

Estudio de Trabajo

Lectura 11

Estudio de Tiempos

Profesor:

Ricardo Caballero, M.Sc.

✉ ricardo.caballero@utp.ac.pa



Medición del trabajo

Técnica de medición del trabajo para registrar los tiempos y la tasa de trabajo de los elementos de un trabajo específico, realizado en condiciones específicas, y para analizar los datos a fin de obtener el tiempo necesario para la realización del trabajo en un nivel definido de rendimiento.

La técnica toma tres pasos para derivar los tiempos básicos para los elementos del trabajo:

- observar y medir el tiempo necesario para realizar cada elemento del trabajo;
- ajustar o "normalizar" cada tiempo observado;
- promediar los tiempos ajustados para derivar el tiempo básico del elemento.



Medición del trabajo

Tiempo básico para el trabajo

Cuando un trabajador calificado está trabajando en un trabajo específico con un desempeño estándar, el tiempo que tarda en realizar el trabajo

Tiempo estándar

Cantidad de tiempo que debería tomar un trabajador calificado para completar una tarea específica, trabajando a un ritmo sostenible, utilizando métodos, herramientas y equipos, insumos de materias primas y disposición del lugar de trabajo dados.

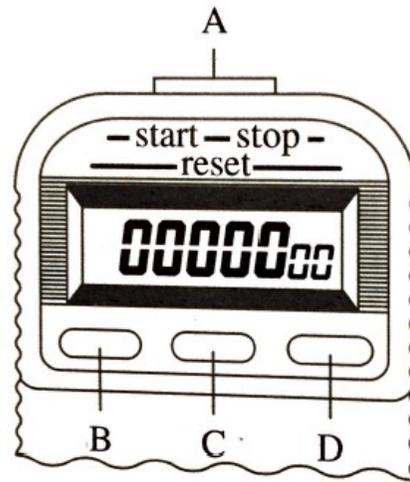
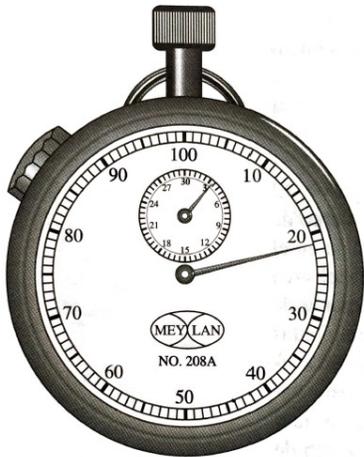
Las organizaciones desarrollan estándares de tiempo de diferentes formas.

Los métodos de medición del trabajo más comúnmente utilizados son

- Estudio de tiempo con cronómetro
- Tiempos elementales estándar
- Sistema de tiempos predeterminados (MTM)
- Muestreo del trabajo

Equipo para el estudio de tiempo

- Cronómetro
- Cámaras de videograbación
- Software
- Formularios
- Tablas de referencia



Cronómetro electrónico

- A – Inicio
- B – Recuperación de memoria
- C – Modo (continuo / regreso a cero)
- D – Otras funciones

Estudio de tiempos con cronómetro

Se utiliza para desarrollar un estándar de tiempo basado en las observaciones de un trabajador tomadas durante varios ciclos. Eso se aplica luego al trabajo de todos los demás en la organización que realizan la misma tarea.

Los pasos básicos en un estudio de tiempos son los siguientes:

1. Definir la tarea a estudiar e informar al trabajador que se estudiará.
2. Determine el número de ciclos a observar.
3. Mida el tiempo del trabajo y califique el desempeño del trabajador.
4. Calcule el tiempo estándar

El número de ciclos que deben cronometrarse es una función de:

- la variabilidad de los tiempos observados,
- la precisión deseada
- el nivel de confianza deseado para el tiempo de trabajo estimado.



Estudio de tiempos con cronómetro

Muy a menudo, la precisión deseada se expresa como un porcentaje de la media de los tiempos observados. Por ejemplo, el objetivo de un estudio de tiempos puede ser lograr una estimación que esté dentro un % ciento de la media real.

El tamaño de la muestra necesario para lograr ese objetivo se puede determinar mediante esta fórmula:

Utilice esta fórmula cuando la precisión deseada sea un porcentaje

$$n = \left(\frac{Zs}{a\bar{x}} \right)^2$$

donde

z = Número de desviaciones estándar normales necesarias para la confianza deseada

s = Desviación estándar de la muestra

a = Porcentaje de precisión deseado

\bar{x} = Media muestral

Una fórmula alternativa utilizada cuando la precisión deseada, e , se indica como una cantidad en lugar de un porcentaje es:

Utilice esta fórmula cuando la precisión deseada sea un tiempo

$$n = \left(\frac{Zs}{e} \right)^2$$

donde

e = Cantidad máxima aceptable de error de tiempo

Los valores típicos de z usados en este cálculo son

% confianza deseada	Valor z
90	1.65
95	1.96
95.5	2.00
98	2.33
99	2.58

Nota: Estas fórmulas pueden usarse o no en la práctica, dependiendo de la persona que realice el estudio de tiempos. A menudo, un analista experimentado se basará en su juicio para decidir el número de ciclos en el tiempo.

Ejemplo 1: Estudio de tiempos con cronómetro

Un analista de estudios de tiempos desea estimar el tiempo necesario para realizar un determinado trabajo. Un estudio preliminar arrojó una media de 6,4 minutos y una desviación estándar de 2,1 minutos. La confianza deseada es del 95 por ciento.

¿Cuántas observaciones necesitará (incluidas las ya realizadas) si el error máximo deseado es

- ± 10 por ciento de la media de la muestra?
- ¿Medio minuto?

Ejemplo 1: Estudio de tiempos con cronómetro

a. ± 10 por ciento de la media de la muestra?

$$n = \left(\frac{Zs}{a\bar{x}} \right)^2 = \left(\frac{1.96(2.1)}{0.10(6.4)} \right)^2 = 41.36 \rightarrow 42 \text{ observaciones}$$

b. ¿Medio minuto?

$$n = \left(\frac{Zs}{e} \right)^2 = \left(\frac{1.96(2.1)}{0.5} \right)^2 = 67.77 \rightarrow 68 \text{ observaciones}$$

% confianza deseada	Valor z
90	1.65
95	1.96
95.5	2.00
98	2.33
99	2.58

Estudio de tiempos con cronómetro:

El estándar de tiempos y sus componentes

El desarrollo de un estándar de tiempo implica el cálculo de tres tiempos: el tiempo observado, el tiempo normal y el tiempo estándar.

