



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DEL TRABAJO

ESTUDIO DE MÉTODOS, MEDICIÓN  
DEL TRABAJO Y PRODUCTIVIDAD



**Juan Correa Jácome**

# **INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DEL TRABAJO**

**Estudio de métodos, medición del trabajo  
y productividad**

**Juan Correa Jácome**

## **Introducción al estudio del trabajo**

Ing. Juan Correa Jácome MSc.

**Primera edición electrónica.** Junio de 2015

**ISBN:** 978-9978-301-74-6

**Revisión científica:** Edisson Jordán MSc.; César Rosero MSc.

## **Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE**

Grab. Roque Moreira Cedeño

Rector

## **Publicación autorizada por:**

Comisión Editorial de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE

## **Edición y producción**

David Andrade Aguirre

daa06@yahoo.es

## **Diseño**

Pablo Zavala A.

Derechos reservados. Se prohíbe la reproducción de esta obra por cualquier medio impreso, reprográfico o electrónico.

El contenido, uso de fotografías, gráficos, cuadros, tablas y referencias es de **exclusiva responsabilidad** de los autores.

Los derechos de esta primera edición electrónica son de la **Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE**, para consulta de profesores y estudiantes de la universidad e investigadores en: <http://www.repositorio.espe.edu.ec>.

## **Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE**

Av. General Rumiñahui s/n, Sangolquí, Ecuador.

<http://www.espe.edu.ec>

## Presentación

El presente libro está orientado para ser base de consulta de los cursos de Organización de Talleres Automotrices, Gestión de la Calidad y Productividad, Diseño y Evaluación de Proyectos y Gestión Empresarial, que se imparten en el Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica (DECEM) y en el Departamento de Eléctrica y Electrónica (DEEE), particularmente, para las Carreras de Ingeniería Automotriz, Ingeniería Mecatrónica e Ingeniería Electromecánica; tomando como referencia los contenidos programáticos de conformidad al Pensum de estudios vigente.

Se inicia el estudio con definiciones de productividad y un análisis de las condiciones previas para su aumento. Se analizan el cometido de la dirección y el tiempo total invertido en un trabajo. Luego se hace una descripción del tema principal de la obra el Estudio del Trabajo como medio directo para el aumento de la productividad; con lo cual se definen las dos técnicas y el procedimiento básico para el Tratado del Trabajo: el Estudio de Métodos y la Medición del Trabajo.

En lo referente al Estudio de Métodos, se establecen sus fines y el proceso de selección del trabajo que se va a realizar. Se indican, así mismo, las herramientas y diagramas para el estudio de métodos, bases sobre las cuales se realiza el análisis de procesos; para lo cual se utilizan ejemplos y casos prácticos que permitan comprender la utilización de estos diagramas, planteando adicionalmente soluciones a los problemas planteados.

Luego se determinan las técnicas de medición del estudio del trabajo. En esta obra se hace énfasis en el estudio de tiempos: el material, selección y cronometraje del trabajo; cálculo del tiempo básico, escalas de valoración y determinación de suplementos, para establecer el tiempo tipo o estándar de una tarea. Se finaliza la teoría de medición del trabajo con un estudio de normas de tiempo para el trabajo con máquinas y muestreo del trabajo. Por último, se adjunta un ejemplo de estudio de tiempos; mismo que sirve para aplicar el procedimiento en operaciones fabriles y no fabriles.

Finalmente, no se busca exponer novedades, cambios o modificaciones a toda una historia de la Ingeniería Industrial, sino dotar de un documento

que facilite al estudiante un seguimiento de los contenidos por el aprender; y, disponga a la mano de una herramienta de consulta para su presente y futuro profesional.

## Resumen

El estudio del trabajo es el principal instrumento para lograr el aumento de la productividad, puesto que sirve para obtener una producción mayor a partir de una cantidad de recursos dada, manteniendo constantes o aumentando apenas las inversiones de capital.

Tal como se anota más adelante el estudio del trabajo tiende a enfocar el problema del aumento de la productividad mediante el análisis sistemático de las operaciones, procedimientos y métodos de trabajo existentes con objeto de mejorar su eficacia.

Otros aspectos que justifican la utilidad del estudio del trabajo como instrumento de dirección, se resumen a continuación:

1. Es una herramienta para el aumento de la productividad de una fábrica o instalación mediante la modificación del trabajo, procedimiento que normalmente necesita poco o ningún tipo de inversión de capital para instalaciones o equipo.

2. Es metódico, de modo que se deben tomar en cuenta todos los factores que influyen en la realización de una operación, tanto al realizar prácticas existentes, así como al crear otras nuevas.

3. Es el estudio más correcto conocido para establecer normas de rendimiento, mismas que son utilizadas para la planificación y control de la producción.

4. Los ahorros producto de los resultados de la aplicación del estudio del trabajo son inmediatos y seguirán durante las operaciones con su modalidad perfeccionada.

5. Es un <<medio>> a utilizarse en cualquier parte: no solamente en la producción de bienes en talleres de fabricación, sino también en la prestación de servicios como en oficinas, comercios, laboratorios e industrias auxiliares, como las comercialización al por mayor y al por menor y los restaurantes.

6. Es uno de los apoyos de investigación más relevantes de que posee la dirección. Al trabajar un grupo de problemas se establecen las dificultades de todas las demás operaciones que tienen relación con estos.



# Capítulo

# 1

## PRODUCTIVIDAD Y ESTUDIO DEL TRABAJO



## ¿Qué es la productividad?

*Productividad Total.*- La productividad total es la división entre producción e insumos. En otras palabras, la productividad, no es más que la relación entre la cantidad producida y la suma de los recursos que se hayan empleado en la producción. Estos insumos o recursos pueden ser:

- Tierra.
- Materiales (Materia prima).
- Instalaciones, máquinas (o equipos) y herramientas.
- Mano de obra.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción}}{\text{Insumos}} = \frac{\text{output}}{\text{input}} \quad \text{Ec.1.1}$$

La productividad también se puede expresar:

*Productividad Parcial.*- Relación existente entre la producción y un solo insumo.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción}}{\text{Mano - obra}}, \frac{\text{Producción}}{\text{Capital}}, \frac{\text{Producción}}{\text{Materiales}}, \frac{\text{Producción}}{\text{Energía}} \quad \text{Ec.1.2}$$

*Productividad Multifactorial.*- Relación entre la producción y un grupo de insumos (no todos los insumos).

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción}}{\text{Mano - obra} + \text{Capital} + \text{Energía}} \quad \text{Ec.1.3}$$

Por consiguiente, elevar la productividad significa producir más con el mismo consumo de recursos de tierra, materiales, tiempo-máquina o mano de obra. (Chase, 2000)

### Ejercicio 1.1.

Una fábrica especializada en la fabricación de muebles suministró los siguientes datos (Tabla 1). Compare la mano de obra, las materias primas y suministros, y la productividad total en 2006 y 2007. ¿Qué dicen estas mediciones acerca de la compañía?.

Tabla 1:

Datos financieros correspondientes a 2006 y 2007

	2006	2007
<i>Producción: Valor de venta de la producción</i>	\$22.000	\$35.000
<i>Insumos: Mano de obra</i>	\$10.000	\$15.000
<i>Materias primas y suministros</i>	\$8.000	\$12.500
<i>Depreciación de bienes de capital</i>	\$700	\$1.200
<i>Otros</i>	\$2.200	\$4.800

*Nota.* Fuente: Chase, R. B., Aquilano, N. J., Jacobs, F. R. (2000). Administración de producción y operaciones, Manufactura y Servicios (p.42). (8a. ed.). Santa Fe de Bogotá, Colombia: Editorial McGraw-Hill.

### **Condiciones previas para el aumento de la productividad**

En países en donde hay insuficiencia de capital y también de mano de obra especializada, pero existe bastante mano de obra no calificada y mal pagada, es objetivo primordial el aumentar la productividad aumentando la producción, por máquina o equipo, por área de instalación o por trabajador especialista. El aumento de productividad consiste en sacar el máximo partido de todos los recursos disponibles y en particular de los materiales o de las instalaciones.

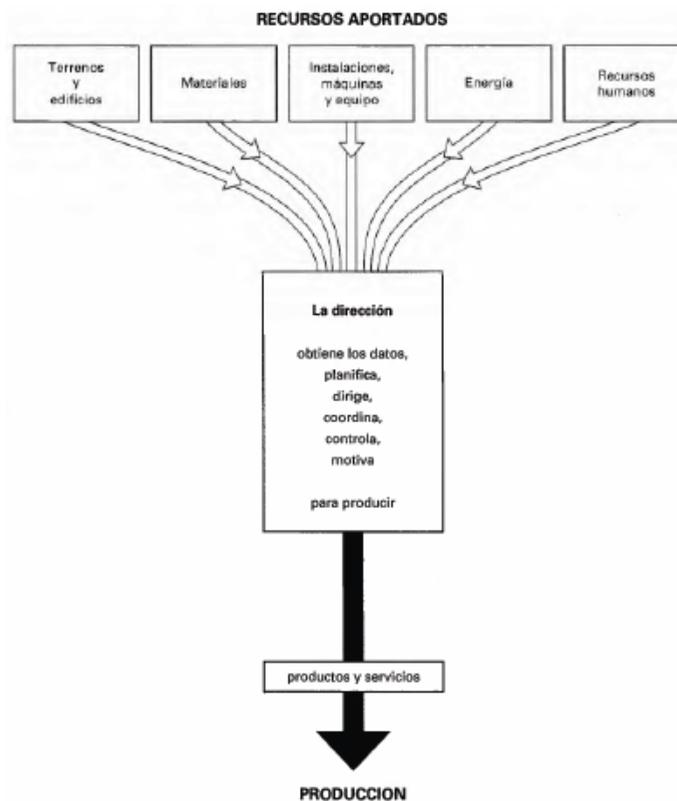
Las administraciones deben crear contextos favorables a los esfuerzos de empleadores y de los trabajadores para aumentar el rendimiento. Para ello es necesario, establecer lo siguiente: establecer proyectos equilibrados para un desarrollo económico adecuado; acoger medidas adecuadas para mantener plazas de empleo y aumentar los niveles de empleo para los desempleados o subempleados y para los que pudieran quedar parados como consecuencia de las mejoras y aumento de la productividad en determinadas fábricas o industrias.

### **Cometido de la dirección**

La responsabilidad principal en lo que respecta al aumento de la productividad de una empresa corresponde a la dirección. Se va a emplear el vocablo

*motivar* con el propósito de inculcar en los demás para que quieran hacer las cosas bien. Es por esto que, una de las responsabilidades de la persona encargada de la dirección, consiste en infundir en las otras personas el deseo de colaborar; obtener la intervención gustosa y ágil de todo el personal a su cargo, lo cual sería la forma adecuada de sacar adelante a la empresa (figura 1).

**Figura 1.** Papel de la dirección en la coordinación de los recursos de la empresa



*Nota Fuente:* Kanawaty, G. (1996). Introducción al estudio del trabajo. Oficina Internacional del Trabajo Ginebra (p.8). (4a. ed. revisada). Ginebra, Suiza.

### **Tiempo total invertido en un trabajo**

El tiempo establecido por un hombre o una máquina para llevar a cabo una actividad o un volumen determinado de productos se puede descomponer de acuerdo a como se indica gráficamente en la figura 2.

Contenido básico de trabajo del producto o de la operación.

“El contenido básico de trabajo es el tiempo que se invertiría en fabricar un producto o en llevar a cabo una operación si el diseño o la especificación

fuesen perfectos” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.13). “Así pues, el contenido básico de trabajo es el tiempo mínimo irreducible que se necesita teóricamente para obtener una unidad de producción” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.13).

### **Elementos que vienen a sumarse al contenido de trabajo básico.**

#### **a. Contenido de trabajo suplementario debido a deficiencias en el diseño o en la especificación del producto.**

“Este contenido de trabajo suplementario es el tiempo que se invierte por encima del contenido básico de trabajo y que se debe a características del producto que es posible suprimir” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.16).

#### **b. Contenido de trabajo suplementario debido a métodos ineficaces de producción o de funcionamiento.**

“Es el tiempo invertido por encima del contenido básico de trabajo más *A*, debido a deficiencias inherentes al proceso o método de fabricación o de funcionamiento” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.16). El tiempo denominado improductivo disminuye la productividad o rendimiento al prolongar una actividad, las razones del tiempo improductivo pueden ser de dos tipos.

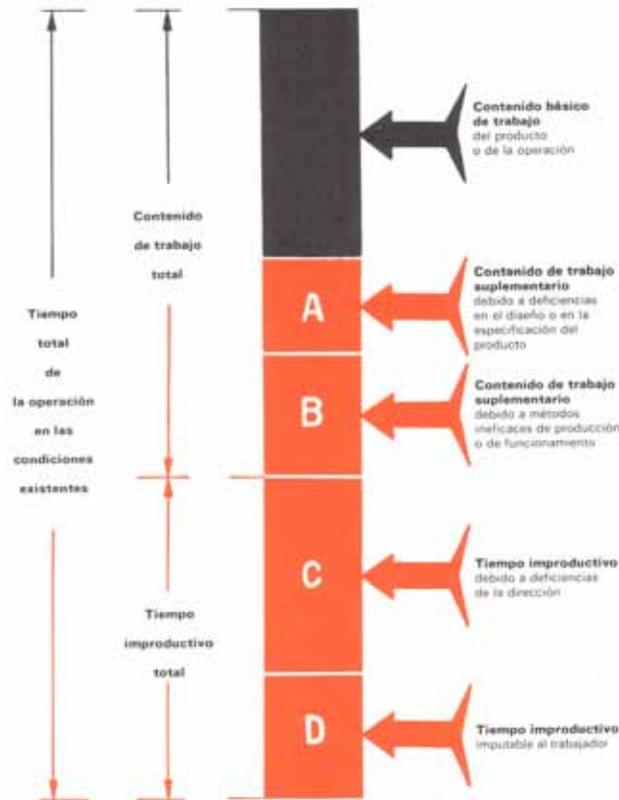
#### **c. Tiempo improductivo debido a deficiencias de la dirección.**

“Es el tiempo durante el cual el hombre o la máquina, o ambos, permanecen inactivos porque la dirección no ha sabido planear, dirigir, coordinar o inspeccionar eficazmente” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.16).

#### **d. Tiempo improductivo imputable al trabajador.**

“Es el tiempo durante el cual el hombre o la máquina, o ambos, permanecen inactivos por motivos que podría remediar el trabajador” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.16).

Figura 2. Cómo se descompone el tiempo de fabricación



*Nota Fuente:* Oficina Internacional del Trabajo. (1980). Introducción al estudio del trabajo (p.14). (3a. ed. revisada). Ginebra, Suiza: Limusa – Willey.

### Conclusión

Por tanto, pues, es mucho mayor el tiempo ineficaz atribuible a deficiencias de la dirección que a causas que obedezcan a los obreros. Si se logra disminuir el tiempo o mejor eliminar todos los factores enumerados bajo los literales anteriores (proceso que, por supuesto, nunca se va a dar en la práctica) se obtendrá el tiempo mínimo óptimo para producir una unidad determinada, y por lo tanto la productividad máxima.



# Capítulo

# 2

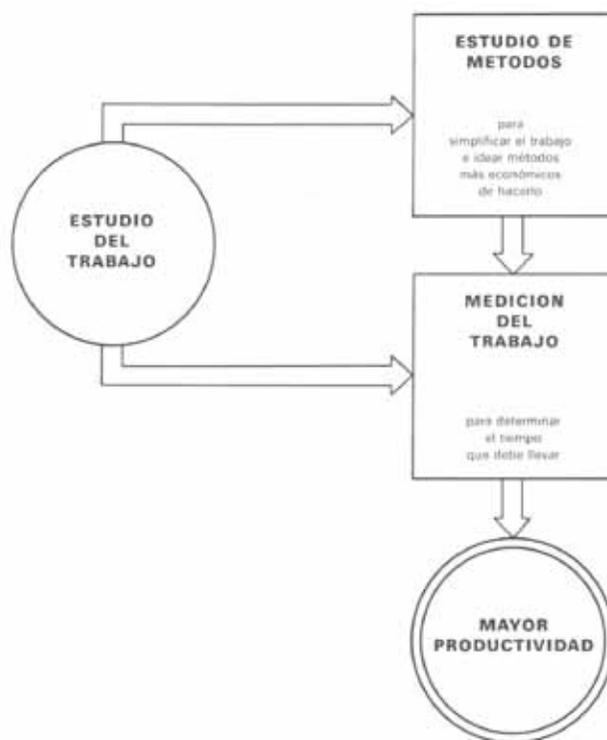
**ESTUDIO DEL TRABAJO**



## ¿Qué es el estudio del trabajo?

“Se entiende por *estudio del trabajo*, genéricamente, ciertas técnicas, y en particular el *estudio de métodos* y la *medición del trabajo*, que se utilizan para examinar el trabajo humano en todos sus contextos” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.29). Las técnicas antes mencionadas, llevan metódicamente a investigar todos los elementos que influyen en la eficiencia y economía del contexto investigado, con el propósito fundamental de efectuar mejoras.

Figura 3. Estudio del trabajo



Nota Fuente: Oficina Internacional del Trabajo. (1980). Introducción al estudio del trabajo (p.29). (3a, ed. revisada). Ginebra, Suiza: Limusa – Willey.

Por mucho tiempo se conoció a la ciencia del estudio del trabajo con el nombre de <<estudio de tiempos y movimientos o estudio tiempos-movimientos>>, sin embargo en la actualidad, con el progreso de esta ciencia técnica y sus aplicaciones enfocadas a una muy amplia diversidad de actividades, se estima que tal nombre es demasiado restringido.

### **El estudio del trabajo como medio directo para aumentar la productividad**

Los métodos tradicionales y más utilizados para aumentar la productividad es crear nuevos procesos y adquirir nueva maquinaria y equipo. Dicha alternativa requiere de una inversión de capital considerable y da como resultados una salida fuerte de dinero en el caso en donde el equipo y la maquinaria no son de producción nacional. Todo lo contrario, la ciencia del estudio del trabajo tiene como objetivo el aumento de productividad mediante el análisis metódico de los procesos, rutinas y métodos de trabajo establecidos para incrementar su eficacia. En conclusión, el estudio del trabajo ayuda al aumento de productividad en una industria (de manufactura y servicios) utilizando poco o nada recursos suplementarios de capital.

### **Las técnicas de estudio del trabajo**

El <<*estudio del trabajo*>> comprende varias técnicas, y en especial el estudio de métodos y la medición del trabajo.

“El estudio de métodos es el registro y examen crítico sistemáticos de los modos existentes y proyectados de llevar a cabo un trabajo, como medio de idear y aplicar métodos más sencillos y eficaces y de reducir los costos” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.33).

“La medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.33).

Entonces, las dos técnicas estudio de métodos y la medición del trabajo deben ser utilizadas de forma sistemática. La primera técnica se utiliza para reducir el contenido de trabajo de la tarea u operación (contenido básico de trabajo + contenido de trabajo suplementario), en tanto que la segunda técnica sirve para estudiar y reducir el correspondiente tiempo improductivo total.

### **Procedimiento básico para estudio del trabajo**

Las ocho etapas fundamentales para realizar un estudio del trabajo adecuado, son a saber:

1. Seleccionar el trabajo que se va a estudiar.

2. Registrar todo lo que sea pertinente del método actual por observación directa.

3. Examinar con espíritu crítico lo registrado, en sucesión ordenada, utilizando las técnicas más apropiadas en cada caso.

