

HERRAMIENTAS DE CALIDAD

TEMA	ECO	ETP
Introducción	5	5
Historia de la evolución de la calidad	10	15
Concepto de calidad (Gurus)	15	20
Diagrama de flujo	25	30
Tormenta de ideas	20	30
5 por qué?	25	25
Diagrama de pescado ISHIKAWA	30	30
Gráficos de control X R	25	30
Histogramas	35	
Circulo de Deming (Hablar con hechos y datos)	20	20
Plan de reacción	30	35

HERRAMIENTAS BASICAS PARA LA MEJORA CONTINUA

DIAGRAMA DE FLUJO

Definición:

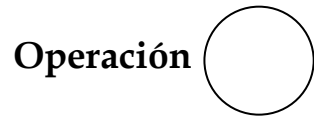
El diagrama de flujo es un diagrama especial, que muestra la secuencia de pasos o actividades que se efectúan en un proceso determinado, para producir determinados resultados.

HERRAMIENTAS BASICAS PARA LA MEJORA CONTINUA

DIAGRAMA DE FLUJO

Símbolos:

Un diagrama de flujo es relativamente fácil de construir. Pero primero necesitamos conocer los símbolos que debemos usar, que son:



- ☺ Cambia el estado del producto hacia su estado final
 - Producir dibujos
 - Ensamble de partes
 - Hacer cálculos
 - Recibir solicitudes

- ☺ Cambia el estado del producto para cumplir requerimientos internos
 - Teclear memorándums internos
 - Empacar material en cajas



- ⌘ Cualquier movimiento que no sea de mano a mano entre operaciones



- Inspección interna: revisión del trabajo propio
- Inspección externa: prueba independiente del trabajo de otros
- Usualmente seguida de una decisión de pasa / no-pasa

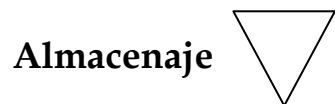
HERRAMIENTAS BASICAS PARA LA MEJORA CONTINUA

Continuación

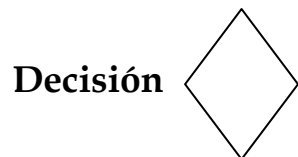
DIAGRAMA DE FLUJO



- ♣ Tiempos de espera en proceso
 - Colas
 - Esperar instrucciones
 - Relaciones con el proceso (ejem: Tiempos de calentamiento)



- ☞ Sacar un artículo del proceso para uso posterior
 - Archivo
 - Guardar



- ⤵ Seleccionar una opción de varias
 - Ejemplo: Aceptar / Rechazar Muestra



- ☞ Este símbolo indica una continuación del proceso

HERRAMIENTAS BASICAS PARA LA MEJORA CONTINUA

DIAGRAMA DE FLUJO

Construyendo un diagrama de flujo de procesos:

Paso 1.- Identifique el inicio y el final del proceso que se quiere estudiar. Pregúntese, ¿Cual es la primer actividad que se hace? y anotela. Ahora pregúntese ¿Cuál es la ultima actividad que se hace? y anotela.

HERRAMIENTAS BASICAS PARA LA MEJORA CONTINUA

Continuación

Paso 2.- Identifique las actividades en el proceso.

La forma fácil de identificar las actividades del proceso es mentalmente “caminar a través” del mismo como normalmente esta sucediendo. En esta forma encontraremos las actividades entre el inicio y el final del proceso. Una nueva actividad comienza cuando un nuevo paso es requerido.

Asegúrese de incluir cada operación, transporte, punto de inspección, almacenaje y demora. Es importante listar todas las actividades del proceso no importa que tan largo o corto sea el tiempo para completar cada una.

Ordene la lista de actividades en orden secuencial cronológico del inicio hasta el final del proceso.

HERRAMIENTAS BASICAS PARA LA MEJORA CONTINUA

Continuación

Paso 3.- Dibuje el diagrama de flujo.

Una vez listadas las actividades del proceso en orden secuencial, podemos dibujar el diagrama de flujo. Seleccione los símbolos correctos para cada actividad y dibújelos en una hoja de papel, carta, o tablero. Brevemente identifique cada paso, especificando que, quien o donde.

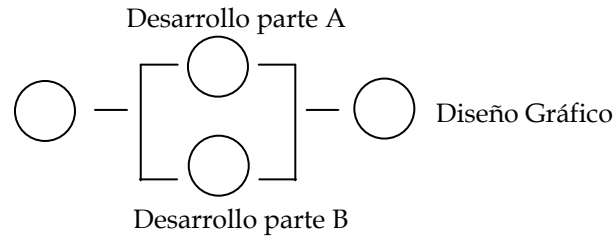
Conecte las actividades con una línea. Si la línea es demasiado grande y no cabe en la página use el conector e inicie otra línea. Continúe de esa manera hasta haber cubierto todas las actividades dentro del proceso.

Algunas veces el diagrama de flujo puede tener ramas. Algunas veces por operaciones que se ejecutan paralelamente, en operaciones de selección, o en operaciones condicionadas por un "si".

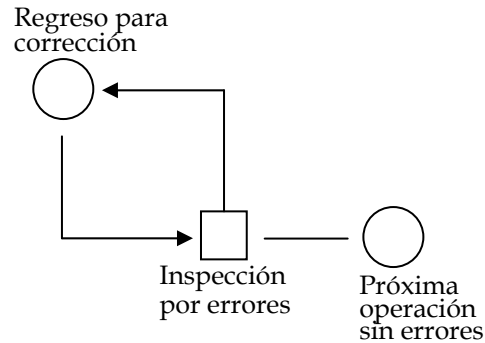
HERRAMIENTAS BASICAS PARA LA MEJORA CONTINUA

Continuación

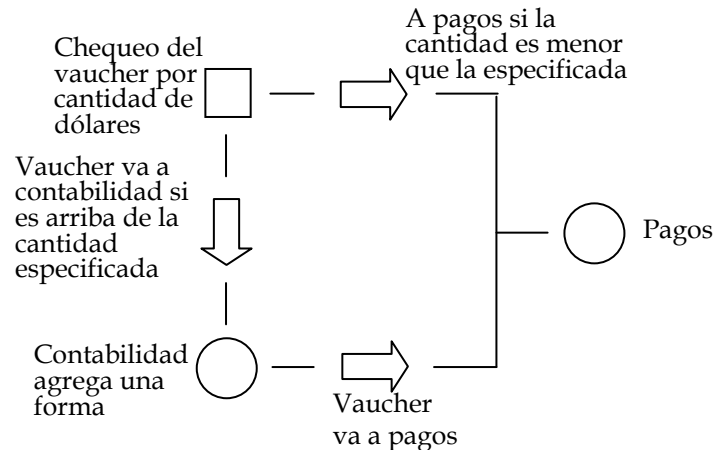
Operación en paralelo



Rizo de corrección



Resultado de un "si" condicional



HERRAMIENTAS BASICAS PARA LA MEJORA CONTINUA

Continuación

Paso 4.- Determine el tiempo o distancia de cada paso.

