



### Procedimientos

4. *Desarrolle el método ideal.* Seleccione el mejor procedimiento para cada operación, inspección y transporte considerando las diversas restricciones asociadas con cada alternativa, entre ellas la productividad, la ergonomía y las implicaciones sobre salud y seguridad.




41



### Procedimientos

5. *Presente e implemente el método.* Explique el método propuesto a detalle a las personas responsables de su operación y mantenimiento. Tome en cuenta todos los detalles del centro de trabajo con el fin de asegurar que el método propuesto ofrezca los resultados planeados.



42




### Procedimientos

6. *Desarrolle un análisis del trabajo.* Lleve a cabo un análisis del trabajo del método instalado con el fin de asegurar que los operadores sean seleccionados, entrenados y recompensados adecuadamente.




43



### Procedimientos

7. *Establezca estándares de tiempo.* Determine un estándar justo y equitativo para el método instalado.



44

## Procedimientos

8. *Déle seguimiento al método.* A intervalos regulares, audite el método instalado con el fin de determinar si se están alcanzando la productividad y la calidad planeadas, si los costos se proyectaron correctamente y si se pueden hacer mejoras adicionales



45

## Principales actividades y símbolos



46

## Diagrama de operaciones

Orden de trabajo	Descripción	Operación	Transporte	Almacenamiento	Reserva	Interrupción
1	Operación	1	2	3	4	5
2	Operación	1	2	3	4	5
3	Operación	1	2	3	4	5
4	Operación	1	2	3	4	5
5	Operación	1	2	3	4	5
6	Operación	1	2	3	4	5
7	Operación	1	2	3	4	5
8	Operación	1	2	3	4	5
9	Operación	1	2	3	4	5
10	Operación	1	2	3	4	5
11	Operación	1	2	3	4	5
12	Operación	1	2	3	4	5
13	Operación	1	2	3	4	5
14	Operación	1	2	3	4	5
15	Operación	1	2	3	4	5
16	Operación	1	2	3	4	5
17	Operación	1	2	3	4	5
18	Operación	1	2	3	4	5
19	Operación	1	2	3	4	5
20	Operación	1	2	3	4	5
21	Operación	1	2	3	4	5
22	Operación	1	2	3	4	5
23	Operación	1	2	3	4	5
24	Operación	1	2	3	4	5
25	Operación	1	2	3	4	5
26	Operación	1	2	3	4	5
27	Operación	1	2	3	4	5
28	Operación	1	2	3	4	5
29	Operación	1	2	3	4	5
30	Operación	1	2	3	4	5
31	Operación	1	2	3	4	5
32	Operación	1	2	3	4	5
33	Operación	1	2	3	4	5
34	Operación	1	2	3	4	5
35	Operación	1	2	3	4	5
36	Operación	1	2	3	4	5
37	Operación	1	2	3	4	5
38	Operación	1	2	3	4	5
39	Operación	1	2	3	4	5
40	Operación	1	2	3	4	5
41	Operación	1	2	3	4	5
42	Operación	1	2	3	4	5
43	Operación	1	2	3	4	5
44	Operación	1	2	3	4	5
45	Operación	1	2	3	4	5
46	Operación	1	2	3	4	5
47	Operación	1	2	3	4	5
48	Operación	1	2	3	4	5
49	Operación	1	2	3	4	5
50	Operación	1	2	3	4	5

47

Objetivos/ Procedimiento/ Principales actividades y símbolos/ Diagrama de operaciones, flujo, recorrido, hombre – máquina, actividades múltiples/ Modelos cuantitativos

48


## Objetivo

Para aumentar la productividad del trabajo. Esto se logra reduciendo el contenido del trabajo




49

## Procedimiento



**SELECCIONAR EL TRABAJO QUE SE VA A ESTUDIAR**  
Seleccionar un trabajo o el segundo componente de un elemento en función de los costos, el tiempo necesario o el desarrollo necesario.



**REGISTRAR POR OBSERVACIÓN DIRECTA**  
Los trabajadores realizan actividades con sus trabajos y se observan de forma directa todos los datos relacionados con estos momentos.