- **Tiempo observado (TO)** : es el promedio de los tiempos registrados

$$TO = \frac{\sum x_i}{n}$$

donde

$\sum x_i$ = suma de tiempos registrados

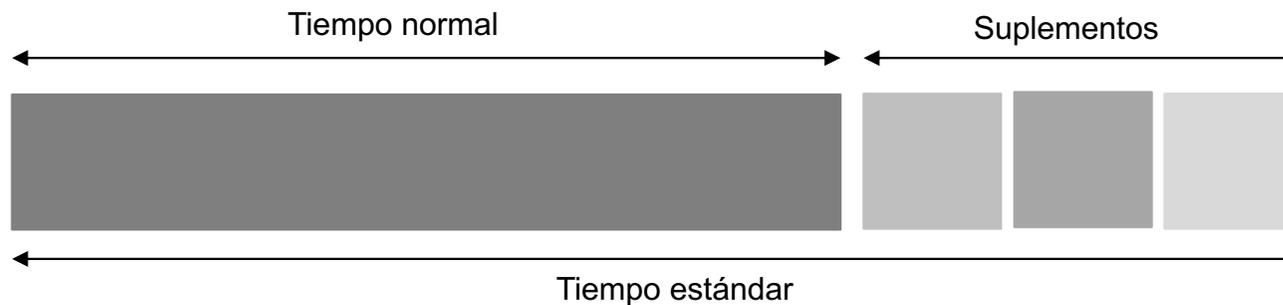
n = número de observaciones

- **Tiempo normal (TN)**: es el tiempo observado ajustado por el desempeño del trabajador.

$$TN = TO \times \text{factor de calificación de desempeño}$$

- **Tiempo estándar (TE)**: tiempo requerido para que un operario totalmente calificado y capacitado, trabajando a un paso estándar y realizando un esfuerzo promedio para realizar la operación

$$TE = \text{tiempo normal} \times (1 + \% \text{ suplemento})$$



Ejemplo 2: Estudio de tiempos con cronómetro

Un estudio de tiempos de una operación de montaje arrojó los siguientes tiempos observados para un elemento del trabajo, para los cuales el analista dio una calificación de desempeño de 1,13.

Con una asignación del 20 por ciento del tiempo de trabajo, determine el tiempo estándar apropiado para esta operación.

Observación	Tiempo (minutos)
1	1.12
2	1.15
3	1.16
4	1.12
5	1.15
6	1.18
7	1.14
8	1.14
9	1.19

Ejemplo 2: Estudio de tiempos con cronómetro

Tiempo observado

$$TO = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{1.12 + 1.15 + 1.16 + \dots + 1.19}{9} = \frac{10.35}{9} = 1.15 \text{ minutos}$$

Tiempo normal

$$TN = TO \times \text{factor de calificación de desempeño}$$

$$TN = 1.15 \times (1.13)$$

$$TN = 1.30 \text{ minutos}$$

Tiempo estándar

$$TE = \text{tiempo normal} \times (1 + \% \text{ suplemento})$$

$$TE = 1.30 \times (1 + 20\%)$$

$$TE = 1.56 \text{ minutos}$$

Observación	Tiempo (minutos)
1	1.12
2	1.15
3	1.16
4	1.12
5	1.15
6	1.18
7	1.14
8	1.14
9	1.19

Pasos para realizar un estudio de tiempo

1. Definir la tarea a estudiar



2. Recolectar datos y seleccionar operador calificado



3. Dividir la tarea en elementos precisos



4. Calcular el número de observaciones



5. Medir el tiempo y registrar



6. Calcular el tiempo observado promedio



7. Determinar la clasificación del desempeño



8. Determinar el tiempo normal



9. Calcular el tiempo estándar

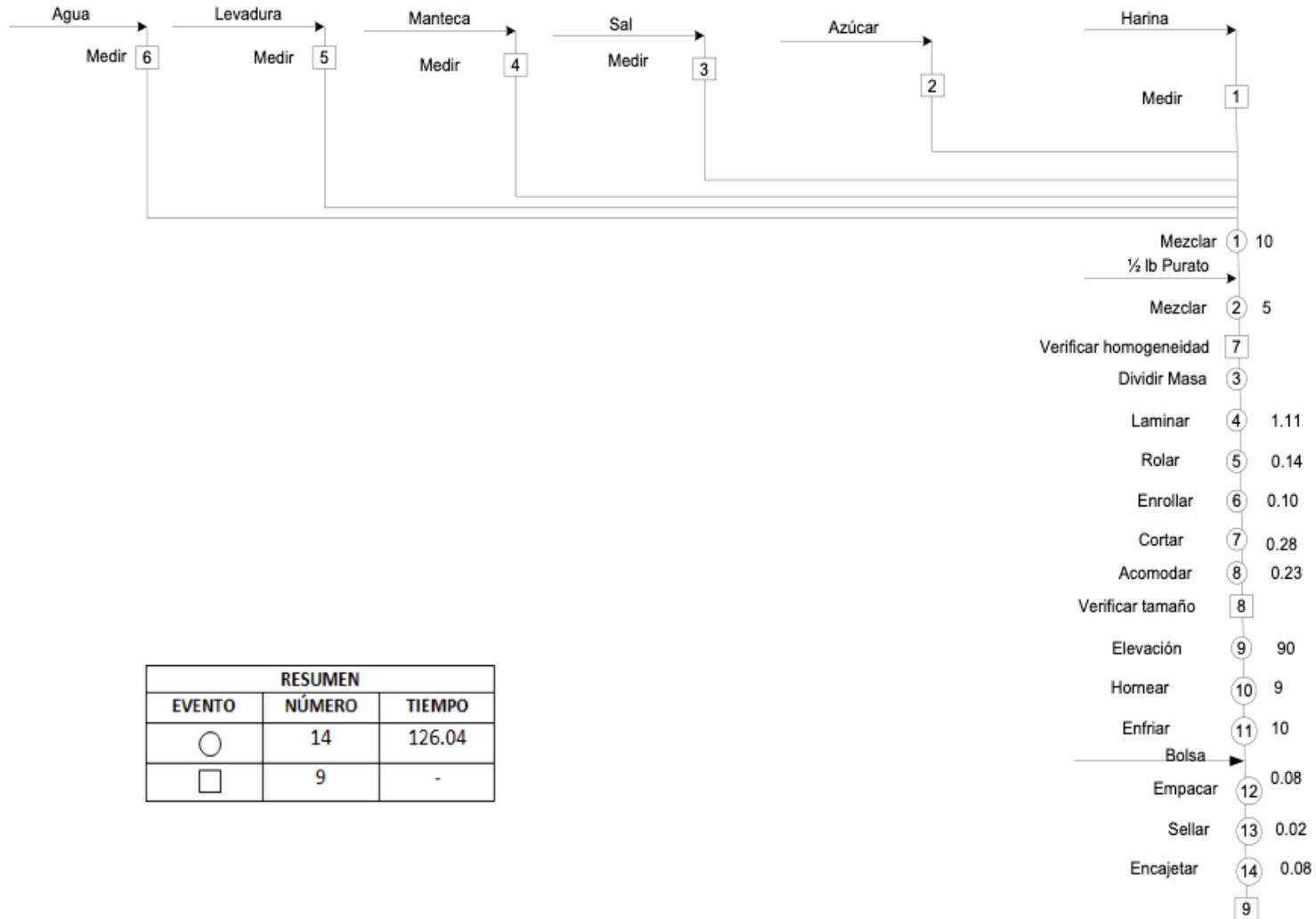
Ejemplo 3: Análisis de tiempo en empackado de panes

El empacador es un puesto importante dentro de una panadería. Este contempla la presentación del producto, ya que este debe acomodar el pan dentro de la bolsa.

Panadería ET le pide a usted realice un estudio de tiempos en su empresa. Usted decidió analizar al empacador, ya que sería el más conveniente para realizar el diagrama bimanual. Este es un proceso repetitivo, que se realiza con ambas manos, además hay 3 operarios realizando esta operación de empaque.



