

HERRAMIENTAS PARA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Í N D I C E

1.- INTRODUCCIÓN	3
2.- UTILIZACIÓN DE HERRAMIENTAS EN LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS	3
3.- HERRAMIENTAS DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS	4
3.1. Jurado de opinión o selección ponderada	4
3.1.1. Posibles problemas y deficiencias en la interpretación	5
3.2. Matriz multicriterio	7
3.2.1. Posibles problemas y deficiencias en la interpretación	8
3.3. Diagrama de Pareto.....	9
3.3.1. Posibles problemas y deficiencias en la interpretación	10
3.4. Diagrama causa - efecto	11
3.4.1. Posibles problemas y deficiencias en la interpretación	12
3.5. Tormenta de ideas	13
3.5.1. Posibles problemas y deficiencias en la interpretación	13
3.6. Diagrama de flujo	14
3.6.1. Posibles problemas y deficiencias en la interpretación	15
3.7. Recogida de datos	16
3.7.1. Posibles problemas y deficiencias en la interpretación	17
3.8. Diagrama de dispersión	18
3.8.1. Posibles problemas y deficiencias en la interpretación	19

3.9. Histograma	20
3.9.1. Posibles problemas y deficiencias en la interpretación	21
3.10. Estratificación	22
3.10.1. Posibles problemas y deficiencias en la interpretación	23

1. INTRODUCCIÓN

- El objetivo del presente documento es disponer de una guía rápida y visual para la aplicación de las diferentes herramientas utilizadas para la resolución de problemas.

Si bien no pretende ser un Manual exhaustivo de aplicación, sí intenta recoger los aspectos básicos a tener en cuenta a la hora de la utilización de cualquiera de las herramientas presentadas. De esta forma se pretende que el facilitador y/o los componentes de un equipo de mejora puedan aplicarlas paso a paso en cada caso concreto de sus proyectos.

- Para una mayor sencillez de uso se ha estructurado este documento en dos partes:

a) Un primer capítulo que incluye una referencia a cuándo utilizar cada una de las herramientas propuestas y su utilidad.

b) Un segundo capítulo en el que se describe el objetivo, el procedimiento de uso de cada herramienta, los posibles problemas de interpretación y un ejemplo de cada una de las herramientas.

- Este documento será de máxima utilidad cuando se utilice en combinación con el documento de esta misma colección “Mejora Continua y Resolución de Problemas de Calidad”.

2. UTILIZACIÓN DE HERRAMIENTAS PARA LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

HERRAMIENTAS CLAVE EN LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

HERRAMIENTAS TRATAMIENTO DE "IDEAS"	DE ORGANIZACIÓN	DIAGRAMA DE FLUJO	Esquematiza actividades secuenciales de un proceso para un mejor conocimiento del mismo
		TORMENTA IDEAS	Proporciona ideas sobre un tema, con participación y creatividad, para identificar diferentes posibilidades
		D. CAUSA-EFECTO	Permite organizar ideas mediante su relación causal, para facilitar su posterior tratamiento
	DE DECISIÓN	SELECCIÓN	Permite priorizar en base a criterios cualitativos
HERRAMIENTAS TRATAMIENTO DE "DATOS"	DE ORGANIZACIÓN	HOJA RECOGIDA DATOS	Permite la recolección planificada y ordenada de datos
		HISTOGRAMA	Permite la organización de datos para el análisis de variabilidades de un proceso o un suceso
		ESTRATIFICACIÓN	Permite la ordenación de datos en grupos homogéneos respecto a una variable
	DE DECISIÓN	DIAGRAMA PARETO	Permite la priorización en base a criterios cuantitativos
		DIAGRAMA DISPERSIÓN	Permite la detección de correlaciones entre dos variables

- Este apartado pretende ser una guía que nos permita decidir de forma rápida cuál es la herramienta más adecuada a utilizar, según la fase del proceso de

resolución de problemas (incluido en el documento de esta colección “Mejora Continua y Resolución de Problemas de Calidad”) en que nos encontremos:

HERRAMIENTAS	DEFINIR PROBLEMA Y ACCIONES CONTENEDORAS	IDENTIFICAR Y PRIORIZAR CAUSAS RAZ DEL PROBLEMA			IMPLANTAR SOLUCIÓN Y CONFIRMAR RESULTADOS				DEFINIR LA SOLUCIÓN AL PROBLEMA	
		Análisis Síntomas	Formulación Causas	Comprobación teorías	Listado Posibles Soluciones	Evaluación Alternativas	Comprobación Eficacia Soluciones	Diseño Solución Idónea	Tratamiento de la Resistencia	Control y Ajuste de la Selección
JURADO DE OPINIÓN						X			X	
MATRIZ MULTICRITERIO						X			X	
DIAGRAMA DE PARETO	X	X								
DIAGRAMA CAUSA-EFECTO			X							
TORMENTA DE IDEAS			X		X				X	
DIAGRAMA DE FLUJO	X	X						X		
RECOGIDA DE DATOS	X	X		X		X	X			X
DIAGRAMAS DE DISPERSIÓN				X						
HISTOGRAMAS		X		X						X
ESTRATIFICACIÓN	X	X		X						X

3. HERRAMIENTAS DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

3.1. JURADO DE OPINIÓN O SELECCIÓN PONDERADA

OBJETIVO

El Jurado de Opinión es una herramienta utilizada para la toma de decisión en base a factores cualitativos o a múltiples factores no homogéneos que intervienen en un suceso.

PROCEDIMIENTO DE USO

Paso 1: Listar el conjunto de factores sobre el que ha de tomarse la decisión.

- Escribir a la vista de todos los participantes la decisión a tomar.

REALIZACIÓN

1. Listar el conjunto de factores sobre los que se quiere seleccionar o priorizar

2. Identificar el criterio de priorización o selección más conveniente para la toma de decisión

3. Definir el sistema de puntuación a utilizar

- Establecer número factores a puntuar

Nº FACTORES	Nº DE FACTORES A PUNTUAR
< 10	3 A 4
DE 10 A 20	3 A 5

- Establecer puntos para cada factor a seleccionar

4. Puntuar los factores de forma personal

5. Construir la tabla de puntuación e incluir las puntuaciones personales

6. Determinar los valores cuantitativos para la toma de decisión

- Puntuación del factor

- Frecuencia votación

7. Determinar el orden de prioridad

- Listar todos los factores o hechos entre los que se quiere encontrar un factor o conjunto de factores prioritarios, atendiendo a la decisión a tomar.

Paso 2: Identificar el criterio de priorización o selección.

- Definir el criterio básico que todos los participantes deben evaluar para puntuar cada factor.
- Escribir el criterio a la vista de todos los participantes.

Paso 3: Definir el sistema de puntuación a utilizar.

- Se tendrán en cuenta dos aspectos:

A) Número de factores a puntuar del total

Nº Factores	Nº Factores a puntuar
Si hay menos de 10	3 a 4
Si hay entre 10 y 20	3 a 5

B) Puntos a dar a cada factor

Priorización simple	Se puntúan correlativamente desde el 1 al número de factores a puntuar
Priorización destacada	Se puntúan de forma no correlativa los diferentes factores para destacar los más valorados (p.ej. 1, 3, 6)

Paso 4: Puntuar los factores de forma personal.

