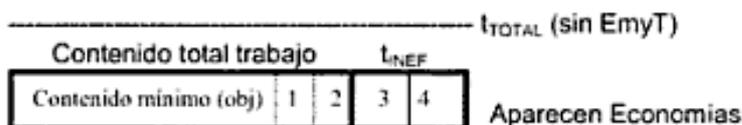


## 7.6.2. ECONOMÍAS AL APLICAR ESTUDIO DE MÉTODOS Y TIEMPOS

La experiencia demuestra que surgen economías de la aplicación del estudio de métodos y tiempos (EMyT). Así, partiendo del tiempo total consumido en la realización de una tarea cuando no se aplica EMyT, y según se ilustra en la Figura 7.6.2.1, se denota cómo en la práctica se descubren ciertas ineficiencias que tienden a dilatar el tiempo mínimo (objetivo) de la realización de dicha tarea. Entre estas ineficiencias podemos distinguir las inherentes al propio contenido del trabajo (debidas a deficiencias en las etapas de diseño y de ejecución de la tarea) y las exógenas al propio trabajo (debidas a deficiencias de gestión y de falta de capacitación).



### Ineficiencias Inherentes (1 y 2):

- 1: Por defectos de diseño o especificaciones producto: Material, Geometría, Tolerancias, A.S.  
 2: Fabricación: Procesos, Htas., Cond. Trabajo, Layout, Ec. Movimientos

### Ineficiencias Exógenas (3 y 4):

- 3: Administración y/o Dirección: Falta: Planificación, Ctrl Stocks, Instrucción, Supervisión, Programación  
 4: Trabajador: Ritmo, Márgenes

Figura 7.6.2.1. Ineficiencias detectadas tras la aplicación de EMyT

## 7.7 ESTUDIO DEL TRABAJO – ESTUDIO DE TIEMPOS.

Este apartado lo dividimos en cuatro subapartados, una introducción, requisitos del estudio de tiempos, elementos del estudio de tiempos y otros métodos de medición de tiempos.

### 7.7.1. INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DE TIEMPOS.

Con esta técnica calcularemos el tiempo que necesita un operario cualificado para realizar una tarea determinada siguiendo un método preestablecido (esto es tan necesario en las empresas como en la vida social: igual que necesitamos conocer tiempos de desplazamientos de nuestras tareas diarias. ...) y en general, con el fin de poder planificar jornadas.

Para que una empresa pueda aumentar su productividad, ha de conocer los tiempos necesarios de las actividades que maneja en su producción (de manera que la bondad estimada de dichos tiempos sea lo mejor posible):

#### a) En relación con la maquinaria:

- ✓ Control del funcionamiento de las máquinas, departamentos (para saber %paradas y sus causas, etc).
- ✓ Para programar la carga de máquinas
- ✓ Para seleccionar nueva maquinaria
- ✓ Para estudiar la distribución en planta
- ✓ Para seleccionar los medios de transporte de materiales
- ✓ Para estudiar y diseñar los equipos de trabajo
- ✓ Para determinar los costes de mecanizado.....

**b) En relación con el personal:**

- ✓ Para determinar el nº de operarios necesarios
- ✓ Para establecer planes de trabajo
- ✓ Para determinar y controlar los costes de mano de obra
- ✓ Como base de incentivos directos e indirectos.....

**c) En relación con el producto:**

- ✓ Para comparar diseños
- ✓ Para establecer presupuestos
- ✓ Para programar procesos productivos
- ✓ Para comparar métodos de trabajo
- ✓ Para evitar paradas por falta de material.....

**d) Otros:**

- ✓ Para simplificar problemas de dirección (simplificar tomas de decisión)
- ✓ Para mejorar las relaciones con los clientes al cumplir plazos de entrega
- ✓ Para determinar fechas de adquisición de los materiales
- ✓ Para eliminar tiempos improductivos.....

Además, desde el punto de vista laboral, los tiempos calculados han de ser justos porque:

- ✓ De su duración depende lo que va a cobrar el operario (y lo que ha de pagar la empresa)
- ✓ Tiempos de trabajo mal calculados son el caldo de cultivo del nacimiento de la mayoría de los problemas laborales.