**EXAMINAR DE FORMA CRÍTICA**  
El observador de métodos analiza los datos recogidos en que se realiza la observación que se debe a la crítica y los métodos seleccionados.




**ESTABLECER EL MÉTODO**  
Más análisis, económico y eficaz, mediante los aspectos de las personas concernidas.

50


## Procedimiento




**EVALUAR OPCIONES**  
Se evalúan las opciones de implementación de un nuevo método de implementación.



**DEFINIR EL NUEVO MÉTODO**  
El nuevo método se define y se presenta a todos los personal, a quienes puede ser útil.



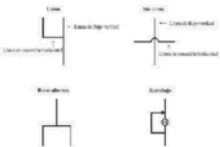
**IMPLANTAR EL MÉTODO**  
El nuevo método se implanta en el trabajo y se realiza la implementación de los datos.



**CONTROLAR LA APLICACIÓN**  
Se realiza el control y se registra el cumplimiento de los datos de los datos de los datos.

51

## Diagrama de operaciones



un pequeño círculo representa una operación y un pequeño cuadrado representa una inspección

el diagrama de operaciones se construye de tal manera que las líneas de flujo verticales y las líneas de materiales horizontales no se crucen

52

## Diagrama de operaciones



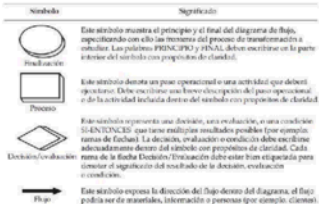
53

## Diagrama de Flujo: Pasos

1. Identificar y seleccionar un proceso (o sistema) relevante de transformación para su estudio.
2. Identificar a un individuo o a un equipo de individuos que sean responsables del desarrollo del diagrama de Flujo e, idealmente, de los análisis subsecuentes
3. Especificar las fronteras del proceso de transformación
4. Identificar y secuenciar la o las actividades operacionales necesarias para completar el producto final para el o los clientes
5. Identificar las métricas del desempeño para los pasos o las actividades operacionales dentro del proceso de transformación seleccionado
6. Trazar el diagrama de Flujo al definir y usar símbolos de manera consistente

54

## Diagrama de Flujo: símbolos



55

## Diagrama de Flujo

Es un diagrama visual para describir un proceso de transformación, en la que se puede mejorar cambiando alguno o en la totalidad de sus elementos.

Materia prima

Diseño del producto o del servicio

Diseño del puesto de trabajo

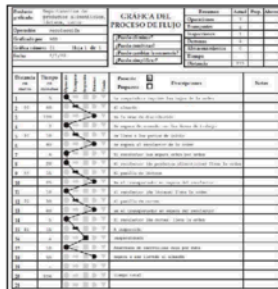
Pasos de procesamiento utilizados

Información de control administrativo

Equipo o herramientas

Proveedores

56



## Diagrama de flujo: Análisis

**Qué:** ¿Qué necesita el cliente?

**Quién:** ¿Quién está ejecutando cada una de las operaciones?

**Cuándo:** ¿Cuándo se conduce cada operación?

**Dónde:** ¿Dónde se ejecuta cada operación?

**Cómo:** ¿Cómo se hace la operación?

- **Flujo:** ¿El proceso de transformación está equilibrado o desequilibrado?
- **Tiempo:** ¿Cuánto tiempo se requiere para producir/entregar una unidad de producción?
- **Cantidad:** ¿Cuántas unidades pueden producirse/entregarse teóricamente en un periodo determinado (por ejemplo, una semana)?
- **Calidad:** ¿Cuál es la tasa de defectos históricos?
- **Costo:** ¿Cuánto cuesta producir/entregar una unidad de producción?