- Cada participante debe puntuar de forma personal, sin conocer las puntuaciones del resto del grupo.

Paso 5: Construir la tabla de puntuación e incluir las puntuaciones personales.

- Dibujar la tabla de puntuación a la vista de todos los participantes.
- Incluir las puntuaciones de cada participante.

	Factores							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Participante A								
Participante B								
Participante C								
Participante D								
Participante E								
Suma								
Frecuencia Puntuación								
Orden Prioridad								

Paso 6: Determinar los valores cuantitativos para la toma de decisión.

- Sumar las puntuaciones otorgadas a cada factor (casilla SUMA).
- Obtener el número de personas que ha puntuado a cada factor (casilla FRECUENCIA PUNTUACIÓN).

Paso 7: Determinar el orden de prioridad.

- Criterio principal El factor más importante es el que obtiene una puntuación más alta.
- Criterio secundario En caso de que dos factores obtengan igual puntuación, el factor más importante es el que haya sido puntuado por más participantes (frecuencia de puntuación mayor).

3.1.1. Posibles problemas y deficiencias en la interpretación

Las herramientas de selección proporcionan pautas para tomar decisiones. La bondad de dichas decisiones dependerá de la capacidad de valoración de los componentes del grupo y del seguimiento de la metodología propuesta.

- a) La priorización o selección no será adecuada cuando los componentes del grupo no dispongan de la

información necesaria para evaluar los factores o priorizar según el criterio seleccionado o para la selección del criterio más adecuado.

- b) Así mismo, la priorización o selección estará sesgada cuando alguno de los componentes del grupo evalúe los factores atendiendo a criterios diferentes de los seleccionados.

EJEMPLO

En un centro de enseñanza secundaria se quiere analizar qué factores son más importantes para los padres a la hora de elegir un centro de enseñanza para sus hijos. Para ello se selecciona un grupo de 8 padres y se decide utilizar la herramienta del jurado de opinión.

DECISIÓN: “Aspectos a destacar en la próxima campaña de captación de alumnos”.

FACTORES A EVALUAR:

- | | |
|--|-------------------------|
| 1. Proximidad al domicilio | 4. Tipo de centro |
| 2. Realización de actividades extraescolares | 5. Calidad profesorado |
| 3. Precio | 6. Servicios del centro |
| | 7. Prestigio del centro |

CRITERIO DE VALORACIÓN

“Importancia de cada factor para la elección de centro”.

Nº DE FACTORES	FACTORES A PUNTUAR
Menos de 10	3 A 5 → Se decide puntuar 3 factores
Priorización destacada:	
Primer factor:	4 puntos
Segundo factor:	2 puntos
Tercer factor:	1 punto

PARTICIPANTES	FACTORES						
	1	2	3	4	5	6	7
PADRE A	2			1	4		
PADRE B	4				2		1
PADRE C			1		4	2	
PADRE D		1			2		4
PADRE E	2		4			1	
PADRE F	1			2	4		
PADRE G					2	1	4
PADRE H		2			4	1	
SUMA	9	3	5	2	22	5	9
FRECUENCIA PUNTUACIÓN	4	2	2	2	7	4	3
ORDEN PRIORIDAD	2º	6º	5º	7º	1º	4º	3º

Según el resultado obtenido, el factor determinante de forma prioritaria para la elección de centro de enseñanza por parte de los padres es la Calidad del Profesorado.

3.2. MATRIZ MULTICRITERIO

OBJETIVO

La Matriz Multicriterio es una herramienta utilizada para la toma de decisión en base a factores cualitativos o a múltiples factores no homogéneos que intervienen en un suceso.

PROCEDIMIENTO DE USO

REALIZACIÓN

1. Listar el conjunto de factores sobre el que se quiere seleccionar o priorizar
2. Identificar el criterio de priorización o selección
3. Ponderar los criterios de selección en base a su importancia relativa
4. Construir la matriz de puntuación y anotar:
 - Factores
 - Criterios de selección / decisión
 - Valores de ponderación de cada criterio
5. Fijar el criterio de puntuación de cada factor:
 - a) De 1 a 5
 - b) De 1 a 10
 - c) Escalas ponderadas
6. Valorar los factores y obtener el orden de prioridad:
 - Para cada criterio ordenar la lista de factores y puntuar según el criterio de puntuación elegido (anotándolos en "V")
 - Multiplicar los valores "V" por los valores de ponderación (anotándolos con su signo en "T")
 - Sumar los valores "T" para cada factor
 - Establecer orden de prioridad

Paso 1: Listar el conjunto de factores sobre el que ha de tomarse la decisión.

- Escribir a la vista de todos los participantes la decisión a tomar.
- Listar todos los factores o hechos entre los que se quiere encontrar un factor o conjunto de factores prioritarios, atendiendo a la decisión a tomar.

Paso 2: Identificar el criterio de priorización o selección.

- Definir los criterios básicos que todos los participantes deben evaluar para puntuar cada factor.
- Escribir los criterios a la vista de todos los participantes.

Paso 3: Ponderación de los criterios de decisión.

- Asignar un valor a cada criterio en función de su importancia por consenso:
 - 1: Importancia baja
 - 2: Importancia media
 - 3: Importancia alta
- Si el criterio tiene un sentido negativo, el signo de su valor de ponderación será negativo.

Paso 4: Construir la matriz de puntuación.

- Se dibuja una tabla según el gráfico siguiente:

FACTORES	CRITERIOS										TOTAL (Σ)
	1 Ponderación P:		2 Ponderación P:		3 Ponderación P:		4 Ponderación P:		5 Ponderación P:		
	V	V x P	V	V x P	V	V x P	V	V x P	V	V x P	
1											
2											
3											
4											
5											
6											

Paso 5: Fijar el criterio de puntuación de cada factor.

- Se debe definir una escala de valoración para puntuar los diferentes factores, comparándolos con el resto, para cada uno de los criterios.
- La escala debe ser sencilla: 1 a 5, 1 a 10, etc.

Paso 6: Valoración de los factores.

- El equipo puntúa por consenso y para cada criterio, los diferentes factores, anotando los resultados en las columnas "V".

- Se multiplica el valor de la columna “V” por el valor de ponderación del criterio y se anota el resultado en la columna “V x P”.
- Finalmente se suman los valores “T” para cada factor y se anota el resultado en la columna “Total”.
- La puntuación alcanzada por cada factor establece el orden de prioridad.

3.2.1. Posibles problemas y deficiencias en la interpretación

Las herramientas de selección proporcionan pautas para tomar decisiones. La bondad de dichas decisiones dependerá de la capacidad de valoración de los componentes del grupo y del seguimiento de la metodología propuesta.

- a) La priorización o selección no será adecuada cuando los componentes del grupo no dispongan de la información necesaria para evaluar los factores o priorizar según el criterio seleccionado o para la selección del criterio más adecuado.

- b) Así mismo, la priorización o selección estará sesgada cuando alguno de los componentes del grupo evalúe los factores atendiendo a criterios diferentes de los seleccionados.

EJEMPLO

El Comité Director de una empresa debe decidir cuál va a ser la solución a adoptar para resolver un problema existente en la fábrica.