Establecer un programa para la medición del trabajo exige una fuerte fase de planificación y comunicación entre los distintos niveles empresariales. Además, una vez conseguidos los estándares de trabajo es primordial la fase de implantación de los mismos, usándolos para planificar, comparar métodos, calcular capacidades, equilibrar la fuerza de trabajo con el trabajo disponible, programar incentivos, etc.

En definitiva los estándares permiten determinar lo que se conoce como un día justo de trabajo; justo para el trabajador y para la empresa, de modo que el trabajador reciba la compensación justa a la jornada de trabajo desempeñada, (en la que estén ya previstos ciertos márgenes o suplementos vinculados a retrasos personales, demoras inevitables, fatigas, etc. y de modo que su desarrollo tenga lugar a una velocidad ni baja ni alta, esto es, la de un trabajador consciente, experimentado y cooperativo.

## **7.7.2. REQUISITOS DEL ESTUDIO DE TIEMPOS**

Para poder pasar a establecer un estándar de tiempo para una operación, el método de desarrollo de la misma debe estar previamente estandarizado. Además, es necesario que todo el personal involucrado (supervisores de cada departamento, responsables sindicales, operarios, y dirección) esté al corriente del estudio que se va a realizar.

El *analista de tiempos* juega un papel primordial en el establecimiento de estándares. Debe analizar los tiempos que se han observado e inferir cual es el tiempo normalizado para cada tarea a partir de los observados (entendiendo por tiempo normalizado, aquel que desempeñaría un operario normal, con la suficiente experiencia en esa tarea). Deberá examinar y cuestionar el método de trabajo actual antes de pasar a establecer estándar alguno, para lo que analizará en colaboración con el supervisor del área, el equipo, los materiales, la destreza del operario y las fases del método de trabajo actualmente implantado. También debe colaborar con los operarios y representantes sindicales informándoles sobre todas las dudas que puedan surgir respecto al estudio de tiempos que va a tener lugar y pidiendo sugerencias sobre las posibles mejoras que pueden introducirse en los métodos. Una vez comience el estudio de tiempos, deberá seguir una ortodoxa sistemática, anotando cuidadosamente los tiempos de las operaciones a estudiar en los sucesivos ciclos de observación, evaluando

justamente el desempeño del operario que está observando y registrando toda la información que surja (incidencias, posibles mejoras...) relativa al estudio de tiempos.

Consecuentemente con lo anterior, el analista de métodos ha de ser una persona debidamente preparada en el ámbito de las relaciones humanas, de trato cordial y respetuoso, competente en la materia de estudio, recto pero sin despotismo ni doblez, y exacto y fidedigno, ya que en definitiva, de él dependerá el programa de incentivos y en parte, el estado de pérdidas y ganancias de la empresa.

Por su parte, *el supervisor del área* en que se realiza el estudio de tiempos, debe cuidar que se fijen unos estándares al alcance de su personal y equitativos, de modo que no se siembre la semilla de la discordia. Habrá de notificar al operario u operarios que van a ser elegidos para el estudio, vigilando que dicha selección sea la adecuada en términos de competencia y experiencia. En caso de que se introduzca alguna modificación en el método (manejo de materiales, velocidades de operación, procedimientos de inspección, distribución del equipo, etc.), deberá notificarlo al departamento de estudio de tiempos, para la oportuna revisión de estándares. Además, vigilará que el método actual, asociado al tiempo estándar que se vaya a fijar, se cumpla escrupulosamente y firmará el estudio de tiempos una vez que concluya, admitiendo así su parte de responsabilidad en el mismo.

Por parte de *los sindicatos*, si bien se oponen al establecimiento de estándares, saben que éstos son necesarios como hecho objetivo para medir desempeños y planificar los programas de trabajo. Por ello, deben instruir a sus miembros en la necesidad teórica y económica del estudio de tiempos, exigiendo la cooperación de los operarios a fin de conseguir estándares justos. Como parte fundamental, de defensa del trabajador, vigilarán que el estudio se realice en un periodo suficientemente largo como para recoger la variabilidad inherente a todo proceso y las demoras habituales. Así mismo, exigirá que se actualicen los estándares cuando se produzcan modificaciones en los métodos.