Para poder mejorar el flujo del proceso, es importante conocer el tiempo que lleva completar cada actividad. Esto ayuda a encontrar donde se puede reducir o eliminar el tiempo improductivo. Recuerde especialmente registrar el tiempo de las demoras y almacenamientos.

Registre la distancia para cada transporte.

HERRAMIENTAS BASICAS PARA LA MEJORA CONTINUA

Continuación

Paso 5.- Asigne un costo a cada actividad.

Es opcional y dependerá de cada situación en particular, el que se quiera asignar un costo a cada actividad del proceso

HERRAMIENTAS BASICAS PARA LA MEJORA CONTINUA

DIAGRAMA DE FLUJO

Usos del diagrama de flujo:

- Controlar el proceso
- Mejorar el proceso

HERRAMIENTAS BASICAS PARA LA MEJORA CONTINUA

Ejemplo :

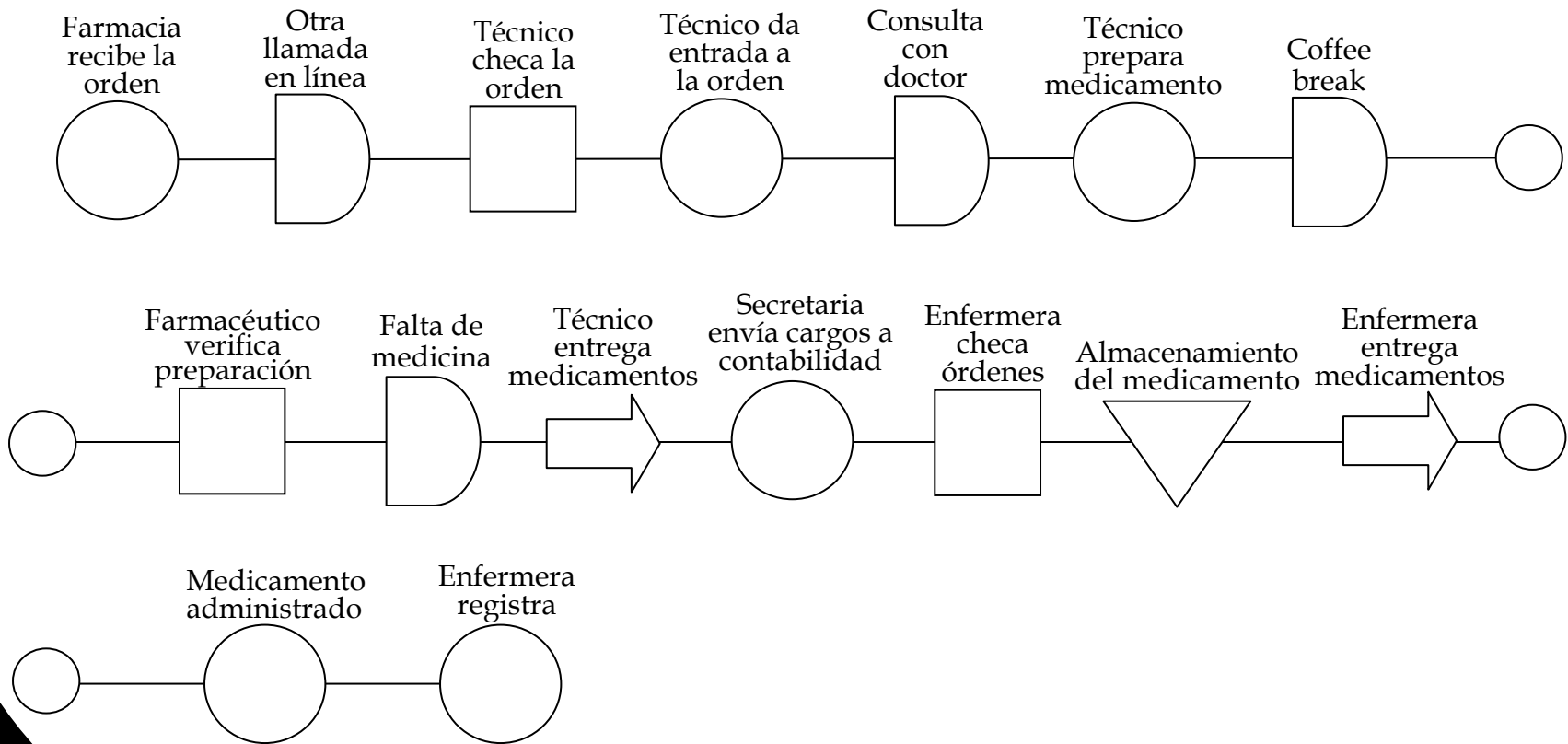


Diagrama de flujo de un sistema de entrega de medicamentos en un hospital.

ANÁLISIS DE PARETO

¿QUÉ SON LOS DIAGRAMAS DE PARETO?

Los problemas de calidad se presentan como pérdidas (productos defectuosos y su costo). La mayoría de las pérdidas se deberán a unos pocos tipos de defectos, y estos defectos pueden atribuirse a un número muy pequeño de causas.

En el campo del control de calidad, el Dr. J. M. Juran aplicó el método del diagrama de Lorenz como fórmula para clasificar los problemas de calidad en los pocos vitales los muchos triviales, y llamó este método análisis de Pareto. Señaló que, en muchos casos, la mayoría de los defectos y de su costo se deben a un número relativamente pequeño de causas.

ANÁLISIS DE PARETO

¿CÓMO ELABORAR DIAGRAMAS DE PARETO?

Paso 1

Decida que problemas se van a investigar y cómo recoger los datos

1. Decida qué clase de problemas son los que usted quiere investigar.

Ejemplo: Objetos defectuosos, pérdidas en términos monetarios , ocurrencia de accidentes.

2. Decida qué datos va a necesitar y cómo clasificarlos.

Ejemplo: Por tipo de defecto, localización, proceso, máquina, trabajador, método.

Nota: Resuma los detalles que se presentan con poca frecuencia en la categoría “otros” .

3. Defina el método de recolección de los datos y el periodo de duración de la recolección.

Nota: Se aconseja utilizar un formato de investigación.

ANÁLISIS DE PARETO

Paso 2

Diseñe una tabla para conteo de datos, con espacio suficiente para registrar los totales

Tipo de defecto	Conteo	Total
Fractura		10
Rayado	42
Mancha	/	6
Tensión	104
Rajadura		4
Burbuja		20
Otros		14
Total		200

Tabla para conteo de datos

ANÁLISIS DE PARETO

Paso 3

Verifique la tabla de conteo y calcule los totales.

