

Herramientas para el estudio de tiempos



Figura. Material fundamental de Estudio de Tiempos.

En la actualidad, con la tecnología electrónica se encuentran aparatos de medición donde se pueden realizar al mismo tiempo las dos formas de registro de tiempos, el tiempo total del estudio y los tiempos parciales, donde se muestran las dos lecturas.

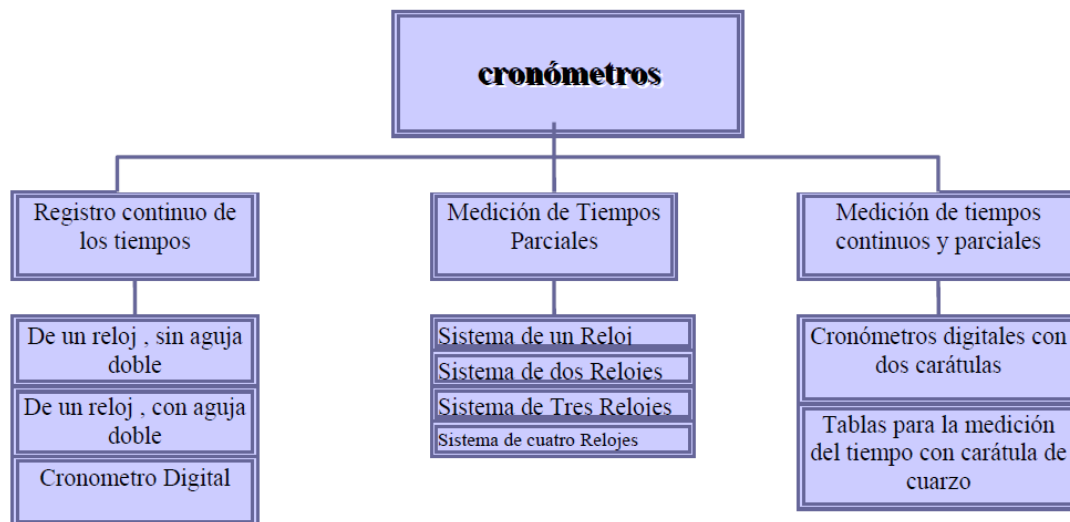


Figura. Diagrama de posibles usos de cronómetros.

Para realizar una toma de tiempos se puede efectuar con registro continuo de los tiempos o con registro de tiempos parciales.

Registros continuos son tiempos entre el comienzo de la toma de tiempos y los sucesos finales de cada una de las fases del proceso.

En esta forma de captar los tiempos el instrumento de medición es accionada al comienzo de la toma y permanece encendido durante todo el periodo que dure toda la toma. La permanencia de cada fase del proceso, deberá ser calculada como la diferencia entre el registro continuo de dos puntos de referencia.

El tiempo parcial, *snapback*, es la duración de una sola fase de proceso. En la medición de tiempo según el procedimiento del tiempo parcial, el aparato de medición es puesto en funcionamiento en el primer punto de referencia y parado cuando alcanza el próximo punto de referencia, de manera que toda fase del proceso es medida por separado.

La recopilación de tiempos se puede realizar de varias formas, dependiendo de la meta del estudio y las condiciones ambientales. Algunas reglas para dividir los elementos son:

- Definir cada elemento de modo que sea de corta duración, pero de suficiente tiempo como para cronometrarlo y poder hacer las anotaciones.
- Si el operador trabaja con equipos que funcionan por separado, hay que separar las acciones del operador y las del equipo en elementos diferentes.
- Definir cualquier demora del operador o equipo en elementos separados.

Los datos de tiempos y movimientos pueden ser capturados con un *cronómetro común, una computadora portátil o una cámara de video*. Existen varios *paquetes de software* utilizados para convertir una *palmtop (agenda electrónica)* o una *PC portátil* en un dispositivo de estudio de tiempos. Como alternativa, los datos de tiempos y movimientos pueden ser tomados automáticamente de la memoria de las máquinas automatizadas (por ejemplo, estudios de tiempo automatizados).

No hay nada más acertado que un Técnico Superior efectuando sus funciones con las herramientas indicadas y en el mejor estado. El Estudio de Tiempos demanda cierto tipo de material fundamental:

- Cronómetro.
- Tablero de observaciones (Clipboard).
- Agenda electrónica.
- Formularios de estudio de tiempos.