4. Idear el método más práctico, económico y eficaz, teniendo debidamente en cuenta todas las contingencias previsibles.

5. Medir el total de trabajo que determina método elegido (perfeccionado) y establecer el tiempo tipo o estándar que lleva hacerlo.

6. Definir el nuevo método para poderlo reconocer en todo momento.

7. Implantar ese método perfeccionado como práctica normal.

8. Mantener como rutina dicha práctica estableciendo inspecciones regulares.



# Capítulo

# 3

**ESTUDIO DE MÉTODOS**



## **Fines del estudio de métodos**

Se estableció en el capítulo precedente como propósito fundamental del estudio de métodos el de reducir el contenido de trabajo de la tarea u operación; por tanto los objetivos para lograr dicho propósito son los siguientes:

- Perfeccionar las metodologías y los procedimientos;
- Optimizar la disposición de la fábrica (layout), taller y lugar de trabajo, así como los tipos de máquinas, equipos e instalaciones;
- Disminuir el trabajo humano y por tanto reducir la fatiga excesiva;
- Optimizar el uso de mano de obra, materia prima y máquinas y equipos;
- Establecer mejores entornos reales de trabajo.

### **Seleccionar el trabajo que se va a realizar**

Un experto en estudio del trabajo deberá tratar de decidir si es necesario aplicarse el estudio de métodos a un determinado trabajo, por tanto deberá tener presentes los siguientes factores:

1. Parámetros referentes a inversión económica.
2. Parámetros de disposición propiamente técnica.
3. Las respuestas humanas, producto de cambios en métodos de producción.

### **Herramientas y diagramas para el estudio de métodos**

La manera tradicional de registrar todo lo que sea pertinente en un proceso consiste en anotarlo por escrito, pero, es necesario recalcar que este método no es adecuado para el registro de las técnicas detalladas, tan difundidas en la industria moderna.

Para sortear esta dificultad se idearon otras formas o <<instrumentos>> de registro, de modo que se pueda consignar procesos específicos con exactitud y al mismo tiempo en forma estándar, con el propósito de que todos los lectores (especialistas y no especialistas) las entiendan correctamente, aunque dichos lectores trabajen en industria o países distintos. Las técnicas más corrientes son los *gráficos* y *diagramas*.

Tabla 2. Gráficos y diagramas de uso más corriente en el estudio de métodos

**A. Gráficos que indican la sucesión de los hechos.**

Cursograma sinóptico del proceso.

Cursograma analítico del operario.

Cursograma analítico del material.

**B. Gráficos con escala de tiempo.**

Diagrama de actividades múltiples.

**C. Diagramas que indican movimiento.**

Diagrama de recorrido o de circuito.

Diagrama de hilos.

Gráfico de trayectoria.

*Nota.* Fuente: Oficina Internacional del Trabajo. (1980). Introducción al estudio del trabajo (p.88). (3a. ed. revisada). Ginebra, Suiza: Limusa - Willey.

**Símbolos empleados en los cursogramas**

La construcción de un cursograma en donde se debe hacer constar todo lo referente a un proceso u operación, utiliza una serie de cinco símbolos estándar, mismos que sirven para describir todo tipo de procesos o actividades en una empresa manufacturera o de servicios. Las dos actividades fundamentales de un proceso son la operación y la inspección, mismas que se representan con los símbolos estándar siguientes:

 **Operación**

“Indica las principales fases del proceso, método o procedimiento. Por lo común, la pieza, materia o producto del caso se modifica durante la operación” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.88).

 **Inspección**

“Indica que se verifica la calidad, la cantidad o ambas” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.89). En una planta industrial, generalmente es necesario precisar un mayor detalle descriptivo del que pueden dar los dos símbolos precedentes, y entonces se manejan estos otros tres:

### ⇒ **Transporte**

“Indica el movimiento de los trabajadores, materiales y equipo de un lugar a otro” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.89).

### D **Depósito provisional o espera**

“Indica demora en el desarrollo de los hechos: por ejemplo, trabajo en suspenso entre dos operaciones sucesivas, o abandono momentáneo, no registrado, de cualquier objeto hasta que se necesite” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.89).

### ▽ **Almacenamiento permanente**

“Indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén donde se lo recibe o entrega mediante alguna forma de autorización o donde se guarda con fines de referencia” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.90).

### □ **Actividades combinadas**

“Cuando se desea indicar que varias actividades son ejecutadas al mismo tiempo o por el mismo operario en un mismo lugar de trabajo, se combinan los símbolos de tales actividades” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.90). Como ejemplo: un cuadrado que tiene un círculo dentro representa una actividad mezclada de operación e inspección.

### **Ratio de operación**

Se lo define como la relación entre la sumatoria de actividades productivas y la sumatoria de actividades totales (productivas y no productivas), expresado como porcentaje.

$$R.O. = \frac{\text{Sumatoria de actividades productivas}}{\text{Sumatoria de actividades totales}}$$

*Ec.3.1*

### **Cursograma sinóptico del proceso**

“El cursograma sinóptico de proceso es un diagrama que presenta un cuadro general, de cómo suceden tan sólo las principales operaciones e inspecciones” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.90).

Para preparar este cursograma, se anotan, las actividades denominadas operaciones principales, así como las inspecciones efectuadas para verificación de resultados, sin anotar quién ejecuta dichas actividades ni dónde se efectúan. Por tanto, se requieren solamente de los símbolos correspondientes a <<operación>> y a <<inspección>>.

Ejemplo de Cursograma Sinóptico: Montaje de un rotor de interruptor

Un esquema de montaje se da en la figura 4, mismo que muestra el rotor para un interruptor de acción lenta. Está constituido de un eje (1); un elemento moldeado de plástico (2); un pernete de tope (3).

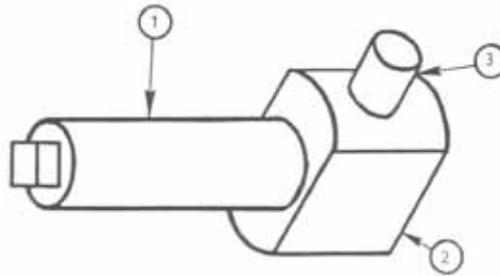


Figura 4. Rotor de interruptor

*Nota Fuente:* Oficina Internacional del Trabajo. (1980). Introducción al estudio del trabajo (p.91). (3a. ed. revisada). Ginebra, Suiza: Limusa - Willey.

Para elaborar un cursograma sinóptico se comienza trazando una línea vertical en el extremo derecho de la página en donde se anotan las operaciones e inspecciones correspondientes a la unidad o componente principal del ensamble (o mezcla, si fuera un proceso químico), en el caso del ejemplo es el eje. El tiempo establecido por unidad se indica, en horas, se encuentra ubicado a la izquierda de cada actividad correspondiente a operación. Para el ejemplo no se determina un tiempo dado para las inspecciones puesto que los inspectores no son remunerados por cada tarea.

**Operación 1:** Cepillar, torneear, muescar y cortar en torno revólver (0,025 horas).

**Operación 2:** Cepillar el extremo opuesto en la misma máquina (0,010 horas).

El trabajo pasa entonces al departamento de inspección para ser sometido a:

**Inspección 1:** Verificar dimensiones y acabado. (No se fija tiempo).

Del departamento de inspección, el trabajo pasa a la sección de fresado.

**Operación 3:** Aplicar fresa recta acoplada en fresadora horizontal (0,070 horas).

El trabajo pasa al banco de desbarbado.

**Operación 4:** Eliminar rebaba en banco de desbarbado (0,020 horas).

El trabajo vuelve al departamento de inspección.

**Inspección 2:** Verificar resultado final del fresado. (No se fija tiempo).

El trabajo pasa luego al taller de galvanoplastia.

**Operación 5:** Desengrasar (0,0015 horas).

**Operación 6:** Cadmiar (0,008 horas).

Del taller de galvanoplastia el trabajo pasa nuevamente al departamento de inspección.

**Inspección 3:** Verificar el resultado final. (No se fija tiempo).

La pieza moldeada de plástico debe llevar un orificio concéntrico al eje longitudinal.

**Operación 7:** Cepillar por ambos lados, taladrar y ajustar al diámetro deseado en torno revólver (0,080 horas).

**Operación 8:** Hacer un orificio transversal (para el pernete de tope) y desbarbar en taladradora de doble huso (0,022 horas).

El trabajo pasa al departamento de inspección.

**Inspección 4:** Verificar definitivamente dimensiones y acabado. (No fija tiempo).

Pasa al almacén de piezas terminadas hasta que se necesite para el montaje. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.92)

Se observa en el diagrama, que las operaciones e inspecciones correspondientes a la pieza moldeada se encuentran en la línea vertical más cercana a la del eje. Esto se hace porque esta pieza es el primer elemento que se acoplará con el eje.

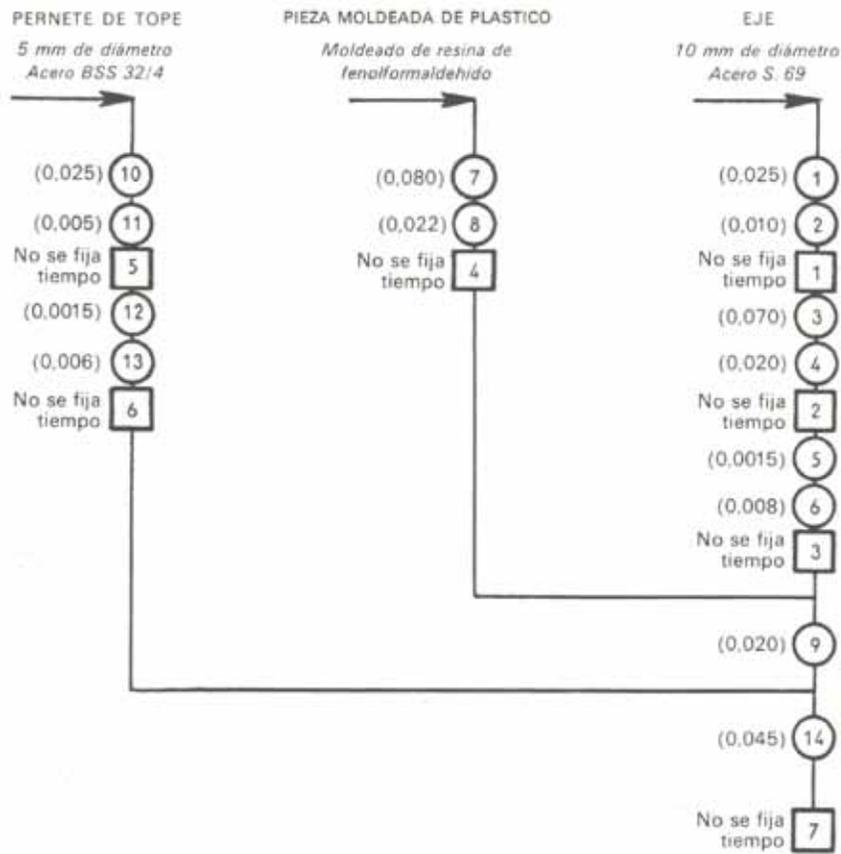


Figura 5. Cursograma sinóptico: montaje de un rotor de interruptor

Nota Fuente: Oficina Internacional del Trabajo. (1980). Introducción al estudio del trabajo (p.92). (3a. ed. revisada). Ginebra, Suiza: Limusa - Willey.

La línea vertical correspondiente al pernete está en el extremo izquierdo, y si el rotor de interruptor constara de otros componentes, se ubicarían de derecha a izquierda en el orden de ensamble con la pieza principal.

El acople de cualquier pieza al componente o elemento principal se lo hace con una línea horizontal, misma que se la traza en la línea vertical del elemento accesorio al lugar correspondiente en la secuencia de operaciones o inspecciones de la línea principal. Para el ejemplo se ve claramente el punto en donde la pieza moldeada de plástico se acopla con el eje y a continuación le sigue el símbolo <<operación>> con su respectivo número.

**Operación 9:** Montar la pieza moldeada en la parte pequeña del eje y taladrar de lado a lado el agujero para el pernete del tope (0,020 horas).

**Operación 10:** Tornear una espiga de 2 mm diámetro, biselar el extremo y cortar en un torno revólver (0,025 horas).

**Operación 11:** Quitar las rebabas con una pulidora (0,005 horas).

El trabajo pasa luego al departamento de inspección.

**Inspección 5:** Verificar dimensiones y acabado. (No se fija tiempo).

El trabajo pasa al taller de galvanoplastia.

**Operación 12:** Desengrasar (0,0015 horas).

**Operación 13:** Cadmiar (0,006 horas).

El trabajo vuelve ahora al departamento de inspección.

**Inspección 6:** Verificar resultado final. (No se fija tiempo).

Pasa al almacén de piezas terminadas, de donde sale para:

**Operación 14:** Fijar el pernete de tope al montaje, remachándolo ligeramente para afianzarlo (0,045 horas).

**Inspección 7:** Verificar por última vez el montaje terminado. (No se fija tiempo).

Vuelve luego al almacén de piezas terminadas. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.92)

En una aplicación práctica, a la derecha de cada operación e inspección se añade una explicación concreta de la respectiva actividad, pero en la figura 5 no constan estas anotaciones para entender de mejor forma la secuencia del diseño.

### Ejercicio 3.1.

En el ejemplo de Cursograma sinóptico: montaje de un rotor de interruptor, determinar:

La línea que controla la producción. La capacidad de producción completa, si todas las inspecciones tienen un tiempo aproximado de 0,010 horas.

Si un Ingeniero Industrial/Automotriz/Mecatrónico/Electromecánico (Jefe de Planta) reduce la operación 3 al 40% de su tiempo, ¿cuál es la capacidad de producción ahora?

### El cursograma analítico

“El cursograma analítico es un diagrama que muestra la trayectoria de un producto o procedimiento señalando todos los hechos sujetos a examen mediante el símbolo que corresponda” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.95). Posee tres fundamentos viables:

*El operario:* Diagrama de lo que realiza el individuo que labora.

*El material:* Diagrama de cómo se desplaza o maneja el material.

*El equipo o maquinaria:* Diagrama de cómo se utilizan.

Este cursograma se lo constituye en forma similar al cursograma sinóptico, pero empleando, a más de los símbolos de <<operación>> e <<inspección>>, los de <<transporte>>, <<espera>> y <<almacenamiento>>.

Debido a que es mucho más minucioso, el cursograma analítico no se lo construye con muchas operaciones por cada hoja tal como se lo hace con el sinóptico, de tal manera que se utiliza un cursograma individual para cada elemento importante de un ensamble, con el propósito de estudiar de manera rigurosa los transportes, esperas y almacenamiento parcial y final de una de las actividades. El cursograma analítico suele consistir en un solo trazo o raya.

En la figura 6 se muestra un ejemplo de cursograma analítico que sigue el desplazamiento del material, determinado para estudiar cómo se procede para el desmontaje, desengrasado y limpieza de un motor de autobús para ser inspeccionado.

DIAGRAMA núm. 1		HOJA núm. 1	MÉTODO: Original	
PRO- DUCTO: Motores de autobús		OPERARIO(S):		LUGAR: Taller de desen- grase
PROCE- SO: Desmontar, desengrasar y limpiar motores usados		COMPUESTO POR:		APROBADO POR:
				FECHA:
DIS- TANCIA (metros)	SÍMBOLO	ACTIVIDAD	TIPO DE ACTIVIDAD	
24	1 ▼	En almacén de motores usados	No productiva	
	1 →	Motor izado con grúa (eléctrica)	No productiva	
	2 →	Transportado hasta grúa siguiente	No productiva	
	3 →	Descargado en tierra	No productiva	
30	4 →	Recogido con segunda grúa (eléctrica)	No productiva	
	5 →	Transportado hasta taller de desmontaje	No productiva	
	6 →	Descargado en tierra	No productiva	
3	1 O	Desmontado	Productiva	
	2 O	Principales componentes limpiados y extendidos Inspeccionado estado de las piezas, consignar lo observado	Productiva	
	1 □		No productiva	
	7 →	Piezas llevadas a jaula de desengrase	No productiva	

1,5	8 →	Cargado con grúa de mano para llevar a desengrasar	No productiva
	9 →	Transportadas hasta desengrasadora	No productiva
	10 →	Descargadas en desengrasadora	No productiva
6	3 O	Desengrasadas	Productiva
	11 →	Sacadas con grúa de desengrasadora	No productiva
	12 →	Transportadas desde desengrasadora	No productiva
	13 →	Descargadas en tierra	No productiva
12	1 D	Dejadas enfriar	No productiva
	14 →	Transportadas hasta bancos de limpieza	No productiva
9	4 O	Limpiadas a fondo	Productiva
	15 →	Colocadas ya limpias en una caja	No productiva
76	2 D	Esperar transporte	No productiva
	16 →	Cargadas en un carrillo todas las piezas salvo bloque y culatas de cilindros	No productiva
		Transportadas hasta departamento de inspección de motores	No productiva
	18 →	Descargadas y extendidas en mesa de inspección	No productiva
	19 →	Bloque y culatas de cilindros cargados en carrillo	No productiva
76	20 →	Transportados hasta departamento de inspección y motores	No productiva
	21 →	Descargados en tierra	No productiva
237,5	3 D	Depositados provisionalmente en espera de inspección	No productiva

Figura 6. Cursograma analítico: desmontaje y desengrase de un motor

Nota Fuente: Oficina Internacional del Trabajo. (1980). Introducción al estudio del trabajo (p.97). (3a. ed. revisada). Ginebra, Suiza: Limusa - Willey.

### Examinar con espíritu crítico: la técnica del interrogatorio.

“La técnica del interrogatorio es el medio de efectuar el examen crítico sometiendo sucesivamente cada actividad a una serie sistemática y progresiva de preguntas” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.99).

Los cinco procesos o actividades estándar registradas en el cursograma pueden ser de dos clases:

- Las actividades en las que la materia prima o elemento en estudio, le ocurre algo, es decir, ésta se la elabora, acarrea o examina.
- Las actividades en las que no se la manipula y permanece, o bien almacenada o bien afectada por una demora (inventario en proceso).

Es lógico que el propósito del estudio consiste en lograr la mayor cantidad posible de operaciones <<activas>>, puesto que son las únicas que dan valor agregado haciendo evolucionar la materia prima en producto final.



“Cuando no se trata de fábricas, son operaciones <<activas>> las que se ejecutan para cumplir la finalidad propia de la empresa, como vender en una tienda o escribir a computadora en una oficina” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.100). Estas actividades son las denominadas <<productivas>>; el resto, si bien son necesarias dentro de un proceso, se consideran <<no productivas>>.

*“Las Preguntas Preliminares.- La técnica de las 5W-1H.*

¿Qué se hace en realidad?. (W).

¿Por qué hay que hacerlo?. (W).

¿Dónde se hace?. (W).

¿Cuándo se hace?. (W).

¿Quién lo hace?. (W).

¿Cómo se hace?. (H)” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.101).