Se plantea 5 posibles soluciones:

1. Que la clasificación la realice una organización externa
2. Construir: Parrilla, Tolva, Canaleta, Tolva y Cinta
3. Construir: Parrilla, Criba inclinada, Canaletas, Criba y Cinta
4. Que un operario vigile la recogida de los materiales
5. Colocar Tamices sobre una Tolva Inclinada

Se decide elaborar una matriz de decisión multicriterio, obteniéndose el siguiente resultado:

CRITERIOS											
PESOS	Factibilidad P = 1		Sencillez P = 1		Impacto Satisfacción Empleados P = 2		Coste P = -1		Impacto Satisfacción Clientes P = 1		TOTAL
	V	V x P	V	V x P	V	V x P	V	V x P	V	V x P	
1. Que la clasificación la realice una organización externa	5	5	4	4	2	4	5	-5	4	4	12
2. Construir: Parrilla, tolva, Canaleta, Tolva y Cinta	1	1	1	1	5	10	1	-1	2	2	13
3. Construir: Parrilla, Criba inclinada, Canaletas, Criba y Cinta	2	2	2	2	3	6	2	-2	1	1	9
4. Que un operario vigile la recogida de los materiales	3	3	3	3	1	2	4	-4	3	3	7
5. Colocar Tamices sobre una Tolva Inclinada	4	4	5	5	4	8	3	-3	5	5	10

- El peso del criterio Coste es negativo (-1) por considerarse que el proyecto no debe tener un coste elevado.

- En la columna V se puntúa desde 5, el área más valorada, a 1, la peor valorada.
- La solución seleccionada es la 2.

3.3. DIAGRAMA DE PARETO

OBJETIVO

Obtener, de entre los diferentes factores que contribuyen a un determinado efecto, aquellos que tienen mucha importancia en su contribución ("pocos vitales") y aquellos que son poco importantes ("muchos triviales"), a partir de una comparación cuantitativa y ordenada.

PROCEDIMIENTO DE USO

REALIZACIÓN

1. Preparación de los datos
 - Efecto
 - Factores que contribuyen al efecto
 - Contribución de cada factor al efecto
2. Cálculo de las contribuciones parciales y totales y ordenación de los elementos incluidos en el análisis
3. Calcular el porcentaje y el porcentaje acumulado para cada elemento de la lista ordenada
4. Trazar y rotular los ejes del diagrama:
 - Magnitud del efecto / eje vertical izquierdo
 - Factores / eje horizontal
 - % acumulado de contribución / eje vertical derecho
5. Dibujar gráfico de barras con las magnitudes de contribución al efecto de cada factor
6. Trazar el gráfico lineal correspondiente al porcentaje acumulado
7. Identificar:
 - Los "pocos vitales"
 - Los "muchos triviales"

Paso 1: Preparación de los datos.

- Definir el efecto cuantificado y medible sobre el que se quiere priorizar.
- Disponer de una lista completa de elementos que contribuyan al efecto estudiado.
- Conocer la magnitud de la contribución de cada elemento o factor al efecto estudiado. Para ello habrá que hacer una toma de datos o un análisis de datos ya existentes.

Paso 2: Cálculo de las contribuciones parciales y totales.

- Anotar, para cada elemento, la magnitud de su contribución.
- Ordenar los elementos de mayor a menor, según la magnitud de su contribución.
- Calcular la magnitud total del efecto como suma de las magnitudes parciales.

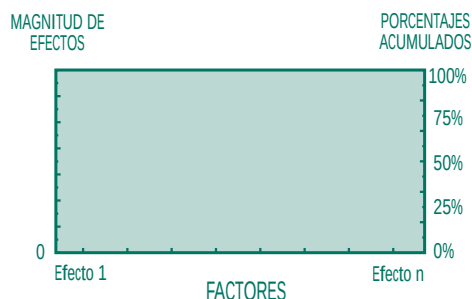
Paso 3: Calcular el porcentaje y el porcentaje acumulado para cada elemento de la lista ordenada.

- El porcentaje de la contribución de cada elemento se calcula:
$$\% = (\text{magnitud del elemento} / \text{magnitud total del efecto}) \times 100$$
- El porcentaje acumulado para cada elemento se calcula sumando a cada elemento de la lista el porcentaje del elemento anterior.
- Reflejar los resultados en una Tabla de Pareto.

EFFECTO	MAGNITUD	% DEL TOTAL	% ACUMULADO
TOTAL		100	-

Paso 4: Trazar y rotular los ejes del Diagrama.

- En el eje vertical izquierdo se representa la magnitud de cada factor (De 0 al valor del efecto total)
- En el eje horizontal se representan los diferentes factores.
- En el eje vertical derecho se representa la magnitud de los porcentajes acumulados de cada factor.

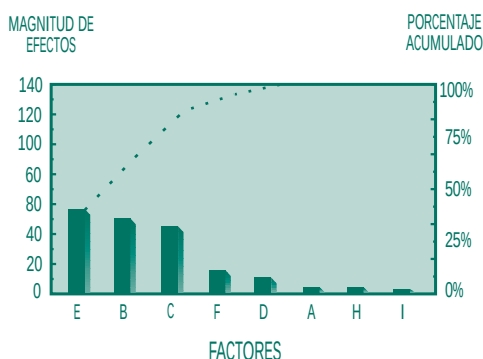


Paso 5: Dibujar el gráfico de barras que representa el efecto de cada factor contribuyente.

- La altura de cada barra es igual a la contribución de cada elemento tanto medida en magnitud, por medio del eje vertical izquierdo, como en porcentaje, por medio del eje vertical derecho.

Paso 6: Trazar el gráfico lineal de porcentajes acumulados.

- Marcar sobre cada factor el punto correspondiente a su porcentaje acumulado.
- Unir los puntos con segmentos rectilíneos.



Paso 7: Separar los elementos “Pocos Vitales” de los “Muchos Triviales”.

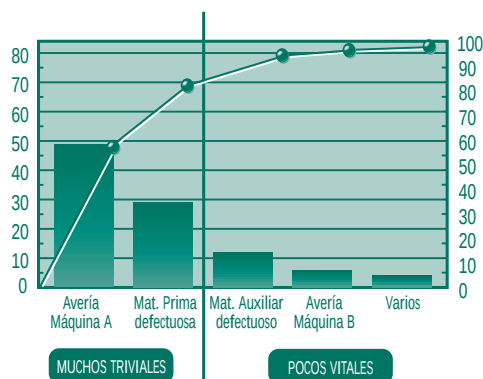
- Trazar una línea vertical que separe el Diagrama en dos partes, basándonos en el cambio de inclinación de los segmentos.
- Identificar los elementos “Pocos Vitales” que quedan a la izquierda de la línea.

3.3.1. Posibles problemas y deficiencias en la interpretación

- La frontera comentada en el paso 7 puede ser difusa. Como orientación puede estar alrededor del 60%.
- Si todos los factores tienen una contribución similar, esta herramienta no es aplicable.
- Si uno de los “Pocos Vitales” es la categoría “Varios”, se debe profundizar en la toma de datos y análisis de éstos.

EJEMPLO

En un determinado proceso productivo se han tomado datos de las causas que han producido paradas de línea en los últimos 3 meses, obteniéndose la siguiente tabla y gráfico.



