

## 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.

**Método IDEAL**



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.

**Observación y Análisis**



43

## Procedimientos

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



44

## Procedimientos

3. *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

<b>Operación</b> Una operación que requiere un tiempo de ejecución.	Operación	Operación	Operación
<b>Transporte</b> El traslado de un elemento de un punto a otro.	Transporte	Transporte	Transporte
<b>Almacenamiento</b> El guardar un elemento en un lugar para ser usado posteriormente.	Almacenamiento	Almacenamiento	Almacenamiento
<b>Reposo</b> El tiempo que se necesita para descansar o para hacer un trabajo que no requiere un tiempo de ejecución.	Reposo	Reposo	Reposo
<b>Esperanza</b> El tiempo que se necesita para esperar a que un elemento sea procesado.	Esperanza	Esperanza	Esperanza

46

## Diagrama de operaciones

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 el trabajo que se va a estudiar.  
 Seleccionar el trabajo que se va a estudiar.

**REGISTRAR POR OBSERVACIÓN DIRECTA**  
 Registrar por observación directa el contenido del trabajo que se va a estudiar.  
 Registrar por observación directa el contenido del trabajo que se va a estudiar.

**EXAMINAR DE FORMA CRÍTICA**  
 Examinar de forma crítica el contenido del trabajo que se va a estudiar.  
 Examinar de forma crítica el contenido del trabajo que se va a estudiar.

**ESTABLecer EL MÉTODO**  
 Establecer el método de trabajo que se va a estudiar.  
 Establecer el método de trabajo que se va a estudiar.

50

**Procedimiento**

**EVALUAR OPCIONES**  
 Evaluar las opciones de trabajo que se van a estudiar.  
 Evaluar las opciones de trabajo que se van a estudiar.

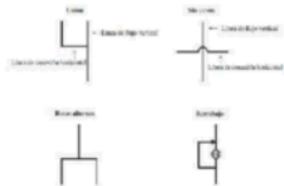
**DEFINIR EL NUEVO MÉTODO**  
 Definir el nuevo método de trabajo que se va a estudiar.  
 Definir el nuevo método de trabajo que se va a estudiar.

**IMPLANTAR EL MÉTODO**  
 Implantar el método de trabajo que se va a estudiar.  
 Implantar el método de trabajo que se va a estudiar.

**CONTROLAR LA APLICACIÓN**  
 Controlar la aplicación del método de trabajo que se va a estudiar.  
 Controlar la aplicación del método de trabajo que se va a estudiar.

51

**Diagrama de operaciones**



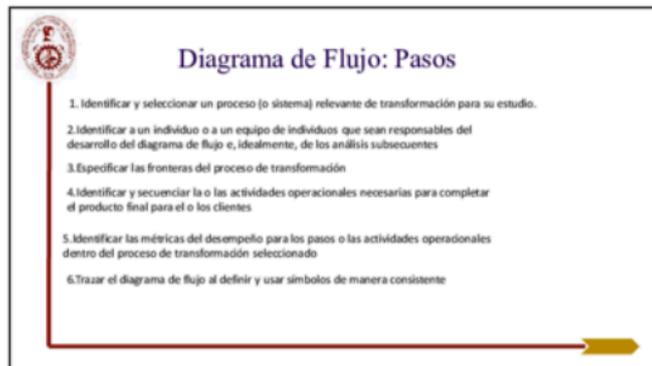
un pequeño círculo representa una operación y un pequeño cuadrado representa una inspección

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



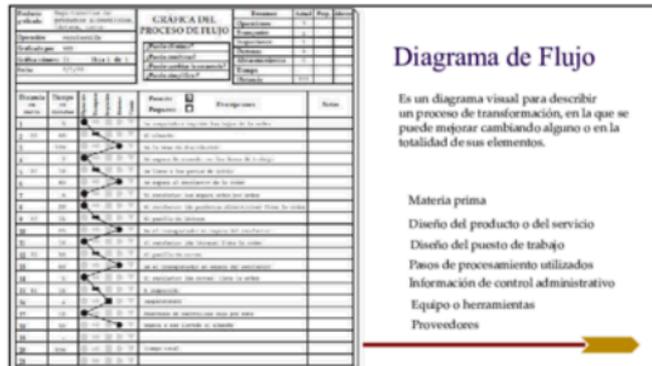
53



54



55



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?

57

## 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).

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

61

## 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 propósito 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 propósito de claridad.
	Este símbolo representa una decisión, una evaluación, o una condición (SI-ENTONCES) que tiene múltiples resultados posibles (por ejemplo como de flujo). La situación, evaluación o condición debe escribirse solo y solamente dentro del símbolo con propósito 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, información o personas (por ejemplo clientes).