### **Las Preguntas de Fondo.**

Las preguntas de fondo son la segunda fase del interrogatorio: prolongan y detallan las preguntas preliminares para determinar si, a fin de mejorar el método empleado, sería factible y preferible reemplazar por otro el lugar, la sucesión, la persona o el medio, o todos ellos. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.101)

La segunda fase del interrogatorio, luego de haber indagado el objetivo de cada actividad analizada, qué se hace, por qué se hace y dónde se hace, el especialista pasa a determinar qué más podría hacerse, y establecer por tanto, qué se debería hacer:

“¿Qué debería hacerse?.

¿Dónde debería hacerse?.

¿Cuándo debería hacerse?.

¿Quién debería hacerlo?.

¿Cómo debería hacerse?” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.106).

### **Ejemplo: Desmontaje, limpieza y desengrase de un motor**

La figura 8 muestra un esquema del plano de taller de desengrase, en donde se establece el recorrido del motor desde el almacén o depósito de motores listos para hacer mantenimiento hasta el sitio de inspección. Se ob-

servar que dichas unidades y sus componentes siguen un camino sumamente complicado.

Al verificar el cursograma analítico del método original se determina que hay un número muy alto de actividades <<no productivas>>. Existen cuatro operaciones y una inspección, en tanto que se tienen veintiún transportes y tres depósitos provisionales o esperas. El total de actividades es de veintinueve, con exclusión del almacenamiento inicial, de este total solamente cinco actividades pueden considerarse <<productivas>>.

Un análisis minucioso del diagrama lleva a hacer varias reflexiones; así por ejemplo, se establece que al mover el motor y sus componentes desde el depósito de motores usados se tiene que cambiar de grúa en la mitad del camino. Si se aplica la técnica del interrogatorio a esta parte del proceso, se tiene:

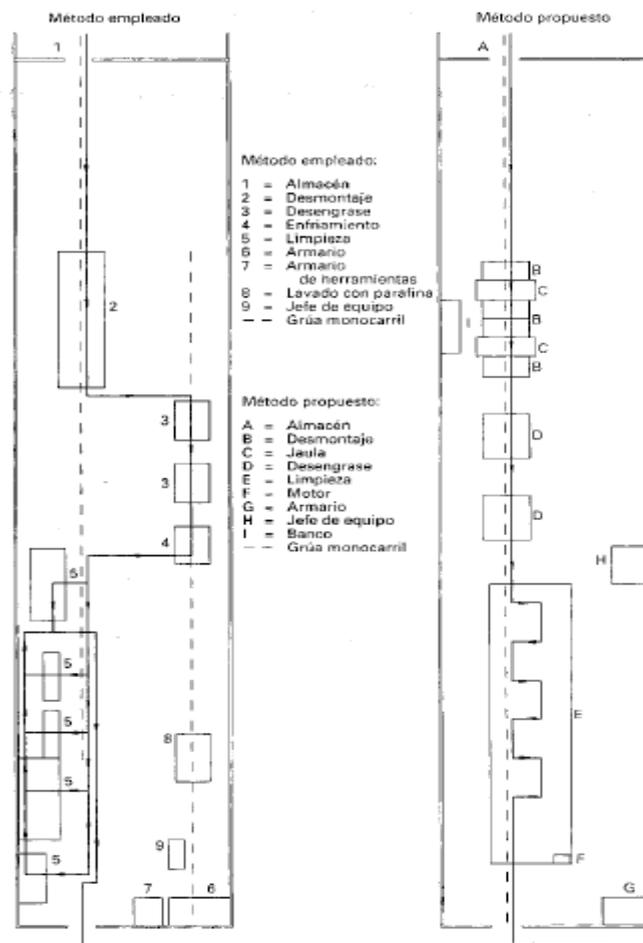


Figura 8. Diagrama de recorrido: desmontaje, limpieza y desengrase de un motor  
 Nota Fuente: Oficina Internacional del Trabajo. (1980). Introducción al estudio del trabajo (p.103). Tercera edición (3a. ed. revisada). Ginebra, Suiza: Limusa - Willey.

**P. ¿Qué se hace?**

**R.** Se traslada el motor con sus componentes con una grúa eléctrica desde los almacenes; se lo coloca en el suelo, y una segunda grúa lo levanta y lo traslada hasta el área de desmontaje.

**P. ¿Por qué se hace?**

**R.** Debido a que los motores están en el depósito almacenados de modo que la grúa monorriel no los puede recoger directamente y transportarlos al taller de desengrase.

**P. ¿Qué otra cosa podría hacerse?**

**R.** Los motores con sus componentes se podrían depositarse en el almacén de tal manera que la grúa monorriel tenga acceso hasta ellos, para poderlos recoger y trasladarlos directamente hasta el área de desmontaje.

**P. ¿Qué debería hacerse?**

**R.** Habría que seguirse la alternativa establecida

**P. ¿Por qué se limpian los componentes del motor previo al desengrase del mismo para volverlas a limpiar a fondo después de quitarles grasa?**

**R.** Al efectuar esta pregunta, nadie recuerda por qué se estableció dicha limpieza previa

**P. ¿Por qué se inspeccionan el estado de los componentes grasientos, cuando debe ser sumamente complejo y se sabe que dicho proceso se va a repetir nuevamente en el departamento de inspección de motores?**

**R.** Al efectuar esta pregunta, nadie recuerda por qué se estableció dicha inspección.

El ejemplo anterior sirve para comprender cómo se debe aplicar esta técnica; la secuencia de preguntas parece un tanto trivial tal como se encuentra expuesto, pero no lo es cuando se aplica el interrogatorio a un ritmo acelerado, mismo proceso que debería aplicar un especialista en estudio del trabajo. Las empresas en general, efectúan procesos no productivos, mismos que son

susceptibles de mejoramiento; la técnica del interrogatorio sirve para identificar cuáles son dichas actividades.

### **Idear el método perfeccionado**

A continuación se presenta el cursograma analítico basado en el material (método perfeccionado). Como se puede ver en el resumen, se redujo las operaciones de cuatro a tres, se eliminó también una inspección, los transportes se redujeron de veintiún a quince y las distancias recorridas se disminuyeron de 237,5 a 150 metros, es decir hay un ahorro aproximado de 37 por ciento.

### **Diagrama de recorrido o de circuito. (Disposición de una fábrica)**

Determinar la disposición de una fábrica, existente o en proyecto, es colocar las máquinas y demás equipo de la manera que permita a los materiales avanzar con mayor facilidad, al costo más bajo y con el mínimo de manipulación, desde que se reciben las materias primas hasta que se despachan los productos acabados. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.107)

Los principales sistemas de disposición en una planta industrial, son cuatro (figura 10), cuyas características se definen a continuación:

Disposición con componente principal fijo, en que el material que se debe elaborar no se desplaza en la fábrica, sino que permanece en un solo lugar, y por lo tanto toda la maquinaria y demás equipo necesarios se llevan hacia él. Ejemplos típicos de este sistema son la construcción de buques, la fabricación de motores Diesel o motores de grandes dimensiones y la construcción de aviones. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.109)

Disposición por proceso o función, en que todas las operaciones de la misma naturaleza están agrupadas. Este sistema de disposición se utiliza generalmente cuando se fabrican una amplia gama de productos que requieren la misma maquinaria y se produce un volumen relativamente pequeño de cada producto. Por ejemplo, fábricas de hilados y tejidos, talleres de mantenimiento e industrias de confección. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.109)

Disposición por producto o en línea, vulgarmente denominada <<producción en cadena>>. En este caso, toda la maquinaria y equipo necesarios



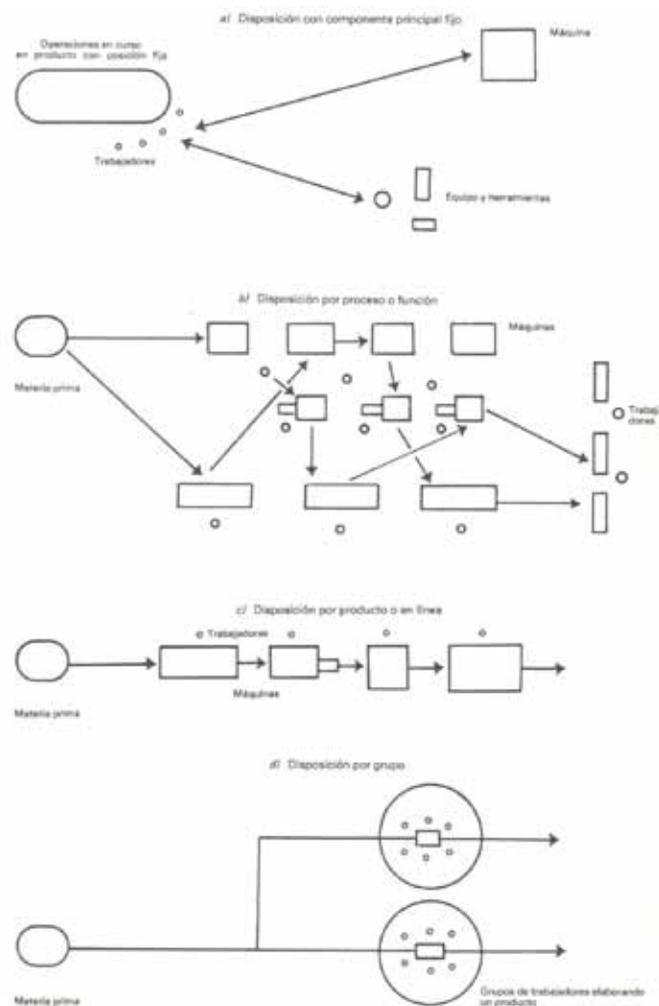


Figura 10. Tipos de disposición

*Nota Fuente:* Oficina Internacional del Trabajo. (1980). Introducción al estudio del trabajo (p.108). Tercera edición (3a. ed. revisada). Ginebra, Suiza: Limusa - Willey.

Disposición por grupo o que posibilita la aplicación de métodos de producción por grupos. Recientemente, en un esfuerzo para aumentar la satisfacción en el trabajo, varias empresas han distribuido sus operaciones de un nuevo modo: el equipo de operarios trabaja en un mismo producto y tiene a su alcance todas las máquinas y accesorios necesarios para completar el trabajo. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.109)

### Trazar el recorrido de un producto o proceso

Cuando se hace el estudio del recorrido de un solo producto o proceso es necesario la utilización del cursograma analítico explicado anteriormente y

complementar la información con un diagrama de recorrido. “El diagrama de recorrido, viene a ser un plano de la fábrica o zona de trabajo, hecho más o menos a escala, que muestra la posición correcta de las máquinas y puestos de trabajo” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.110).

### Ejemplo de utilización de un diagrama de recorrido con un cursograma analítico: recepción e inspección de piezas de avión

En la figura 11 se muestra el diagrama de recorrido de la disposición original en el departamento de ingreso de materiales en una fábrica de aviones.

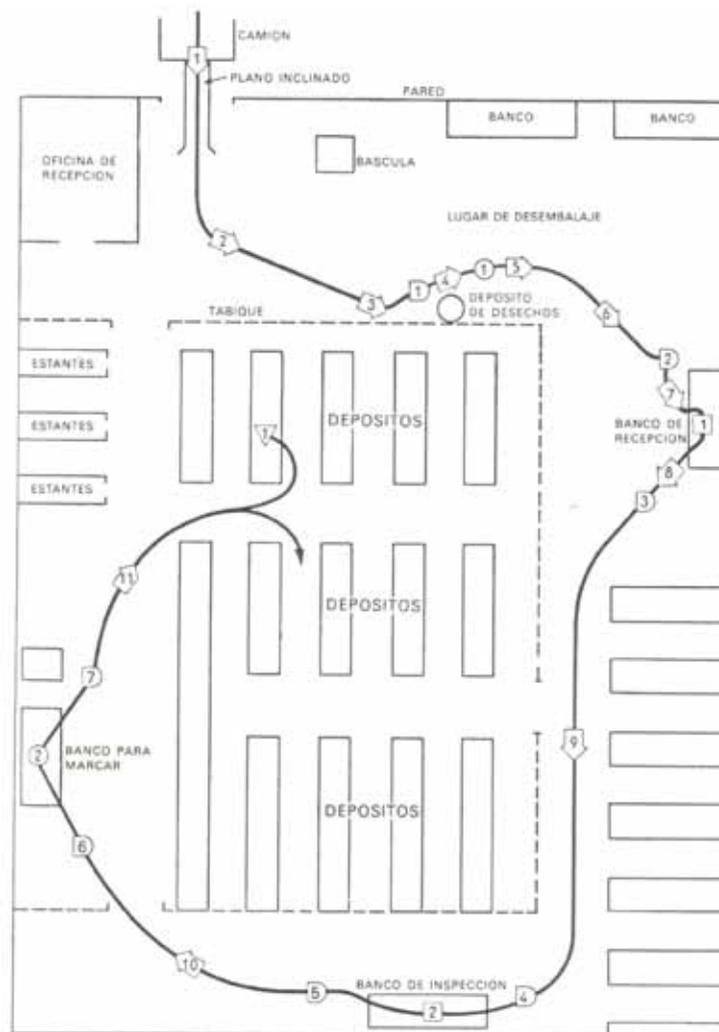


Figura 11. Diagrama de recorrido: recepción, inspección y numeración de piezas (método original)

Nota Fuente: Oficina Internacional del Trabajo. (1980). Introducción al estudio del trabajo (p.113). (3a. ed. revisada). Ginebra, Suiza: Limusa - Willey.

La raya gruesa muestra el trayecto seguido por los productos desde la oficina de recepción hasta los diferentes depósitos.

Registrar, (Descripción narrativa).

CURSOGRAMA ANALÍTICO		OPERARIO / MATERIAL / EQUIPO							
DIAGRAMA núm. 3		HOJA núm. 1		RESUMEN					
Objeto:		ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMÍA			
Cajón de piezas BX 487 (10 por cajón, en cajas de cartón)		OPERACIÓN	O	2					
ACTIVIDAD:		TRANSPORTE	→	11					
Desmontar, limpiar y desengrasar antes de la inspección		ESPERA	D	7					
MÉTODO: ACTUAL / PROPUESTO		INSPECCIÓN	□	2					
LUGAR: Taller de desengrase		ALMACENAMIENTO	▼	1					
OPERARIO (S):		DISTANCIA (metros)		56,2					
FICHA núm.		TIEMPO (horas-hombre)		1,96	—	—			
Véase columna de observaciones		COSTO		—					
COMPUESTO POR:		MANO DE OBRA		\$ 10,19					
FECHA:		MATERIAL		—					
APROBADO POR:		FECHA:		TOTAL ...	\$ 10,19	—	—		
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min.)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
				O	→	D	□	▼	
Sacado de camión; colocado en plano inclinado		1,2							2 peones
Deslizado por plano inclinado		6	10						2 peones
Deslizado hasta almacén y apilado		6							2 peones
Espera hasta apertura		—	30						
Cajón bajado		—							
Destapado; nota de entrega sacada		—	5						2 peones
Cajón colocado en carretilla		1							
Acarreado hasta banco de recepción		9	5						2 peones
Espera hasta descarga en carretilla		—	10						
Cajón colocado en banco		1	2						2 peones
Cajas cartón extraídas, abiertas; contenido verificado, colocado de nuevo		—	15						Encargado almacén
Cajón cargado en carretilla		1	2						2 peones
Demora en espera de traslado		—	5						
Cajón acarreado a banco de inspección		16,5	10						1 peón
Espera hasta inspección		—	10						Cajón en carretilla
Piezas extraídas de cajón y cajas, cotejadas con diseño, embaladas de nuevo		1	20						Inspector
Espera del carretillero		—	5						Cajón en carretilla
Cajón acarreado a banco de numeración		9	5						1 operario
Espera para ser numerado		—	15						Cajón en carretilla
Piezas extraídas de cajón y cajas, numeradas y embaladas de nuevo		—	15						Peón de almacén
Espera del carretillero		—	5						Cajón en carretilla
Cajón llevado al lugar de distribución		4,5	5						1 peón
Puesto en depósito									
TOTAL ...		56,2	174	2	11	7	2	1	

Figura 12. Cursograma analítico: recepción, inspección y numeración de piezas (método original)

Nota Fuente: Oficina Internacional del Trabajo. (1980). Introducción al estudio del trabajo (p.114). (3a. ed. revisada). Ginebra, Suiza: Limusa - Willey.

La secuencia de actividades en el proceso se resume de la manera siguiente: los cajones que contienen piezas de avión son descargados del camión, las piezas vienen empaquetadas por separado en cajas de cartón, mismas que deben ser comprobadas, inspeccionadas y marcadas antes de almacenarlas. Los cajones son acarreados desde el camión por un plano inclinado y luego por un transportador de rodillos hasta el área de <<desembalaje>>, donde se apilan para luego abrirlos. En el momento que se sacan del grupo y se destapan, se recolecta la nota de entrega que se encuentra dentro de cada uno, luego se embarcan uno tras otro en una carretilla de mano para pasarlos al banco de recepción, en donde se colocan a un lado en el suelo. En este sitio se desempaquetan, cada pieza se saca de la caja de cartón y se coteja con la nota de entrega; inmediatamente se vuelven a colocar en las cajas y estas a su vez en los cajones, mismos que son llevados hasta el otro extremo del banco, para ser transportados al sitio donde está el banco de inspección. En esta área se colocan nuevamente en el suelo hasta la llegada de los inspectores. Se desembalan nuevamente las piezas, se inspeccionan, se evalúan y se vuelven a ubicar como antes. Luego de una pequeña espera, se trasladan los cajones hasta el banco para marcar. Nuevamente se desempaquetan y se marcan (numeran) las piezas para volverlas a colocar en las cajas y en los cajones, luego de otra espera, son transportados en carretilla de mano a los depósitos, donde se almacenan de manera ordenada hasta que las pida el departamento de ensamble. El proceso completo se registra en un cursograma analítico (figura12).

### **Examinar con espíritu crítico.**

Al examinar el diagrama de recorrido (figura 11) se establece que los cajones recorren una trayectoria demasiado larga hasta llegar a los depósitos en el almacén, detalle fundamental que no se hubiera visto analizando solamente el cursograma analítico. Este último, en cambio, permite describir y concretar las actividades de un modo que sería muy difícil con un distinto diagrama.

## Idear el método perfeccionado

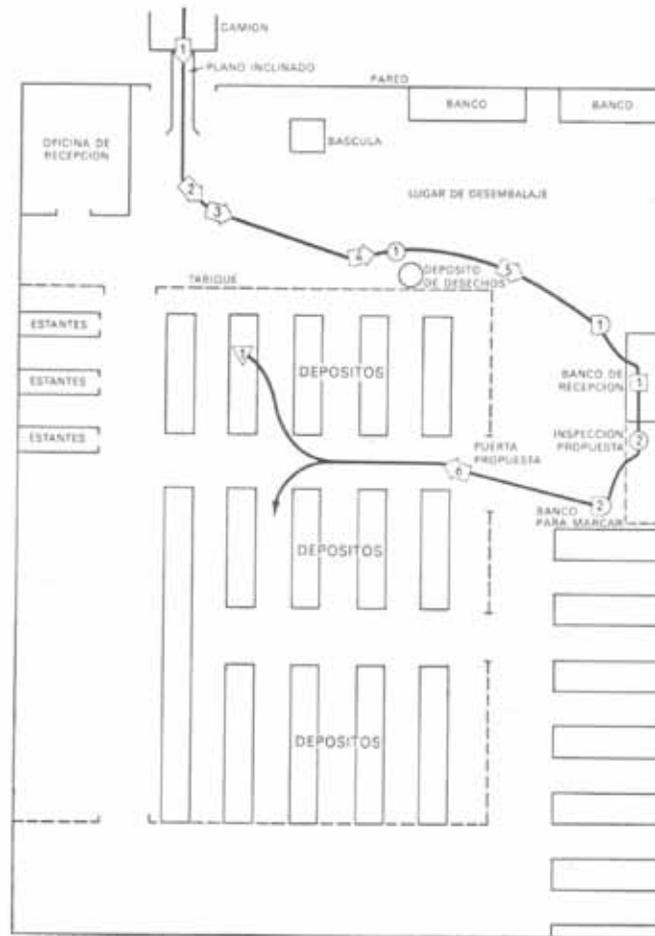


Figura 13. Diagrama de recorrido: recepción, inspección y numeración de piezas (método perfeccionado)

*Nota Fuente:* Oficina Internacional del Trabajo. (1980). Introducción al estudio del trabajo (p.116). (3a. ed. revisada). Ginebra, Suiza: Limusa - Willey.