Conclusión: 2 causas (avería máquina A y materia prima defectuosa) son responsables del 78% del problema de paradas, mientras no se resuelvan dichas causas no será resuelto el problema suficientemente.

CAUSA PARADA	Nº VECES	%	% ACUMULADO
Avería máquina A	41	49	49
Mat. Prima defectuosa	24	29	78
Mat. Auxiliar defectuosa	10	12	90
Avería maquina B	5	6	96
Varios	4	4	100
TOTAL	84	100	-

3.4. DIAGRAMA CAUSA - EFECTO

OBJETIVO

El Diagrama Causa - Efecto (también llamado “Diagrama de Ishikawa” o “Espina de Pescado”) es una representación gráfica que pretende mostrar la relación causal e hipotética de los diversos factores que pueden contribuir a un efecto o fenómeno determinado.

PROCEDIMIENTO DE USO

CONSTRUCCIÓN

1. Definir el efecto o fenómeno cuyas causas han de ser identificadas
 - Sencillez
 - Específico
 - No sesgado
2. Iniciar la construcción con el efecto en un rectángulo y una flecha horizontal apuntándole
3. Identificar posibles causas que contribuyen al efecto o fenómeno en estudio
 - Tormenta de Ideas
 - Proceso Lógico
4. Identificar causas principales
5. Añadir causas secundarias a cada rama principal
6. Añadir causas subsidiarias a las causas secundarias hasta llegar a causas raíz
7. Comprobar la "cadena causal"
8. Conclusión

Paso 1: Definir sencilla y brevemente el efecto o fenómeno cuyas causas deben ser identificadas.

Paso 2: Colocar el efecto dentro de un rectángulo a la derecha de la superficie de escritura y dibujar una flecha, que corresponderá al eje central del diagrama, de izquierda a derecha, apuntando hacia el efecto.

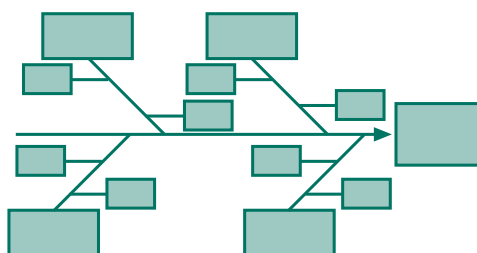


Paso 3: Identificar las posibles causas que contribuyen al efecto o fenómeno de estudio.

- Se puede utilizar la “Tormenta de Ideas” o bien un Proceso Lógico paso a paso.

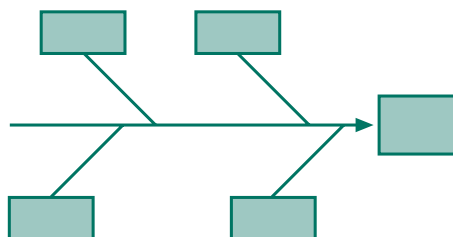
Paso 4: Identificar las causas principales e incluirlas en el diagrama (no menos de 2 y no más de 6).

- Identificar las causas o clases de causas más generales en la contribución al efecto.
- Escribirlas en un recuadro y conectarlas con la línea central.



Paso 5: Añadir causas secundarias para cada rama principal.

- Identificar las posibles causas de las causas principales.
- Incluir las nuevas causas en el diagrama, apuntando a la rama correspondiente.



Paso 6: Añadir causas subsidiarias para las subáreas anotadas.

- El proceso continúa hasta que se llega en cada rama a la causa raíz.
- Causa raíz es aquella que:
 - Es causa del efecto que estamos analizando.
 - Es controlable directamente.

Paso 7: Comprobar la validez lógica de cada cadena causal.

Paso 8: Conclusión.

El resultado es un diagrama ordenado de posibles causas que contribuyen a un efecto.

3.4.1. Posibles problemas y deficiencias en la interpretación

- a) Un Diagrama Causa-Efecto proporciona un conoci-

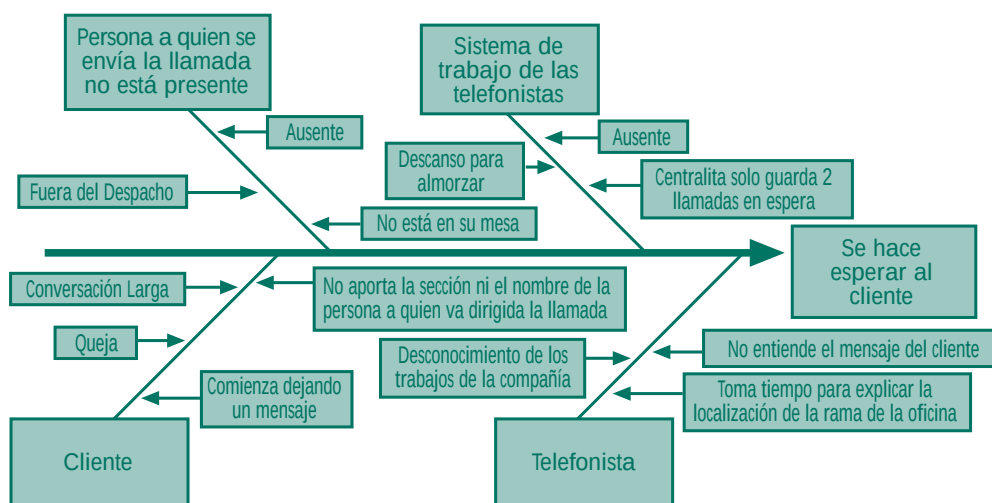
miento común de un problema complejo, con todos sus elementos y relaciones claramente visibles a cualquier nivel de detalle.

- b) Su utilización ayuda a organizar la búsqueda de causas de un determinado fenómeno pero no las identifica y no proporciona respuestas a preguntas.
- c) Recordar que el diagrama desarrolla y representa teorías, no datos reales.
- d) No se debe construir el diagrama sin un análisis previo de los síntomas.

EJEMPLO

En una empresa multinacional se desea realizar un estudio de las causas por las que los clientes internos (plantas productivas y delegaciones) deben esperar al contactar con la central, a través del servicio de telefonistas.

Para ello, se realiza una sesión de grupo en la que se decide realizar un Diagrama - Causa Efecto. El resultado es el que se describe a continuación:



A partir de este punto estamos en disposición de poder programar una recogida de datos que nos permita comprobar:

- a) Cuál de las cuatro causas principales es causante del problema. Con cuatro comprobaciones únicas

mente se pueden eliminar todas las subcausas existentes en las ramas cuyas causas principales no son causa.

- b) Para la rama principal causante, comprobar cuál de las subcausas es la causa raíz real.

3.5. TORMENTA DE IDEAS

OBJETIVO

La Tormenta de Ideas o “Brainstorming” es una técnica de grupo utilizada para la obtención de un gran número de ideas sobre un determinado tema de estudio.