62

GRÁFICA DEL PROCESO DE FLUJO		Resumen		Inicio	
Actividad	Inicio	Fin	Actividad	Inicio	Fin
1. Materia prima	00:00	00:05	1. Materia prima	00:00	00:05
2. Diseño del producto o del servicio	00:05	00:10	2. Diseño del producto o del servicio	00:05	00:10
3. Diseño del puesto de trabajo	00:10	00:15	3. Diseño del puesto de trabajo	00:10	00:15
4. Pasos de procesamiento utilizados	00:15	00:20	4. Pasos de procesamiento utilizados	00:15	00:20
5. Información de control administrativo	00:20	00:25	5. Información de control administrativo	00:20	00:25
6. Equipo o herramientas	00:25	00:30	6. Equipo o herramientas	00:25	00:30
7. Proveedores	00:30	00:35	7. Proveedores	00:30	00:35

## 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

63

## 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?

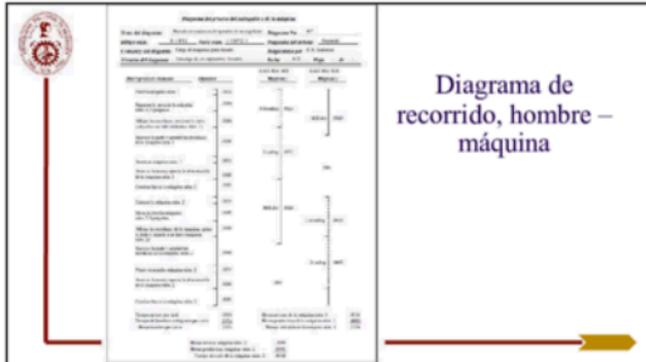
- **Flujo:** ¿El proceso de transformación está equilibrado o desequilibrado?
- **Tiempo:** ¿Cuánto tiempo se requiere para producir/entregar una unidad de producción?
- **Cantidad:** ¿Cuántas unidades pueden producirse/entregarse teóricamente en un periodo determinado (por ejemplo, una semana)?
- **Calidad:**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

64

## 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 "Acoplamiento 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).



## Diagrama de recorrido, hombre – máquina

65

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

## Actividades múltiples

### Cálculo del tiempo de interferencia con las máquinas

En la producción de piezas, a un operador se le asignan 40 piezas. El tiempo promedio de operación de la máquina por pieza, determinado mediante un estudio con cronómetro, es de 150 minutos. El tiempo promedio total de servicio por máquina, cuando ésta está en funcionamiento, es de 1 hora, es decir 60 minutos. El número de la información con la máquina, expresado como un porcentaje del tiempo promedio de operación del operador es:

$$Z = 30 \sqrt{(1 + X + 8X^2 + 24) - (3 + X + 8X)}$$

$$= 30 \left[ \sqrt{\left(1 + \frac{150}{30} + 8\right)} - 120 \left(1 + \frac{150}{300} + 8\right) \right]$$

$$Z = 30 \sqrt{(1 + 5 + 60)} - 120 (1 + 50 + 48)$$

$$Z = 1.856$$

Por lo tanto, se requieren:

Tiempo de operación de la máquina 150 minutos  
Tiempo de servicio 60 minutos  
Tiempo de interferencia con la máquina  $1.856 \times 30 = 55.68$  minutos

67

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:

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

69

## 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 como si fueran uno solo. En ese escenario la velocidad de producción depende del operador más lento. En una línea con cinco operadores que ensamblan montajes de buje entarazados 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

70

## Balaceo de Línea

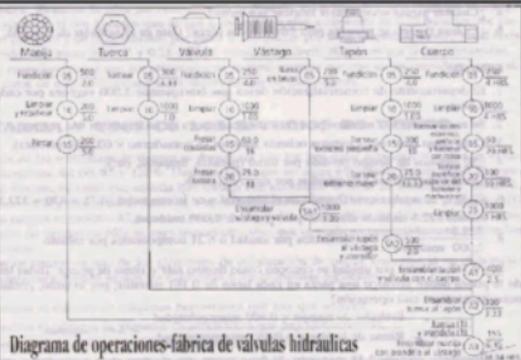
Es inusual que exista una línea perfectamente balanceada, para ello, cada operación tendría que tener el mismo tiempo estándar. Se debe tomar en cuenta, que el tiempo estándar es solo para el operario donde fue medido, los demás operarios podrían superar o no a ese tiempo estándar. Los operadores que 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

71



72

18