Vale la pena aclarar que en el tiempo en el que vivimos todas estas herramientas pueden reemplazarse por sus equivalentes electrónicos.

Los anteriores son los útiles que deberá portar en todo momento el especialista en tiempos. Sin embargo, existen una serie de elementos con los que este deberá contar por ejemplo en su oficina, como los son calculadoras e incluso ordenadores personales, además de tener al alcance instrumentos de medición dependiendo de las operaciones que incluya el proceso.



Figura. Medición de trabajo en oficinas.

1. Cronómetro

La Oficina Internacional del Trabajo recomienda para efectos del estudio de tiempos dos tipos de cronómetros:

- *El mecánico*: que a su vez puede subdividirse en ordinario, vuelta a cero, y cronómetro de registro fraccional de segundos.
- *El electrónico*: que a su vez puede subdividirse en el que se utiliza solo y el que se encuentra integrado en un dispositivo de registro.



Figura. Cronómetro electrónico y mecánico.

Sea cual sea el cronómetro elegido, siempre tenemos que recordar que un reloj es un instrumento delicado, que puede presentar deficiencias si presenta problemas de calibre (en el caso de los mecánicos) o problemas de carga energética (en el caso de los electrónicos). Se recomienda que el cronómetro utilizado para el estudio de tiempos sea exclusivo de estos menesteres, que deben manipularse con cuidado, dejar que se paren en periodos de inactividad y periódicamente se deben mandar a verificar y limpiar. Recuerda que cuando el estudio se aplica sobre ciclos muy cortos que tienen un gran volumen en materia de repeticiones en el proceso, el tener un cronómetro averiado puede afectar de forma muy negativa la labor del especialista.

2. Tablero para formularios de estudio de tiempos



Figura. Tablero para formularios de estudio de tiempos.

Este elemento es sencillamente un tablero liso, anteriormente se utilizaba de madera contrachapada, hoy en día se producen en su mayoría de un material plástico. En el tablero se fijan los formularios para anotar las observaciones. Las características que debe tener el tablero son su rigidez y su tamaño, esto último deberá ser de dimensiones superiores a las del formulario más grande. Los tableros (*Clipboard*) pueden o no tener un dispositivo para sujetar el cronómetro, de tal manera que el especialista pueda quedar con las manos libres y vea fácilmente el cronómetro.

En la actualidad pueden conseguirse tableros que integren cronómetros electrónicos e incluso calculadoras, estos son una herramienta que simplifica mucho los movimientos del especialista.



Figura. Tablero que incorpora calculadora y cronómetro.

3. Agenda electrónica

Se trata del dispositivo electrónico de bolsillo que funciona como una agenda personal. Como tal, posee múltiples funciones orientadas a la gestión del tiempo, y tiene la capacidad de almacenar todo tipo de datos, así como de organizar tareas y actividades.



Figura. Agenda electrónica.

4. Formularios para el estudio de tiempos

Un Estudio de Tiempos demanda el registro de gran cantidad de datos (*descripción de elementos, observaciones, duración de elementos, valoraciones, suplementos, notas explicativas*). Es posible que tanto los tiempos como las observaciones puedan consignarse en hojas en blanco o de distinto formato cada vez. Sin embargo, sería una gran contradicción que quién se encarga de la normalización de un proceso no tenga estandarizada una metodología de registro, y esto incluye los formularios. Por otro lado, los formularios normalizados prácticamente obligan a seguir cierto método, minimizando el riesgo de que se escapen datos esenciales.

Cada Técnico Superior, cada especialista, cada empresa consultora que se encargue de un Estudio de Tiempos, puede crear o adaptar sus propios formularios, por ende, deben existir tantos formularios como técnicos, sin embargo, profesionales de gran trayectoria en este rubro presentan modelos que han dado buenos resultados en materia de practicidad en los estudios de orden general.

Los formularios pueden clasificarse en dos categorías:

- Formularios para consignar datos mientras se hacen las observaciones.
- Formularios para estudiar los datos reunidos.
- Formularios para reunir datos

Los formularios para reunir los datos deben de cumplir con una característica fundamental y esta es la "*practicidad*", pues es muy común diseñar un formato muy bien

elaborado en cuanto a relevancia de los datos, pero que en la práctica dificulta el registro; uno de los errores más comunes es el tamaño de las celdas, pues en la práctica es un problema sumamente incómodo.