Paso 4

Elabore una tabla de datos para el diagrama de Pareto con la lista de defectos, los totales individuales, los totales acumulados, la composición porcentual y los porcentajes acumulados .

Tipo de defecto	Número de defectos	total acumulado	composición porcentual	Porcentaje acumulado
Tensión	104	104	52	52
Rayado	42	146	21	73
Burbuja	20	166	10	83
Fractura	10	176	5	88
Mancha	6	182	3	91
Rajadura	4	186	2	93
Otros	14	200	7	100
Total	200	---	100	---

Tabla de datos para un diagrama de Pareto

ANÁLISIS DE PARETO

Paso 5

Organice los defectos por orden de cantidad, y llene la tabla de datos.

Nota: el defecto “otros” debe ubicarse en el último renglón, independientemente de su magnitud. Esto se debe a que está compuesto de un grupo de defectos, cada uno de los cuales es más pequeño que el menor de los defectos citados individualmente.

Paso 6

Dibuje dos ejes verticales y un eje horizontal.

1) Ejes verticales

a) Eje izquierdo

Marque este con una escala desde 0 hasta el total general

b) Eje derecho

Marque este eje con una escala desde 0% hasta 100%.

c) Eje horizontal

Divida este eje en un número de intervalos igual al número de defectos clasificados.

Paso 7

Construya el diagrama de barras.

ANÁLISIS DE PARETO

Paso 8

Dibuje la curva acumulada (curva de Pareto).

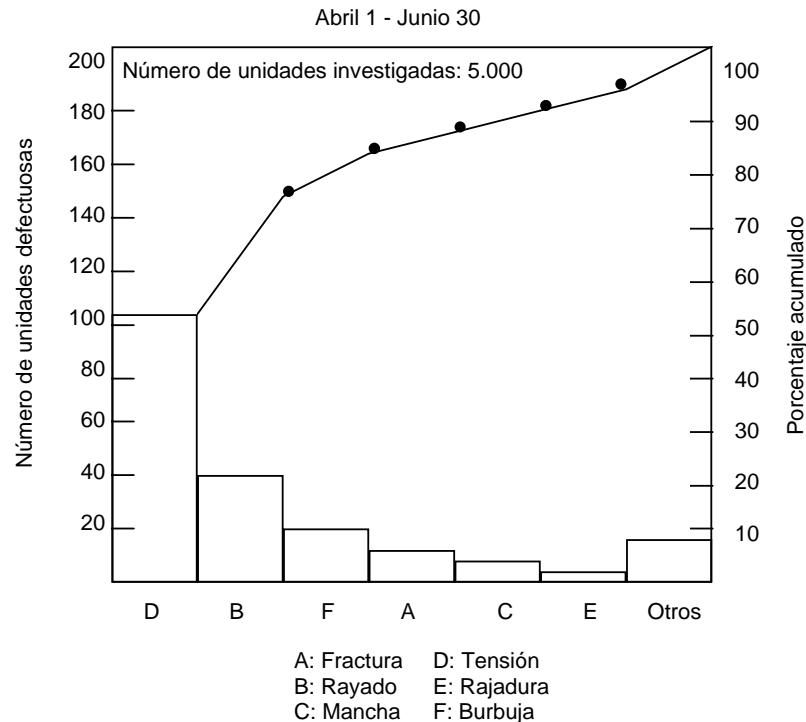


Diagrama de Pareto por ítems defectuosos

Marque los valores acumulados (total acumulado o porcentaje acumulado) en la parte superior, al lado derecho de los intervalos de cada ítem, y conecte los puntos con una línea curva.

ANÁLISIS DE PARETO

Paso 9

Escriba en el diagrama cualquier información necesaria.

1) Información sobre el diagrama

Título, cifras significativas, unidades, nombre del dibujante

2) Información sobre los datos

ANÁLISIS DE PARETO

NOTAS SOBRE LOS DIAGRAMAS DE PARETO

(1) Sugerencias para elaborar diagramas de Pareto

1) Pruebe varias clasificaciones y construya muchas clases de diagramas de Pareto.

Usted podrá captar la esencia de un problema observándolo desde varios ángulos; es necesario tratar de encontrar varios métodos de clasificación hasta que identifique los pocos vitales, lo cual constituye el propósito del análisis de Pareto.

2) No es conveniente que “otros” represente un porcentaje de los más altos. Si esto sucede, se debe a que los detalles para la investigación no se han clasificado apropiadamente y demasiados detalles caen en esta categoría. En este caso, debe considerarse un método diferente de clasificación.

3) Si los datos se pueden representar en valores monetarios, lo mejor es dibujar diagramas de Pareto que muestren esto en el eje vertical. Si no se aprecian adecuadamente las implicaciones financieras de un problema, la investigación puede resultar ineficaz. En la administración, los costos constituyen una importante escala de medición.

ANÁLISIS DE PARETO

(2) Sugerencias para usar diagramas de Pareto

1) Si un detalle se puede solucionar fácilmente, debe afrontarse de inmediato aunque sea relativamente de poca importancia. Debido a que un diagrama de Pareto tiene como objetivo la solución eficiente de problemas, se requiere, básicamente, que afrontemos los pocos vitales. Sin embargo, si por medio de una sencilla medida se puede solucionar un ítem que parece relativamente de poca importancia, servirá como ejemplo de solución eficiente de un problema, y la experiencia, la información y los incentivos que los empleados pueden obtener por este medio serán de gran ayuda en la futura solución de problemas.

2) No deje de hacer un diagrama de Pareto de causas. Después de haber identificado el problema por medio de un diagrama de Pareto de fenómenos, para solucionarlo es necesario identificar las causas. Por lo tanto es vital hacer un diagrama de Pareto de causas, si es que se va a hacer mejoras.

ANÁLISIS DE PARETO

Analice la información de la tabla siguiente haciendo varios diagramas de Pareto.

Operario	Máquina	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
A	No. 1	● ● ● ● ● * * ○ ○ # # ☆	● ● ● ● ● ● ● ● * ○ ○ ○ #	● ● ● ● ● ● ● ● * * * * * ○ ○ ○ ○ # # ☆	● ● ● ● ● ● ● ● * ○ ○ ○	● ● ● ● ● ● ● ● * ○ ○ ○ ○
	No. 2	● ● ● ● ● * ○	● ● ● ● ● ● ● ● * * ○ ○ ☆	● ● ● ● ● ● ● ● * * * * * ○ ○ #	● ● ● ● ● ● ● ● * ○ #	● ● ● ● ● ● ● ● * * ○ #
B	No. 3	● ● ● ● ● * * ○	● ● ● ● ● ● ● ● * ○	● ● ● ● ● ● ● ● * * * * * ○ #	● ● ● ● ● ● ● ● * ○ # ☆	● ● ● ● ● ● ● ● * ○ ○ #
	No. 4	● ● ● ● ● * ○ ○ ☆	● ● ● ● ● ● ● ● * ○ #	● ● ● ● ● ● ● ● * * * * * ○ ○ #	● ● ● ● ● ● ● ● * #	● ● ● ● ● ● ● ● * ○ ○ #

● Tensión * Rayado ○ Burbuja # Fractura ☆ Otros

DIAGRAMA DE CAUSA - EFECTO

Diagrama que muestra la relación entre una característica de calidad y los factores. Actualmente el diagrama se usa no solamente para observar las características de calidad de los productos sino también en otros campos, y ha sido ampliamente aplicado en todo el mundo.