*Los trabajadores*, por su parte, deben hacer las sugerencias oportunas dirigidas a mejorar los métodos existentes; este es un punto importante, ya que nadie mejor que el trabajador conoce el trabajo y el método de realizarlo, por lo que debe estar incentivado a la búsqueda continua de mejoras. También, gracias a ese conocimiento que tiene del trabajo será de inestimable ayuda al analista en la descomposición del mismo en elementos más fácilmente mensurables. Así mismo, deben ser respetuosos con el método establecido, procurando no introducir elementos extraños o movimientos adicionales y trabajando a un ritmo normal y continuo mientras se efectúa el estudio de tiempos.

### **7.7.3. ELEMENTOS DEL ESTUDIO DE TIEMPOS: EL CRONOMETRAJE.**

Los principales elementos a tener en cuenta en un estudio de tiempos son:

- La selección del operario
- El análisis del trabajo y su descomposición en elementos
- Las formas impresas necesarias para la realización del estudio
- El registro de los tiempos transcurridos para cada elemento
- La calificación de la actuación del operario (Calificación de desempeño)
- La asignación de los márgenes apropiados

#### *La selección del operario.*

En el caso de que se pueda elegir entre varios operarios, se seleccionará al operario "medio", o bien un poco por encima del promedio, a fin de que su calificación de desempeño se acerque al 100% (esto no sería posible con operarios expertos en las operaciones que se vayan a estandarizar, pues su calificación sería bastante superior al 100%, y al normalizar dichos tiempos, se cometerían mayores errores). De cualquier forma, el operario elegido debe haber

elementos deben tener una duración comprendida entre 0.04 y 0.35 minutos (es imposible que duren menos de 4 centésimas porque se necesita más tiempo que ese para poder anotar en la Hoja de Tiempos: el elemento, el tiempo y la calificación de desempeño. Por otra parte, descomponer el ciclo en elementos superiores a 35 centésimas, nos llevaría a cometer fuertes errores en la medición, porque durante ese intervalo es imposible que el operario mantenga un ritmo constante).

Los elementos deben ser descritos con todo detalle una sola vez (en el caso de que se repitan bastará con referenciarlos), bien con una simbología estandarizada (therbligs) o personal, pero de modo que sean interpretables por cualquier persona desconocedora del estudio.

#### Las formas impresas necesarias para la realización del estudio

No existe una estandarización universal para las hojas de recogida de tiempos. En general, adquieren forma de **tablas** donde se dispondrán los elementos de la operación en columnas sucesivas y cada fila hará referencia a un ciclo del estudio. Es recomendable que no haya más de 15 elementos (15 columnas) o 20 ciclos (20 filas).

Si algunos elementos se repiten varias veces, secuencialmente, en un ciclo, es mejor no desdoblarse en columnas. Por ejemplo imaginemos que los elementos 4, 5 y 6 se repiten en su secuencia tres veces, en tal caso tendríamos las dos opciones siguientes, de las que elegiríamos la segunda (se entiende, en esta segunda opción, que las tres filas hacen referencia al mismo ciclo) :

1	2	3	4	5	6	4	5	6	4	5	6	7	8
x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

1	2	3	4	5	6	7	8
x	x	x	x	x	x		
			x	x	x		
			x	x	x	x	X

Si hubiese que estudiar más de 20 ciclos y menos de 8 elementos, podríamos configurar una página de recogida formada por dos subtablas, cada una de ellas para los mismos elementos; la primera haría referencia a los primeros 20 ciclos y la segunda al resto.

Si hubiese más de 15 elementos distintos habría que usar 2 hojas

#### La toma de tiempos (por cronometraje)

Existen 2 técnicas de toma de tiempos, según el estudio por cronometraje:

- ✓ El método Continuo
- ✓ El método de regresos a cero, lapsos o "snapback".