Las figuras 13 y 14 muestran cómo los técnicos en estudio del trabajo solucionaron el problema de esta empresa. (Se empleó la técnica del interrogatorio). Los cajones son acarreados desde el camión por un plano desnivelado y se ubican en forma directa en un carro de mano. A continuación pasan al área destinada al <<desembalaje>>, aquí se abren y se saca la nota de entrega sin retirar las cajas de la carretilla. Inmediatamente se llevan al banco de recepción, en donde tras una corta demora, son desembaladas y luego colocadas en el banco para el conteo y comprobación con la nota de entrega. Ahora

los bancos de inspección y para marcar están ubicados al lado del banco de recepción, de modo que los elementos se puedan pasar inmediatamente de mano en mano para su inspección, comprobación y marcado. Por último, se colocan en las cajas, y a su vez éstas en los cajones, que permanecen en la carretilla desde el inicio del proceso. Los especialistas resolvieron abrir una puerta en la pared de los depósitos, al frente de los bancos, para trasladar las cajas por el camino más corto.

CURSOGRAMA ANALÍTICO				OPERARIO / MATERIAL / EQUIPO					
DIAGRAMA núm. 4		HOJA núm. 1		RESUMEN					
Objeto:				ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMÍA		
Cajón de piezas BX 487 (10 por cajón, en cajas de cartón)				OPERACIÓN	O 2	2	—		
ACTIVIDAD:				TRANSPORTE	→ 11	6	5		
Desmontar, limpiar y desengrasar antes de la inspección				ESPERA	D 7	2	5		
MÉTODO: ACTUAL / PROPUESTO				INSPECCIÓN	□ 2	1	1		
LUGAR: Taller de desengrase				ALMACENAMIENTO	▼ 1	1	—		
OPERARIO (S):				DISTANCIA (metros)	56,2	32,2	24		
FICHA núm.				TIEMPO (horas-hombre)	1,96	1,16	0,8		
Véase columna de observaciones				COSTO por cajón	—				
COMPUESTO POR:				MANO DE OBRA	\$ 10,19	\$ 6,03	\$ 4,16		
FECHA:				MATERIAL	—	—	—		
APROBADO POR:				TOTAL ...	\$ 10,19	\$ 6,03	\$ 4,16		
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min.)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
				O	→	D	□	▼	
Sacado de camión; colocado en plano inclinado		1,2			●				2 peones
Deslizado por plano inclinado		6	5		●				2 peones
Colocado en carretilla		1			●				2 peones
Acarreado hasta lugar de desembalaje		6	5		●				2 peón
Destapado		—	5	●					2 peones
Acarreado hasta banco de recepción		—	5		●				2 peones
Espera hasta descarga		1	5			●			
Cajas cartón extraídas y abiertas; piezas colocadas sobre banco, contadas y cotejadas con diseño		—	20				●		Inspector
Piezas numeradas y colocadas de nuevo en cajón				●					Peón de almacén
Espera del carretillero		—	5			●			
Cajón llevado al lugar de distribución		9	5		●				1 peón
Puesto en depósito		—	—				●		
TOTAL ...		32,2	55	2	6	2	1	1	

Figura 14. Cursograma analítico: recepción, inspección y numeración de piezas (método perfeccionado)

Nota Fuente: Oficina Internacional del Trabajo. (1980). Introducción al estudio del trabajo (p.117). (3a. ed. revisada). Ginebra, Suiza: Limusa - Willey.

La cantidad de horas-hombre se obtuvo multiplicando el tiempo invertido en cada actividad por el número de obreros que intervinieron en ella; por ejemplo: <<Acarreando hasta banco de recepción>> = 5 minutos x 2 peones = 10 minutos-hombre. No se contaron las esperas porque se debían a que los operarios estaban haciendo otro trabajo. El costo de la mano de obra se calcula como promedio a razón de 5,20 dólares por hora para todos los trabajos. No se contó el costo de la nueva puerta, porque se distribuiría entre muchos productos más. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.118)

### **Ejercicio 3.2.**

En el ejemplo de Cursograma analítico: recepción, inspección y numeración de piezas tanto para el método original y perfeccionado, responder:

a. ¿Por qué apilar las cajas si 10 minutos más tarde hay que quitarlas de la pila para abrirlas?. ¿Por qué están tan separados los lugares para recibir, inspeccionar y marcar la mercancía?.

b. El número de actividades productivas y actividades no productivas. ¿Qué conclusión se podría llegar a determinar?.

c. Determine la capacidad de producción de cada proceso, el ratio de operación y la ganancia en productividad de la alternativa propuesta.

d. El tiempo (horas-hombre) y el costo de mano de obra.

### **Diagrama de recorrido de varios productos o procesos**

“Cuando se fabrican varios productos o se ejecutan varios procesos simultáneamente, para determinar el emplazamiento ideal de la maquinaria o de las operaciones se utiliza otro tipo de diagrama, denominado tabla cuadrículada” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.118).

Como se ve en la figura 15, “la tabla cuadrículada se establece indicando, tanto en las columnas como en las filas de la tabla, todas las operaciones (o máquinas) por las que pasan los diferentes productos en las diversas fases de producción” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.118). La ilustración dada en la figura 15 muestra cómo se utiliza la tabla cuadrículada en una planta que elabora productos metálicos decorados. Para este caso, la empresa produce 70 productos finales, en donde cada uno pasa por algunas de las diez operaciones especificadas.

Hasta \ Desde	Estampar	Normalizar	Mecanizar	Desbarbar	Pintar	Chapar	Revestir	Pulir	Envolver	Embalar y expedir	Total
Estampar											70
Normalizar											18
Mecanizar											8
Desbarbar											10
Pintar											46
Chapar											22
Revestir											22
Pulir											36
Envolver											39
Embalar y expedir											0
Total	0	18	8	10	46	22	22	36	39	70	

Figura 15. Trazado del recorrido para varios productos utilizando la tabla cuadrada  
 Nota Fuente: Oficina Internacional del Trabajo. (1980). Introducción al estudio del trabajo (p.119). (3a. ed. revisada)). Ginebra, Suiza: Limusa - Willey.

Para construir este gráfico-matriz se debe tomar un artículo producido a la vez y se marca la secuencia de actividades en las celdas respectivas. Por ejemplo si un producto debe moverse desde <<estampar>> a <<normalizar>>, se traza una raya en la celda correspondiente a la intersección de la fila <<estampar>> con la columna <<normalizar>>. Seguidamente se establece similar procedimiento para todos y cada uno de los 69 productos restantes.

Luego es necesario establecer que puestos de trabajo u operaciones deben colocarse contiguas. Al examinar la tabla es indudable que 27 de los 70 artículos producidos (es decir, el 39 por ciento) pasan desde <<estampar>> a <<embalar y expedir>>. Por tanto, estas dos procesos deberían colocarse juntos. De la misma manera, los 22 elementos que se chaparon se pasaron desde <<chapar>> a <<revestir>> y desde <<revestir>> a <<pulir>>, de tal manera que estos tres procesos deben ser contiguos. Utilizando el mismo procedimiento se debe establecer la sucesión adecuada de operaciones. Una variación de este método consiste en llenar la tabla cuadrada to-

mando un grupo representativo de los artículos que se producen en mayor volumen.

### **El diagrama de hilos**

“El diagrama de hilos es un plano o modelo a escala en que se sigue y mide con un hilo el trayecto de los trabajadores, de los materiales o del equipo durante una sucesión determinada de hechos” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.127). “El diagrama de hilos (figura 16), pues, viene a ser un diagrama de recorrido especial, que sirve para medir las distancias con ayuda de un hilo. Por eso tiene que estar dibujado exactamente a escala” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.128). “Al igual que el diagrama de recorrido, se utiliza las más de las veces para completar un cursograma, de modo que los dos juntos den la idea más clara posible de lo que se está haciendo en realidad” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.128).

El diagrama de hilos se lo puede emplear para estudiar los movimientos de materiales o productos, y generalmente se lo construye con este propósito, cuando se necesita establecer cuánta distancia recorren dichos elementos. Sin embargo, lo más común, es utilizar el diagrama de hilos para determinar los movimientos y por tanto las distancias recorridas por los trabajadores.

Se debe hacer una representación a escala del área de trabajo al igual que al del diagrama de recorrido. Se trazarán a escala las máquinas, puestos, depósitos y todas las áreas de recorrido, así como también puertas, columnas y paredes que influyeren en el trayecto seguido. El esquema se coloca y fija en una madera blanda o plancha y se fijan alfileres en cada punto de operación, como también en los puntos de cambio de dirección.

Se usa un hilo cuya longitud es conocida y se lo enlaza al alfiler que establece el inicio de todo el trayecto (en el ejemplo es el banco de inspección *I* en la figura 16). En seguida se une el hilo por todos los alfileres que establecen los puntos del recorrido, hasta que se describa todos los movimientos del elemento estudiado. “En el ejemplo se ve que ciertos trayectos, como entre *A* y *D*, *A* y *H* y *D* y *L*, se recorren con mayor frecuencia que otros” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.130). “El diagrama nos indica que conviene efectuar un análisis crítico para acercar entre ellos los correspondientes lugares de trabajo” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.130).

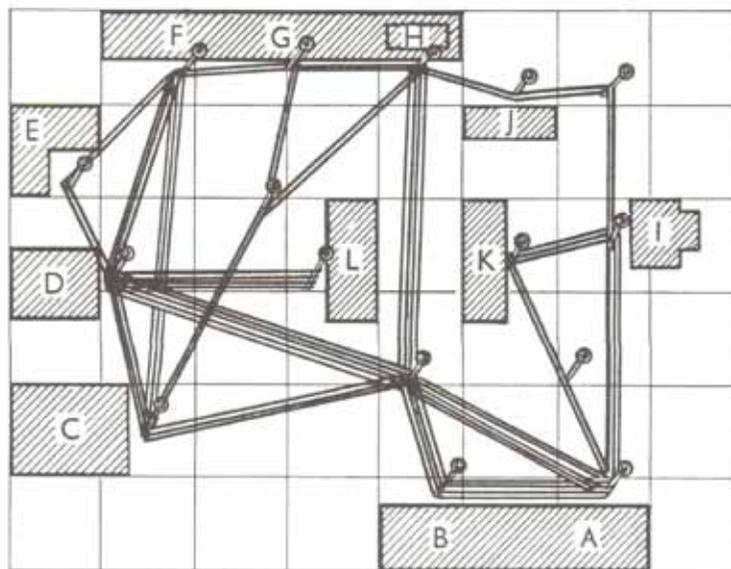


Figura 16. Diagrama de hilos

*Nota Fuente:* Oficina Internacional del Trabajo. (1980). Introducción al estudio del trabajo (p.128). (3a. ed. revisada). Ginebra, Suiza: Limusa - Willey.

“El hilo se había medido antes de hacer el diagrama; si medimos ahora el que sobró y lo restamos del total, sabremos cuánto se utilizó. Esa es, a escala, la distancia recorrida por el trabajador” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.130).

Ahora se puede pasar a examinar el diagrama y a idear la nueva disposición. Se pasa el hilo por los alfileres colocados en la nueva disposición, pero partiendo del mismo punto y siguiendo el mismo orden que antes, y al final se mide cuánto hilo sobró. La diferencia entre lo que sobró la primera vez y lo que sobra ahora representa la reducción del recorrido obtenida con la mejor disposición. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.130).

“El diagrama de hilos es de gran ayuda para explicar a los directores, gerentes, jefes intermedios y trabajadores los cambios propuestos” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.130). “A los obreros, en particular, les interesará el resultado de esos estudios para enterarse de la distancia que tienen que andar, y es bien sabido que a todos nos atrae la perspectiva de un trabajo más aliviado” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.130).

## **Ejemplo de Diagrama de Hilos: Almacenamiento de baldosas después de su inspección**

### **Registrar**

En el proceso que se realiza en el ejercicio se desembarcan baldosas no vidriadas que salen del horno y se colocan en el banco de inspección para examinarlas. Luego de inspeccionarlas se ubican en plataformas según su tipo y dimensiones. Cargadas en las plataformas, son transportadas utilizando carros elevadores de horquilla hasta los depósitos de hormigón, donde permanecen hasta pasar a la siguiente operación denominada vidriado. En la figura 17 se muestra la distribución original del almacén.

Se decidió hacer un estudio utilizando el diagrama de hilos para determinar la disposición existente, que parecía lógica, era efectivamente la que necesitaba menos transporte. Se efectuaron observaciones con las baldosas traídas en varias cargas, predominaban las corrientes de 10x10 y de 15x15 cm. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.131)

“Se estableció entonces el diagrama de hilos del modo expuesto en la figura 17: la anchura de la franja sombreada indica el número de veces que el hilo pasa entre dos puntos y, por consiguiente, el relativo tránsito entre ellos” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.130).

### **Examinar con espíritu crítico.**

“Con sólo mirar el diagrama se ve que el tránsito llega al máximo por las hileras de depósitos para baldosas de 10x10 y de 15x15 cm.” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.131). “También es evidente que cuando se trata de baldosas especiales, que se usan para fines decorativos y en cantidades más reducidas, el movimiento es escaso” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.131).

### **Idear la nueva disposición**

Lo primero que debe hacerse al determinar la nueva disposición es situar los depósitos de las baldosas que más se manipulan lo más cerca posible del banco de inspección, y los de las baldosas especiales lo más lejos posible.

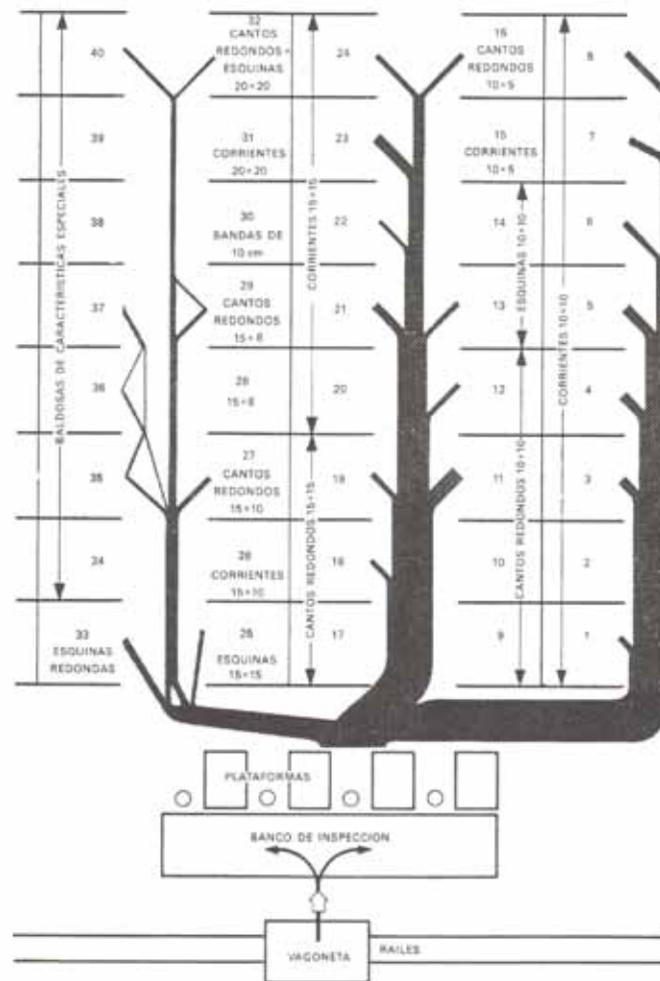


Figura 17. Diagrama de hilos: almacenamiento de baldosas (método original)

Nota Fuente: Oficina Internacional del Trabajo. (1980). Introducción al estudio del trabajo (p.132). (3a. ed. revisada). Ginebra, Suiza: Limusa - Willey.

Claro está que ya no habrá una clasificación tan ordenada y que será más difícil, por algún tiempo, localizar tal o cual serie de baldosas, pero los depósitos están separados por tabiques de hormigón de 1 metro de altura donde se pueden colocar letreros que se vean desde lejos, y los obreros pronto se familiarizarán con la nueva disposición.

Con la nueva disposición, la distancia se redujo de 520 a 340 metros, o sea una economía del 35 por ciento. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.134)

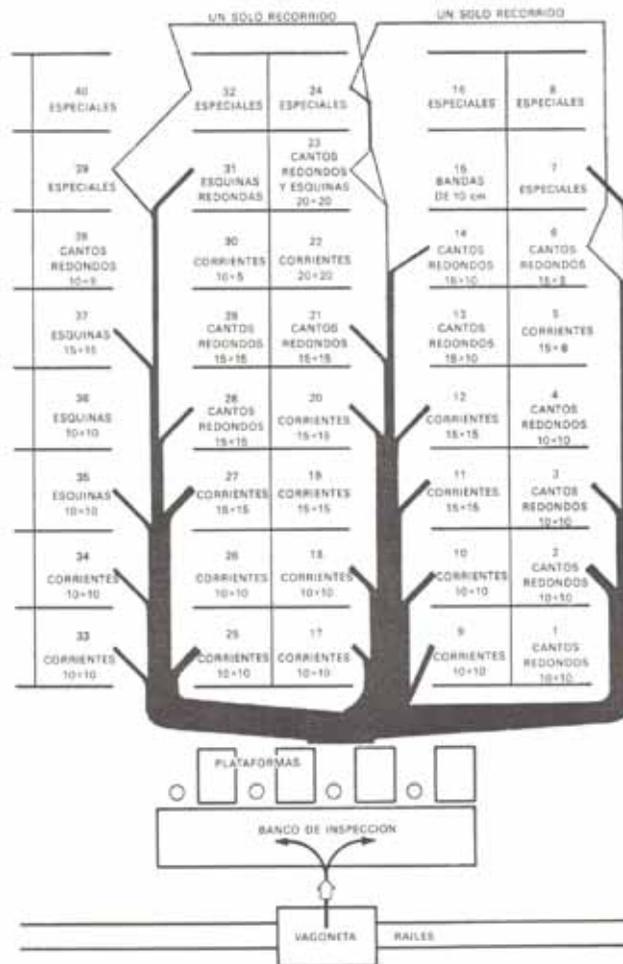


Figura 18. Diagrama de hilos: almacenamiento de baldosas (método perfeccionado)  
 Nota Fuente: Oficina Internacional del Trabajo. (1980). Introducción al estudio del trabajo (p.133). (3a. ed. revisada). Ginebra, Suiza: Limusa - Willey.