PROCEDIMIENTO DE USO

Preparación previa:

PLANIFICACIÓN

PREPARACIÓN PREVIA

Definir enunciado tema objeto de la Tormenta de Ideas

- Específico
- No sesgado

Preparar la logística de la sesión

- Superficie y Material de escritura
- Ideas a la vista

REALIZACIÓN

1. Introducción a la sesión

- Tema escrito a la vista
- Reglas conceptuales
 - Pensamiento creativo
 - No criticar, no comentarios, no explicaciones
 - Asociación de ideas
- Reglas prácticas
 - Aportaciones por turno/pasar
 - Anotación de ideas

2. Preparación atmósfera

- Sólo si ambiente “tenso”

3. Comienzo y desarrollo

4. Tratamiento de ideas

- Es conveniente definir el enunciado del tema a tratar y comunicarlo a los participantes antes del desarrollo de la sesión.
- Se debe preparar la logística para la sesión contando con medios idóneos de escritura para recogida de ideas.

Paso 1: Introducción a la sesión.

- Escribir el enunciado del tema, de forma que sea visible para todos durante la sesión.
- Explicar las reglas conceptuales:

- Pensamiento creativo: cada asistente puede decir aquello que se le ocurra sin autocriticarse.
- Ningún asistente critica o comenta las ideas aportadas por el resto de participantes.
- Ningún asistente explica sus ideas al aportarlas.
- Es bueno y conveniente la asociación de ideas, ampliando / modificando ideas ya aportadas o expresando aquellas ideas a las que den lugar las ideas de los demás.

• Explicar las reglas prácticas:

- Aportaciones por turno.
- Sólo 1 idea por turno.
- Se puede “pasar” de turno si no hay ideas.

Paso 2: Preparación atmósfera adecuada.

- Si el ambiente es tenso, realizar una Tormenta de Ideas de “entrenamiento” sobre un tema neutral (5-10 minutos).

Paso 3: Comienzo y desarrollo de la Tormenta de Ideas.

- Según las reglas descritas.
- En el punto en el que decrezca apreciablemente la aportación de ideas, hacer una ordenación de las mismas y proceder a una segunda fase creativa.
- La Tormenta concluye cuando ningún participante tiene ideas que aportar.

Paso 4: Tratamiento de las Ideas.

- La lista obtenida se tratará de la siguiente forma:
 - Explicar las ideas que ofrecen dudas a algún participante.
 - Eliminar ideas duplicadas.
 - Agrupar ideas (Utilizando por ejemplo, un Diagrama Causa-Efecto).

3.5.1. Posibles problemas y deficiencias en la interpretación

- a) Una Tormenta de Ideas proporciona un conocimiento común de un problema complejo, con todos sus ele-

mentos y relaciones claramente visibles a cualquier nivel de detalle.

- b) Su utilización ayuda a organizar la búsqueda de causas de un determinado fenómeno pero no las identifica y no proporciona respuestas a preguntas.
- c) Recordar que la Tormenta de Ideas desarrolla y representa teorías, no datos reales.

3.6. DIAGRAMA DE FLUJO

OBJETIVO

El Diagrama de Flujo es una representación gráfica utilizada para mostrar la secuencia de pasos que se realizan para obtener un cierto resultado. Este puede ser un proceso, un servicio, o bien una combinación de ambas.

PROCEDIMIENTO DE USO

CONSTRUCCIÓN

PREPARACIÓN PREVIA

Establecer los participantes adecuados en la construcción

Preparar la logística para el trabajo

- Información a participantes
- Superficie y material de escritura

1. Definir la utilización y el resultado esperado

- Grado de detalle
- Forma de diagrama

2. Definir los límites del proceso objeto de estudio

- Inicial
- Final

3. Esquematizar el proceso en grandes "bloques" o áreas de actividad

4. Identificar y documentar los pasos del proceso

- Secuencialmente uno a uno
- Preguntas
 - ¿Existen entradas significativas asociadas al paso?
 - ¿Existen resultados significativos como consecuencia de este paso?
 - ¿Cuál es la actividad inmediatamente posterior?

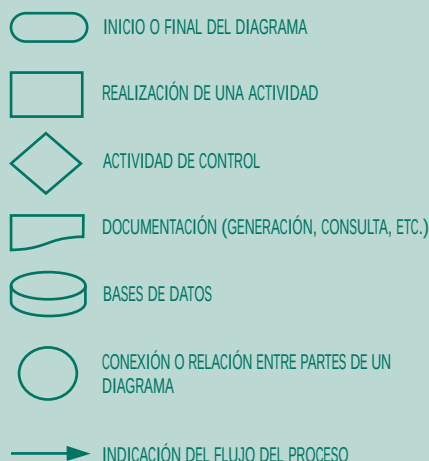
5. Tratamiento de bifurcaciones o controles

- Selección rama habitual
- Retroceso hasta completar

6. Revisar el diagrama completo

- Comprobación de pasos
- Comprobación de bucles
- Comprobación de bifurcaciones

SÍMBOLOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN DIAGRAMA DE FLUJO



Preparación Previa:

- Establecer el equipo participante en la construcción del diagrama:
 - Debe incluirse personal de las áreas / secciones implicadas en el proceso a estudiar.
 - El número no debe ser superior a 10 participantes.
- Preparar la logística de la sesión de trabajo: superficie y material de escritura.

Paso 1: Definir claramente la utilización del Diagrama de Flujo y el resultado que se espera obtener de la sesión de trabajo.

- Clarificar el objetivo y escribirlo de forma visible.

Paso 2: Definir los límites del proceso en estudio.

- Decidir cuáles son el primer y el último paso del Diagrama (inicio y fin del proceso).
- Escribir dichos pasos en el Diagrama.

Paso 3: Esquematizar el proceso en grandes bloques o áreas de actividades.

- Identificar los grupos de acciones más relevantes del proceso y establecer su secuencia temporal.

Paso 4: Identificar y documentar los pasos del proceso.

- Cada vez que analicemos un paso o actividad debemos preguntarnos:
 - ¿Existen entradas significativas asociadas con este paso, tales como materias primas, información, etc.? Señalar estas entradas, por medio de los símbolos apropiados, en el diagrama.
 - ¿Existen resultados significativos como consecuencia de este paso, tales como información, etc.? Señalar estos resultados, por medio de los símbolos apropiados, en el diagrama.
 - Una vez realizado este paso, ¿cuál es la actividad inmediatamente siguiente (o precedente), que debemos realizar? Señalar esta actividad (o actividades), mediante el símbolo apropiado, en el diagrama.
- Partiendo del primer paso, realizar este proceso hasta alcanzar el último o viceversa.
- Dibujar el proceso con exactitud disponiendo el flujo principal siempre de arriba abajo o de izquierda a derecha.

Paso 5: Cuidar los puntos de decisión o bifurcación.

- Escribir la decisión e identificar los posibles caminos.
- Escoger la rama más frecuente y desarrollarla hasta completarla.
- Retroceder a la bifurcación y desarrollar el resto de ramas.

Paso 6: Revisar el diagrama completo.

- Comprobar que no se han omitido pasos, pequeños bucles, etc. y que el proceso tiene una secuencia lógica.

