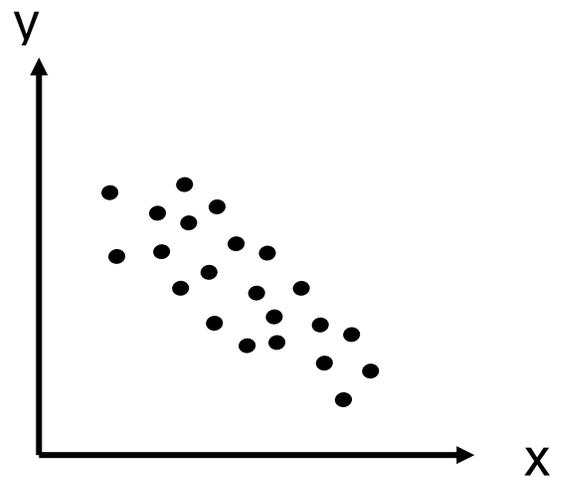
RELACIÓN DÉBIL POSITIVA



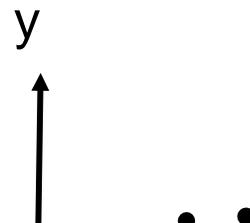
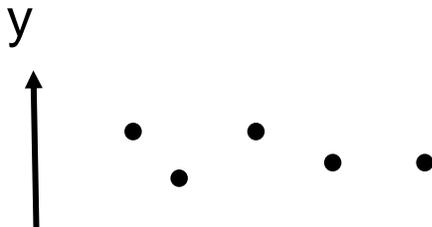
RELACIÓN DÉBIL NEGATIVA



RELACIÓN FUERTE POSITIVA



RELACIÓN FUERTE NEGATIVA





Código: DOC 8.4 RD 01	Pág. 27 de 29
Aprobó: Director Académico	 Rev.: 0

Procedimiento:

- Coleccionar pares de datos (x,y) de dos conjuntos asociados de datos cuya relación vaya a ser estudiada. Es deseable tener aproximadamente 30 pares de datos.
- Rotular los ejes x e y
- Localizar los valores mínimos y máximos tanto para x como para y, y usar los valores para escalar los ejes horizontal (x) y vertical (y). Ambos ejes conviene que sean de igual longitud.
- Graficar los datos en pares (x,y). Cuando dos pares de datos tienen los mismos valores, graficar círculos concéntricos alrededor del punto graficado o graficar el segundo punto lo más cerca.
- Examinar la forma de la nube de puntos para descubrir los tipos y las fuerzas de las relaciones.

11 CARTAS DE CONTROL

Aplicación:

Una carta de control es usada para los siguientes propósitos:

- Diagnóstico: para evaluar la estabilidad del proceso.
- Control: para determinar cuando un proceso requiere ajustes o cuando debe dejarse como esta.
- Confirmación: para confirmar un mejoramiento a un proceso.

Descripción:



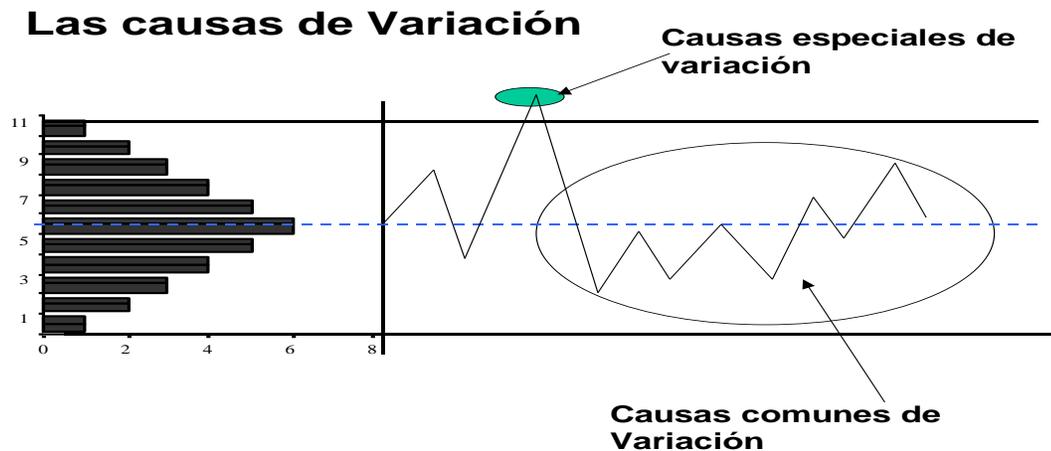
Código: DOC 8.4 RD 01	Pág. 28 de 29
Aprobó: Director Académico	 Rev.: 0

Una carta de control es una herramienta para distinguir las variaciones debido a causas asignables o especiales de las variaciones probables inherentes al proceso. Las variaciones probables se repiten aleatoriamente dentro de los límites predecibles. Las variaciones ocasionadas por causas asignables o especiales indican que algunos factores que afectan el proceso requieren ser identificados, investigados y controlados.