Ejemplo 3: Diagrama de operación



RESUMEN		
EVENO	NÚMERO	TIEMPO
○	14	126.04
□	9	-

Ejemplo 3: Diagrama de flujo de proceso

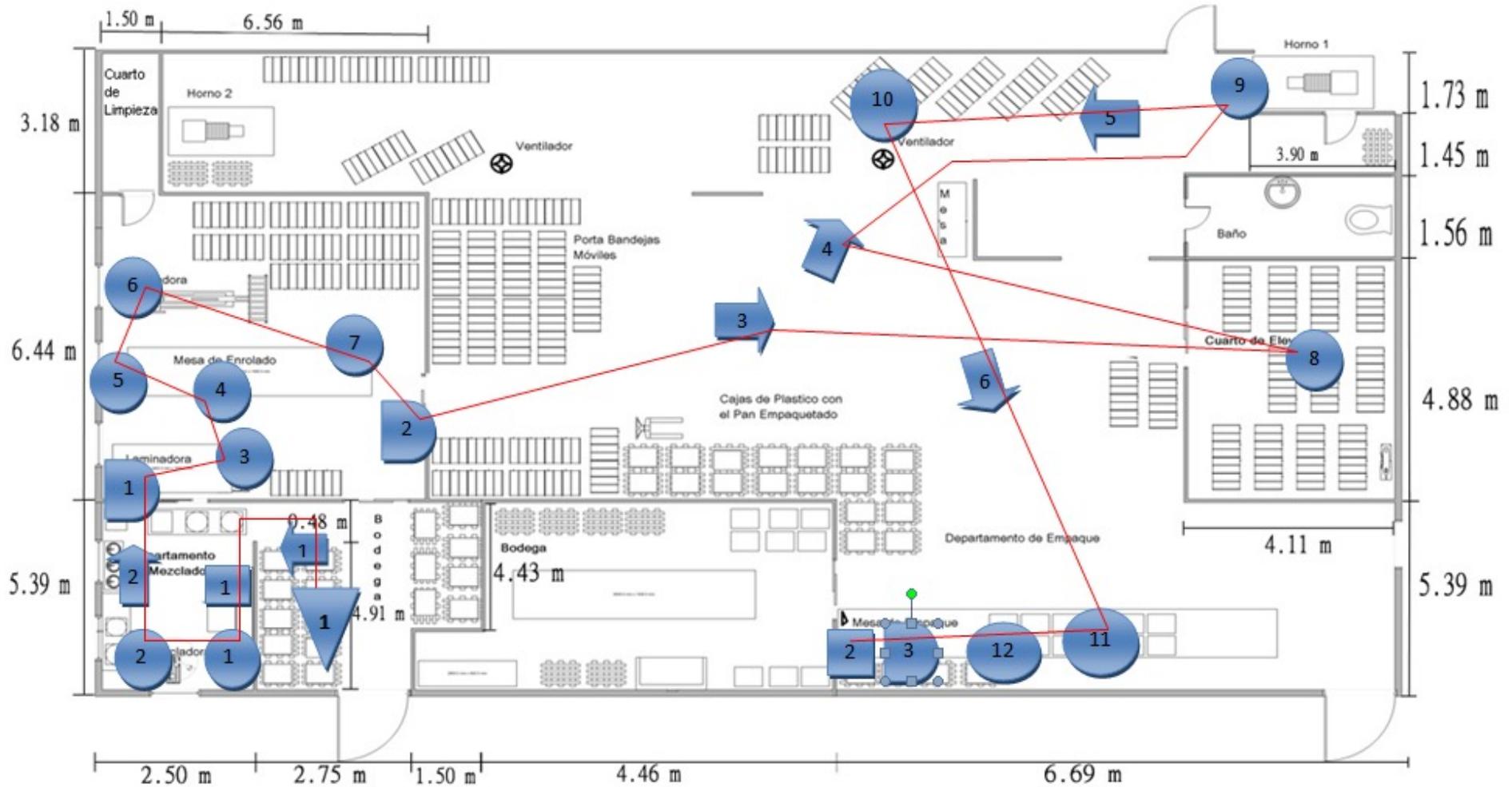
DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

Hoja: 1 de 1

Empresa: Panadería Nombre del proceso: Elaboración Pan de Cuadro		Resumen	Actual	Propuesto	Diferencia
			Cantidad	Cantidad	Cantidad
Método <input checked="" type="checkbox"/> Actual <input type="checkbox"/> Propuesto		Operación ●	12		
Tipo <input type="checkbox"/> Operador <input checked="" type="checkbox"/> Material		Inspección ■	6		
Se inicia en: Bodega		Transporte →	2		
Se termina en: Departamento de empaque		Demora ▩	3		
Elaborado por: Fulanito Fecha:		Almacenaje ▼	1		
		Tiempo (min)	126.04		
		Distancia (m)	48.07		
		Costo (\$)			

Descripción	Actividad					Tiempo (min)	Distancia (m)	Cantidad	Observación
	●	■	→	▩	▼				
Almacenaje									Materia Prima
Hacia departamento de Mezclado							8.91		
Medir									
Mezclar						15			
Dividir								19	Masa
Hacia departamento de Preparación							5.50		
Espera por								19	Masa
Laminar						1.11			
Rolar						0.14			
Enrollar						0.10			
Corte						0.28			
Acomodar						0.23			
Esperar bandejas								96	De 24 panes
Hacia departamento de Elevación							11.31		
Elevación						90			
Hacia departamento de Horneado							8.17		
Hornear						9			
Hacia departamento de Enfrió							2.25		
Enfriar						10			
Hacia departamento de Empaque							11.93		
Empacar						0.08			
Sellar						0.02			
Encajetar						0.08			Acumular
Inspección									

Ejemplo 3: Diagrama de recorrido



Ejemplo 3: Selección de la operación

- Para empezar, es necesario determinar que operación se va a medir.
- Criterios de selección de operación a estudiar
 - El orden de las operaciones según se presenten en el proceso
 - La posibilidad de ahorro que espera en la operación, relacionado con el costo anual de la operación
 - Según necesidades específicas.
- El operario debe estar completamente capacitado en el método, le debe gustar el trabajo y debe demostrar interés en hacerlo bien. Debe estar familiarizado con los procedimientos y prácticas del estudio de tiempo