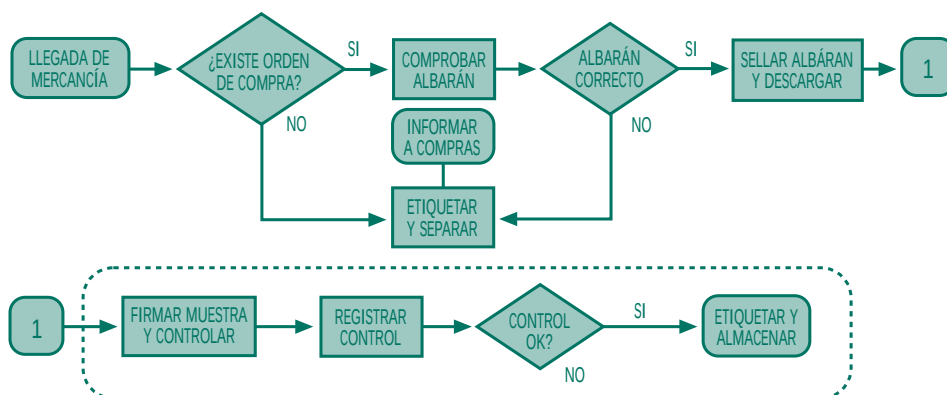
3.6.1. Posibles problemas y deficiencias en la interpretación

- a) La principal causa de deficiencia en la interpretación de los Diagramas de Flujo es que éste no refleja la realidad. Esto puede ser debido a:
 - Se representa el proceso ideal tal y como debería ser realizado y no la práctica habitual de aquellos que lo ejecutan.
 - Se consideran irrelevantes pequeños bucles existentes.
 - Los miembros del grupo de trabajo desconocen realmente como opera parte del proceso.
 - Se utilizan Diagramas de Flujo desfasados que no han sido revisados después de producirse cambios en el proceso.
- b) Para evitar la aparición de estas situaciones se aconseja, siempre que sea posible, la confrontación del diagrama con la realidad, siguiendo en la práctica la ejecución del proceso. Cuando esto no sea posible será útil la revisión del diagrama por personal operativo del proceso.

EJEMPLO

Una empresa de producción debe documentar el procedimiento de recepción de materias auxiliares, para lo cual se pide al responsable de la sección que elabore un diagrama de flujo general del proceso.

El resultado es el siguiente:



3.7. RECOGIDA DE DATOS

OBJETIVO

Las Hojas de Recogida de Datos son impresos utilizados para reunir datos de forma sencilla y que facilitan el posterior análisis de los mismos.

PROCEDIMIENTO DE USO

CONSTRUCCIÓN

1. Formulación de preguntas que resuelven nuestras necesidades de información
2. Definir herramientas que responden a dichas preguntas al analizar los datos
3. Definición de las condiciones de recogida de datos
 - Punto de datos
 - Personal
4. Diseño del impreso de toma de datos
 - Anotación sencilla
 - Evitando errores de anotación e interpretación
 - Todos los datos
 - Autoexplicativo
5. Ensayo de impresos
 - Datos
 - Instrucciones
6. Informar y formar al personal implicado
7. Recogida de datos
8. Auditar el proceso de toma de datos y validar los resultados

Paso 1: Formulación de preguntas.

- Se deben formular la pregunta o preguntas, correctas y específicas, que debemos contestar para decidir de forma adecuada las futuras acciones a realizar.

Paso 2: Definir las herramientas apropiadas para el análisis de datos.

- Según el tipo de herramienta a utilizar, deberemos decidir sobre las características de los datos a recoger (volumen de datos, exactitud, muestreos, etc.)

Paso 3: Definir las condiciones de la recogida de datos.

- Se debe intentar que el proceso de recogida de datos no distorsione el valor de éstos, por lo que debe tenerse en cuenta:
 - La formación y experiencia del personal de recogida de datos.
 - El tiempo disponible y la dedicación a la recogida.
 - La realización por aquellos que tengan acceso directo a los datos.

Paso 4: Diseño del impreso.

- La anotación debe ser sencilla.
- Se diseñará tratando de evitar errores en la anotación.
- Incluir un campo para OBSERVACIONES.
- El impreso debe ser autoexplicativo.
- Se debe cuidar el aspecto formal.

Paso 5: Ensayar los impresos y sus instrucciones.

- Para evitar problemas imprevistos en la toma de datos definitiva.

Paso 6: Informar y formar al personal.

- Asegurarse que el personal conoce y entiende:
 - El propósito de la recogida.
 - El significado de cada parte del impreso.
 - La importancia de obtener datos completos y no sesgados.

Paso 7: Realización de la recogida de datos.

Paso 8: Auditar el proceso y validar los resultados.

- Debe auditarse mediante revisiones aleatorias de impresos y observación del proceso de recogida:
 - El cumplimiento de las condiciones de recogida establecidas.
 - La correcta cumplimentación de los impresos.

3.7.1. Posibles problemas y deficiencias en la interpretación

- a) El principal problema es la deficiente aplicación del paso 1, que nos lleva a recoger “cuantos más datos mejor”, provocando:
- Mayor esfuerzo en la recogida de datos.
 - Mayor cantidad de datos a manejar.
- b) Se pueden producir sesgos por deficiencias en el proceso de planificación y recogida de datos:
- Por ser incompletos.
 - Por no responder el procedimiento.
 - Por deficiencias en la percepción.
 - Por falta de respuesta.

EJEMPLO

En una empresa del sector químico se quiere comprobar la necesidad de incluir refrigeración forzada a ciertas horas, en una piscina utilizada en cierta fase del proceso productivo, para lo cual se decide realizar un proceso de toma de datos a lo largo del horario de funcionamiento de la misma.

Tras un análisis de necesidades, se decide que se utilizará un histograma de frecuencias para el análisis de los datos.

El impreso diseñado para la toma de datos (diaria durante 4 semanas) se presenta a continuación:

HOJA DE RECOGIDA DE DATOS

TEMPERATURA DEL AGUA EN LA PISCINA

- Leer temperatura
- Anotar la temperatura en la tabla
- Las lecturas se harán a las horas
- Utilizar el espacio “Notas” para anotar cualquier circunstancia anormal

Fecha:

Piscina:

Inspector:

Hora del día	Temperatura en (°C)
08:00	
09:00	
10:00	
11:00	
12:00	
13:00	
14:00	
15:00	
16:00	
17:00	

Notas:

3.8. DIAGRAMA DE DISPERSIÓN

OBJETIVO

El Diagrama de Dispersión es una herramienta gráfica utilizada para visualizar el grado de relación que existe entre dos variables cualitativas.

PROCEDIMIENTO DE USO

CONSTRUCCIÓN

1. Elaborar una teoría admisible y relevante sobre la supuesta relación entre dos variables
2. Obtener los pares de datos correspondientes a las dos variables
3. Determinar los valores máximo y mínimo para cada una de las variables
4. Decidir sobre que eje se representará cada variable
5. Trazar y rotular los ejes horizontal y vertical
6. Marcar sobre el diagrama los pares de datos

Paso 1: Elaborar una teoría admisible y relevante sobre la supuesta relación entre dos variables.

- El Diagrama muestra la existencia de relación entre dos variables, no el origen de dicha relación.

Paso 2: Obtener los pares de datos correspondientes a las dos variables.

- Se debe disponer de unos datos que cumplan las siguientes características:
 - En cantidad suficiente (+ de 40).
 - Exactos.
 - Correctamente emparejados.
 - Representativos.