La elaboración de cartas de control es fundamentada en estadísticas matemáticas. Las cartas de control utilizan datos de operación para establecer límites dentro de los cuales se esperan observaciones futuras si el proceso no es afectado por causas asignables o especiales.

NOTA:

Existe una gran variedad de métodos de control que pueden aplicar a toda clase de características medibles o contables de un proceso, producto o cualquier salida.

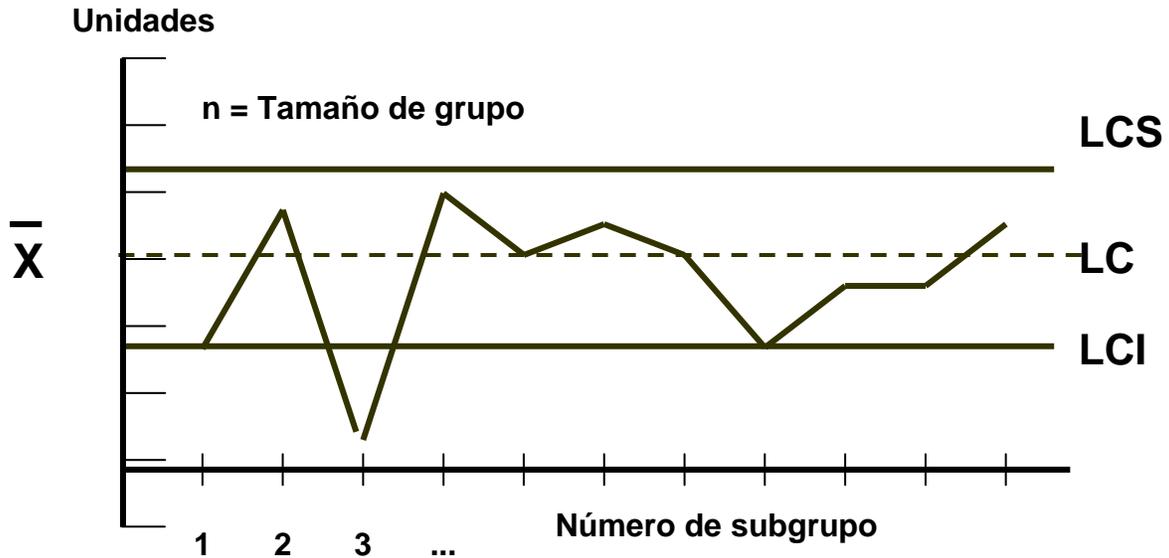


Procedimiento:

- Seleccionar las características para la aplicación de una carta de control.
- Seleccionar el tipo adecuado de la carta de control
- Decidir el subgrupo (una pequeña colección de elementos, dentro de los cuales se asume que las variaciones se deben a cambios únicamente), su tamaño, y la frecuencia del muestreo del subgrupo.
- Coleccionar y registrar datos de por lo menos 20 a 25 subgrupos, usar los datos registrados anteriormente.
- Calcular los estadísticos que caracterizan a cada muestra del subgrupo.
- Calcular los límites de control basados en los estadísticos de las muestras del subgrupo.
- Construir una carta, graficar y trazar los estadísticos del subgrupo.
- Examinar la gráfica para puntos fuera de los límites de control y para patrones que indiquen la presencia de causas asignables (especiales).
- Decidir sobre la acción futura.



Código: DOC 8.4 RD 01	Pág. 29 de 29
Aprobó: Director Académico	 Rev.: 0



ESTRUCTURA TÍPICA DE LAS GRÁFICAS DE CONTROL

**LO QUE NO SE MIDE, NO SE PUEDE CONTROLAR;
LO QUE NO SE CONTROLA, NO SE PUEDE MEJORAR.**