### El cursograma analítico para el operario

“Un cursograma analítico para el operario es un cursograma donde se detalla lo que hace el trabajador” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.134).

### Ejemplo de Cursograma para el operario: Como servir comidas en una sala de hospital

Registrar, (Descripción narrativa).

En la figura 19 se establece la distribución en un piso o sala de hospital con 17 camas. En el método antiguo cuando se servía el almuerzo, la asisten-

te trasladaba desde la cocina una fuente grande con los platos limpios para los pacientes y en general, tres bandejas: una con la carne y las otras dos con las legumbres.

Coloca la fuente en la <<mesa de servicio>> que se puede ver en la figura y sacaba luego las bandejas para acomodarlas mejor en la mesa. Colocaba entonces en un plato carne y legumbres y lo servía en la cama 1, retornaba a la mesa de servicio y volvía a repetir el mismo proceso para atender a los 16 pacientes restantes. Sus movimientos están representados en el diagrama por rayas de trazo continuo.

Luego de ser atendidos todos los comensales, traslada en la fuente grande las bandejas vacías a la cocina. En este sitio recogía la fuente y los platos para servir el postre y retornaba a la sala, en donde volvía a repetir el mismo proceso, pero recogiendo los platos vacíos y reemplazándolos por platos de postre servidos, inmediatamente regresaba a la mesa, en donde acumulaba los platos sucios.

Finalmente, daba una vuelta a la sala para recoger los platos sucios de postre vacíos y los colocaba en la mesa de servicio y se llevaba todos los utensilios en la fuente grande a la cocina. (Con el propósito de no recargar el diagrama, no se marcó la última recogida de platos vacíos).

### **Examinar con espíritu crítico.**

El examen crítico del cursograma junto con el esquema de la figura 19 muestra que se pueden mejorar muchas cosas. Uno se pregunta: <<¿Por qué lleva y sirve la enfermera solamente un plato a la vez?. ¿Cuántos podría llevar?>>. La respuesta será: <<Por lo menos dos>>.

Llevando dos platos de una vez reduciría casi a la mitad la distancia que tiene que andar. Otra pregunta será: <<¿Por qué está la mesa de servicio en medio de la sala?>>, y se acabará por fin con la interrogación que da la clave del problema: <<¿Por qué está fija?. ¿No podría moverse?. ¿Por qué no usar un carrito?>>. Y, en efecto, esa fue la solución que se adoptó. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.138).

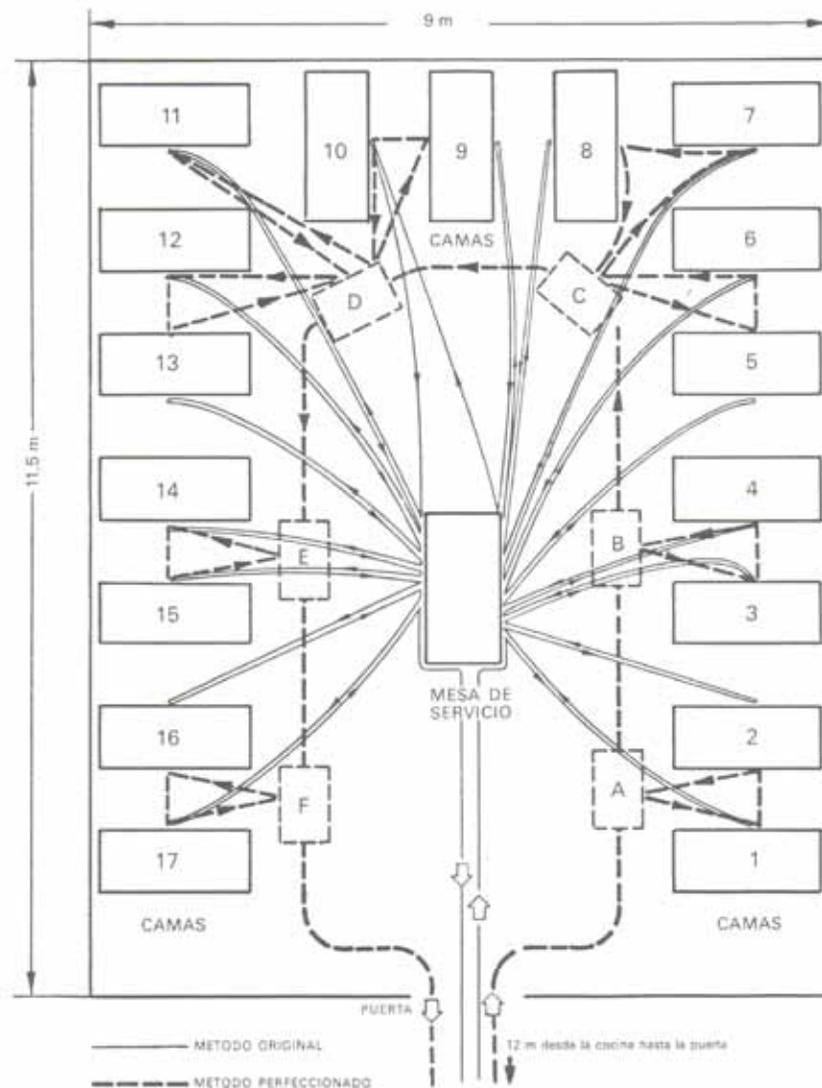


Figura 19. Diagrama de recorrido de una enfermera:  
cómo servir comidas en una sala de hospital

*Nota Fuente:* Oficina Internacional del Trabajo. (1980). Introducción al estudio del trabajo (p.136). (3a. ed. revisada). Ginebra, Suiza: Limusa - Willey.

### Idear el nuevo método.

Se puede observar por las rayas a trazos de la figura 19 (que reproduce el recorrido de la asistente desde que se implementó el uso del carrito) y por el cursograma de la figura 20, la asistente, en la solución perfeccionada, traslada y sirve dos platos simultáneamente.

## El diagrama de actividades múltiples

CURSOGRAMA ANALÍTICO				OPERARIO / MATERIAL / EQUIPO				
DIAGRAMA núm. 7		HOJA núm. 1		RESUMEN				
Objeto:				ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMÍA	
Enfermera				OPERACIÓN	O	34	18	16
ACTIVIDAD:				TRANSPORTE	→	60	72	(-12)
Servir comidas a 17 camas				ESPERA	D	—	—	—
MÉTODO: ACTUAL / PROPUESTO				INSPECCIÓN	□	—	—	—
LUGAR: Sala L				ALMACENAMIENTO	▼	—	—	—
OPERARIO (S):				DISTANCIA (metros)		436	197	239
FICHA núm.				TIEMPO (horas-hombre)		39	28	11
COMPUESTO POR:				COSTO		—	—	—
APROBADO POR:				MANO DE OBRA		—	—	—
FECHA:				MATERIAL		—	\$ 24,00	—
FECHA:				TOTAL ...		—	\$ 24,00	—
DESCRIPCIÓN			CANTIDAD	DISTANCIA	TIEMPO	SÍMBOLO		OBSERVACIONES
MÉTODO ANTIGUO			(platos)	(m)	(min.)	O	→	
Lleva fuentes y platos en bandeja								
de cocina a mesa de servicio			17	16	0,5	●		Carga molesta
Coloca fuentes y platos en mesa de servicio			17	—	0,3	●		
Distribuye en platos la comida de 3 fuentes			—	—	0,25	●		
Lleva plato a cama 1 y vuelve			1	7,3	0,25	●	→	
Sirve			—	—	0,25	●		
Lleva plato a cama 2 y vuelve			1	6	0,23	●	→	
Sirve			—	—	0,25	●		
(Continúa hasta servir las 17 camas)								
Véanse distancias en fig. 19)								
Terminado servicio, coloca platos en bandeja								
y vuelve a cocina			—	16	0,5	●		
Total distancia y tiempo, primer ciclo			—	192	10,71	17	20	
REPITE CICLO PARA POSTRE			—	192	10,71	17	20	
Recoje platos postre vacíos			—	52	2	—	20	
TOTAL GENERAL			—	436	23,42	34	60	
MÉTODO PERFECCIONADO								
Lleva fuentes y platos desde cocina								
a posición A. Carrito			17	16	0,5	●		Carrito de servicio
Sirve dos platos			—	—	0,4	●		
Lleva dos platos a cama 1; deja uno;				1,5		●		
Espera para ser numerado			2	0,5	0,25	●		
Lleva un plato de cama 1				1,5		●		
a cama 2; vuelve a posición A			—	3	0,12	●		
Empuja carrito hasta posición B			—	—	0,4	●		
Lleva dos platos a cama 3; deja uno;				1,5		●		
Lleva un plato de cama 3			2	0,6	0,25	●		
a cama 4; vuelve a posición B				1,5		●		
(Continúa hasta servir las 17 camas.)								
Véase fig. 19 y obsérvese variación								
en cama 11)								
Vuelve a cocina con carrito			—	16	0,5	●		
Total distancia y tiempo, primer ciclo			—	72,5	7,49	9	26	
REPITE CICLO PARA POSTRE			—	72,5	7,49	9	26	
Recoje platos postre vacíos			—	52	2	—	20	
TOTAL ...			—	197	16,98	18	72	

Figura 20. Cursograma analítico para el operario:  
cómo servir comidas en una sala de hospital

Nota Fuente: Oficina Internacional del Trabajo. (1980). Introducción al estudio del trabajo (p.137). (3a. ed. revisada). Ginebra, Suiza: Limusa - Willey.

“El diagrama de actividades múltiples es un diagrama en que se registran las respectivas actividades de varios objetos de estudio (operario, máquina o equipo) según una escala de tiempos común para mostrar la corrección entre ellas” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.138).

“Al representar en distintas columnas verticales, según una escala de tiempos común, las actividades de diversos obreros o máquinas, se ve de una ojeada en qué momentos del proceso está inactivo cualquiera de dichos elementos” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.138).

El diagrama de actividades múltiples es sumamente útil para organizar equipos de trabajadores cuando la producción es en serie, o bien trabajos de mantenimiento cuando no se puede dejar detenida una maquinaria costosa más de lo necesario. Se puede utilizar asimismo para determinar cuántas máquinas debería poder atender un operario o grupo de operarios. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.138)

Ejemplo de Diagrama de Actividades Múltiples para trabajo en equipo:  
Inspección de un catalizador en un convertidor

### **Registrar**

En el período de verificación de un nuevo convertidor en una planta de productos de química orgánica era necesario examinar continuamente el estado del catalizador. Se hace un estudio del trabajo para establecer cómo se hacen las diferentes inspecciones suspendiendo el funcionamiento del convertidor lo menos posible. Con la secuencia antigua se comenzaba a soltar la tapa del recipiente sólo después de quitar los calentadores y los mismos se volvían a colocar de nuevo luego que la tapa estuviese bien ajustada en su sitio.

### **Examinar con espíritu crítico**

Como puede verse en el diagrama, el electricista y su ayudante tenían que quitar los calentadores antes de que el ajustador y su ayudante sacaran la tapa del recipiente, o sea que éstos tenían que esperar que los electricistas acabaran; al terminar la operación, no se colocaban los calentadores hasta que no estuviera colocada la tapa, y el electricista y su ayudante tenían que esperar a su vez. La operación y el fundamento del método seguido hizo ver

que no era necesario esperar que se quitaran los calentadores para retirar la tapa. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.141)

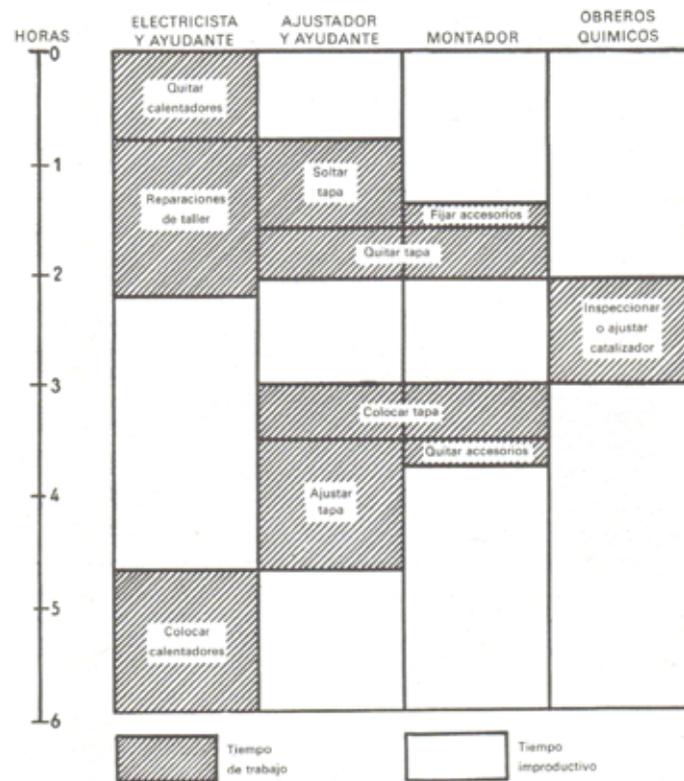


Figura 21. Diagrama de actividades múltiples:

inspección de un catalizador en un convertidor (método original)

Nota Fuente: Oficina Internacional del Trabajo. (1980). Introducción al estudio del trabajo (p.139). (3a. ed. revisada). Ginebra, Suiza: Limusa - Willey.

### Idear el nuevo método.

“Aclarado ese punto, fue posible disponer que se soltara la tapa mientras se quitaban los calentadores para volver a colocarlos mientras se fijaba la tapa. El resultado puede apreciarse en la figura 22” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.141).

“Como puede observarse, se redujo considerablemente el tiempo inactivo del electricista, del ajustador y de los ayudantes respectivos, aunque el tiempo del montador sigue siendo el mismo” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.141). Con la mejora en el proceso se ha logrado economizar el 32 por ciento en el tiempo total de la operación.

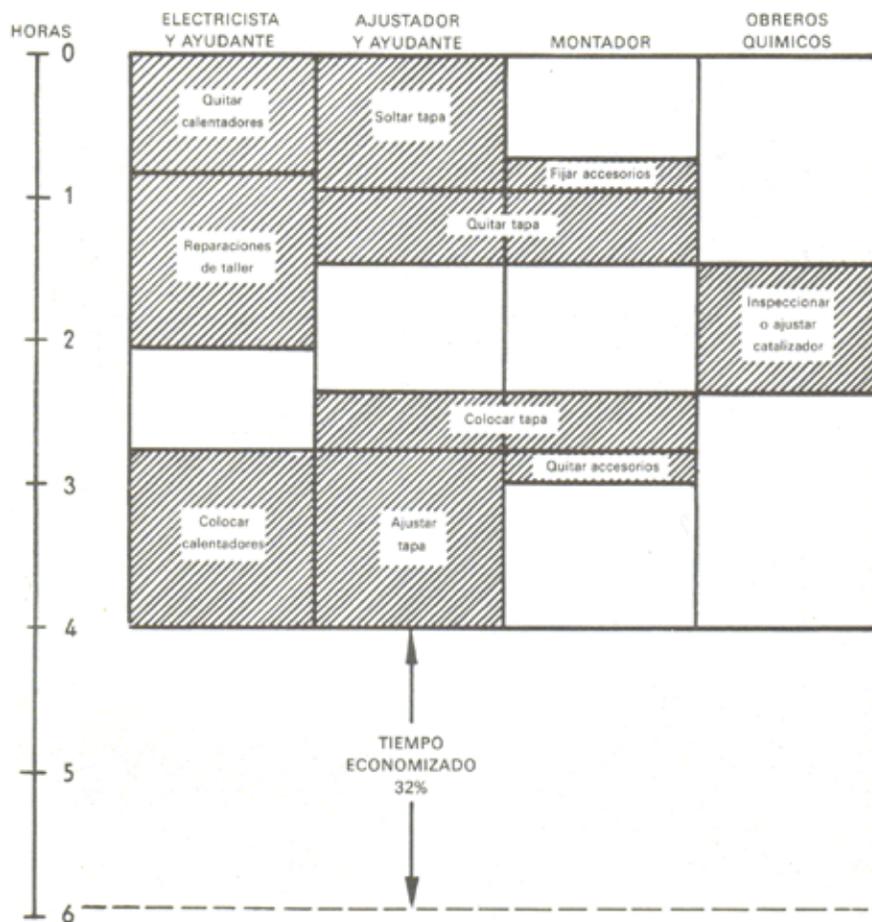


Figura 22. Diagrama de actividades múltiples: inspección de un catalizador en un convertidor (método perfeccionado)

Nota Fuente: Oficina Internacional del Trabajo. (1980). Introducción al estudio del trabajo (p.140). (3a. ed. revisada). Ginebra, Suiza: Limusa - Willey.

Este diagrama también sirve para exponer las operaciones ejecutadas simultáneamente por un operario y por una o varias máquinas. Puede trazarse en la forma indicada en la figura 23: las columnas verticales correspondientes a los períodos de actividad van a un lado y otro del medio de la hoja; de este modo se ven claramente el principio y el fin de cada uno de estos períodos. Estudiando esas actividades se puede determinar si es posible aprovechar mejor el tiempo de los operarios o de las máquinas. Esta cuestión es importante en los países donde es más fácil disponer de mano de obra que de maquinaria y otros bienes de producción. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.141)

**Ejercicio 3.3.**

En el ejemplo de diagrama de actividades múltiples: inspección de un catalizador en un convertidor, tanto para el método original y perfeccionado, responder:

- a. ¿Por qué el ajustador y su ayudante tienen que esperar a termine el electricista y su ayudante?.
- b. ¿Cuál es el tiempo de ciclo?.
- c. ¿Cuál es el tiempo improductivo de los trabajadores?.
- d. ¿Cuál es la productividad actual del grupo de trabajadores?.
- e. ¿Cuál es el incremento de capacidad de producción, con la mejora, si por hora se produce 100 kg. de producto?.

Ejemplo de Diagrama de Actividades Múltiples para operario y máquina: Acabado de una pieza de hierro fundido con fresadora vertical

**Registrar**

En la figura 23 se muestra la forma estándar del diagrama de actividades múltiples para operario y máquina en donde se registró el trabajo de una fresadora vertical que maquinaba el acabado final de la cara de una pieza de hierro fundido paralela a la cara sujeta de la pieza para trabajarla. “La escala graduada a la izquierda puede representar la escala de tiempo que se desee; en este caso, cada división grande es igual a 0,2 minutos” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.144).

**Examinar con espíritu crítico**

Examinando el diagrama, se determina que la labor que realiza el operario se la puede dividir en dos secciones: la que realiza mientras la máquina está inactiva, como sacar la pieza terminada y colocar la pieza nueva, y la que debe realizar con la máquina activa o en marcha, como calibrar la profundidad de pieza.

Sería lo óptimo, por supuesto, realizar todas las operaciones que se puedan mientras funciona la máquina, puesto que esto reduce el tiempo total del ciclo.