En cualquiera de los dos, se anotará en primer término (en la hoja de recogida), la hora de comienzo del estudio justo antes de comenzar el cronometraje del primer ciclo.

#### **El método Continuo:**

En este caso el cronómetro se deja correr durante todo el estudio, anotándose las lecturas hechas en el punto terminal de cada elemento (la lectura, por tanto será móvil, salvo cuando se disponga de cronómetros electrónicos o de doble acción).

Como variante de este método pueden anotarse tiempos acumulados en varios ciclos<sup>4</sup>.

Las ventajas que presenta el método continuo son:

- i) La presentación de un registro completo de todo el periodo de observación, lo que supone mayor agrado para los operarios, al no dejar fuera del estudio ningún retraso o tiempo extraño que pueda surgir.
- ii) Se adapta muy bien para registrar elementos de muy corta duración.
- iii) No se pierde tiempo en regresar la manecilla a cero.
- iv) Se consiguen valores muy exactos de elementos cuya duración sea menor de 0.04 min. (sucesivos) o menor de 0.02 min. (aislados). La anotación de estas lecturas suele realizarse memorizando las observaciones de elementos más cortos para anotarlas en la hoja en el transcurso de elementos de mayor duración.

Como inconveniente, este método requiere más trabajo de oficina para la determinación de los tiempos reales de duración de cada elemento (mediante restas sucesivas).

#### **El método "Snapback":**

En este caso, tras la lectura de cada elemento, se regresa a cero la manecilla, con lo que el cronómetro queda listo para la lectura aislada del siguiente elemento.

Las ventajas que presenta este método son:

- i) Es eficiente en estudio cuyos elementos presentan larga duración.
- ii) No es necesario efectuar restas sucesivas para calcular los tiempos elementales.
- iii) No es necesario anotar los retrasos, (pues no quedan incluidos dentro de los elementos).
- iv) Los elementos ejecutados fuera de orden pueden registrarse fácilmente sin notaciones especiales (sin más que apuntar en la columna correspondiente el tiempo observado).

Los principales inconvenientes del método por lapsos son:

- i) Al quedar los elementos "aislados", dentro del conjunto de la operación, no se tiene en cuenta la posible dependencia entre elementos consecutivos.
- ii) Al omitir los retrasos, elementos extraños, etc. se obtienen resultados menos justos (ya que en la realidad diaria se darán con seguridad tales elementos extraños). Por tanto los resultados obtenidos serán erróneos en determinadas ocasiones.
- iii) Se pierde tiempo en poner la manecilla a cero. En promedio se estima que esta pérdida es de 0.0038 min. para cada elemento, aunque cuanto más corto sea el elemento mayor % de error se comete (Con cronómetros electrónicos no se presentaría esta desventaja). Además este error es acumulativo, si bien los analistas que siguen este método suelen incluir un suplemento en su medición para paliar este problema.
- iv) No se puede verificar el tiempo total sumando los tiempos de las lecturas elementales.

#### El registro de tiempos observados

A continuación se dictan algunas normas para el correcto registro de los tiempos observados en el cronometraje.

- a) En general, para cada elemento "i", en un ciclo "j" cualquiera, la celda de la tabla de registro de tiempos estará compuesta de 3 zonas (En el caso de lectura continua, la más habitual). En la figura adjunta pueden observarse esas tres zonas designadas por las letras

<sup>4</sup> Este caso suele aplicarse a ciclos de trabajo corto (en los que no es posible dividirlo en sus elementos constitutivos, por su corta duración), o en ciclos formados por dos elementos solamente, uno manual y otro automático. Así, cuando se dispone de un cronómetro mecánico con un pulsador de parada y otro de puesta en marcha el procedimiento a seguir es:

En ciclos de trabajo corto se pone en marcha el reloj al comenzar un ciclo y se para cuando ya se han realizado un cierto número de ciclos.

En el caso de un ciclo con un solo elemento manual se comienza la medición al empezar dicho elemento manual en el primer ciclo y se para cuando dicho elemento finaliza. La siguiente puesta en marcha se efectuará al aparecer ese mismo elemento en el siguiente ciclo (dejando que se acumule el tiempo para su segunda realización) y así sucesivamente durante un determinado número de ciclos.