DIAGRAMA BIMANUAL											
Diagrama No. 1		Hoja No. 1									
Dibujo y Pieza:											
Molde de cuadros de 24 unidades de pan y bolsas											
Operación:											
Empaque de pan de cuadros											
Lugar: Área de empaque											
Operario: Angel González											
Compuesto por: ARJAKO		Fecha: 21/06/12									
Mano Izquierda		○	⇨	D	▽	○	⇨	D	▽	Mano Derecha	
Buscar molde de pan		○	⇨	D	▽	○	⇨	D	▽	Buscar molde de pan	
Tomar molde		●	⇨	D	▽	●	⇨	D	▽	Tomar molde	
Acercar molde a él		○	⇨	D	▽	○	⇨	D	▽	Acercar molde a él	
Doblar molde		●	⇨	D	▽	●	⇨	D	▽	Doblar molde	
Soltar molde		●	⇨	D	▽	●	⇨	D	▽	Soltar molde	
Buscar bolsa		○	⇨	D	▽	○	⇨	D	▽	Buscar bolsa	
Toma bolsa		●	⇨	D	▽	●	⇨	D	▽	Toma bolsa	
Acercar bolsa a él		○	⇨	D	▽	○	⇨	D	▽	Acercar bolsa a él	
Abrir bolsa		●	⇨	D	▽	●	⇨	D	▽	Abrir bolsa	
Colocar molde en bolsa		●	⇨	D	▽	●	⇨	D	▽	Colocar molde en bolsa	
Pone bolsa con pan en mesa		○	⇨	D	▽	○	⇨	D	▽	Pone bolsa con pan en mesa	
Resumen											
Método		Actual				Propuesto					
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha				
Operaciones	○	6	6								
Transporte	⇨	5	5								
Demora	D										
Almacenaje	▽										

Ejemplo 1: Recolectar datos y selección del operador calificado

- Una vez seleccionado los operarios se deben tomar 10 mediciones de la operación a estudiar para cada uno. Luego, se debe determinar el tiempo promedio de operación de cada operario
- Se escoge el **operador calificado**, aquel operador promedio representativo de aquellos empleados que están completamente capacitados y son capaces de realizar satisfactoriamente la operación. Su ritmo no es rápido ni lento

	Operario 1	Operario 2	Operario 3
1	7.97	9.16	8.56
2	6.82	8.69	7.75
3	9.61	7.15	8.38
4	7.25	9.62	8.43
5	7.30	6.81	7.05
6	8.47	7.57	8.02
7	8.37	8.90	8.63
8	9.08	7.79	8.43
9	7.51	10.09	8.8
10	7.99	6.80	7.39
Promedio	8.03	8.25	8.14

Operador calificado
para el estudio

Dividir la operación en elementos

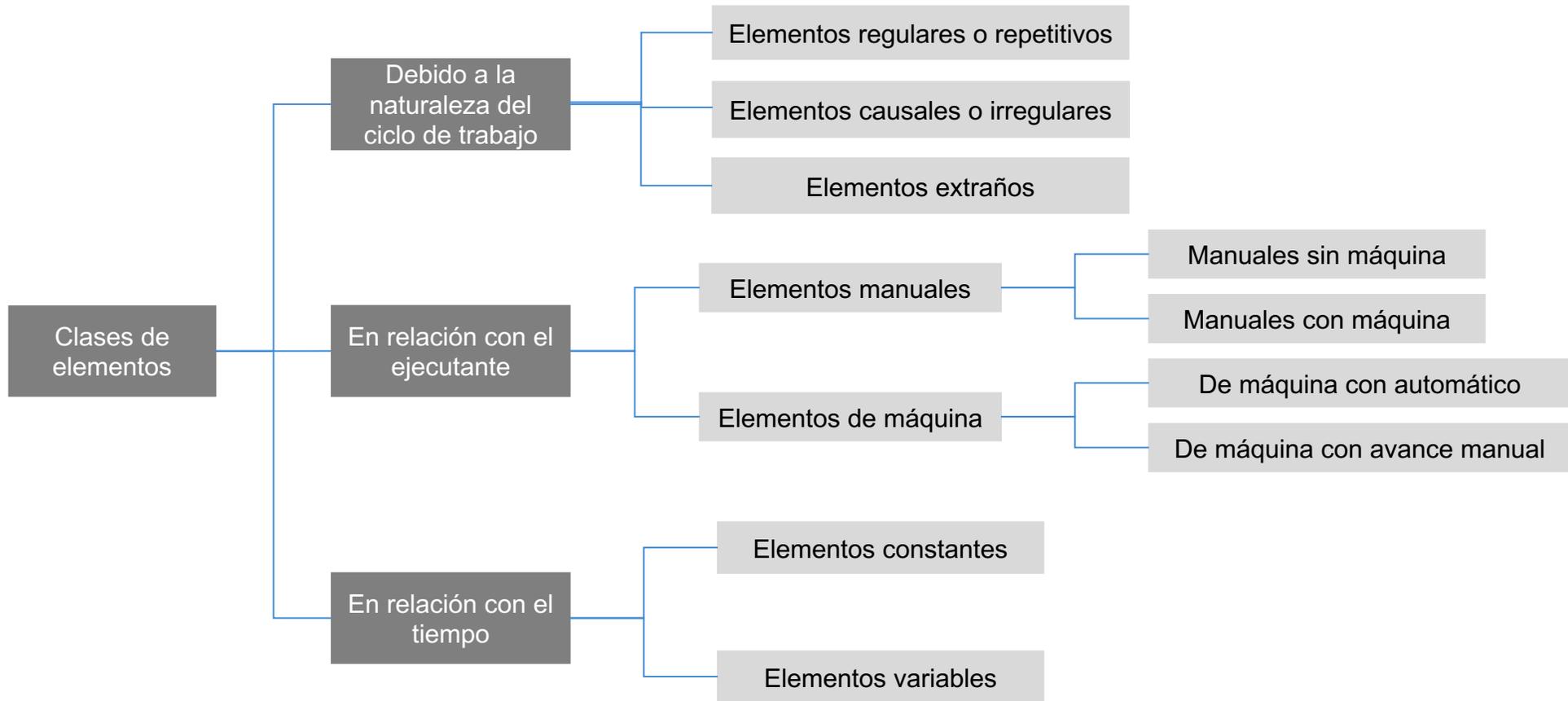
Se le denomina **elementos** a:

- División del trabajo que se puede medir con un cronómetro y que tiene puntos terminales o de quiebre fácilmente identificados.
- Es una parte esencial y definida de una actividad o tarea determinada compuesta por uno o más movimientos fundamentales de una máquina o las fases de un proceso seleccionado para fines de observación y cronometraje

Reglas para seleccionar los elementos

- Los elementos deben ser **fáciles de identificar**, con inicio y fin claramente definidos.
- Los elementos **deben ser lo más breve posible**. Una unidad mínima brevemente aceptable es de **alrededor 0.04min**
- Mantener separados los elementos manuales y los de máquina, puesto que los tiempos de máquina se ven menos afectados por las calificaciones.
- Es necesario separar los elementos manuales a máquina parada de los de máquina en marcha. Los primeros pueden reducir el ciclo de trabajo de la actividad desarrollada por el operador; los de máquina no influyen en el ciclo, pero intervienen en la saturación del operador
- Los **puntos de división** de un elemento pueden definirse por sonidos así como señales visuales
 - Ejemplo: *una pieza terminada golpea el contenedor, una herramienta de fresado que corta un molde, una broca que atraviesa la parte que se está*