COMO ELABORAR DIAGRAMAS DE CAUSA - EFECTO

Elaborar un diagrama de causa - efecto que sea útil no es tarea fácil. Puede afirmarse que quienes tienen éxito en la solución de problemas de control de calidad son aquellos que tienen éxito en hacer diagramas de causa - efecto que sean útiles. Hay muchas manera de hacer el diagrama, pero aquí se describirán dos métodos típicos.

Antes de presentar los procedimientos, se explicará del diagrama de causa - efecto con un ejemplo.

DIAGRAMA DE CAUSA - EFECTO

Estructura diagrama de causa - efecto

Un diagrama de causa - efecto también se llama “diagrama de espina de pescado”, porque se parece al esqueleto de un pez, como se ve en la figura 1. Ocasionalmente se denomina también diagrama de “árbol” o de “río”, pero aquí se usa el nombre de “espina de pescado”. En la figura 2 se muestra un ejemplo.

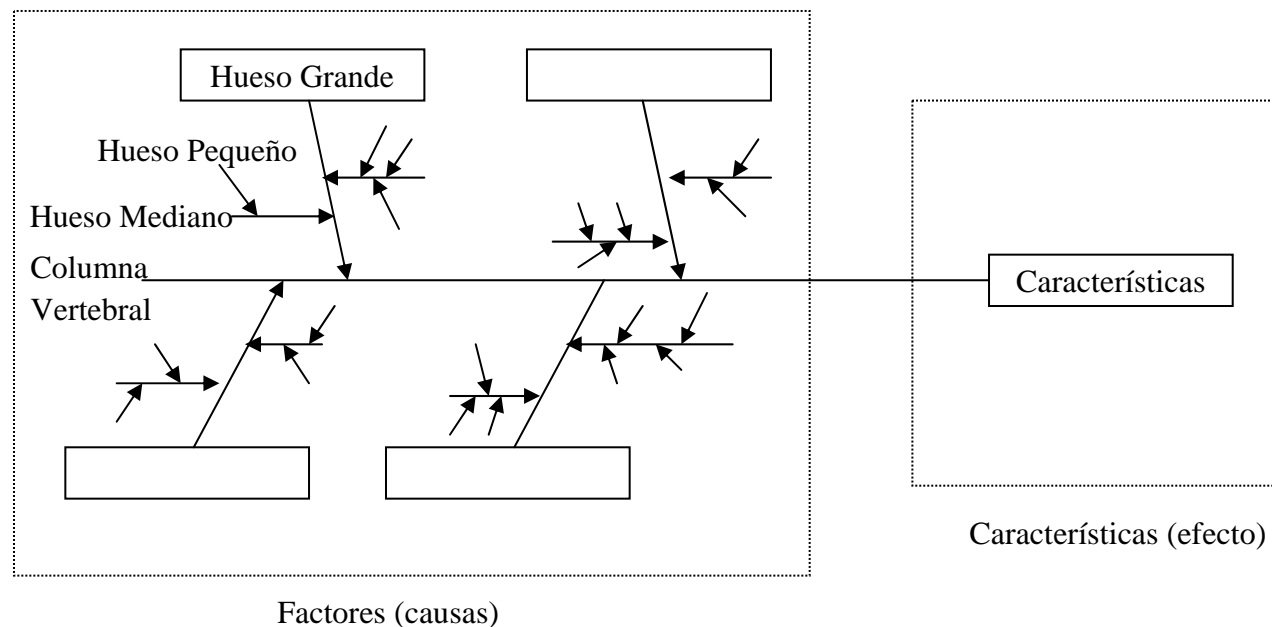


Figura 1. Estructura del diagrama de causa- efecto

DIAGRAMA DE CAUSA - EFECTO

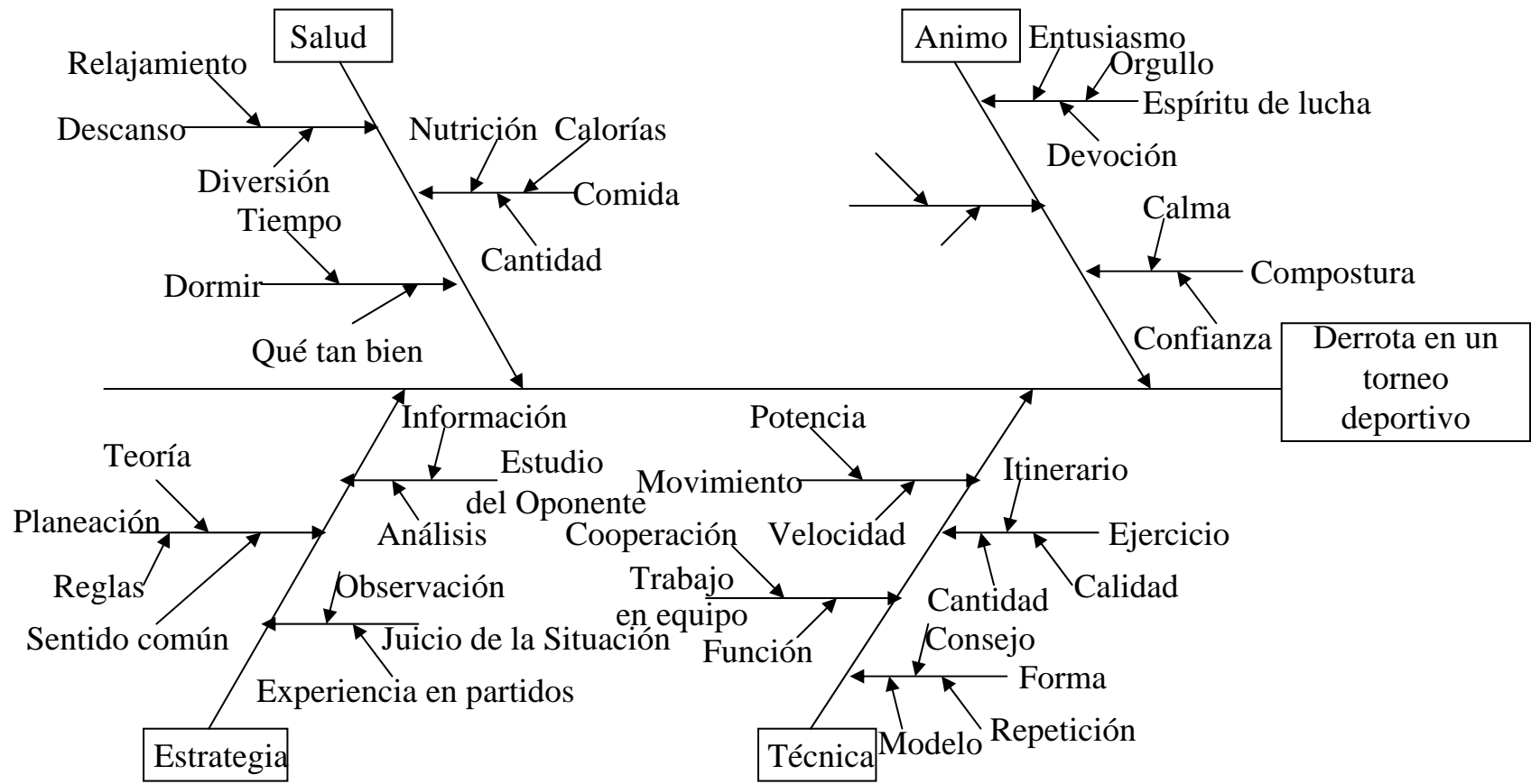


Figura 2. Ejemplo de diagrama de causa - efecto

DIAGRAMA DE CAUSA - EFECTO

Procedimiento para elaborar los diagramas de causa - efecto para la identificación de causas.

Procedimiento

PASO 1

Describa el efecto o atributo de calidad

PASO 2

Escoja una característica de calidad y escríbala en el lado derecho de una hoja de papel, dibuje de izquierda a derecha la línea de la espina dorsal y encierre la característica en un cuadrado. Enseguida, escriba las causas primarias que afectan a las características de calidad, en forma de grandes huesos, encerrados, también en cuadrados.

DIAGRAMA DE CAUSA - EFECTO

Continuación

PASO 3

Escriba las causas (causas secundarias) que afectan a los grandes huesos (causas primarias) como huesos medianos, y escriba las causas (causas terciarias) que afectan a los huesos medianos como huesos pequeños.

PASO 4

Asigne la importancia de cada factor, y marque los factores particularmente importantes que parecen tener un efecto significativo sobre la característica de calidad.

PASO 5

Registre cualquier información que pueda ser de utilidad.

DIAGRAMA DE CAUSA - EFECTO

(1) Sugerencias para elaborar los diagramas de causa - efecto

- 1) Identifique todos los factores relevantes mediante consulta y discusión entre muchas personas
- 2) Exprese la característica tan concretamente como sea posible.
- 3) Haga un diagrama para cada característica.
- 4) Escoja una característica y unos factores medibles.
- 5) Descubra factores sobre los que sea posible actuar.

(2) Sugerencias para el uso de los diagramas de causa - efecto

- 1) Asigne la importancia de cada factor objetivamente con base en datos
- 2) Trate de mejorar continuamente el diagrama de causa - efecto mientras lo usa

GRÁFICAS DE CONTROL

(1) Gráfica \bar{x} - R