En ambos casos, el tiempo de reloj para realizar el elemento manual será:

$$TR = \frac{\text{Tiempo acumulado}}{N^{\circ} \text{ ciclos}}$$

	HOMBRES	MUJERES
<b>1. SUPLEMENTOS CONSTANTES</b>		
Suplemento por necesidades personales	5	7
Suplemento base por fatiga	4	4
<b>2. SUPLEMENTOS VARIABLES</b>		
<b>A. Suplemento por trabajar de pie</b>	2	4
<b>B. Suplemento por postura anormal:</b>		
Ligeramente incómoda	0	1
Incómoda (inclinado)	2	3
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7
<b>C. Uso de la fuerza o de la energía muscular (levantar, tirar o empujar):</b>		
<u>Peso levantado en kilos</u>		
2,5	0	1
5	1	2
7,5	2	3
10	3	4
12,5	4	6
15	5	8
17,5	7	10
20	9	13
22,5	11	16
25	13	20 (max.)
30	17	-
35,5	22	-
<b>D. Mala iluminación:</b>		
Ligeramente por debajo de la recomendada	0	0
Bastante bajo	2	2
Absolutamente insuficiente	5	5
<b>E. Condiciones atmosféricas (temperatura, humedad, y velocidad del aire); (calor y humedad) J.B. Shearer; índice de enfriamiento en el termómetro húmedo de Kata (milicalorías/cm<sup>2</sup>/seg.):</b>		
<u>Grados Kata</u>		
16	0	
14	0	
12	3	
10	10	
8	21	
6	31	
5		
<b>F. Concentración intensa:</b>		
Trabajos de cierta precisión	0	
Trabajos de precisión o fatigosos	2	
Trabajos de gran precisión y muy fatigosos	5	
<b>G. Ruido:</b>		
Continuo	0	
Intermitente y fuerte	2	
Intermitente y muy fuerte	5	
Estridente y fuerte	5	
<b>H. Tensión mental:</b>		
Proceso bastante complejo	1	
Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	4	
Muy complejo	8	
<b>I. Monotonía:</b>		
Trabajo algo monótono	0	
Trabajo bastante monótono	1	
trabajo muy monótono	4	
<b>J. Tedio:</b>		
Trabajo algo aburrido	0	0
Trabajo aburrido	1	1
Trabajo muy aburrido	2	5

Tabla de Suplementos de la Personnel Administration Ltd., Londres.

### Proceso a seguir para el cálculo del Tiempo Estándar

En primer lugar, se verificará la última lectura del cronómetro con el tiempo total transcurrido en el estudio, cotejando que no haya diferencias fuera de  $\pm 0.5$  min.

Para calcular los tiempos  $\{T\}$  de cada elemento en cada ciclo, efectuaremos la resta sucesiva entre las lecturas  $\{L\}$  de ese elemento y el inmediato siguiente. En caso de que haya un valor omitido "E" para la lectura de un elemento, no se tendrá en consideración ni el tiempo  $\{T\}$  de ese elemento ni el del siguiente (ya que no se podrán efectuar las restas sucesivas). En caso de no realización de un elemento, se desechará el tiempo del mismo, pero sin afectación al elemento siguiente. Para los elementos ejecutados fuera de orden, se restará del tiempo de finalización del mismo, el de inicio para conseguir su tiempo  $\{T\}$ . Así mismo, para calcular el tiempo  $\{T\}$  de un elemento en el que se incorporó un elemento extraño, seguiremos la mecánica explicada en el apartado anterior (a la diferencia entre las lecturas  $\{L\}$  de ese elemento y el siguiente, se le restará la duración del elemento extraño, caso de conocerse; en otro caso, no se considerará el tiempo  $\{T\}$  del elemento común en que se incorporó el elemento extraño). Por otra parte los elementos encerrados en un círculo deben excluirse del estudio (salvo que se crea que la variación producida en un valor pueda atribuirse al proceso o a la propia naturaleza del trabajo; no obstante, en caso de duda, no debe descartarse dicho valor).