Dividir la operación en elementos: Clases de elementos



Dividir la operación en elementos: Clases de elementos

- Debido a la naturaleza de los elementos del ciclo de trabajo, se pueden clasificar en:
 - **Elementos regulares o repetitivos:** son los que aparecen una vez en cada ciclo de trabajo, e.g.: *poner y quitar piezas en la máquina*
 - **Elementos casuales o irregulares:** son los que no aparecen en cada ciclo del trabajo, sino a intervalos tanto regulares como irregulares. Estos elementos forman parte del trabajo provechoso y deben incorporarse al tiempo definitivo de la operación, e.g.: *limpiar la rebaba, regular la tensión, recibir instrucciones del supervisor, abastecer piezas en bandejas para alimentar una máquina.*
 - **Elementos extraños:** son los elementos indeseables, ajenos al ciclo de trabajo que se consideran para tratar de eliminarlos, e.g.: *averías en las máquinas, desengrasar una pieza no acabada de trabajar, etc*

Dividir la operación en elementos: Clases de elementos

En relación con el ejecutante, se clasifican en:

- **Elementos manuales:** son los que realiza el operador.
 - **Manuales sin máquina:** se llevan a cabo con independencia de toda máquina, su duración depende de la actividad del operador.
 - **Manuales con máquina:** con máquina parada, como el quitar o poner una pieza y con máquina en marcha, que efectúa el operador mientras trabaja la máquina automáticamente

- **Elementos de máquina:** son los que realiza la máquina
 - De **máquina con automático** , sin intervención del operador
 - De **máquina con avance manual**, en cuyo caso la máquina trabaja controlada por el operador, como en los taladros y troqueladoras con avance manual.

Dividir la operación en elementos: Clases de elementos

En relación con el tiempo, se clasifican en:

- **Elementos constantes:** son aquellos cuyo tiempo de ejecución es siempre igual, e.g.: encender la luz, verificar la pieza, atornillar, etc.
- **Elementos variables:** son los elementos cuyo tiempo depende de una o diversas variables como peso, dimensiones, calidad, etc. Por ejemplo: aserrar madera a mano (el tiempo varía según la dureza y diámetro), barrer el piso (depende de la superficie)

Ejemplo 3: Dividir la operación en elementos

DIAGRAMA BIMANUAL									
Diagrama No. 1		Hoja No. 1							
Dibujo y Pieza:									
Molde de cuadros de 24 unidades de pan y bolsas									
Operación:									
Empaque de pan de cuadros									
Lugar: Área de empaque									
Operario: Ángel González									
Compuesto por: ARJAKO		Fecha: 21/06/12							
Mano Izquierda	○	⇨	D	▽	○	⇨	D	▽	Mano Derecha
Buscar molde de pan	○	⇨	D	▽	○	⇨	D	▽	Buscar molde de pan
Tomar molde	●	⇨	D	▽	●	⇨	D	▽	Tomar molde
Acercar molde a él	○	⇨	D	▽	○	⇨	D	▽	Acercar molde a él
Doblar molde	●	⇨	D	▽	●	⇨	D	▽	Doblar molde
Soltar molde	●	⇨	D	▽	●	⇨	D	▽	Soltar molde
Buscar bolsa	○	⇨	D	▽	○	⇨	D	▽	Buscar bolsa
Toma bolsa	●	⇨	D	▽	●	⇨	D	▽	Toma bolsa
Acercar bolsa a él	○	⇨	D	▽	○	⇨	D	▽	Acercar bolsa a él
Abrir bolsa	●	⇨	D	▽	●	⇨	D	▽	Abrir bolsa
Colocar molde en bolsa	●	⇨	D	▽	●	⇨	D	▽	Colocar molde en bolsa
Pone bolsa con pan en mesa	○	⇨	D	▽	○	⇨	D	▽	Pone bolsa con pan en mesa
Resumen									
Método	Actual				Propuesto				
	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	
Operaciones ○	6	6							
Transporte ⇨	5	5							
Demora D									
Almacenaje ▽									

Tomando en cuenta las operaciones registradas en el diagrama bimanual se procede a dividir en elementos

Elemento 1: Tomar molde de 24 unidades y doblar molde

Elemento 2: Tomar bolsa y empacar.



Cálculo del número de observaciones

- **Abaco de Lifson**
- **Fórmulas estadísticas**
- **Tabla Westinghouse**
- **Criterio de la General Electric Company**

Cálculo del número de observaciones: Ábaco de Lifson

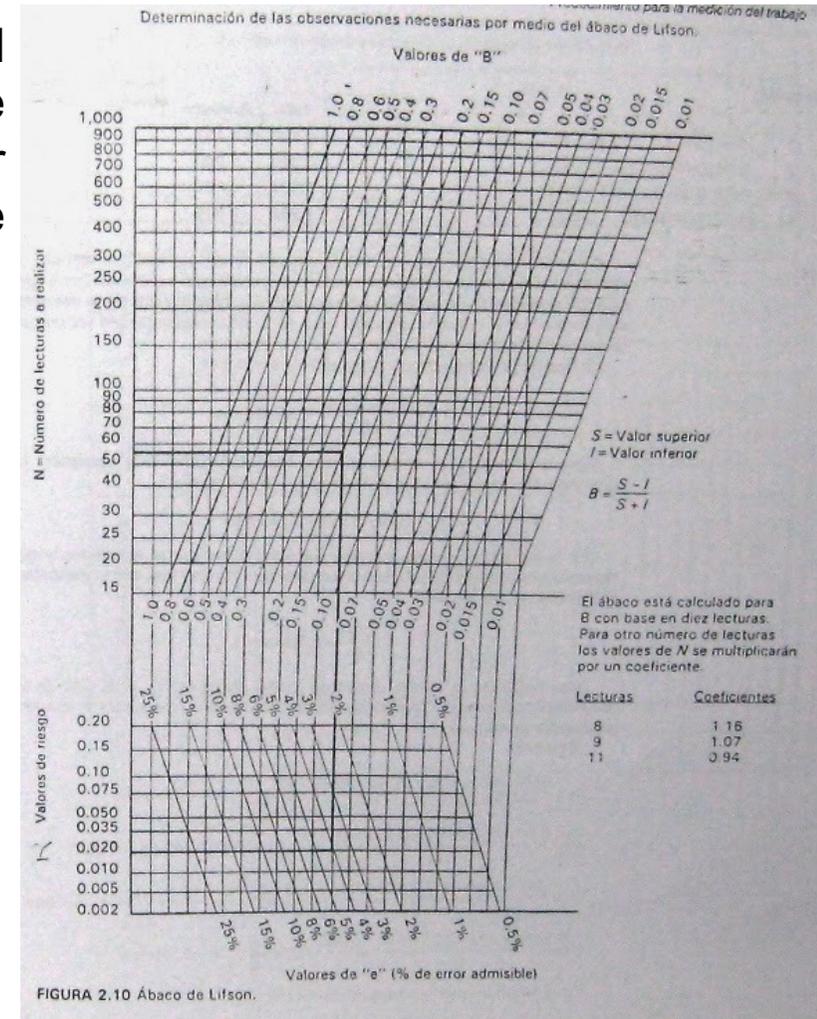
- Abaco de Lifson:** es una aplicación gráfica del método estadístico para un número fijo de mediciones, donde $n = 10$. La desviación estándar se sustituye por B , que se calcula de la siguiente manera.

$$B = \frac{S - I}{S + I}$$

En donde

S = el tiempo superior

I = el tiempo inferior



Ejemplo 1: Cálculo del número de observaciones mediante el uso del Ábaco de Lifson