Esta se usa para controlar y analizar un proceso en el cual la característica de calidad del producto que se está midiendo toma valores continuos, tales como longitud, peso o concentración, y esto proporciona la mayor cantidad de información sobre el proceso. \bar{x} representa un valor promedio de un subgrupo y **R** representa el rango del subgrupo. Una gráfica **R** se usa generalmente en combinación con una gráfica \bar{x} para controlar la variación dentro de un subgrupo.

GRÁFICAS DE CONTROL

(1) Gráfica \bar{x} - R

COMO ELABORAR UNA GRÁFICA DE CONTROL

Procedimiento	Ejemplo
<p>Paso 1 Recoja los datos</p> <p>Recoja aproximadamente 100 datos. Divídalos en 20 ó 25 subgrupos con 4 ó 5 en cada uno, haciéndolos uniformes dentro del subgrupo. Regístrelos en una hoja de datos (tabla 7.3). Cuando no hay razones técnicas para hacer subgrupos, divida los datos en el orden en que se obtuvieron. El tamaño del grupo es generalmente entre 2 y 10 en el mayoría de los casos.</p>	

GRÁFICAS DE CONTROL

(1) Gráfica \bar{x} - \bar{R}

Paso 2 Calcule los \bar{x} 's

Calcule el promedio \bar{x} para cada subgrupo.

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

$$\bar{x} = (47 + 32 + 44 + 35 + 20) / 5 = 35.6$$

Paso 2

En el primer grupo,

Donde n es el tamaño de cada subgrupo. Por lo general, el resultado se calcula con una cifra decimal más que aquellas de los datos originales.

GRÁFICAS DE CONTROL

(1) Gráfica \bar{x} - \bar{R}

Paso 3 Calcule los $\bar{\bar{x}}$

Calcule el promedio *bruto* $\bar{\bar{x}}$ dividiendo el total de los \bar{x} de cada subgrupo por el número de subgrupos k

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \dots + \bar{x}_k}{k}$$

$$\bar{\bar{x}} = (35.6 + 29.2 + \dots + 28.2) / 25 = 29.86$$

$\bar{\bar{x}}$ se calcula con dos cifras decimales más que aquellas de los datos originales.

Paso 3

GRÁFICAS DE CONTROL

(1) Gráfica $\bar{x} - R$

Tabla 7.3 Hoja de datos para una gráfica $\bar{x} - R$

Subgrupo No.	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	Σx	\bar{x}	R
1	47	32	44	35	20	178	35.6	27
2	19	37	31	25	34	146	29.2	18
3	19	11	16	11	44	101	20.2	33
4	29	29	42	59	38	197	39.4	30
5	28	12	45	36	25	146	29.2	33
6	40	35	11	38	33	157	31.4	29
7	15	30	12	33	26	116	23.2	21
8	35	44	42	11	38	160	32.0	33
9	27	37	26	20	35	145	29.0	17
10	23	45	26	37	32	163	32.6	22
11	28	44	40	31	18	161	32.2	26
12	31	25	24	32	22	134	26.8	10
13	32	37	19	47	14	139	27.8	33
14	37	32	12	38	30	149	29.8	26
15	25	40	24	50	19	158	31.6	31
16	7	31	23	18	32	111	22.2	25
17	38	0	41	40	37	156	31.2	41
18	35	12	29	48	20	144	28.8	36
19	31	20	35	24	47	157	31.4	27
20	12	27	38	40	31	148	29.6	28
21	52	42	52	24	25	195	39.0	28
22	20	31	15	3	28	97	19.4	28
23	29	47	41	32	22	171	34.2	25
24	28	27	22	32	54	163	32.6	32
25	42	34	15	29	21	141	28.2	27
Total							746.6	686
Promedio							$\bar{\bar{x}} =$ 29.86	$\bar{R} =$ 27.44

GRÁFICAS DE CONTROL

(1) Gráfica \bar{x} - R

Paso 4 Calcule los R

Calcule el rango de cada subgrupo R restando el valor mínimo del valor máximo de los datos en el subgrupo.