Paso 3: Determinar los valores máximo y mínimo para cada una de las variables.

Paso 4: Decidir sobre qué eje se representará cada variable.

- Si se estudia una relación causa-efecto, el eje horizontal representará la supuesta causa.

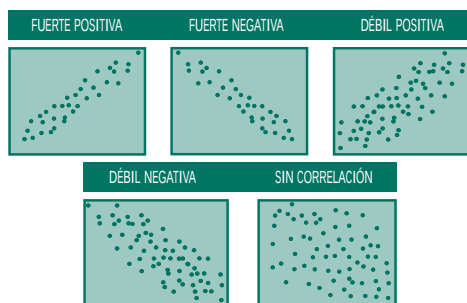
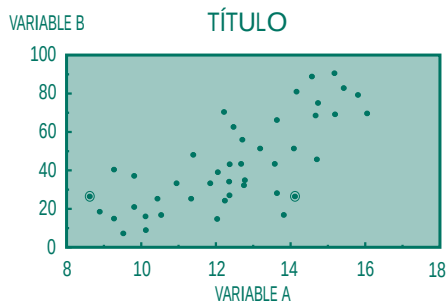
Paso 5: Trazar y rotular los ejes horizontal y vertical.

- Los ejes deben ser aproximadamente de la misma longitud, determinando un área cuadrada.
- Los ejes se enumeran a intervalos iguales y con incrementos de la variable constantes.
- Cada eje debe rotularse con el nombre de la variable y la unidad de medida.

Paso 6: Marcar sobre el diagrama los pares de datos.

- Para cada par de datos localizar la intersección de las lecturas de los ejes correspondientes y señalarlo con un punto o símbolo.
- Si algún punto coincide con otro existente, se traza un círculo concéntrico alrededor.

PAUTAS TÍPICAS DE CORRELACIÓN





3.8.1. Posibles problemas y deficiencias en la interpretación

- a) Los diagramas de dispersión muestran relaciones, pero no son pruebas.
- b) La interpretación no debe extrapolarse más allá del recorrido de los datos.
- c) Deben elegirse las escalas de los ejes adecuadamente para no enmascarar los resultados.

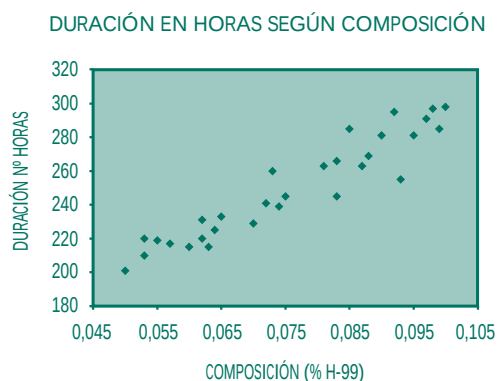
EJEMPLO

La empresa “Aceros H” fabrica herramientas de corte de alta calidad y está estudiando cómo el uso de un nuevo aditivo, el H-99, puede mejorar la duración de un determinado tipo de herramienta.

Para ello se realizan una serie de ensayos, obteniéndose los siguientes resultados.

Nº ENSAYO	% H-99	Nº HORAS	Nº ENSAYO	% H-99	Nº HORAS
1	0,053	210	16	0,05	201
2	0,081	263	17	0,099	285
3	0,075	245	18	0,087	263
4	0,095	281	19	0,093	255
5	0,055	219	20	0,062	231
6	0,06	215	21	0,072	241
7	0,07	229	22	0,053	220
8	0,085	285	23	0,083	245
9	0,057	217	24	0,088	269
10	0,083	266	25	0,073	260
11	0,074	239	26	0,098	297
12	0,097	291	27	0,064	225
13	0,1	298	28	0,063	215
14	0,09	281	29	0,092	295
15	0,065	233	30	0,062	220

Con estos datos se obtiene el siguiente diagrama de dispersión:



Se observa que existe una relación fuerte y positiva entre las dos variables: cuanto mayor es el porcentaje de H-99 en la composición del acero, mayor es la duración de la herramienta.

3.9. HISTOGRAMA

OBJETIVO

El Histograma es una herramienta gráfica utilizada para visualizar y analizar la frecuencia con que una variable toma diferentes valores dentro de un conjunto de datos.

PROCEDIMIENTO DE USO

CONSTRUCCIÓN

1. Preparación de los datos
 - R recogida adecuada
 - En tabla o formato adecuado
2. Determinar valores extremos de datos y recorrido
 - $R = V \text{ max.} - V \text{ min.}$
3. Definir "clases" del histograma
 - Nº según tabla
 - Amplitud intervalo
 - $I = R / \text{Nº Clases}$
4. Construir las clases anotando los límites de cada una de ellas
 - Clase 1: ($V \text{ min.}$; $V \text{ min.} + I$)
 - Clase 2: ($V \text{ min.} + I$; $V \text{ min.} + 2I$)
 - Clase 3: ($V \text{ min.} + 2I$; $V \text{ min.} + 3I$)
5. Calcular la frecuencia de cada clase
 - nº de valores de los datos incluidos en cada clase
6. Dibujar y rotular ejes
 - Horizontal: clases
 - Vertical: frecuencia
7. Dibujar el histograma
8. Rotular el gráfico

- El valor máximo: $V_{\text{max.}}$
- El valor mínimo: $V_{\text{min.}}$
- El recorrido: $R = V_{\text{max.}} - V_{\text{min.}}$
- El mínimo nº de datos para un buen histograma es 40

Paso 3: Definir las clases que contendrá el histograma.

- Clases: son intervalos en que se dividen los valores de los datos.

Nº DATOS	Nº CLASES RECOMENDADO
20 - 50	6
51 - 100	7
101 - 200	8
201 - 500	9
501 - 1.000	10
MÁS DE 1.000	11 - 20

- Características:
 1. Todas las clases tendrán el mismo intervalo
 2. No debe haber solapamiento entre clases
 3. La amplitud se halla $I = \text{RECORRIDO} / \text{Nº CLASES}$

Paso 4: Construir las clases anotando los límites de cada una de ellas.

Paso 5: Calcular la frecuencia de clase.

- Determinar el número de datos incluido en cada clase (frecuencia de clase)
- Comprobar que el número total de datos es igual a la suma de las frecuencias de clase.

Paso 6: Dibujar y rotular los ejes.

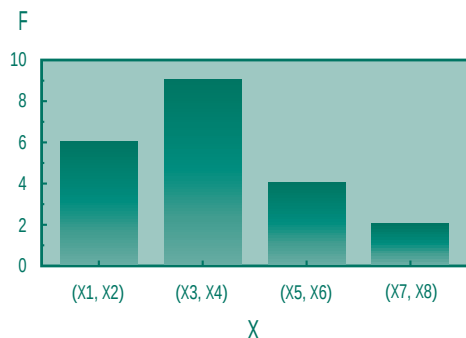
- Eje vertical: representa las frecuencias.
- Eje horizontal: representa la magnitud de la característica medida. Se divide en tantos intervalos como clases.

Paso 1: Preparación de los datos.

- El primer paso es disponer de unos datos que cumplan las siguientes características:
 - Objetivos - Completos
 - Exactos - Representativos

Paso 2: Determinar los valores extremos de los datos y el recorrido.