Una vez calculados los tiempos  $\{T\}$  de todos los elementos válidos, procederemos a aplicarles el factor de desempeño correspondiente a cada uno de ellos (lo normal es que la calificación CD sea la misma para cada ciclo, para cada elemento o para todo el estudio).

Seguidamente se calculan las medias de los tiempos normalizados, obteniendo así el tiempo normal medio de cada elemento (si la CD es la misma para todos los ciclos de un elemento, podemos hallar la media de los tiempos  $\{T\}$  de ese elemento y luego aplicarle dicha CD para calcular el tiempo normal correspondiente a ese elemento).

Obtenidos los tiempos normales de cada elemento se aplica a cada uno de ellos los suplementos por fatiga o necesidades personales asociados a cada uno de ellos (suele tenerse el mismo factor de suplemento para todos los elementos), obteniendo de esta manera el tiempo estándar de cada elemento común.

En el caso de que existan elementos irregulares o de frecuencia (es decir, elementos que se dan una vez cada cierto número de ciclos), calcularemos sus tiempos  $\{T\}$ , les aplicaremos la CD correspondiente, les aplicaremos los suplementos debidos y los repercutiremos a un solo ciclo (para tenerlos en cuenta a la hora de calcular el tiempo estándar de un ciclo).

Finalmente, sumando los tiempos estándares de los elementos comunes y los tiempos estándares de los elementos irregulares repercutidos a un ciclo, obtendremos el tiempo estándar total para la realización de un ciclo de trabajo, objetivo último de nuestro estudio.

En definitiva: Se ha de conseguir el denominado **TIEMPO TIPO o ESTANDAR (TE)**: "El que necesita un trabajador cualificado para ejecutar la tarea que se mide, según un método definido previamente". Este (TE), comprende el tiempo para desarrollar la tarea a un ritmo normal junto con las interrupciones de trabajo que precisa el operario para recuperarse de la fatiga de su actividad y de sus necesidades personales.

El tiempo tipo (TE) está formado por los siguientes conceptos:

**a) El tiempo observado o de reloj (t)**

Es el tiempo medido con el reloj necesario para realizar la tarea encomendada

**b) El factor de actividad o de ritmo. La Calificación de Desempeño (CD)**

Sirve para corregir las diferencias que se obtienen al medir el tiempo observado (t) para la misma tarea según que el operario elegido sea más o menos rápido.

Para calcularlo:

$$(CD) = \frac{\text{ritmo observado}}{\text{ritmo normal}}$$

**c) El tiempo normal (TN)**

Sería el tiempo de trabajo necesario para desarrollar una tarea específica, por un operario capacitado, conocedor del trabajo y desarrollándolo a un ritmo normal:

$$(TN) = t \cdot (CD)$$

**d) Los suplementos de trabajo (K)**

Como el operario realiza pausas (recuperación por fatiga o necesidades personales) es necesario otorgar a la actividad del operario un suplemento expresado como % del TN de dicha actividad.

La cuantía de este % de suplemento (K%), será específico de cada trabajador y función de la dificultad de la tarea.

**e) El tiempo Tipo o Estándar (TE)**

Según la definición ya dada se expresará como:

$$(TE) = TN \cdot (1 + K) = t \cdot (CD) \cdot (1 + K)$$

## 7.7.4. OTROS MÉTODOS DE MEDICIÓN DE TIEMPOS

Existen muchos métodos de medición de tiempos, ya que los tiempos observados (t), calificación de desempeño (CD) y suplementos (K) se pueden establecer de diferentes maneras. Por ello debe elegirse el método de establecimiento de tiempos en función de lo **repetida que vaya a ser la tarea** y del **grado de precisión** que se requiera, buscando la economía en la determinación. En general se usará un:

a) Procedimiento rápido, sencillo y no demasiado exacto: Para actividades poco usuales. El error cometido influirá en pocos productos. Compensa económicamente.