$R = (\text{valor máximo en un subgrupo}) - (\text{valor mínimo en un subgrupo})$

Paso 4

Para el primer grupo,

$$R = 47 - 20 = 27$$

GRÁFICAS DE CONTROL

(1) Gráfica \bar{x} - R

Paso 5 Calcule los \bar{R}

Paso 5

Calcule el promedio \bar{R} del rango R , dividiendo el total de los R s de cada subgrupo por el número de grupos K .

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

$$\bar{R} = (27 + 18 + \dots + 27) / 25 = 27.44$$

\bar{R} debe calcularse con dos cifras decimales más que aquellas de los datos originales (el mismo número de decimales que el de \bar{x})

GRÁFICAS DE CONTROL

(1) Gráfica \bar{x} - R

Paso 6 Calcule las líneas de control

Calcule cada una de las líneas de control para la gráfica \bar{x} y la gráfica R con las siguientes fórmulas.

Gráfica \bar{x}

Línea central:

$$LC = \bar{\bar{x}}$$

Límite de control superior:

$$LCs = \bar{\bar{x}} + A_2\bar{R}$$

Límite de control inferior:

$$LCi = \bar{\bar{x}} - A_2\bar{R}$$

Paso 6

Gráfica \bar{x}

$$LC = \bar{\bar{x}} = 29.86$$

$$LCs = \bar{\bar{x}} + A_2\bar{R}$$

$$= 29.86 + 0.577 \times 27.44 = 45.69$$

$$LCi = \bar{\bar{x}} - A_2\bar{R}$$

$$= 29.86 - 0.577 \times 27.44 = 14.03$$

GRÁFICAS DE CONTROL

(1) Gráfica \bar{x} - R

Continuación

Gráfica R

Línea central:

$$LC = \bar{R}$$

Límite de control superior:

$$LCs = D_4 \bar{R}$$

Límite de control inferior:

$$LCi = D_3 \bar{R}$$

Gráfica R

$$LC = \bar{R} = 27.44$$

$$LCs = D_4 \bar{R} = 2.115 \times 27.44 = 58.04$$

$$LCi = -- \text{ (no se considera)}$$

LCi no se tiene en cuenta cuando n es menor que 6.

A2, D4 y D3 son los coeficientes determinados por el tamaño de un subgrupo (n), y se muestran en la tabla 7.4 y también en la tabla A.2 de los anexos

GRÁFICAS DE CONTROL

(1) Gráfica \bar{x} - R

Tabla 7.4 Lista de coeficientes para gráficas \bar{x} - R

Tamaño del subgrupo n	Gráfica \bar{x}	Gráfica R		
	A_2	D_3	D_4	d_2
2	1.880	---	3.267	1.128
3	1.023	---	2.575	1.693
4	0.729	---	2.282	2.059
5	0.577	---	2.115	2.326
6	0.483	---	2.004	2.534

GRÁFICAS DE CONTROL

(1) Gráfica \bar{x} - R

Paso 7 Dibuje las líneas de control

Paso 7

Primero, prepare una hoja de papel cuadriculado y marque el eje vertical de la izquierda con los valores de \bar{x} y de R y el eje horizontal con el número de subgrupos. Para el eje vertical escoja una escala tal que los límites de control superior e inferior queden a una distancia de 20-30 mm uno del otro. Dibuje una línea sólida para la línea central y una línea punteada para los límites.

GRÁFICAS DE CONTROL

(1) Gráfica \bar{x} - R

Paso 8 Localice los puntos

Paso 8

Registre los valores de \bar{x} y de R de cada subgrupo sobre la misma línea vertical en el orden del número del subgrupo. Marque el número del subgrupo sobre la línea horizontal a intervalos de 2 a 5 mm. Use ● para marcar las \bar{x} y X para R con el fin de que se puedan reconocer fácilmente y enciérrelos en un círculo para los valores que estén por fuera de los límites.

GRÁFICAS DE CONTROL

(1) Gráfica \bar{x} - R

Paso 9 Registre los datos que puedan ser de utilidad.

Paso 9

Escriba el tamaño del subgrupo (n) en el extremo superior izquierdo de la gráfica \bar{x} . Incluya también cualquier otro aspecto relevante para el proceso, tal como los nombres del proceso y del producto, el período, el método de medición, las condiciones de trabajo, el turno, etc.