- Identificar en la tabla de datos:



Paso 7: Dibujar el histograma.

- Dibujar las barras de cada clase. La altura de cada una corresponde a su frecuencia de clase.

Paso 8: Rotular el gráfico.

- Incluir título, condiciones en que se han recogido los datos, etc.

3.9.1. Posibles problemas y deficiencias en la interpretación

- No existen reglas para la interpretación, si bien se debe estudiar:
 - Las características del Histograma: (media, dispersión, forma).
 - Relacionar dichas características con el proceso o la actividad representada, para buscar posibles explicaciones.
- Posibles problemas de interpretación:
 - Las conclusiones obtenidas no reflejarán la situación real si:
 - Los datos utilizados no son adecuados (sesgados, inexactos, anticuados, etc.).
 - La muestra de datos es pequeña o poco representativa.
 - No se debe aceptar las conclusiones como hechos, ya que sólo son teorías.

EJEMPLO

El director de producción de una empresa quiere evaluar el número de piezas con errores de tolerancia que tiene el primer lote de piezas fabricado en cada turno. Para ello, se evalúan 40 lotes de 1800 piezas y se cuenta el número de errores. Los resultados se registran en la siguiente tabla:

31	34	33	33	35	29	37	32
28	31	31	30	29	30	36	33
35	30	32	33	31	32	33	29
32	34	33	36	30	28	37	32
32	29	34	32	32	35	30	31

Para su estudio se decide elaborar el histograma de frecuencias, obteniéndose el siguiente resultado:

$$V_{\max} = 37$$

$$R = V_{\max} - V_{\min} = 9$$

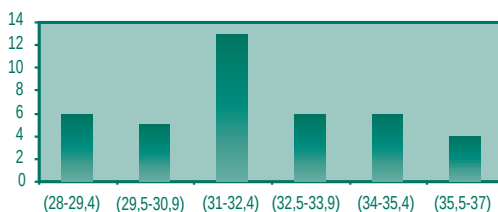
$$V_{\min} = 28$$

$$N^{\circ} \text{ Clases} = 6 \text{ (ya que tenemos 40 datos)}$$

$$\text{Amplitud de intervalo} = 9/6 = 1,5$$

INTERVALO	Nº DATOS
(28-29,4)	6
(29,5-30,9)	5
(31-32,4)	13
(32,5-33,9)	6
(34-35,4)	6
(35,5-37)	4

Nº ERRORES EN TOLERANCIA



3.10. ESTRATIFICACIÓN

OBJETIVO

La estratificación es un método de clasificación de datos en subgrupos homogéneos por alguna característica común, que permite extraer conclusiones sobre el efecto que se produce de acuerdo a dicha característica.

PROCEDIMIENTO DE USO

CONSTRUCCIÓN

1. Estudiar las conclusiones del empleo de una herramienta de resolución de problemas sobre un conjunto de datos agrupados
2. Observar los datos y determinar si se pueden hacer subgrupos de los mismos
3. Hacer los subgrupos y aplicar a cada grupo la misma herramienta aplicada en el paso 1

Paso 1: Estudiar las conclusiones del empleo de una herramienta de resolución de problemas sobre un conjunto de datos agrupados.

- Normalmente se utiliza a partir de los resultados de histogramas, diagramas de dispersión o diagramas de Pareto.

Paso 2: Observar los datos y determinar si se pueden hacer subgrupos de los mismos.

Paso 3: Hacer los subgrupos y aplicar a cada grupo la misma herramienta aplicada en el paso 1.

3.10.1. Posibles problemas y deficiencias en la interpretación

- Según el tipo de herramienta de tratamiento de datos utilizado, los problemas de interpretación serán los descritos para cada una de ellas.

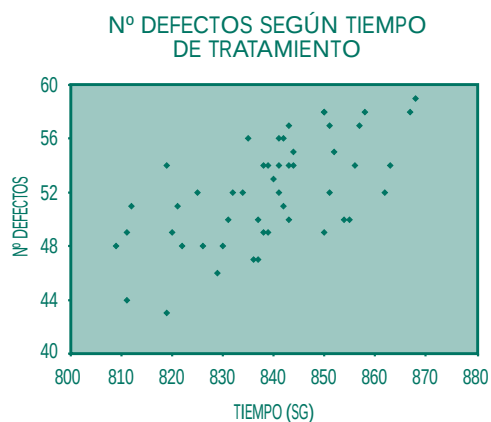
EJEMPLO

En un equipo de mejora se obtienen los siguientes datos, que recogen el nº de defectos por lote en conjuntos de 10.000 piezas en función del tiempo de tratamiento al que se someten:

Nº DATO	Nº DEFECTOS	TIEMPO (SG)	MATERIA PRIMA	Nº DATO	Nº DEFECTOS	TIEMPO (SG)	MATERIA PRIMA
1	48	809	B	29	47	837	A
2	52	834	B	30	53	840	A
3	54	838	B	31	58	850	B
4	50	854	A	32	54	843	A
5	48	822	A	36	43	819	A
6	51	842	A	38	54	856	A
7	52	851	A	39	52	862	A
8	59	868	B	42	56	835	B
9	54	841	B	44	55	844	B
10	54	844	B	45	55	852	A
11	44	811	A	47	58	858	B
12	54	819	B	48	57	843	B
13	48	830	A	26	52	825	B
14	47	836	A	27	58	867	B
15	58	850	B	28	57	851	B
16	57	857	B	33	51	812	B
17	54	863	A	34	51	821	B
18	49	811	B	35	50	831	B
19	49	820	A	37	56	841	B
20	48	826	A	40	50	843	A
21	52	832	B	41	49	850	A
22	50	837	A	43	52	841	B
23	49	839	A	46	50	855	A
24	54	839	B	49	46	829	A
25	56	842	B	50	49	838	A

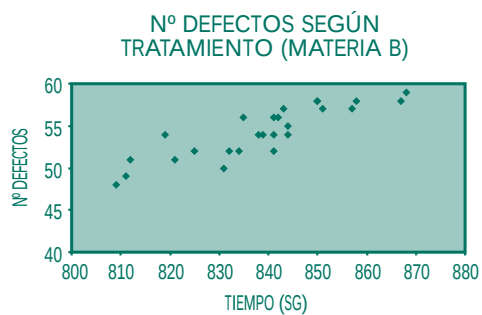
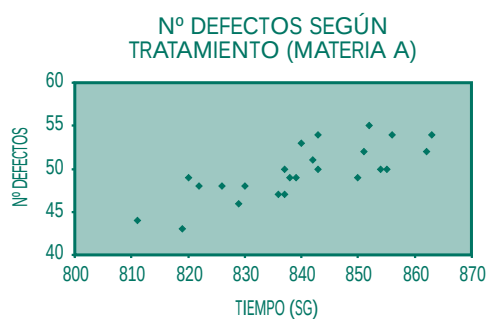


Al representar el Diagrama de Dispersión se obtiene el siguiente resultado:



Se observa una relación de correlación positiva débil entre el tiempo de tratamiento y el número de defectos.

Al estratificar los datos por materia prima se obtiene:



El efecto del tiempo es más acusado en el caso de utilizar la materia prima B.