- Continuando con el ejemplo anterior, el operario calificado es el Operario 3

Operario 3

8.56

7.75

8.38

8.43

7.05

Tiempo inferior

8.02

8.63

8.43

8.8

Tiempo superior

7.39

En donde

S = el tiempo superior

I = el tiempo inferior

$$B = \frac{S - I}{S + I}$$

$$B = \frac{8.8 - 7.05}{8.8 + 7.05}$$

$$B = 0.11$$

Ejemplo 1: Cálculo del número de observaciones mediante el uso del Ábaco de Lifson

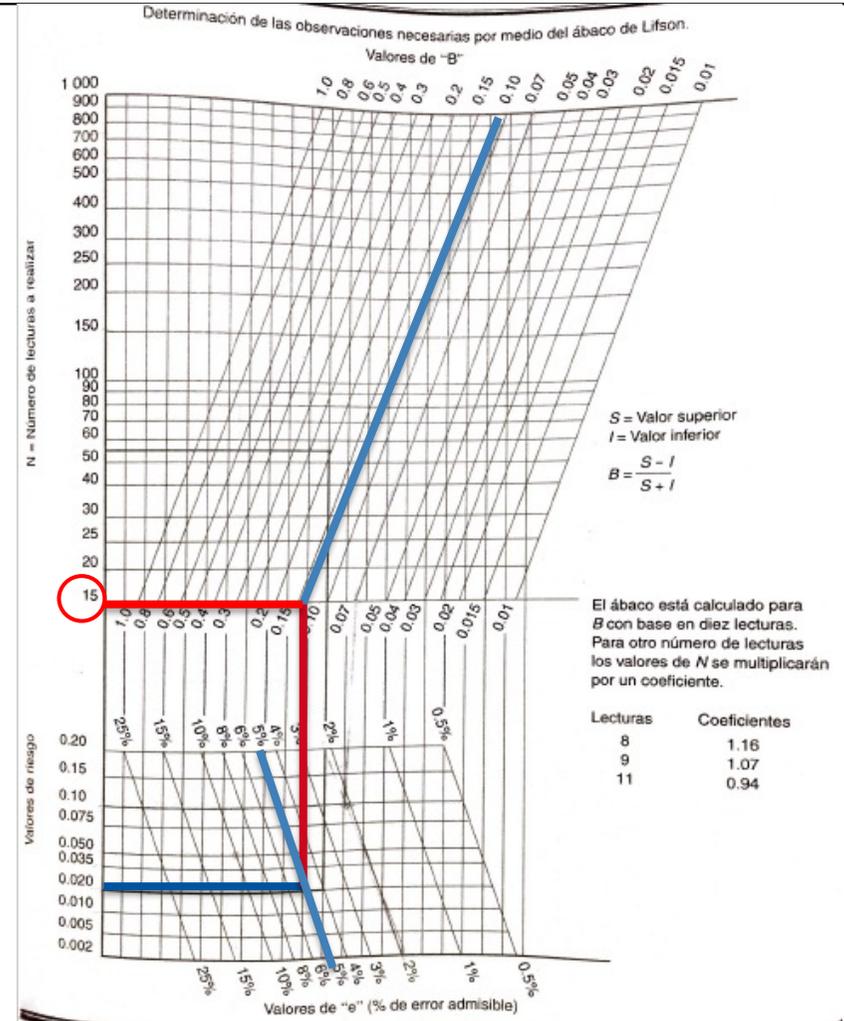
Dado los siguientes valores

$$B = 0.11$$

$$\text{Error } (e) = 5\%$$

$$\text{Coeficiente de riesgo } (R) = 0.02$$

De acuerdo con el ábaco de Lifson el número de observaciones N debe ser de 15



Cálculo del número de observaciones: Fórmulas estadísticas

- **Fórmulas estadísticas:** por medio de éstas fórmulas se determina el número N de observaciones necesarias para obtener el tiempo de reloj representativo con un error e%, con un riesgo fijado de R%.

En donde

K = el coeficiente de riesgo cuyos valores son

$$N = \left(\frac{K \times \sigma}{e \times \bar{X}} \right)^2 + 1$$

K	e
1	32%
2	5%
3	0.3%

- La desviación estándar se obtiene mediante la fórmula

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum f(x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

Ejemplo

Cálculo del número de observaciones: Fórmulas estadísticas

- Supongamos que se han tomado las lecturas 5, 8, 7, 5, 6, 7, 7, 6, 8, 5, en centésimas de minuto y se trata de determinar cuál es el número mínimo de observaciones necesarias para obtener el tiempo de reloj representativo con un error de 4% y un riesgo de 5%

x_i	f	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	$f(x_i - \bar{x})^2$
5	3	-1.4	1.96	5.88
6	2	-0.4	0.16	0.32
7	3	0.6	0.36	1.08
8	2	1.6	2.56	5.12
Total	10			12.4

K	e
1	32%
2	5%
3	0.3%

$$\bar{x} = \frac{\sum f x_i}{n} = \frac{(5 \times 3) + (6 \times 2) + (7 \times 3) + (8 \times 2)}{10} = 6.4$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum f(x_i - \bar{x})^2}{n}} = \sqrt{\frac{12.4}{10}} = 1.113$$

$$N = \left(\frac{K \times \sigma}{e \times \bar{X}} \right)^2 + 1$$

$$N = \left(\frac{2 \times 1.113}{0.04 \times 6.4} \right)^2 + 1$$

$$N = 76$$

Cálculo del número de observaciones: Tabla Westinghouse

- Indica el número de observaciones necesarias en función de la duración del ciclo y el número de piezas que se fabrican al año.
- Esta tabla sólo es de aplicación a operaciones muy repetitivas realizadas por operadores muy especializados.
- En caso de que no tengan la especialización requerida, deberá multiplicarse el número de observaciones obtenidas por 1.5

Tabla de Westinghouse

Cuando el tiempo por pieza o ciclos es:	Número mínimo de ciclos a estudiar		
	Actividad más de 10,000 por año	1,000 a 10,000	Menos de 1,000
1.000 horas	5	3	2
0.800 horas	6	3	2
0.500 horas	8	4	3
0.300 horas	10	5	4
0.200 horas	12	6	5
0.120 horas	15	8	6
0.080 horas	20	10	8
0.050 horas	25	12	10
0.035 horas	30	15	12
0.020 horas	40	20	15
0.012 horas	50	25	20
0.008 horas	60	30	25
0.005 horas	80	40	30
0.003 horas	100	50	40
0.002 horas	120	60	50
Menos de 0.002 horas	140	80	60

Cálculo del número de observaciones: Criterio de la General Electric Company

Número recomendado de ciclos de observación según
General Electric Co.