Los formularios para reunir los datos deben contener por lo menos:

- **Primera hoja de estudio de tiempos:** en la cual figuran los datos esenciales sobre el estudio, los elementos en que fue descompuesta la operación y los cortes que los separan entre ellos.

					ESTUDIO DE TIEMPOS				
Departamento:					Estudio N°:				
Operación:					Hoja N°:		de		
					Término:				
					Comienzo:				
Estudio de Métodos N°:		Instalación / Máquina:		Tiempo transcurrido:					
Herramientas y Calibradores:					Operario:				
					Ficha N°:				
Método utilizado:		Piezas / Unidad			Observado por:				
Producto / Pieza:		Número:			Fecha:				
Plano N°:		Material:			Comprobado:				
Nota: Croquis del trabajo / Montaje / Pieza al dorso o en hoja aparte adjunta									
Descripción del elemento	V	C	T.R	T.B	Descripción del elemento	V	C	T.R	T.B
Nota: V= Valoración. C= Cronometraje. T.R = Tiempo Restado. T.B = Tiempo Básico									

Figura. Primera hoja de estudio de tiempos.

- **Hojas siguientes:** estas hojas se utilizan en caso de ser necesario para los demás ciclos del estudio. No es necesario los epígrafes de encabezado, por ende, solo contendrá columnas y los campos para el número del estudio y la hoja.

Figura. Hojas siguientes.

- **Formulario para ciclo breve:** este tipo de formulario es empleado cuando los ciclos a estudiar son relativamente cortos, por ende, una fila puede contener todas las observaciones de un elemento. Es muy parecido a un formulario resumen de datos.

Figura. Formulario para ciclo breve.

Formularios para analizar los datos reunidos:

Los formularios para analizar los datos reunidos deben contener por lo menos:

- **Hoja de trabajo:** esta hoja se utiliza para analizar los datos consignados durante las observaciones y hallar tiempos representativos de cada elemento de la operación. Al existir tantas maneras de analizar los datos, algunos especialistas recomiendan usar hojas rayadas corrientes.
- **Hoja de resumen del estudio:** en esta hoja se transcriben los tiempos seleccionados o inferidos de todos los elementos, con indicación de respectiva frecuencia, valoración y suplementos.
- **Hoja de análisis para estudio:** esta hoja sirve para computar los tiempos básicos de los elementos de la operación.
- **Suplementos:** estos deben consignarse en una hoja especial e independiente.

HOJA DE RESUMEN DE ESTUDIO																	
Departamento:										Estudio N°:							
										Hoja N°:				de			
Operación:										Término:							
										Comienzo:							
Estudio de Métodos N°:				Instalación / Máquina:						Tiempo trans.							
Herramientas y Calibradores:										Operario:							
										Richa N°:							
Método utilizado:				Piezas / Unidad						Observado por:							
Producto / Pieza:				Número:						Fecha:							
Plano N°:				Material:						Comprobado:							
Nota: Croquis del trabajo / Montaje / Pieza al dorno o en hoja aparte adjunta																	
Descripción del elemento		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	F	Suma	Promedio	TN	SUPL	T.STD
Elemento 1		V															
		T _o															
		T _n															
Elemento 2		V															
		T _o															
		T _n															

V: Valoración del Ritmo; T_o: Tiempo Observado; T_n: Tiempo Normal; F: Frecuencia por ciclo; SUPL: Suplementos; T.STD: Tiempo Estándar

Figura. Hoja de resumen del estudio.

5. Proceso del cronometraje

La técnica empleada para calcular el tiempo tipo de una tarea determinada consiste en descomponerla en las diversas partes que la forman, denominadas elementos y calcular cada uno de ellos. La suma de los tiempos tipo elementales determinan el valor del tiempo de la tarea.

Proceso de un cronometraje:

1.- EN EL LUGAR DE TRABAJO

- Análisis de la tarea.
- Observación y anotación de la información.
- Identificación del trabajo.
- Elección del operario a medir.
- Análisis de las condiciones ambientales del puesto.
- Máquinas.
- Herramientas.
- Características del material.
- Características de la maquinaria.
- Croquis del puesto.
- Descripción del método y su descomposición en elemento.
- Toma de datos.
- Valoración de ritmos.
- Anotación de tiempos de reloj.
- Cálculo del número de observaciones.