GRÁFICAS DE CONTROL

(1) Gráfica \bar{x} - R

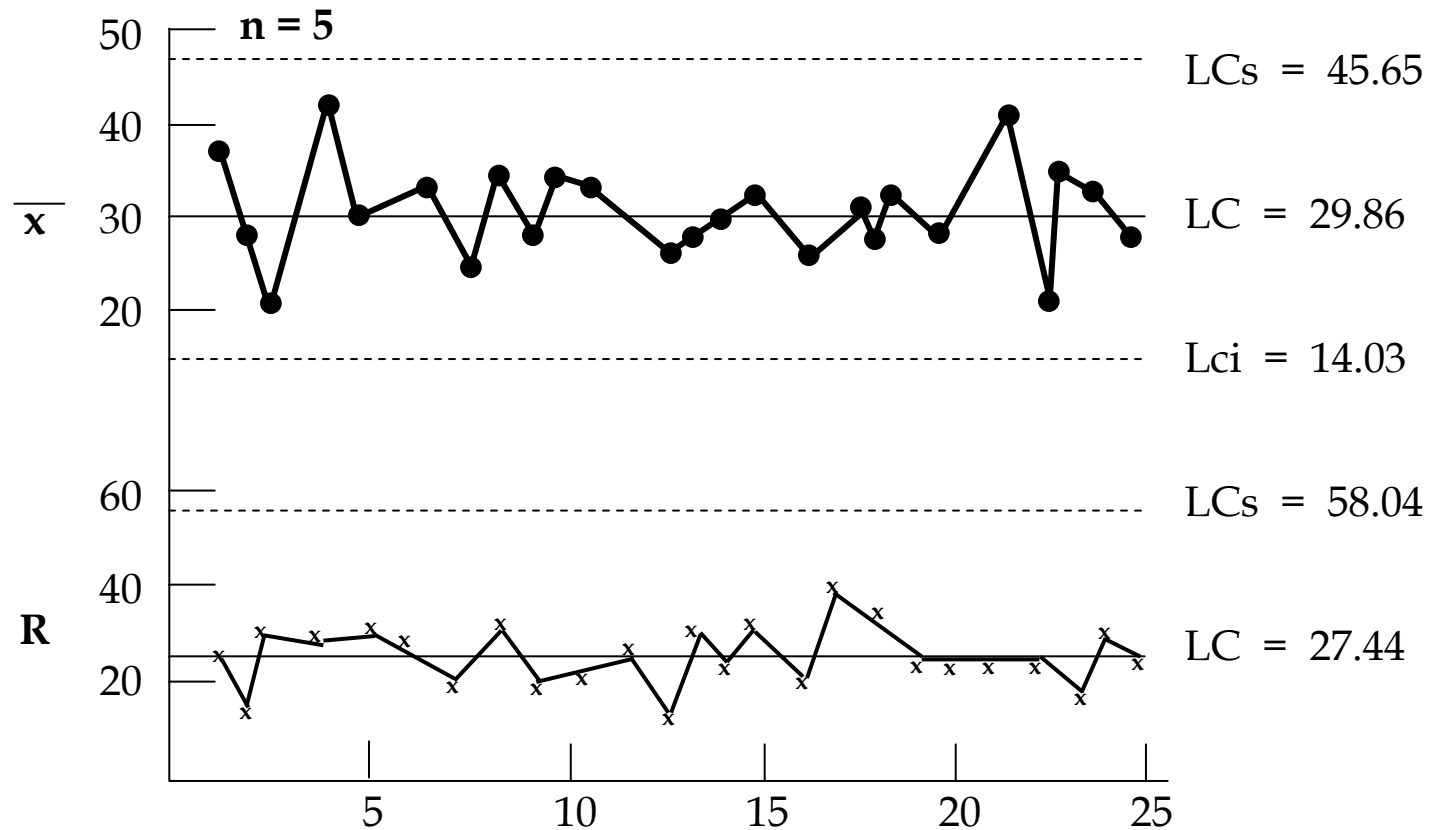
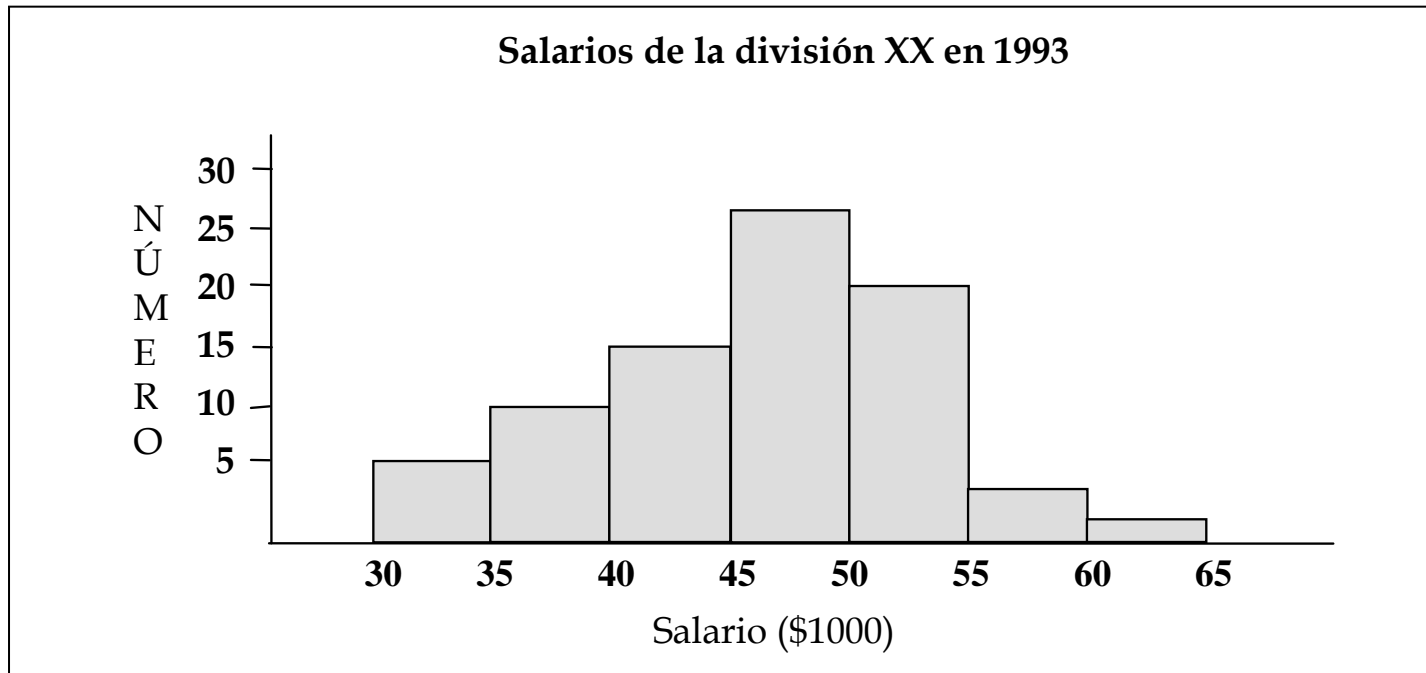


Figura 7.2 Gráfico \bar{x} - R

HISTOGRAMA

Definición

Un histograma es una gráfica de barras para datos de variables continuas (es decir, para aquellos que pueden tomar cualquier valor dentro de un rango determinado) que se agrupan en clases.



HISTOGRAMA

Propósito y beneficios

Es posible emplear los histogramas para:

- ♦ Revelar una imagen de la distribución de datos que incluya el centro, la dispersión y la forma.
- ♦ Comparar las distribuciones de datos con los requerimientos de especificación.
- ♦ Comparar las distribuciones de datos para distintos procesos, tiempos y equipos.

HISTOGRAMA

Pasos

La construcción de un histograma implica varios pasos. Se supone que se tomaron decisiones sobre los datos a recabar y el sistema de recolección de los mismos. Una vez recabados los datos, seguir los siguientes pasos:

HISTOGRAMA

Paso 1:

Determinar el número de observaciones. Contar el conjunto de datos

Ejemplo Paso 1:

MINUTOS PARA PROCESAR TRANSACCIONES

84	54	50	58	34
26	72	58	74	56
22	72	16	36	24
10	70	36	70	72
52	36	42	42	48
54	62	56	60	58
42	50	42	64	80
76	44	20	46	58
64	86	50	60	46
32	60	56	48	34

Número de transacciones n =50

HISTOGRAMA

Paso 2:

Calcular el rango de los datos. Marcar los valores extremos, mayor y menor. Obtener la diferencia (rango) entre ambos.