### Idear el nuevo método

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES MÚLTIPLES				RESUMEN		
DIAGRAMA núm. 8		HOJA núm. 1		ACTUAL	PROPUESTO	ECONOMÍA
PRODUCTO		PLANO núm. B 239/1		TIEMPO DE CICLO (minutos)		
Pieza de fundición B.239				Operario	2	
				Máquina	2	
PROCESO:				TIEMPO DE TRABAJO		
Fresadora segunda cara				Operario	1,2	
				Máquina	0,8	
MÁQUINA (S):		VELOCIDAD	AVANCE	TIEMPO INACTIVO		
Fresadora vertical		80	38	Operario	0,8	
Cincinnati núm. 4		r/min.	cm/min.	Máquina	1,2	
				UTILIZACIÓN		
OPERARIO:		FICHA núm. 1234		Operario	60%	
COMPUESTO POR:		FECHA:		Máquina	40%	
TIEMPO (minutos)	OPERARIO		MÁQUINA		TIEMPO (minutos)	
0,2	Saca la pieza terminada				0,2	
	Limpia con aire comprimido					
0,4	Calibra profundidad en placa				0,4	
	Desbasta borde con lima		Inactiva			
0,6	Limpia con aire comprimido				0,6	
	Coloca en caja piezas acabadas					
0,8	Recoje otra pieza				0,8	
	Limpia la máquina con aire comprimido					
1	Coloca pieza en soporte				1	
	Pone en marcha la máquina y el autoavance					
1,2					1,2	
1,4					1,4	
	Inactivo		Trabajando			
1,6			Fresado segunda cara		1,6	
1,8					1,8	
2					2	
2,2					2,2	
2,4					2,4	
2,6					2,6	
2,8					2,8	
3					3	
3,2					3,2	
3,4					3,4	
3,6					3,6	
3,8					3,8	

Figura 23. Diagrama de actividades múltiples para operario y máquina: fresado de una pieza de hierro fundido (método original)

Nota Fuente: Oficina Internacional del Trabajo. (1980). Introducción al estudio del trabajo (p.142). (3a. ed. revisada). Ginebra, Suiza: Limusa - Willey.

La figura 24 nos muestra el método perfeccionado para esta operación. Se verá que calibrar, desbarbar las aristas de la pieza fresada, colocar la pieza en el depósito de material terminado, coger una pieza no elaborada y ponerla en la mesa de trabajo, lista para ser colocada en el dispositivo de fijación, son actividades que se realizan todas mientras funciona la máquina. Se ha ganado algo de tiempo al colocar más próximas las cajas para depositar las piezas terminadas y las que están por elaborar, de modo que se deposita una y se recoge otra al mismo tiempo. La pieza fresada no se limpia con el aire comprimido hasta después de limados los cantos, lo que ahorra una operación. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p. 144)

“Con esta nueva disposición, que no necesitó nuevos capitales, se ahorraron 0,64 minutos por cada 2, o sea que aumentó en 32 por ciento la productividad de la fresadora y del operario” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.144).

### **Ejemplo de Diagrama de Actividades Múltiples para equipo de obreros y máquina: Alimentación de una trituradora de huesos en una fábrica de cola**

Este ejemplo (figura 25) “se aplica al proceso de selección y transporte de huesos desde un depósito hasta la máquina trituradora en una fábrica de cola de un país en desarrollo” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.144).

La figura 25 muestra la disposición original de la zona de trabajo. Los huesos animales de todas clases, que eran la materia prima, llegaban a uno de los depósitos (en el gráfico lleva la indicación <<Huesos>>) situado a 80 metros de la trituradora, desde donde eran transportados hasta la máquina en una vagoneta sobre carriles. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p. 144)

### **Registrar**

Los empleados separaban entonces los huesos en <<blandos>> y <<duros>>. Colocaban los huesos ya separados en una pila para que otros dos trabajadores los cargaran manualmente en una vagoneta. Estos dos trabajadores se quedaban

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES MÚLTIPLES				RESUMEN		
DIAGRAMA núm. 9		HOJA núm. 1		RESUMEN		
PRODUCTO				ACTUAL	PROPUESTO	ECONOMÍA
Pieza de fundición B. 239				TIEMPO DE CICLO (minutos)		
PLANO núm. B 239/1				Hombre	2	1,36
PROCESO:				Máquina	2	1,36
Fresadoro segunda cara				TIEMPO DE TRABAJO		
				Hombre	1,2	1,12
				Máquina	0,8	0,8
MÁQUINA (S):				TIEMPO INACTIVO		
Fresadora vertical	VELOCIDAD	AVANCE		Hombre	0,8	0,24
Cincinnati núm. 4	80 r/min.	38 cm/min.		Máquina	1,2	0,56
				UTILIZACIÓN		Mejora
OPERARIO:				FICHA núm. 1234	Hombre	60%
COMPUESTO POR:				FECHA:	Máquina	83%
						23%
					40%	59%
						19%
TIEMPO (minutos)	OPERARIO		MÁQUINA		TIEMPO (minutos)	
0,2	Saca la pieza terminada				0,2	
0,4	Limpia máquina con aire comprimido. Coloca otra pieza; pone en marcha máquina y autoa.		Inactiva		0,4	
0,6					0,6	
0,8	Desbarba borde con lima; limpia con aire comprimido				0,8	
1	Calibra profundidad en placa Coloca pieza en cajón piezas acabadas;		Trabajando		1	
1,2	recoge otra pieza y la deposita cerca de máquina		Fresado segunda cara		1,2	
1,4					1,4	
1,6	Inactivo				1,6	
1,8					1,8	
2					2	
2,2					2,2	
2,4					2,4	
2,6					2,6	
2,8					2,8	
3					3	
3,2					3,2	
3,4					3,4	
3,6					3,6	
3,8					3,8	

Figura 24. Diagrama de actividades múltiples para operario y máquina: fresado de una pieza de hierro fundido (método perfeccionado)

Nota Fuente: Oficina Internacional del Trabajo. (1980). Introducción al estudio del trabajo (p.143). (3a. ed. revisada). Ginebra, Suiza: Limusa - Willey.

Sin hacer nada mientras que otros dos impulsaban dicha vagoneta hasta la máquina trituradora, la vaciaban y la transportaban de vuelta, estos dos trabajadores, a su vez, esperaban mientras se cargaba la vagoneta nuevamente.

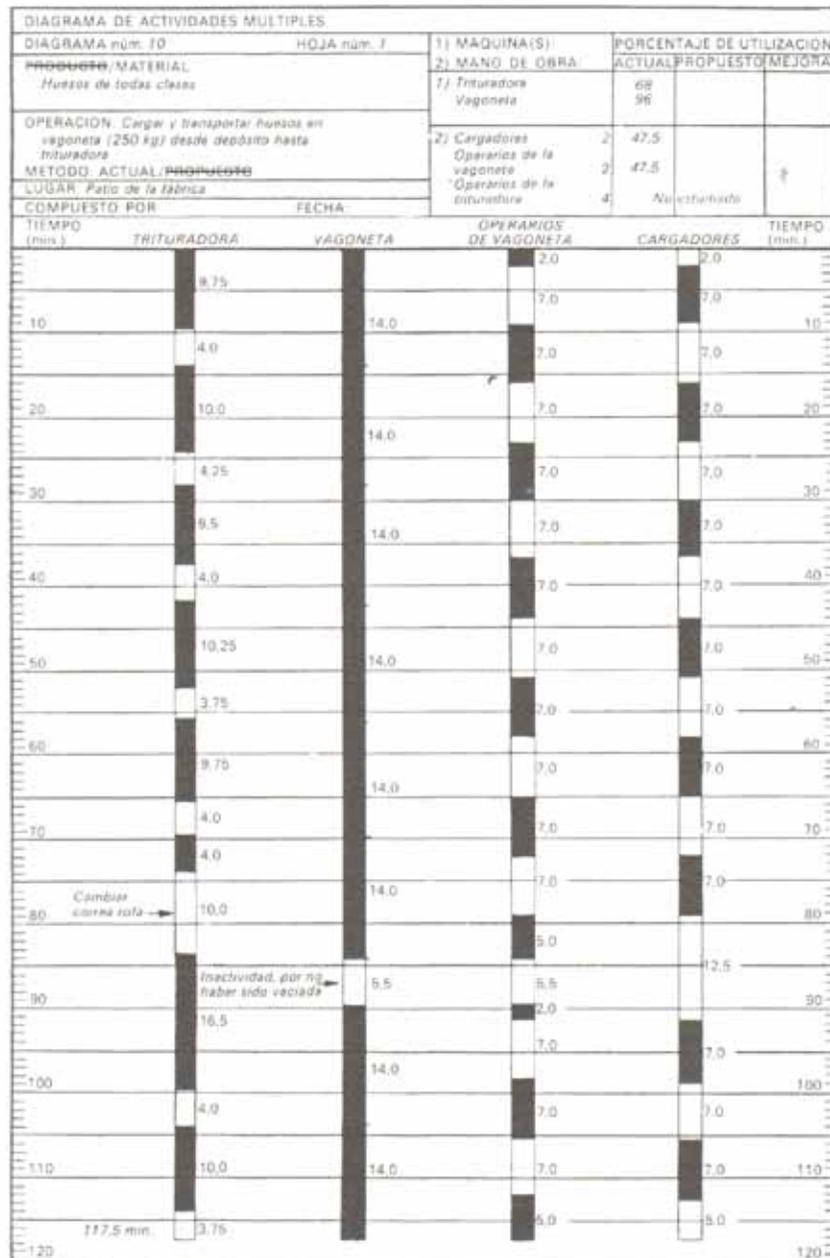


Figura 25. Diagrama combinado de actividades múltiples para trabajo en equipo y máquina: trituración de huesos (método original)

Nota Fuente: Oficina Internacional del Trabajo. (1980). Introducción al estudio del trabajo (p.145). (3a. ed. revisada). Ginebra, Suiza: Limusa - Willey.

Las cantidades dadas en la tabla 3 se determinaron con las actividades de los trabajadores, de la vagoneta y de la máquina trituradora examinadas durante un total de ocho ciclos, que duraron un total de 117,5 minutos:

**Tabla 3:**

Actividades de cargadores de vagoneta y trituradora (método original)

<i>Cargar la vagoneta</i>	<i>7 min. (2 hombres)</i>
<i>Transportar en vagones hasta la trituradora, descargar y volver</i>	<i>7 min. (2 hombres)</i>
<i>Carga de la vagoneta</i>	<i>250 kg.</i>
<i>Peso transportado en 117,5 minutos</i>	<i>8 x 250 = 2000 kg.</i>
<i>Espera de la trituradora</i>	<i>37,75 min.</i>

*Nota.* Fuente: Oficina Internacional del Trabajo. (1980). Introducción al estudio del trabajo (p.147). (3a. ed. revisada). Ginebra, Suiza: Limusa - Willey.

Se representaron en un diagrama (figura 25) las actividades de la trituradora, de la vagoneta, de los operarios de ésta y de los cargadores. El diagrama indica que se invirtieron 10 minutos en sustituir una correa rota; pero una vez reparada, la trituradora funcionó ininterrumpidamente 16,5 minutos, en vez de los 10 minutos normales, con la carga de otra vagoneta que ya estaba preparada. Si se descuentan los 4 minutos normales de inactividad, el período de inactividad neta no pasa de 6 minutos. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.147)

### **Examinar con espíritu crítico**

El examen crítico del diagrama muestra claramente que la trituradora estaba inactiva 31,75 minutos de cada 111,5 minutos (no contando los 6 minutos de avería), o sea durante 28,5 por ciento del tiempo de trabajo posible. Cada grupo de trabajadores (cargadores y operarios de la vagoneta) descansaba 50 por ciento del tiempo hábil. Al examinar el diagrama se le ocurre a uno la pregunta: <<¿Por qué no cargan la vagoneta los que la empujan?>>. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.147).

“La respuesta es que, si lo hicieran, no descansarían y tendrían que trabajar sin interrupción para que la trituradora funcionara igual que antes. Se

ahorraría mano de obra, pero no se mejoraría la productividad de la instalación” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.147).

El diagrama de la zona de trabajo y la información que antecede muestran que los trabajadores que separan los huesos en los depósitos marcados <<Huesos>> tienen que llevar los ya clasificados hasta el montón marcado <<Huesos seleccionados>> para que los carguen en la vagoneta. Ahí surge la pregunta: <<¿Por qué los trabajadores que clasifican los huesos no los cargan directamente en la vagoneta?>>. Podrían hacerlo si se prolongaran los carriles unos 20 metros hasta los depósitos de huesos. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.148)

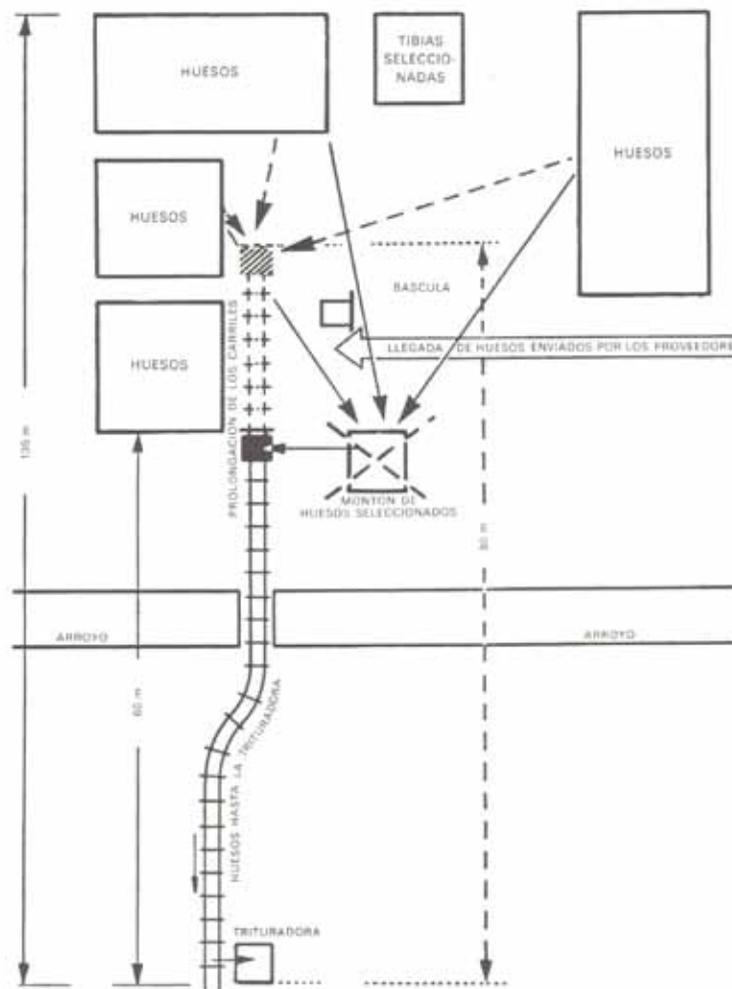


Figura 26. Trituración de huesos: disposición de la zona de trabajo  
 Nota Fuente: Oficina Internacional del Trabajo. (1980). Introducción al estudio del trabajo (p.146). (3a. ed. revisada). Ginebra, Suiza: Limusa - Willey.

Con ello se suprimirían los cargadores, pero quedarían por resolver los 4 minutos de inactividad de la trituradora mientras espera que la vagoneta vuelva con otra carga. Los trabajadores que clasifican los huesos son más numerosos que los cargadores y pueden cargar la vagoneta con mayor rapidez que ellos; si se redujera la carga de cada vagoneta se invertiría menos tiempo en cargarla y se necesitaría un esfuerzo menor para empujarla; de este modo tal vez fuera posible ajustarse al ciclo de la trituradora y eliminar la espera. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.148)

### Idear el método perfeccionado

Las rayas de cruces de la figura 26 indican el alargamiento de los carriles hasta áreas de almacenamiento de los huesos. Los trabajadores suprimidos fueron asignados a otros puestos de trabajo. La figura 27 muestra el diagrama de actividades múltiples establecido el método perfeccionado. El proceso se desarrolla ahora en los tiempos siguientes:

**Tabla 4:**

Actividades de cargadores de vagoneta y trituradora (método perfeccionado)

<i>Cargar la vagoneta</i>	<i>1 min.</i>
<i>Transportar en vagones hasta la trituradora, descargar y volver</i>	<i>1 min.</i>
<i>Carga de la vagoneta</i>	<i>175 kg.</i>
<i>Peso transportado en 115,5 minutos</i>	<i>15 x 175 = 2625 kg.</i>
<i>Espera de la trituradora</i>	<i>6 min.</i>

*Nota.* Fuente: Oficina Internacional del Trabajo. (1980). Introducción al estudio del trabajo (p.148). (3a. ed. revisada). Ginebra, Suiza: Limusa - Willey.

Como puede verse, ha subido mucho el porcentaje de tiempo de funcionamiento de la trituradora. El tiempo de espera de la trituradora comprende, como puede verse en el diagrama, 3 minutos para extraer los huesos demasiado duros, operación poco corriente. Si se excluye este tiempo para comparar el rendimiento de los dos métodos, vemos que la trituradora podría estar funcionando en total 112,5 minutos. El incremento de lo producido

por la trituradora en períodos equivalentes asciende a 625 kilogramos, y su aumento de productividad representa 29,5 por ciento. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.148)

Del total de ocho trabajadores, dos quedaros libres para ser ocupados en otros trabajos; por lo tanto, la productividad de mano de obra y de máquina se elevó en:

$$\text{Para trabajadores} \left( \frac{2725 \times 8}{2000 \times 6} - 1 \right) \times 100 = 75\%$$

$$\text{Para trituradora} \left( \frac{2625 \times 8}{2000 \times 15} - 1 \right) \times 100 = 30\%$$

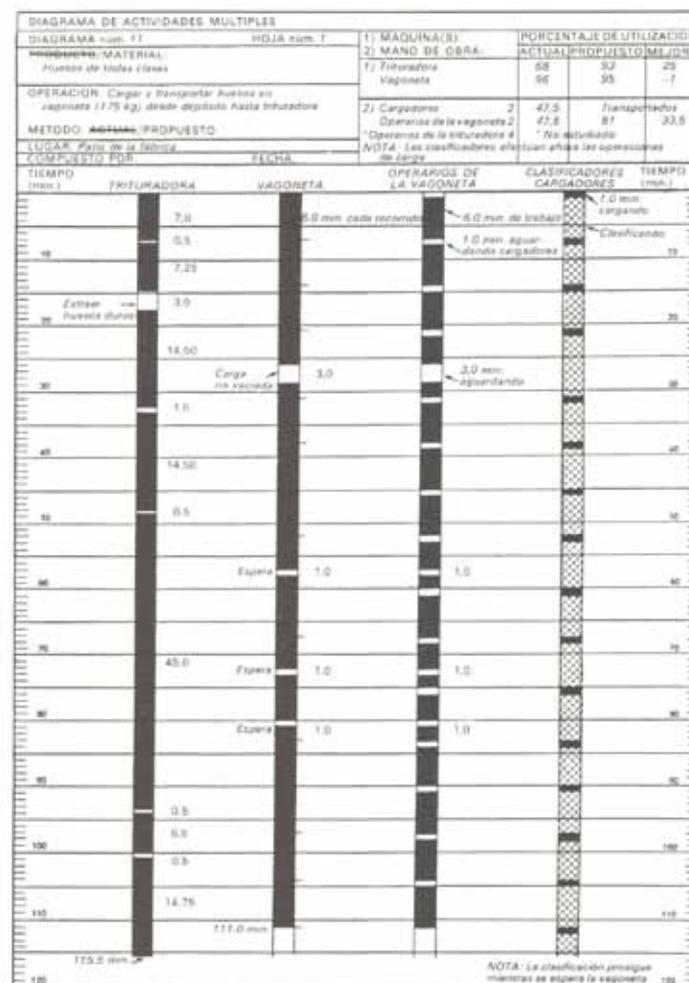


Figura 27. Diagrama combinado de actividades múltiples para trabajo en equipo y máquina: trituración de huesos (método perfeccionado)

Nota Fuente: Oficina Internacional del Trabajo. (1980). Introducción al estudio del trabajo (p.149). (3a. ed. revisada). Ginebra, Suiza: Limusa - Willey.