2.- EN EL DESPACHO

- Recuento de datos.
- Suplementos y concedidos.

- Frecuencias.
- Cálculo del tiempo tipo.

1. La que se realiza en el puesto de trabajo al analizar la tarea que se va a cronometrar.
2. La que se efectúa en la oficina o despacho, en la que los cronometradores deben realizar los estudios y cálculos necesarios para determinar el valor del tiempo tipo.
3. Observación y anotación de la información.

Antes de comenzar a medir los elementos hay que definir bien el trabajo a cronometrar para que los tiempos tipo calculados sean verdaderos. Es necesario analizar el trabajo con el máximo detalle posible y definir con claridad los siguientes datos:

La operación a medir, el operario que realiza el trabajo, el nombre del cronometrador, el equipo que va a instalar, el material a trabajar, la herramienta que se utiliza, el proceso de trabajo empleado, las condiciones ambientales existentes, los elementos de transporte utilizados, el croquis del puesto de trabajo, los elementos que forman la tarea a cronometrar, etc.

La descripción del método empleado (a ser posible ya mejorado) es indispensable, puesto que el tiempo tipo calculado es para el proceso señalado y no para otro, que puede mejorarse posteriormente. Es decir, si por cualquier circunstancia se modificase el método de trabajo (por cambiarse el proceso, la maquinaria, las herramientas, el croquis del puesto, las condiciones ambientales, etc.). También variaría el valor del tiempo tipo porque los elementos que constituyen la tarea que se mide son distintos.



Figura. El cronómetro como herramienta para estudio de tiempos.

6. Cálculo del número de observaciones

Un paso fundamental del estudio de tiempos corresponde a la determinación del tamaño de la muestra o cálculo del número de observaciones, dado que este es un factor fundamental para la consecución de un nivel de confianza aceptable en el estudio.

Los métodos más utilizados para determinar el número de observaciones son:

- Método Estadístico
- Método Tradicional

6.1. Método estadístico

El método estadístico requiere que se efectúen cierto número de observaciones preliminares (n'), para luego poder aplicar la siguiente fórmula:

NIVEL DE CONFIANZA DEL 95,45 % Y UN MARGEN DE ERROR DE ± 5 %, siendo:

$$n = \left(\frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

n = Tamaño de la muestra que deseamos calcular (número de observaciones)

n' = Número de observaciones del estudio preliminar

Σ = Suma de los valores

x = Valor de las observaciones.

40 = Constante para un nivel de confianza de 94,45 %



Ejemplo

Se realizan 5 observaciones preliminares, los valores de los respectivos tiempos transcurridos en centésimas de minuto son: 8, 7, 8, 8, 7. Ahora pasaremos a calcular los cuadrados que nos pide la fórmula:

8	64
7	49
8	64

$$8 \quad 64$$

$$7 \quad 49$$

$$\Sigma x = 38 \quad \Sigma x^2 = 290$$

$$n' = 5$$

Sustituyendo estos valores en la fórmula anterior tendremos el valor de **n**:

$$n = \left(\frac{40\sqrt{5 \cdot 290 - (38)^2}}{38} \right)^2 = 6,64 \cong 7$$

Dado que el número de observaciones preliminares (5) es inferior al requerido (7), debe aumentarse el tamaño de las observaciones preliminares, luego recalcular **n**. Puede ser que en recálculo se determine que la cantidad de 7 observaciones sean suficientes.