Ejemplo paso 2:

MINUTOS PARA PROCESAR TRANSACCIONES
Marque los números más grandes y más pequeños de cada columna

84	54	50	58	34
26	72	58	74	56
22	72	16	36	24
10	70	36	70	72
52	36	42	42	48
54	62	56	60	58
42	50	42	64	80
76	44	20	46	58
64	86	50	60	46
32	60	56	48	34

HISTOGRAMA

Paso 3:

Calcular el número de clases (o barras). Una regla básica para el número de clases es:

Número de valores	Número de clases
20 - 50	5 - 7
50 - 100	6 - 10
100 - 250	7 - 12
250 +	10 - 20

HISTOGRAMA

Continuación

Ejemplo Paso 3:

**MINUTOS PARA PROCESAR TRANSACCIONES.
MARQUE EL NÚMERO MÁS GRANDE Y MÁS PEQUEÑO
DE TODO EL CONJUNTO**

84	54	50	58	34
26	72	58	74	56
22	72	16	36	24
10	70	36	70	72
52	36	42	42	48
54	62	56	60	58
42	50	42	64	80
76	44	20	46	58
64	86	50	60	46
32	60	56	48	34

HISTOGRAMA

Paso 4.:

Elegir la amplitud de cada barra. Después de determinar el número de clases, se divide el rango por este número y se obtienen dicha amplitud a un número conveniente: por ejemplo, 1, 2, 5, 10 ó 20.

Ejemplo Paso 4:

$$\text{Amplitud de cada Barra (clase)} = \frac{R}{R} = \frac{76}{8} = 9.5$$

Redondeando $R = 10$

HISTOGRAMA

5. Elegir los límites de clase. Elegir los límites de clase de manera que no haya traslapes (por ejemplo, 1.00-1.99, 2.00-2.99, etc.) y que sean convenientes (clases como 50-59, 60-69, etc. en ves de 46.5-56.4, 56.5-66.4, etc.).

Ejemplo Paso %:

INTERVALOS, PUNTOS MEDIOS Y LÍMITES DE CLASE PARA LOS MINUTOS DE PROCESAS LAS TRANSACCIONES

PUNTO MEDIO	INTERVALO (CLASE)	LÍMITE DE CLASE
15	10-20	9.5-19.5
25	20-30	19.5-29.5
35	30-40	29.5-39.5
45	40-50	39.5-49.5
55	50-60	49.5-59.5
65	60-70	59.5-69.5
75	70-80	69.5-79.5
85	80-90	79.5-89.5

HISTOGRAMA

6. **Determinar el número de observaciones para cada clase.** Hacer anotaciones. Por lo general es mejor anotar cada número en la lista en su clase en vez de tratar de llenar cada clase en forma individual.

Ejemplo Paso 6:

15	10-20	9.5-19.5	//	//	2
25	20-30	19.5-29.5	////	////	4
35	30-40	29.5-39.5	//// /	//// /	6
45	40-50	39.5-49.5	//// ////	//// ////	9
55	50-60	49.5-59.5	//// //// ///	//// //// ///	13
65	60-70	59.5-69.5	//// /	//// /	6
75	70-80	69.5-79.5	//// //	//// //	7
85	80-90	79.5-89.5	///	///	3

HISTOGRAMA

Paso 7:

Dibujar, poner escalas y títulos a los ejes vertical y horizontal.. Marcar y dar nombre al eje horizontal en intervalos equidistantes que cubren todas las clases. Marcar el eje vertical desde cero con los segmentos convenientes (por ejemplo, 1, 100, 200, etc.). El eje vertical deberá permitir acomodar la clase de frecuencia más elevada..

Paso 8:

Dibujar las barras verticales para cada clase. La altura de la barra equivale a la frecuencia para la clase; la amplitud de las barras deberá ser igual.

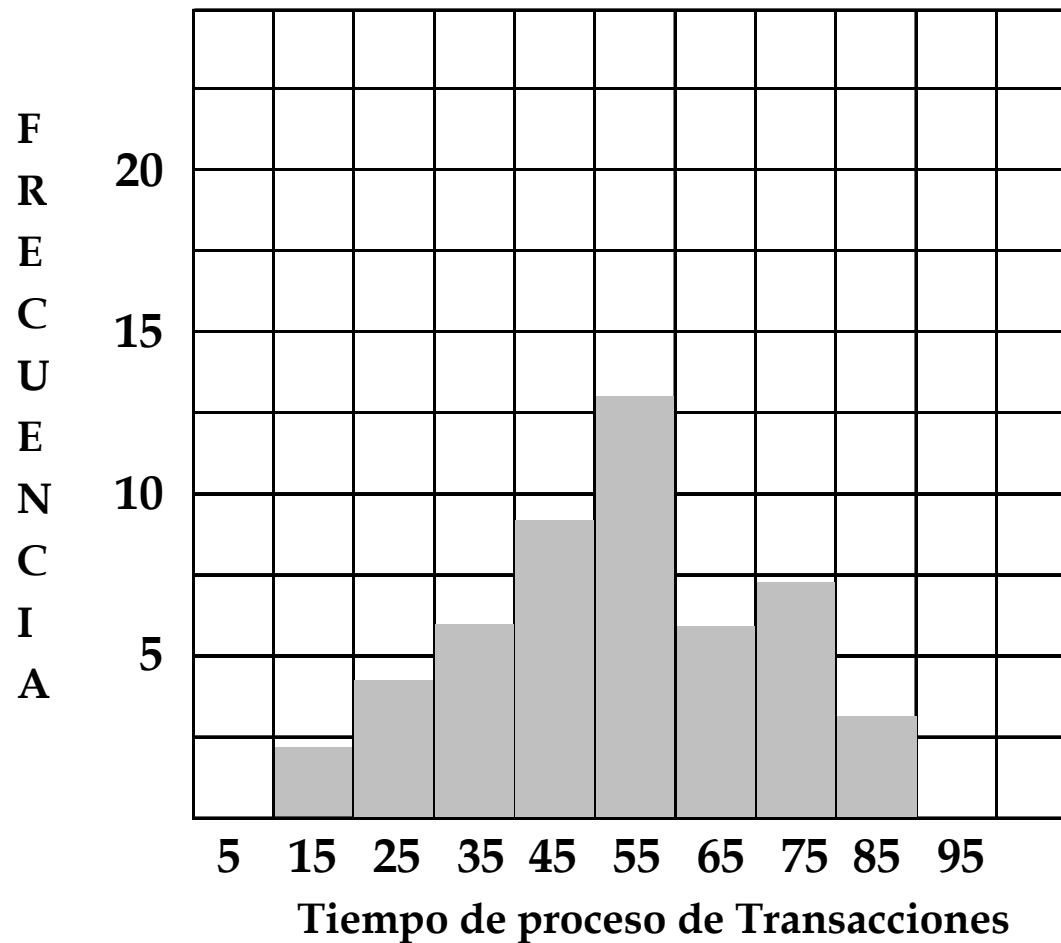
Paso 9:

Poner título al histograma. El título deberá describir la gráfica al público y en qué lapsos se recabaron los datos.

HISTOGRAMA

Continuación

Ejemplo Paso 7 y 8:



Histograma de tiempo frecuencia de proceso de transacciones.