Tiempo de ciclo (minutos)	Número de ciclos que cronometrar
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
4.00-5.00	15
5.00-10.00	10
10.00-20.00	8
20.00-40.00	5
Más de 40.00	3

- Establece el número de ciclos a cronometrar utilizando el tiempo de ciclo en minutos como puede observarse en la tabla

Ejemplo 3: Realizar estudio de tiempo

- Continuando con el ejemplo de Panadería ET

Elemento 1: Tomar molde de 24 unidades y doblar molde

Elemento 2: Tomar bolsa y empacar

	Elemento 1	Elemento 2
1	2.24	5.27
2	3.31	4.59
3	1.81	4.62
4	1.47	3.33
5	1.75	4.22
6	1.41	3.56
7	1.87	5.06
8	1.84	5.41
9	2.02	3.33
10	1.69	5.15
11	1.79	4.54
12	3.80	4.53
13	3.01	5.57
14	3.27	3.18
15	3.04	4.75
Tiempo total	2.288	4.47

Calificar el desempeño del operador

Valoración del ritmo de trabajo

- El **desempeño estándar** se define como el nivel de desempeño que logra un operario con mucha experiencia que trabaja en las condiciones acostumbradas a un ritmo ni muy rápido ni muy lento, pero representativo de uno que se puede mantener durante toda una jornada.
- La **calificación de la actuación** es la técnica para determinar equitativamente el tiempo requerido por un operador normal para ejecutar una tarea.

Calificación de la actuación

- Para que el proceso de calificación conduzca a un estándar eficiente y útil, debería satisfacerse en forma razonable de dos requisitos básicos:
 - La compañía debe establecer claramente lo que se entiende por tasa de trabajo normal
 - En la mente de cada uno de los calificadores debe existir una aproximación razonable al desempeño normal

Calificación de la actuación

HABILIDAD			ESFUERZO		
A	Habilidísimo	+0.15	A	Excesivo	+0.15
B	Excelente	+0.10	B	Excelente	+0.10
C	Bueno	+0.05	C	Bueno	+0.05
D	Medio	0.00	D	Medio	0.00
E	Regular	-0.05	E	Regular	-0.05
F	Malo	-0.10	F	Malo	-0.10
G	Torpe	-0.15	G	Torpe	-0.15

CONDICIONES			CONSISTENCIA		
A	Buena	+0.05	A	Buena	+0.05
B	Media	0.00	B	Media	0.00
C	Mala	-0.05	C	Mala	-0.05

Habilidad

Es la eficiencia para seguir un método dado no sujeto a variación por voluntad del operador

Esfuerzo

Es la voluntad de trabajar, controlable por el operador dentro de los límites impuestos por la habilidad.

Condiciones

Son aquellas condiciones (luz, ventilación, calor) que afectan únicamente al operario y no aquellas que afectan la operación

Consistencia

Son los valores de tiempo que realiza el operador que se repiten en forma constante o inconstante.

Ejemplo 3: Calificar el desempeño del operador y determinar el tiempo normal

Valoración

Habilidad	
Bueno	+0.05
Esfuerzo	
Medio	0.00
Condiciones	
Media	0.00
Consistencia	
Medio	0.00

Tiempo normal

$$Tiempo\ normal = tiempo\ ciclo \times (1 + \%valoración)$$

$$Tiempo\ normal = 6.758 \times (1 + 0.05)$$

$$Tiempo\ normal = 7.0959\ segundos$$

Suplementos

- Tiempo que se agrega al tiempo normal para permitir descanso y demoras personales inevitables y por fatiga

Suplementos por necesidades personales.

Tiempo concedido para usos personales, se concede normalmente 5% para hombres y 7% para mujeres. Es el tiempo que se concede a un empleado para necesidades personales como: hablar con sus compañeros sobre temas que no conciernen al trabajo. Ir al baño. Beber agua. Otras controladas por el operador para no trabajar.

Suplementos por fatiga.

Es el tiempo necesario para recuperación física o mental debido al desarrollo de una actividad. Estos períodos pueden ser entre 5 y 15 minutos o hasta el 5% del tiempo normal, para hombres y mujeres.

Suplementos por retrasos involuntarios.

Son los tiempos perdidos por las máquinas, por avería, reparación o rotura de herramientas etc. Los tiempos perdidos de los operarios por inspección o interrupciones involuntarias. Se concede, dependiendo de la frecuencia entre 0 y 5%.

1. SUPLEMENTOS CONSTANTES

	Hombres	Mujeres
A. Suplemento por necesidades personales	5	7
B. Suplemento base por fatiga	4	4

2. SUPLEMENTOS VARIABLES

	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
A. Suplemento por trabajar de pie	2	4	4	45
B. Suplemento por postura anormal			2	100
Ligeramente incómoda	0	1		
incómoda (inclinado)	2	3		
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7		
C. Uso de fuerza/energía muscular (Levantar, tirar, empujar)				
Peso levantado [kg]				
2,5	0	1		
5	1	2		
10	3	4		
25	9	20		
35,5	22	máx		
D. Mala iluminación				
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0		
Bastante por debajo	2	2		
Absolutamente insuficiente	5	5		
E. Condiciones atmosféricas				
Índice de enfriamiento Kata				
16	0			
8		10		
F. Concentración intensa				
Trabajos de cierta precisión			0	0
Trabajos precisos o fatigosos			2	2
Trabajos de gran precisión o muy fatigosos			5	5
G. Ruido				
Continuo			0	0
Intermitente y fuerte			2	2
Intermitente y muy fuerte			5	5
Estridente y fuerte				
H. Tensión mental				
Proceso bastante complejo			1	1
Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos			4	4
Muy complejo			8	8
I. Monotonía				
Trabajo algo monótono			0	0
Trabajo bastante monótono			1	1
Trabajo muy monótono			4	4
J. Tedio				
Trabajo algo aburrido			0	0
Trabajo bastante aburrido			2	1
Trabajo muy aburrido			5	2

Ejemplo 3: Aplicación de suplementos a la operación de empacado

1. Suplementos Constantes	
	Hombre
Suplementos por necesidades personales	5%
Suplemento base por fátiga	4%
2. Suplementos Variables	
Suplemento por trabajar de pie	2%
Suplemento por postura ligeramente incomoda	0%
Mala iluminación Bastante por debajo	2%
Concentración intensa Trabajos de cierta precisión	0%
Ruido continuo	0%
Monotonía Trabajo muy monótono	4%
Tedio Aburrido	2%
Total	19%

Ejemplo 3: Calcular el tiempo estándar

Calcular tiempo estándar

$$TE = TN (1 + \% \text{ Suplemento})$$

$$TE = (7.0959)(1 + 0.19)$$

$$TE = 8.44 \text{ segundos}$$

Ejemplo 3: hoja de estudio de tiempos

Fecha <u>7-6-2012</u>		S												Producto <u>Pan</u>			
Estudio No. <u>1</u>		T												Nombre de la pieza <u>Pan de Cuadro</u>			
Hoja No. <u>1</u>		N												Parte No. <u>1</u>			
de <u>1</u> hojas		E												Dibujo <u>1</u> Sub. _____			
		E												Estilo No. _____			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	S	L	T	Elementos extraños	
	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	
1	2.24	5.27											A				
2	3.31	4.59											B				
3	1.81	4.62											C				
4	1.47	3.38											D				
5	1.75	4.22											E				
6	1.41	3.56											F				
7	1.87	5.06											G				
8	1.84	5.41											H				
9	2.02	3.33											I				
10	1.69	5.15											J				
11	1.79	4.54															
12	3.80	4.53															
13	3.01	5.27															
14	3.27	3.18															
15	3.04	4.75															
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	
Totales	34.32	67.05											Tiempo normal / pieza			7.0959 seg	
No. obser.	15	15											Tolerancias	%		19	
Promedio	2.288	4.47											Otros	%			
Calif.	105 %	105 %											Ind				
Tiempo	2.4024	4.6935											permitido				
Nombre del operador	Angel Gonzalez		Empieza:		Termina:		Total		Hr./100 piezas		Piezas/hr.						
No. de operador	/		A.M. P.M.		A.M. P.M.				0.23 hr		426.54						