6.2. Método tradicional

Este método consiste en seguir el siguiente procedimiento sistemático:

1. Realizar una muestra tomando 10 lecturas sí los ciclos son ≤ 2 minutos y 5 lecturas sí los ciclos son > 2 minutos, esto debido a que hay más confiabilidad en tiempos más grandes, que en tiempos muy pequeños donde la probabilidad de error puede aumentar.
2. Calcular el rango o intervalo de los tiempos de ciclo, es decir, restar del tiempo mayor el tiempo menor de la muestra:

$$R \text{ (Rango)} = X_{max} - X_{min}$$

3. Calcular la media aritmética o promedio:

$$\bar{X} = \frac{\Sigma x}{n}$$

siendo:

Σx = Sumatoria de los tiempos de muestra

n = Número de ciclos tomados

3. Hallar el cociente entre rango y la media:

$$\frac{R}{\bar{X}}$$

4. Buscar ese cociente en la siguiente tabla, en la columna (R/X), se ubica el valor correspondiente al número de muestras realizadas (5 o 10) y ahí se encuentra el número de observaciones a realizar para obtener un nivel de confianza del 95% y un nivel de precisión de $\pm 5\%$.

TABLA PARA CALCULO DEL NUMERO DE OBSERVACIONES					
R/X	5	10	R/X	5	10
0	0	0	0.48	68	39
0.01	1	1	0.50	74	42
0.02	1	1	0.52	80	46
0.03	1	1	0.54	86	49
0.04	1	1	0.56	93	53
0.05	1	1	0.58	100	57
0.06	1	1	0.60	107	61
0.07	1	1	0.62	114	65
0.08	1	1	0.64	121	69
0.09	1	1	0.66	129	74
0.10	3	2	0.68	137	78
0.12	4	2	0.70	145	83
0.14	6	3	0.72	153	88
0.16	8	4	0.74	162	93
0.18	10	6	0.76	171	98
0.20	12	7	0.78	180	103
0.22	14	8	0.80	190	108
0.24	13	10	0.82	199	113
0.26	20	11	0.84	209	119
0.28	23	13	0.86	218	126
0.30	27	15	0.88	229	131
0.32	30	17	0.90	239	138
0.34	34	20	0.92	250	143
0.36	38	22	0.94	261	149
0.38	43	24	0.96	273	156
0.40	47	27	0.98	284	162
0.42	52	30	1.00	296	169
0.44	57	33	1.02	303	173
0.46	63	36	1.04	313	179

Figura. Tabla para el cálculo del número de observaciones.



Ejemplo

Tomando como base los tiempos contemplados en el ejemplo del método estadístico, abordaremos el cálculo del número de observaciones según el método tradicional.

En primer lugar, como el ciclo es inferior a los 2 minutos, se realizan 5 muestras adicionales (6, 8, 8, 7, 8) para cumplir con las 10 muestras para ciclos ≤ 2 minutos. Las observaciones son las siguientes:

8

7

8

8

7

6

8

8

7

8

$$\Sigma x = 75$$

Se calcula el rango:

$$R \text{ (Rango)} = 8 - 6 = 2$$

Ahora se calcula la media aritmética:

$$\bar{X} = \frac{75}{10} = 7,5$$

Ahora calculamos el cociente entre el rango y la media:

$$\frac{2}{7,5} = 0,26$$

Ahora buscamos ese cociente en la tabla y buscamos su intersección con la columna de 10 observaciones:

TABLA PARA CALCULO DEL NUMERO DE OBSERVACIONES					
R/X	5	10	R/X	5	10
0	0	0	0.48	68	39
0.01	1	1	0.50	74	42
0.02	1	1	0.52	80	46
0.03	1	1	0.54	86	49
0.04	1	1	0.56	93	53
0.05	1	1	0.58	100	57
0.06	1	1	0.60	107	61
0.07	1	1	0.62	114	65
0.08	1	1	0.64	121	69
0.09	1	1	0.66	129	74
0.10	3	2	0.68	137	78
0.12	4	2	0.70	145	83
0.14	6	3	0.72	153	88
0.16	8	4	0.74	162	93
0.18	10	6	0.76	171	98
0.20	12	7	0.78	180	103
0.22	14	8	0.80	190	108
0.24	13	10	0.82	199	113
0.26	20	11	0.84	209	119
0.28	23	13	0.86	218	126
0.30	27	15	0.88	229	131

Figura. Tabla para el cálculo del ejemplo.

Tenemos entonces que el número de observaciones a realizar para tener un nivel de confianza del 95 % según el método tradicional es: 11

Al adicionar los 5 tiempos y utilizar el método estadístico tenemos un número de observaciones igual a: 12.8 aproximadamente 13.

Por lo cual podemos concluir que ambos métodos arrojan resultados muy parecidos y que la elección del método se deja a criterio del especialista.