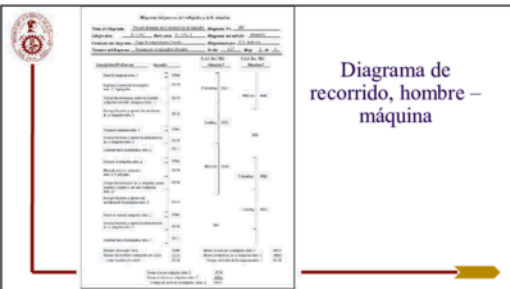
## Diagrama de recorrido, hombre – máquina

se utiliza para estudiar, analizar y mejorar una estación de trabajo a la vez, muestra la relación de tiempo exacta entre el ciclo de trabajo de la persona y el ciclo de operación de la máquina. Sirve para tener un mejor balance entre ambos. Ayuda a incorporar el "Acomodamiento de máquinas"

Los pasos son: Colocar la información relevante (el número de parte, el número de diagrama, la descripción de la operación, el método actual o propuesto, la fecha y el número de la persona que elabora el diagrama, distancia por unidad de tiempo, etc).

57

58



## Diagrama de recorrido, hombre – máquina

## Diagrama de operaciones



59

60

## Diagrama de Flujo: Pasos

1. Identificar y seleccionar un proceso (o sistema) relevante de transformación para su estudio.
2. Identificar a un individuo o a un equipo de individuos que sean responsables del desarrollo del diagrama de flujo e, idealmente, de los análisis subsecuentes
3. Especificar las fronteras del proceso de transformación
4. Identificar y secuenciar la o las actividades operacionales necesarias para completar el producto final para el o los clientes
5. Identificar las métricas del desempeño para los pasos o las actividades operacionales dentro del proceso de transformación seleccionado
6. Trazar el diagrama de flujo al definir y usar símbolos de manera consistente

## Diagrama de Flujo: símbolos

Símbolo	Significado
	Este símbolo muestra el principio y el final del diagrama de flujo, especificando con ello los límites del proceso de transformación a estudiar. Las palabras INICIO y FINAL deben escribirse en la parte interior del símbolo con propósitos de claridad.
	Este símbolo denota un paso operacional o una actividad que deberá ejecutarse. Debe escribirse una breve descripción del paso operacional o de la actividad incluida dentro del símbolo con propósitos de claridad.
	Este símbolo representa una decisión, una evaluación, o una condición (SI-ENTONCES) que tiene múltiples resultados posibles (por ejemplo, como se muestra). La decisión, evaluación o condición debe escribirse solo realmente dentro del símbolo con propósitos de claridad. Cada rama de la flecha Decisión/Evaluación debe estar bien etiquetada para denotar el significado del resultado de la decisión, evaluación o condición.
	Este símbolo expresa la dirección del flujo dentro del diagrama; el flujo podría ser de materiales, instrucciones o personas (por ejemplo, clientes).

## Diagrama de Flujo

Es un diagrama visual para describir un proceso de transformación, en la que se puede mejorar cambiando alguno o en la totalidad de sus elementos.

Materia prima  
Diseño del producto o del servicio  
Diseño del puesto de trabajo  
Pasos de procesamiento utilizados  
Información de control administrativo  
Equipo o herramientas  
Proveedores

## Diagrama de flujo: Análisis

**Qué:** ¿Qué necesita el cliente?


**Quién:** ¿Quién está ejecutando cada una de las operaciones?

**Cuándo:** ¿Cuándo se conduce cada operación?

**Dónde:** ¿Dónde se ejecuta cada operación?

**Cómo:** ¿Cómo se hace la operación?

- **Flujo:** ¿El proceso de transformación está equilibrado o desequilibrado?
- **Tiempo:** ¿Cuánto tiempo se requiere para producir/entregar una unidad de producción?
- **Cantidad:** ¿Cuántas unidades pueden producirse/entregarse teóricamente en un periodo determinado (por ejemplo, una semana)?
- **Calidad:** ¿Cuál es la tasa de defectos históricos?
- **Costo:** ¿Cuánto cuesta producir/entregar una unidad de producción?