b) Procedimiento muy exacto, con muchas observaciones: Para actividades muy repetidas. El error cometido es muy pequeño. Compensa por la gran cantidad de veces que se repetirá la actividad (aunque el método de determinación sea mucho más caro en este caso)

Los sistemas más empleados aparte del cronometraje son:

- ✓ Estimación
- ✓ Datos históricos
- ✓ Muestreo
- ✓ Tiempos Predeterminados
- ✓ Datos tipo

### **Estimación**

Este procedimiento está basado en criterios totalmente subjetivos, derivados de apreciaciones personales y de la experiencia acumulada en las tareas cuyo tiempo se quiere estandarizar. Sólo se deben aplicar cuando el error de medición tenga poca repercusión económica en la labor específica: p.ej. al establecer tiempos de trabajo para pocas piezas, o para trabajos que posiblemente no vayan a repetirse. El TE dado, será el **valor "estimado"** por los mandos o profesionales que tengan gran experiencia en la ejecución de trabajos similares.

Debido a su carácter subjetivo, son métodos poco fiables; aunque es mejor acudir a ellos antes que no tener ningún tipo de estandarización.

## REGISTROS Históricos

Mediante este procedimiento se fijan los estándares de producción por semejanza con trabajos anteriores. Hay empresas que anotan en una ficha (una para cada tarea), el tiempo empleado en realizar cada tarea. Y esta anotación se efectúa cada vez que se mide el tiempo de dicha tarea. En cualquier caso, éstos registros sólo contemplan el tiempo en que se ha hecho un trabajo y no el tiempo en que debería haberse realizado (aunque incluyan retrasos y fatigas del operario). De esta manera se obtiene una **distribución de tiempos para cada tarea** realizada siempre según el mismo método. Esta distribución podrá expresarse como alguna distribución estadística conocida, aunque como los valores no tienen por qué ser demasiado exactos, se calcula el tiempo tipo considerando una media ponderada:

$$TE = \frac{t_{...} + 4 \cdot T_{modal} + t_{...}}{6}$$

donde :

$t_{...}$  = tiempo óptimo registrado

$t_{...}$  = tiempo máximo registrado

Si no se poseen fichas asociadas a cada tarea, se puede usar este mismo procedimiento analizando los costes de fabricación de los pedidos en que se ha tenido que realizar dicha tarea.

Si el ciclo a estudiar corresponde a una tarea nueva (de la que no existen datos históricos), siempre existe la posibilidad de compararla con otras parecidas. (El cálculo del tiempo tipo se evalúa interpolando entre los valores de las operaciones más próximas).

En cualquier caso, este procedimiento tampoco aporta resultados válidos que aseguren estándares equitativos y competitivos en términos de coste de mano de obra.

Las técnicas de medición de trabajos que al basarse en hechos precisos, permiten establecer estándares de producción justos, serán las que permitan realmente aumentar la eficiencia del equipo y de su personal. Las principales son: El Cronometraje (ya estudiado), Los Estudios de Muestreo, Los Datos de Tiempos Predeterminados, Los Datos Tipo y Las Fórmulas de Tiempo.

## MUESTREO

Este sistema se usa cuando haya que calcular los tiempos de gran número de tareas hechas en puestos de trabajo diferentes. Es necesario disponer de un reloj que nos indique la hora de comienzo y fin de cada tarea.

El tiempo tipo por pieza se calcula como:

$$TE_{pieza} = \frac{(t_{empleado} + p) \cdot CD \cdot (1 + K)}{n}$$

$t_{empleado}$  = es la diferencia entre el tiempo de fin y de comienzo de esa tarea para las "n" piezas.

p = es el % de tiempo que el operario está realmente trabajando (cuando se le observa en el muestreo).

## TIEMPOS PREDETERMINADOS

Los sistemas de medición de tiempos tipo, según valores predeterminados, se basan en **analizar los movimientos elementales que constituyen el ciclo a medir, cuyos valores tipo aparecen en tablas** en función de su nivel de actuación. La medida de tiempo es aquí, por tanto, mucho más objetiva.

La tarea se descompone en elementos (micromovimientos: "Therbligs"), medidos en **unidades de medida de tiempo (UMT)** :