El espacio hasta ahora ocupado por los <<huesos seleccionados>> se puede utilizar con otros fines. Este ejemplo es una notable demostración de cómo es posible incrementar la productividad de la tierra, de las instalaciones y de la mano de obra mediante la aplicación adecuada y sistemática del estudio de métodos. El único gasto suplementario en que se incurrió fue el ocasionado por la instalación de 20 metros más de carril ligero para la vagoneta. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.148)

### **Ejercicio 3.4.**

En el ejemplo de diagrama de actividades múltiples para trabajo en equipo y máquina: trituración de huesos, tanto para el método original y perfeccionado, responder:

- a. ¿Por qué no cargan la vagoneta los que la empujan?
- b. ¿Por qué los trabajadores que clasifican los huesos no los cargan directamente a la vagoneta?
- c. ¿La carga que transporta la vagoneta puede ser modificada?. ¿Por qué?
- d. ¿Cuál es el tiempo de ciclo?
- e. ¿Qué porcentaje de tiempo inactivo tiene la trituradora?
- f. ¿En qué porcentaje cambia el tiempo de ciclo de la trituradora?

### **El gráfico de trayectoria**

El diagrama de hilos lleva bastante tiempo para confeccionar, y cuando los movimientos son muy numerosos y siguen trayectos complicados, el diagrama puede acabar en una maraña de hilos entrecruzados. En ese caso, el gráfico de trayectoria es una técnica de registro más rápida y más cómoda. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.150)

“El gráfico de trayectoria es un cuadro donde se consignan datos cuantitativos sobre los movimientos de trabajadores, materiales o equipo entre cualquier número de lugares y durante cualquier período dado de tiempo” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.150).

En la figura 28 aparece un gráfico de trayectoria típico, donde se consignaron los movimientos del mensajero encargado en una oficina de llevar documentos o recados a los diversos escritorios y despachos. La forma en que

éstos están distribuidos por la oficina se puede ver en el esquema (esquina superior derecha). (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.150)

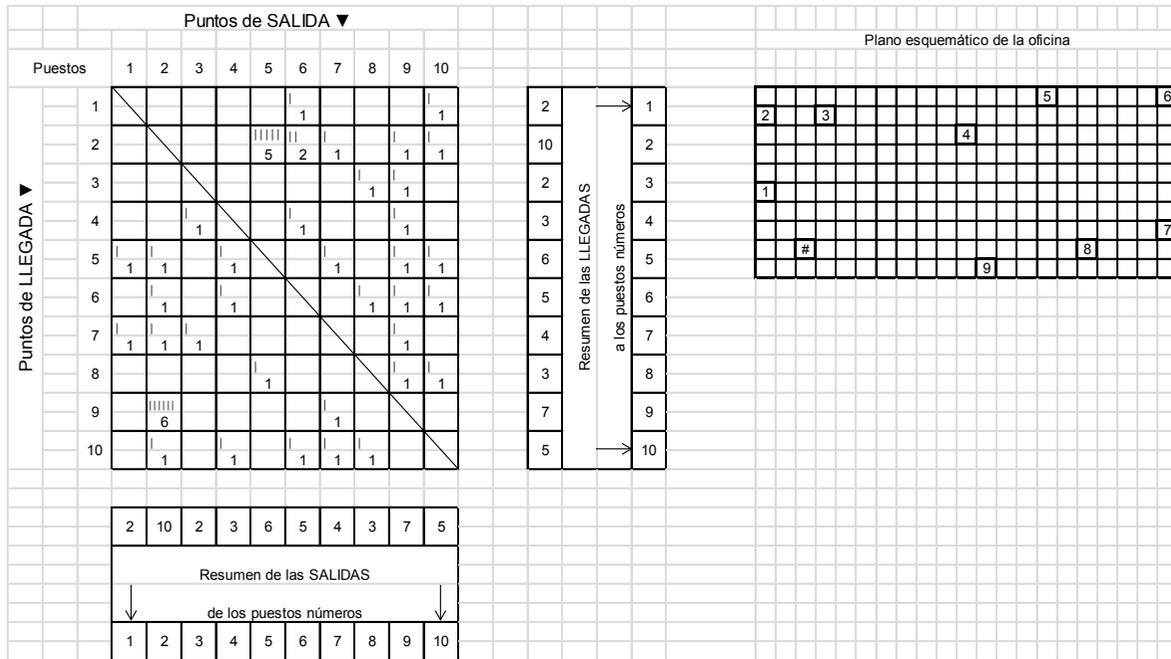


Figura 28. Gráfico de trayectoria: movimiento del mensajero dentro de una oficina  
 Nota Fuente: Oficina Internacional del Trabajo. (1980). Introducción al estudio del trabajo (p.151). (3a. ed. revisada). Ginebra, Suiza: Limusa – Willey.

El gráfico de trayectoria siempre es un cuadrado, que a su vez se cuadrícula. Cada cuadradito representa un puesto de trabajo, o sea, en este ejemplo, un sitio donde se detiene el mensajero. Como hay diez puestos se dibujaron en el gráfico diez cuadraditos horizontales, numerados de izquierda a derecha de 1 a 10, y diez cuadraditos verticales, numerados de arriba abajo también de 1 a 10. Por encima de los cien cuadraditos resultantes se trazó una diagonal que va de la esquina de arriba a la izquierda hasta la de abajo a la derecha. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.150)

Los cuadraditos de la parte de arriba representan los lugares de salida del recorrido; los de la parte inferior izquierda representan los lugares de llegada. Supongamos que el mensajero vaya del puesto 2 al puesto 9 y que el especialista quiera anotarlo: empezando por el casillero 2 de la hilera de arriba, va haciendo correr el lápiz para abajo, siempre por la misma columna, hasta que llega a la hilera horizontal que tiene el 9 en el margen izquierdo.

Ahí hace una señal en el correspondiente cuadradito, que es el de destino, y así se sabrá que hubo un viaje del puesto 2 al puesto 9. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.150)

### **Ejemplo de Gráfico de Trayectoria: Movimiento del mensajero dentro de una oficina**

#### **Registrar**

En la etapa inicial, es decir aquella en donde el técnico observa y escribe los movimientos del mensajero dentro de la oficina, necesita un formato denominado hoja de análisis, como el mostrado en la figura 29. En el lado derecho del gráfico de trayectoria escribe el resumen total de llegadas a los puestos, anotándolo frente al dígito que le corresponde de acuerdo a las cifras del antiguo margen izquierdo. En la parte de abajo escribe el resumen total de salidas de los puestos, colocando debajo del cuadrado que le corresponde según las cifras de los puestos que encabezan el gráfico.

Examinando los resúmenes expuestos en la figura 28, se observa, que para cada sitio, existen el mismo número de llegadas en la síntesis vertical que el número de salidas en la síntesis horizontal, lo que significa que el mensajero terminó su ciclo en el puesto donde había empezado el estudio. Si se hubiera acabado en cualquier otro puesto (o si el trabajo se hubiera detenido cuando el mensajero estaba en otro puesto), en los resúmenes habría un sitio con una llegada adicional a las salidas: el último sitio del estudio.

#### **Examinar con espíritu crítico**

Mirando los totales del gráfico se ve que hubo diez llegadas al puesto 2, siete al puesto 9 y seis al puesto 5, y que éstos eran los puestos de mayor movimiento. Si se observan los detalles, queda confirmado que así es: hubo seis idas del puesto 2 al 9 y cinco del puesto 5 al 2. El trayecto más común es: 5-2-9. Entonces, si al empleado del puesto 5 le fuera posible colocar lo que fuera acabando en el casillero de entrada del puesto 2, y al empleado de este puesto pasar lo que acabe él al puesto 9, el empleado se ahorraría gran parte de su recorrido actual. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.153)

HOJA DE ANÁLISIS													
Departamento:	Mezcla						Sección: /			Análisis núm.: 147			
Equipo:	Elevadora: Paletas									Hoja: / de 2			
Operación:	Llevar bidones de 25 l. a mezcladora y a inspección (puesto 6)									Por: CBA			
Salidas de:	2	9	7	4	3	9	6	1	9	6	3	2	9
Llegadas de:	9	7	4	3	9	6	1	9	6	3	2	9	7
Número de bidones:	10	—	20	10	—	30	10	—	30	10	—	30	—
De:	7	1	6	4	9	8	2	5	9	7	2	5	9
Llegadas de:	1	6	4	9	8	2	5	9	7	2	5	9	6
Número de bidones:	10	20	—	30	40	20	30	40	10	20	10	30	40
De:	6	1	9										
Llegadas de:	1	9	6										
Número de bidones:	—	30	30										

Figura 29. Hoja de análisis

*Nota Fuente:* Oficina Internacional del Trabajo. (1980). Introducción al estudio del trabajo (p.152). (3a. ed. revisada). Ginebra, Suiza: Limusa - Willey.

### Ejemplo de gráfico de trayectoria: manipulación de materiales

En la figura 30 se presenta un ejemplo de gráfico de trayectoria que formaba parte de un estudio sobre manipulación de materiales. En el taller del estudio se mezclaban distintas proporciones de sustancias en ocho máquinas, y las mezclas se sometían a inspección llevándolas a lo que se designó como <<puesto 6>>. Para llevarlas se utilizaban bidones de 25 litros, que se colocaban en paletas y se trasladaban en una elevadora de horquilla. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.153)

### Registrar

Los recorridos realizados se iban anotando en un formato de hoja de análisis igual a la de la figura 29, en donde se anotaban, además de las salidas y llegadas, la cantidad de bidones trasladados cada vez. El gráfico de

trayectoria consolidado después con estos datos aparece en la figura 30. El número total de puestos es de nueve, mismos que corresponden a las ocho mezcladoras y un banco de inspección.

En cada cuadrado de llegada, a un lado de la marca indicativa del número de viaje se registraron también los bidones llevados, y al final, en los resúmenes de salidas y llegadas, se especificaron el total del número de viajes como de bidones.

### **Examinar con espíritu crítico**

No son muchos los datos que se pueden sacar de la hoja de análisis: apenas que, de los veintinueve viajes que se hicieron, siete fueron sin carga y que el número de bidones se situaba entre 10 y 40. El gráfico de trayectoria, en cambio, muestra inmediatamente que los puestos 6 y 9 tienen mucho movimiento. Hubo cinco llegadas al puesto 6, donde se entregaron en total 150 bidones. (El puesto 6 era el banco de inspección).

Esas llegadas correspondían a cuatro salidas de la estación 9 con una carga total de 130 bidones. Así, pues, el trayecto más frecuente con la mayor cantidad de bidones era del puesto 9 al banco de inspección, de modo que convenía disponer los locales para que fuera lo más corto posible. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.154)

Al puesto 9 se hicieron ocho viajes y se entregaron 170 bidones. Estos habían salido de los puestos 1, 2, 4 y 5, mientras que del puesto 3 hubo una salida sin carga. Parecería que los puestos 1, 2, 4 y 5 son los que abastecen al puesto 9, que envía su trabajo al banco de inspección (aunque habría que verificarlo con un estudio más a fondo).

Si así es, habría motivo para disponer nuevamente el taller y colocar esos puestos más cerca unos de otros y entonces quizá fuera posible realizar la mayor parte de los transportes aprovechando la fuerza de gravedad gracias a transportadores de rodillos. En este ejemplo no se ha presentado un dibujo del taller ni un cuadro de las distancias entre puestos, indispensables ambos para utilizar un gráfico de trayectoria. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.155)

		Puntos de SALIDA ▼										
Puestos		1	2	3	4	5	6	7	8	9	Núm. de viajes	Núm. de bidones
Puntos de LLEGADA ▼	1						10   -	10			3	→ 20
	2			-				20	20		3	40
	3				10		10				2	20
	4						-	20			2	20
	5		30   10								2	40
	6	20								30   50   40   30	5	150
	7									-   -   10	3	10
	8								40		1	40
	9	30   -	10   30	-	30	40					8	→ 170
											Resumen de las LLEGADAS	
Núm. de viajes		3	4	2	2	2	4	3	1	8		
		Resumen de las SALIDAS										
Núm. de bidones		50	80	-	40	70	20	50	20	180		

Figura 30. Gráfico de trayectoria: manipulación de materiales  
 Nota Fuente: Oficina Internacional del Trabajo. (1980). Introducción al estudio del trabajo (p.154). (3a. ed. revisada). Ginebra, Suiza: Limusa - Willey.



# Capítulo

# 4

**MEDICIÓN DEL TRABAJO**



## Las técnicas de medición del estudio del trabajo

“Las principales técnicas que se emplean en la medición del trabajo son las siguientes:

- Estudio de tiempos con cronómetro.
- Muestreo del trabajo.
- Sistemas de normas de tiempo predeterminadas (NTPD).
- Datos tipo” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.198).

### Estudio de tiempos: el material, selección y cronometraje del trabajo

El estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.211)

### Material fundamental

La técnica denominada estudio de tiempos necesita cierto material fundamental, así tenemos:

- Un cronómetro (específico para estudio de tiempos);
- Un tablero para formularios de observaciones;
- Formularios para estudio de tiempos.

Los anteriores son herramientas que el especialista debe llevar en todo momento, sin embargo además deberá tener a su disposición:

- Una calculadora;
- Un reloj preciso con segundero;
- Instrumentales complementarios para medir: cinta métrica, micrómetro, balanza de resortes, tacómetro (contador de revoluciones) y otros materiales necesarios, dependiendo del tipo de estudio que necesite efectuar.

### Descomponer la tarea en elementos

Luego de anotar todos los datos sobre la actividad y el obrero necesarios para identificarlos adecuadamente más adelante y de verificar que el pro-

ceso que se utiliza es el óptimo o el más adecuado en las actuales circunstancias, el técnico en medición del trabajo deberá descomponer la tarea en elementos.

“Elemento es la parte delimitada de una tarea definida que se selecciona para facilitar la observación, medición y análisis” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.233).

“Ciclo de trabajo es la sucesión de elementos necesarios para efectuar una tarea u obtener una unidad de producción. Comprende a veces elementos casuales” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.233).

### Tamaño de la muestra

“Algunos autores y ciertas empresas como la General Electric han adoptado, pues, una guía convencional para determinar el número de ciclos que cronometrarán, y la guía se basa en el número total de minutos por ciclo (véase tabla 5)” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.237).

También es importante que las observaciones se hagan durante cierto número de ciclos, a fin de tener la seguridad de que podrán observarse varias veces los elementos casuales; eliminación de cajas de piezas acabadas, limpieza periódica de las máquinas, afiladura de las herramientas, etc.. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.237)

**Tabla 5:**

Número de ciclos recomendados para el estudio de tiempos

<i>Minutos por ciclo</i>	<i>Hasta 0,10</i>	<i>Hasta 0,25</i>	<i>Hasta 0,50</i>	<i>Hasta 0,75</i>	<i>Hasta 1,0</i>	<i>Hasta 2,0</i>
<i>Número de ciclos recomendado</i>	200	100	60	40	30	20
<i>Minutos por ciclo</i>	<i>Hasta 5,0</i>	<i>Hasta 10,0</i>	<i>Hasta 20,0</i>	<i>Hasta 40,0</i>	<i>Más de 40,0</i>	
<i>Número de ciclos recomendado</i>	15	10	8	5	3	

*Nota.* Fuente: Oficina Internacional del Trabajo. (1980). Introducción al estudio del trabajo (p.238). (3a. ed. revisada). Ginebra, Suiza: Limusa - Willey.

## Valoración del ritmo

### El trabajador calificado

“Los estudios de tiempos se deberían hacer, en lo posible, con varios trabajadores calificados, y es preferible evitar a los muy rápidos o muy lentos, por lo menos mientras se efectúan los primeros estudios de una operación” (Oficina Internacional del Trabajo, 1908, p.242).

No siempre se puede cronometrar una tarea con un trabajador calificado promedio, y aunque se pudiera, le ocurriría como a todos los hombres, que no trabajan igual día tras día y ni siquiera minuto tras minuto. El analista tiene que disponer de algún medio para evaluar el ritmo de trabajo del operario que observa y situarlo con relación al ritmo normal. Ese es el proceso que denominamos valoración del ritmo. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.245)

Trabajador calificado es aquel de quien se reconoce que tiene aptitudes físicas necesarias, que posee la requerida inteligencia e instrucción y que ha adquirido la destreza y conocimientos necesarios para efectuar el trabajo en curso según normas satisfactorias de seguridad, cantidad y calidad. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.242)

“Valorar el ritmo de trabajo es justificarlo por correlación con la idea que se tiene de lo que es el ritmo tipo” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.246).

Desempeño tipo es el rendimiento que obtienen naturalmente y sin forzarse los trabajadores calificados, como promedio de la jornada o turno, siempre que conozcan y respeten el método especificado. A ese desempeño corresponde el valor de 100 en las escalas de valoración del ritmo y del desempeño. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.246)

El objeto de la valoración es el de determinar, tomando como base el tiempo que invierte efectivamente un obrero observado, cuál es el tiempo tipo que un trabajador calificado medio puede realizar y a su vez servir como base fundamental para la planificación, regulación y establecimiento de los sistemas de primas.

### Tiempo básico. Escalas de valoración

“La valoración se la utiliza como un factor por el cual se multiplica el tiempo observado para obtener el tiempo básico, o sea el tiempo que tardaría en realizar la operación el trabajador calificado con suficiente motivo para aplicarse” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.253). “Actualmente se utilizan varias escalas de valoración, pero las más corrientes son la 100-133, la 60-80, la 75-100 y la norma británica 0-100” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.153).

En las escalas 100-133, 60-80 y 75-100, el valor más bajo se atribuyó en cada caso al ritmo de trabajo de un operario retribuido por tiempo, y el más elevado, que es siempre superior en un tercio, al que hemos llamado <<ritmo tipo>>, o sea el del obrero calificado debidamente motivado, por ejemplo gracias a un sistema de remuneración por rendimiento. (Oficina Internacional del Trabajo, 1908, p.153)

#### Tabla 6:

Ejemplo de ritmos de trabajo expresados según las principales escalas de valoración

Escalas				Descripción del desempeño	Velocidad de marcha comparable <sup>1</sup> (km/h)
60-80	75-100	100-133	0-100 (Norma británica)		
0	0	0	0	Actividad nula.	0
40	50	67	50	Muy lento; movimientos torpes, inseguros; el operario parece dormido y sin interés en el trabajo.	3,2
60	75	100	75	Constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado a destajo, pero bien dirigido y vigilado; parece lento, pero no pierde tiempo adrede mientras lo observan.	4,8
80	100	133	100 (Ritmo tipo)	Activo, capaz, como de obrero calificado medio, pagado a destajo; logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado.	6,4
100	125	167	125	Muy rápido el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima de las del obrero calificado medio.	8

120	150	200	<b>150</b>	Excepcionalmente rápido; concentración y esfuerzo intenso sin probabilidad de durar por largos períodos; actuación de <<virtuoso>>, sólo alcanzada por unos pocos trabajadores sobresalientes.	9,6
<sup>1</sup> Partiendo del supuesto de un operario de estatura y facultades físicas medias, sin carga, que camine en línea recta, por terreno llano y sin obstáculos.					