Ejemplo 4: Determinación de los tiempos normal y estándar

El estudio de tiempos de una operación de trabajo realizada en un restaurante produjo un tiempo observado promedio de 4 minutos. El analista calificó al trabajador observado con un 85%. Eso significa que al realizar el estudio, el desempeño del trabajador fue un 85% de lo normal. La empresa usa porcentaje por suplemento de 13%. El restaurante desea calcular el tiempo normal y el tiempo estándar

$$TN = T.\textit{promedio} \times \textit{factor de calificación de desempeño}$$

$$TN = 4 \textit{ minutos} \times 0.85$$

$$TN = 3.4 \textit{ minutos}$$

$$TE = TN (1 + \% \textit{Suplemento})$$

$$TE = 3.4 \textit{ minutos} (1 + 13\%)$$

$$TE = 3.84 \textit{ minutos}$$

Ejemplo 5: Uso de estudio de tiempo para calcular el tiempo estándar

Una operación de trabajo que consiste en tres elementos se sometió a un estudio de tiempo con cronómetro. Las observaciones registradas se muestran en la tabla siguiente. De acuerdo con los datos, los tiempos suplemento para la operación son de un 5% por tiempo personal, un 5% por retraso y un 10% por fatiga. Determine el tiempo estándar para la operación de trabajo

Elementos	CICLOS						Calificación del desempeño (%)
	1	2	3	4	5	6	
A	0.1	0.3	0.2	0.9	0.2	0.1	90
B	0.8	0.6	0.8	0.5	3.2	0.7	110
C	0.5	0.5	0.4	0.5	0.6	0.5	80

Ejemplo 5: Uso de estudio de tiempo para calcular el tiempo estándar

Primero, elimine las dos observaciones que parecen muy inusuales

Elementos	CICLOS						Calificación del desempeño (%)
	1	2	3	4	5	6	
A	0.1	0.3	0.2	0.9	0.2	0.1	90
B	0.8	0.6	0.8	0.5	3.2	0.7	110
C	0.5	0.5	0.4	0.5	0.6	0.5	80

Ejemplo 5: Uso de estudio de tiempo para calcular el tiempo estándar

Luego calcule el tiempo observado para cada elemento

$$\text{Tiempo observado promedio de A} = \frac{0.1 + 0.3 + 0.2 + 0.2 + 0.1}{5} = 0.18 \text{ min}$$

$$\text{Tiempo observado promedio de B} = \frac{0.8 + 0.6 + 0.8 + 0.5 + 0.7}{5} = 0.68 \text{ min}$$

$$\text{Tiempo observado promedio de C} = \frac{0.5 + 0.5 + 0.4 + 0.5 + 0.6 + 0.5}{6} = 0.50 \text{ min}$$

Ejemplo 5: Uso de estudio de tiempo para calcular el tiempo estándar

Calcular el tiempo normal total de la operación

$$\textit{Tiempo Normal de A} = 0.18 \times 0.9 = 0.16 \textit{ min}$$

$$\textit{Tiempo Normal de B} = 0.68 \times 1.10 = 0.75 \textit{ min}$$

$$\textit{Tiempo Normal de C} = 0.50 \times 0.80 = 0.40 \textit{ min}$$

$$\textit{Tiempo Normal} = 0.16 + 0.75 + 0.40 = 1.31 \textit{ min}$$

Ejemplo 5: Uso de estudio de tiempo para calcular el tiempo estándar

Calcular el tiempo estándar

$$\textit{Total de suplemento} = 5\% + 5\% + 10\% = 20\%$$

$$\textit{Tiempo Estándar} = \textit{Tiempo Normal} \times (1 + \% \textit{suplemento})$$

$$\textit{Tiempo Estándar} = 1.31 \textit{ min} \times (1 + 20\%)$$

$$\textit{Tiempo Estándar} = 1.572 \textit{ minutos}$$

Formato hoja de estudio de tiempos

FORMATO – Hoja de estudio de tiempos

Bibliografía

- Freivalds, A. & Niebel, B. *Ingeniería Industrial – métodos estándares y diseño del trabajo*. McGraw-Hill
- García Criollo, R. *Estudio del trabajo*. McGraw-Hill
- Meyers, F. & Stephens, M.. *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*. Pearson
- Render, B. & Heizer, J. *Principios de administración de operaciones*. Pearson
- Kanawaty, G. *Introducción al estudio de trabajo*. OIT
- Bedny, G. & Bedny, I. (2019) *Work Activity Studies Within the Framework of Ergonomics, Psychology, and Economics*. Taylor & Francis Group.
- Bridger, R. (2019). *Introduction to Human Factors and Ergonomics*. Taylor & Francis Group.
- Lehto, M. & Buck, J. (2008). *Introduction to Human Factors and Ergonomics of Engineers*. Taylor & Francis Group.
- Stack, T. et al. (2016). *Occupational Ergonomics – A Practical Approach*. Wiley
- Kroemer, K. (2017). *Fitting the Human – Introduction to Ergonomics / Human Factors Engineering*. Taylor & Francis Group.
- Marras, W. & Karwowski, W. (2006) *Fundamentals And Assessment Tools For Occupational Ergonomics*. Taylor & Francis Group.
- Konz, S. & Johnson, S. (2016) *Work Design and Occupational Ergonomics*. Taylor & Francis Group.
- Abraham, C. (2008). *Manual de tiempos y movimientos: Ingeniería de métodos*. Limusa
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). (2006). *Guía Técnica para la integración de la prevención de riesgos laborales en el sistema general de gestión de la empresa*. Ministerio de Empleo y Seguridad Social. Gobierno de España
- (1998). *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo*. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales
- Palacios, L. (2009). *Ingeniería de Métodos, Movimientos y Tiempos*. Ecoe Ediciones
- Krick (1994). *Ingeniería de Métodos*. Limusa
- Castellanos, J., et al. (2008). *Organización del Trabajo: Ingeniería de Métodos – Tomo I*. Editorial Felix Varela
- Castellanos, J., et al. (2008). *Organización del Trabajo: Estudio de Tiempos – Tomo II*. Editorial Felix Varela
- Mondelo, P. et al. (1999). *Ergonomía 3: Diseños de Puestos de Trabajo*. Mutua Universal
- Palacios, L. (2016). *Ingeniería de Métodos Movimientos y Tiempos*. Ecoe Ediciones
- Peralta, J. et al (2014) *Estudio del Trabajo*. Grupo Editorial Patria
- Caso Neira, A. *Técnicas de Medición del Trabajo*
- <http://www.css.org.pa/>
- <http://www.osha.gov/>



Ricardo Caballero, M.Sc.

Docente Tiempo Completo
Facultad de Ingeniería Industrial
Centro Regional de Chiriquí
Universidad Tecnológica de Panamá

E-mail: ricardo.caballero@utp.ac.pa

<https://www.academia.utp.ac.pa/ricardo-caballero>