## Diagrama de recorrido, hombre – máquina

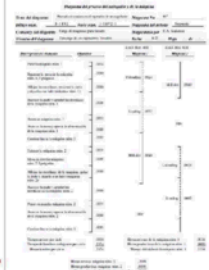
se utiliza para estudiar, analizar y mejorar una estación de trabajo a la vez, muestra la relación de tiempo exacta entre el ciclo de trabajo de la persona y el ciclo de operación de la máquina. Sirve para tener un mejor balance entre ambos. Ayuda a incorporar el "Acomodamiento de máquinas"

Los pasos son: Colocar la información relevante (el número de parte, el número de diagrama, la descripción de la operación, el método actual o propuesto, la fecha y el número de la persona que elabora el diagrama, distancia por unidad de tiempo, etc).


65



## Diagrama de recorrido, hombre – máquina



66



## Actividades variadas: ¿Cuántas máquinas necesitamos?


Una de las primeras preguntas que nos hacemos cuando vamos a producir algún producto, es ¿Cuántas máquinas necesitamos tener para producirlo?

Para ello es importante conocer el tiempo estándar y el tiempo real de planta:

Tiempo estándar = Número de máquinas

Ritmo de producción de planta

67



## Actividades múltiples

### Cálculo del tiempo de interferencia con las máquinas

En la producción de plantas, a no ser que se le indique algo, el tiempo promedio de operación es la máquina por minuto, determinado mediante un estudio con cronómetro, es de 150 minutos. El tiempo promedio real de la operación por minuto, cuando se encuentran las máquinas, es de 120 minutos. El cálculo de la interferencia con la máquina, expresado como porcentaje del tiempo promedio de operación es:

$$I = 50 \left[ \sqrt{(1 + X - 5Y + 2Z)} - (X - Y - Z) \right]$$

$$= 50 \left[ \sqrt{\left( 1 + \frac{150}{100} - 5 \right)} + 120 - \left( 1 - \frac{150}{100} - 0 \right) \right]$$

$$I = 50 \left[ \sqrt{1 + 50 - 60} + 120 - (1 + 50 - 60) \right]$$

$$I = 1,250\%$$

Por lo tanto, interferencia:

Tiempo de operación de la máquina: 150 min

Tiempo de servicio: 120 min

Tiempo de interferencia con la máquina:  $1,25 \times 120 = 150$  min

68

## Balaceo de Línea

La eficiencia de esta línea puede calcularse como la relación entre la cantidad de minutos estándar reales y el total de minutos estándar permitidos,

$$E = \frac{\sum SM}{\sum AM} \times 100 = \frac{2.61}{3.25} \times 100 = 80\%$$

donde  $E$  = eficiencia

$SM$  = minutos estándar por operación

$AM$  = minutos estándar permitidos por operación

Tiempo ocioso:

$$\% \text{ ocioso} = 100 - E = 20\%$$

## Balaceo de Línea

¿Cómo podemos determinar el número ideal de operadores que se deben asignar a una línea de producción? El caso más elemental, es donde varios operadores realizan operaciones consecutivas, trabajan uno solo. En ese escenario la velocidad de producción depende del operador más lento. En una línea con cinco operadores que ensamblan montajes de bule enlazados antes de entrar al proceso de curado. Las tareas específicas son:

Operador	Minutos estándar para llevar a cabo la operación	Tiempo de espera con base en el operador más lento	Tiempo estándar (minutos)
1	0.52	0.13	0.65
2	0.48	0.17	0.65
3	0.65	—	0.65
4	0.41	0.24	0.65
5	0.55	0.10	0.65
Totales	2.61		3.25

## Balaceo de Línea

Es inusual que exista una línea perfectamente balanceada; por ello, cada operación tendría que tener el mismo tiempo estándar. Se debe tomar en cuenta, que el tiempo estándar es solo para el operario donde fue medida, los demás operarios podrían superar o no a ese tiempo estándar. Los operadores que tienen un tiempo de espera, reducen sus movimientos para igualar al operario más lento. La fórmula para calcular el número de operadores necesarios para fijar la velocidad de producción es (caso 2)

$$N = R \times \sum AM = R \times \frac{\sum SM}{E}$$

donde  $N$  = número de operadores necesarios en la línea

$R$  = velocidad de producción que se desea

Diagrama de operaciones-fábrica de válvulas hidráulicas