*Nota.* Fuente: Oficina Internacional del Trabajo. (1980). Introducción al estudio del trabajo (p.254). (3a. ed. revisada). Ginebra, Suiza: Limusa – Willey.

La escala más reciente 0-100 denominada norma británica, es la más recomendada. La cifra 100 representa el desempeño tipo. Si el analista opina que la operación se está realizando a una velocidad inferior a la que en su concepto es la norma, aplicará un factor inferior a 100, digamos 90 o 75 o lo que le parezca representar la realidad. Si, en cambio, opina que el ritmo efectivo de trabajo es superior a la norma, aplicará un factor a 100: 110, 115 o 120, por ejemplo. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.253)

Para la efectuar la valoración es práctica común redondear los valores al múltiplo de 5 más inmediato. Para calcular el tiempo corregido o tiempo básico, este se lo obtiene de la división del valor atribuido para el valor tipo (100 para la norma británica).

$$TN = T \times Fd \quad \text{Ec.4.1}$$

Donde:

TN = Tiempo Normal o básico [min./unidad, h./unidad].

T = Tiempo observado o cronometrado [min./unidad, h./unidad].

Fd = Factor de valoración o desempeño [adimensional].

$$TS = TN \times (1 + s) \quad \text{Ec.4.2}$$

Donde:

TS = Tiempo estándar o tipo [min./unidad, h./unidad].

s = Suplementos [%].

Es recomendable efectuar la valoración del ritmo cuando se está desarrollando el elemento y registrarla antes de realizar el cronometraje, puesto que caso contrario se corre el riesgo de que los tiempos y sus respectivas valoraciones anteriores del mismo elemento intervengan en la apreciación real.

### **El tiempo seleccionado**

“El tiempo seleccionado es el que se elige por representativo de un grupo de tiempos correspondientes a un elemento o grupo de elementos. Puede tratarse de tiempos observados o básicos, que se designarán como tiempos observados seleccionados o tiempos básicos seleccionados” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.260).

Existen varios métodos para examinar y seleccionar el tiempo básico representativo de un elemento constante. Tal vez el más común, consiste en sacar el promedio de los tiempos correspondientes a ese elemento sumando todos los tiempos básicos calculados y dividiendo el total por el número de veces que se había registrado el elemento. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.261)

### **Contenido de trabajo**

“Contenido de trabajo de una tarea u operación es el tiempo básico + el suplemento por descanso + un suplemento por trabajo adicional, o sea la parte del suplemento por contingencias que representa trabajo” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.269).

### **Cálculo de los suplementos**

La tabla 7 presenta el modelo básico para el cálculo de los suplementos. Los suplementos por descanso (destinados a reponerse de la fatiga) son la única parte esencial del tiempo que se añade al tiempo básico. Los demás suplementos, como por contingencias, por razones de política de la empresa y especiales, solamente se aplican bajo ciertas condiciones. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.271)

**Tabla 7:**

- 1 Suplementos por descanso.
  - 1.1 Suplementos fijos. (Necesidades personales, fatiga básica).
  - 1.2 Suplementos variables. (Tensión y esfuerzos, factores ambientales).
- 2 Suplementos por contingencias.
- 3 Suplementos por razones de política de empresa.
- 4 Suplementos especiales.

*Nota.* Fuente: Oficina Internacional del Trabajo. (1980). Introducción al estudio del trabajo (p.271). (3a. ed. revisada). Ginebra, Suiza: Limusa - Willey.

**Suplementos por descanso**

Suplemento por descanso es el que se añade al tiempo básico para dar al trabajador la posibilidad de reponerse de los efectos fisiológicos y psicológicos causados por la ejecución de determinado trabajo en determinadas condiciones y para que pueda atender a sus necesidades personales. Su cuantía depende de la naturaleza del trabajo. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.272)

Normalmente los suplementos por fatiga se añaden elemento por elemento a los tiempos básicos, de modo que se calcula por separado el total de trabajo de cada elemento, y los respectivos tiempos se combinan para hallar el tiempo tipo de toda la tarea u operación. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.272)

Los suplementos por variaciones climáticas deben aplicarse al turno de trabajo o a la jornada de trabajo, más bien que al elemento o tarea. El tiempo tipo de la tarea permanece inalterado, que se ejecute en verano o en invierno, dado que debe servir para medir el trabajo que contiene la tarea. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.272)

Los suplementos por descanso tienen dos partes esenciales: los suplementos fijos y los suplementos variables. A su vez los suplementos fijos, son de dos clases:

**1. Suplemento por necesidades personales,** que se aplica a los casos inevitables de abandono del puesto de trabajo, por ejemplo para ir a beber algo, a lavarse o al retrete; en la mayoría de las empresas que lo aplican,

suele oscilar entre el 5 y el 7 por ciento (del trabajo exterior más tiempo condicionado por la máquina). (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.272)

**2. Suplemento por fatiga básica**, que es siempre una cantidad constante y se aplica para compensar la energía consumida en la ejecución de un trabajo y para aliviar la monotonía. Es corriente que se fije en 4 por ciento del tiempo básico, cifra que se considera suficiente para un trabajador que cumple su tarea sentado, que efectúa un trabajo ligero en buenas condiciones materiales y que no precisa emplear sus manos, piernas y sentidos sino normalmente. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.272)

“Los suplementos variables se añaden cuando las condiciones de trabajo difieren mucho de las indicadas, por ejemplo cuando las condiciones ambientales son malas y no se pueden mejorar, cuando aumentan el esfuerzo y la tensión para ejecutar determinada tarea, etc.”. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.272).

### **Ejemplos de cálculo de suplementos por descanso**

Utilizando los Anexos 4.1 y 4.2; que nos determinan las tablas de tensiones relativas y de conversión respectivamente, calcular en forma aproximada el suplemento por fatiga para cada caso.

#### **Ejercicio 4.1.**

*Accionamiento de una prensa mecánica.*- Cuando la guarda de la prensa se abre automáticamente, estirar la mano izquierda hasta la pieza y extraerla. Con la mano izquierda llevar la pieza hasta el recipiente previsto, mientras la mano derecha coloca una pieza no trabajada en el troquel de la prensa. Retirar la mano derecha mientras la izquierda cierra la guarda. Accionar la prensa con el pie.

Simultáneamente, estirar la mano derecha hasta el recipiente, asir una pieza basta y orientarla en la mano, llevar la pieza hasta la guarda y esperar que ésta se abra. Prensa de 20 toneladas. Extensión máxima del brazo: 50 cm. Posición algo forzada; sentado en la máquina. Departamento ruidoso; buena luz. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.443)

**Tabla 8:**

Grados de tensión para cálculo de suplementos (ejercicio 4.1)

Tipo de Tensión	Grado de tensión	Puntos
<b>A. Tensión física</b>		
1. Fuerza media (kg.)	–	
2. Postura	B	
3. Vibraciones	B	
4. Ciclo breve	A	
5. Ropa molesta	–	
<b>B. Tensión mental</b>		
1. Concentración/ansiedad	M	
2. Monotonía	M	
3. Tensión visual	B	
4. Ruido	M	
<b>C. Condiciones de trabajo</b>		
1. Temperatura/humedad	–	
2. Ventilación	–	
3. Emanación de gases	–	
4. Polvo	–	
5. Suciedad	M	
6. Presencia de agua	–	
A=Alto, M=Mediano, B=Bajo.		

*Nota.* Fuente: Oficina Internacional del Trabajo. (1980). Introducción al estudio del trabajo (p.444). (3a. ed. revisada). Ginebra, Suiza: Limusa – Willey.

**Ejercicio 4.2.**

*Transportar saco de 25 kg al piso superior.-* Levantar el saco y apoyarlo en un banco de 90 cm de altura, colocarlo en la espalda, subirlo por la escalera al piso superior y soltarlo en el suelo. Presencia de polvo en el aire. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.444)

**Tabla 9:**

Grados de tensión para cálculo de suplementos (ejercicio 4.2)

<b>Tipo de Tensión</b>	<b>Grado de tensión</b>	<b>Puntos</b>
<b>A. Tensión física</b>		
1. Fuerza media (kg.)	M	
2. Postura	M	
3. Vibraciones	B	
4. Ciclo breve	B	
5. Ropa molesta	–	
<b>B. Tensión mental</b>		
1. Concentración/ansiedad	B	
2. Monotonía	B	
3. Tensión visual	–	
4. Ruido	B	
<b>C. Condiciones de trabajo</b>		
1. Temperatura/humedad	B/B	
2. Ventilación	–	
3. Emanación de gases	–	
4. Polvo	A	
5. Suciedad	B	
6. Presencia de agua	B	
A=Alto, M=Mediano, B=Bajo.		

*Nota.* Fuente: Oficina Internacional del Trabajo. (1980). Introducción al estudio del trabajo (p.444). (3a. ed. revisada). Ginebra, Suiza: Limusa - Willey.

**Ejercicio 4.3.**

*Empaquetar bombones.*- En cajas de 2 kg, disponiéndolos según un esquema y en tres capas, con un promedio de 160 por caja. El trabajador se sienta delante de una estantería donde hay 11 clases de bombones en bandejas o latas; deberá empaquetarlos siguiendo de memoria el esquema de cada capa. Ambiente con aire acondicionado, buena luz. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p. 444)

## Suplementos por contingencias

“Suplemento por contingencias es el pequeño margen que se incluye en el tiempo tipo para prever legítimos añadidos de trabajo o demora que no compensa medir exactamente porque aparecen sin frecuencia ni regularidad” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.274).

**Tabla 10:**

Grados de tensión para cálculo de suplementos (ejercicio 4.3)

Tipo de Tensión	Grado de tensión	Puntos
<b>A. Tensión física</b>		
1. Fuerza media (kg.)	–	
2. Postura	B	
3. Vibraciones	–	
4. Ciclo breve	–	
5. Ropa molesta	–	
<b>B. Tensión mental</b>		
1. Concentración/ansiedad	M	
2. Monotonía	B	
3. Tensión visual	B	
4. Ruido	B	
<b>C. Condiciones de trabajo</b>		
1. Temperatura/humedad	B/B	
2. Ventilación	–	
3. Emanación de gases	–	
4. Polvo	–	
5. Suciedad	–	
6. Presencia de agua	–	
A=Alto, M=Mediano, B=Bajo.		

*Nota.* Fuente: Oficina Internacional del Trabajo. (1980). Introducción al estudio del trabajo (p.444). Tercera edición (revisada). Ginebra, Suiza: Limusa – Willey.

En los suplementos por contingencias “se contabilizan las ligeras demoras inevitables además de los pequeños trabajos fortuitos” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.274).

Los suplementos por contingencias son siempre brevísimos, y es costumbre expresarlos como trabajo de la tarea, acompañados por suplementos por descanso, que son, a su vez, porcentajes del respectivo suplemento por contingencias. Este último nunca debería pasar de 5 por ciento del tiempo básico, y sólo deberá concederse cuando el analista esté absolutamente seguro de que las contingencias no se pueden eliminar y están justificadas. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.274)

### **Suplementos por razones de política de la empresa**

El suplemento por razones de política es una cantidad, no ligada a las primas, que se añade al tiempo tipo (o a alguno de sus componentes, como el contenido de trabajo) para que, en circunstancias excepcionales, a un nivel definido de desempeño corresponda un nivel satisfactorio de ganancias. (Oficina Internacional del Trabajo, 1908, p.274)

### **Suplementos especiales**

“Pueden concederse suplementos especiales para actividades que normalmente no forman parte del ciclo de trabajo, pero sin las cuales éste no se podría efectuar debidamente” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.275). Si un trabajo determinado se remunera por rendimiento basándose en normas de tiempo es posible que se justifique un suplemento por comienzo, así mismo se adicionar un suplemento por cierre y un suplemento por herramientas, todo depende de las condiciones particulares del trabajo.

Determinados suplementos especiales se asignan regularmente por ocasión o por lote. Como ejemplos de estos suplementos se tienen, suplemento por montaje, suplemento por desmontaje, suplementos por cambios: por cambio de tarea o por cambio de lote.

Otras clases de suplementos especiales son: suplemento por aprendizaje, suplemento por formación, suplemento por implantación, suplemento por pequeños lotes.

### **El tiempo tipo o estándar**

“El tiempo tipo de la tarea será la suma de los tiempos tipo de todos los elementos que la componen, más el suplemento por contingencias (con su

añadido por descanso)” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.276). El tiempo tipo se expresa en minutos u horas tipo.

“Tiempo tipo es el tiempo total de ejecución de una tarea al ritmo tipo” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.277).

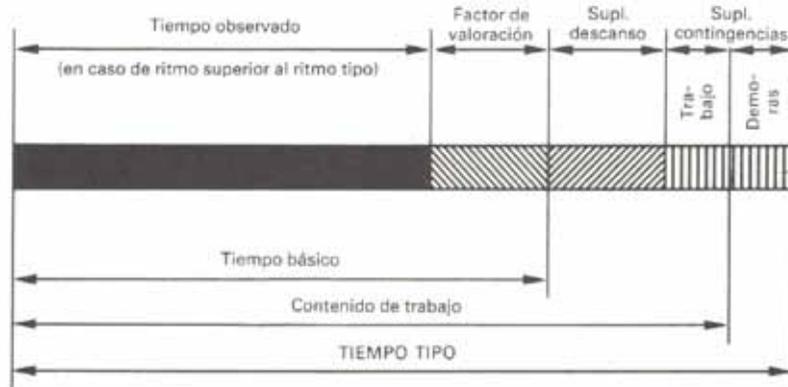


Figura 31. Cómo se descompone el tiempo tipo de una tarea manual simple

Nota Fuente: Oficina Internacional del Trabajo. (1980). Introducción al estudio del trabajo (p.277). (3a. ed. revisada). Ginebra, Suiza: Limusa - Willey.

#### Ejercicio 4.4.

Usted es el Gerente de producción de la fábrica de tarjetas “Locuras” y se le ha pedido que apruebe la compra de una máquina empacadora. El método actual de trabajo es un método individual cuyos tiempos normales de un estudio de tiempos son:

**Tabla 11:**

Tiempos normales de un estudio de tiempos (ejercicio 4.4)

<i>Estudio de Tiempos</i>	<i>Tiempo Normal (min./caja/obrero)</i>
1	3,57
2	3,65
3	3,7
4	3,74
5	3,56

Nota. Fuente: Palán, C. (2003). Medición del Trabajo y Productividad, Apuntes de clase. EPN. Maestría en Ingeniería Industrial y Productividad.

Bajo éste método se ha calculado que se pierden 40 minutos por día de trabajo. Cada caja contiene 30 cubiertones y cada cubiertón tiene 12 tarjetas. Un obrero en el empresa gana 40000 \$/día (1 día = 8 horas, 1 mes = 20 días). La máquina empacadora que requiere 2 hombres para su operación, en cambio costaría USD \$ 5000 (Vida útil = 5 años) y su operación cuesta 5000 \$/h.. Tiene una capacidad estándar de 7000 cubiertones por día.

### ¿Cuál opción recomendaría y por qué?

Si como política de incentivos, usted decide otorgar USD \$ 0,01 por cada tarjeta empacada adicional al estándar. ¿En cuánto tiempo y a qué costo entregaría 100000 tarjetas mediante el método individual con obreros  $F_d = 1,05$ ?

## Ejercicio 4.5

### Tabla 12:

Estudio de tiempos. Método cronometraje acumulativo (ejercicio 4.5)

Estudio de tiempos. Método cronometraje acumulativo.

<p><b>Operación:</b> compaginar materiales para los folletos de la universidad.  <b>Departamento:</b> universitario de trabajo  <b>Tamaño:</b> Folleto de 12 páginas de 8.5 x 11 pulgadas  <b>Inicio:</b> 12:10  <b>Detención:</b> 12:14  <b>Diferencia (tiempo transcurrido):</b> 4 min.  <b>Producción:</b> 10 folletos</p>														
Elementos	CICLOS										RESUMEN			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\Sigma T$	$\bar{T}$	$F_d$	TN
1 Compaginar hilera No. 1	0,1	0,47	0,79	1,15	1,51	1,92	2,26	2,62	3,16	3,56			1	
2 Golpear folletos sobre su borde	0,14	0,5	0,83	1,2	1,54	1,96	2,3	2,66	3,19	3,61			0,9	
3 Compaginar hilera No. 2	0,26	0,59	0,93	1,29	1,64	2,06	2,39	2,74	3,3	3,71			1	
4 Golpear folleto sobre el borde	0,3	0,61	0,96	1,34	1,67	2,1	2,43	2,77	3,35	3,75			0,9	
5 Engrapar folleto	0,36	0,67	1,03	1,39	1,74	2,16	2,49	2,83	3,43	3,8			1,1	
6 Poner a un lado													1	

		0,38	0,7	1,07	1,43	1,77	2,19	2,52	2,87	3,47	3,83				
7	Elementos misceláneos														
	a. Aplicar pegamento con los dedos														1
	b. Enderezar las pilas					1,83									1
	TOTAL								3,08						
															Minuto normal del ciclo

*Nota.* Fuente: Palán, C. (2003). Medición del Trabajo y Productividad, Apuntes de clase. EPN. Maestría en Ingeniería Industrial y Productividad.

La Metro University propuso una nueva guía para registro. Un Ingeniero de Planta realiza un estudio de tiempos de un trabajador conforme compaginaba folletos. El costo de mano de obra de los trabajadores en el grupo es de 5 USD \$/h. y aproximadamente 15 % del tiempo de cada trabajador se utiliza en limpiar el área de trabajo, tiempo personal, retrasos inevitables y otras actividades no productivas. ¿Cuál sería el costo de mano de obra para 30000 folletos de 12 páginas?

### Normas de tiempo para el trabajo con máquinas

Es cada vez más corriente que las tareas industriales estén compuestas en parte por elementos ejecutados a mano por el trabajador y en parte por elementos realizados automáticamente por máquinas o aparatos, mientras el trabajador permanece forzosamente inactivo o se ocupa de otra cosa. Para fijar normas de tiempo a las operaciones de este tipo, se han ideado técnicas especiales para algunas operaciones muy complejas. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.279)

### Un obrero y una máquina

“Los tiempos de una operación realizada por un solo hombre con una sola máquina se representan gráficamente y a escala en la figura 32, que ilustra el método perfeccionado del ejemplo del fresado de una pieza de hierro fundido” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.284), que se examinó en el capítulo III (figuras 23 y 24).

“Tiempo condicionado por la máquina (o por el proceso) es el que se tarda en completar la parte del ciclo que está determinada únicamente por

factores técnicos propios de la máquina (o del proceso)” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.284).

“Trabajo exterior es el compuesto por elementos que deben necesariamente ser ejecutados por el obrero fuera del tiempo condicionado por la máquina o proceso” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.284).

“Trabajo interior es el compuesto por elementos que pueden ser ejecutados por el obrero dentro del tiempo condicionado por la máquina o proceso” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.284).

“Tiempo no ocupado son los períodos comprendidos en el tiempo condicionado por la máquina (o proceso) y en los cuales el obrero ni realiza trabajo interior ni hace uso de un descanso autorizado” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.284).

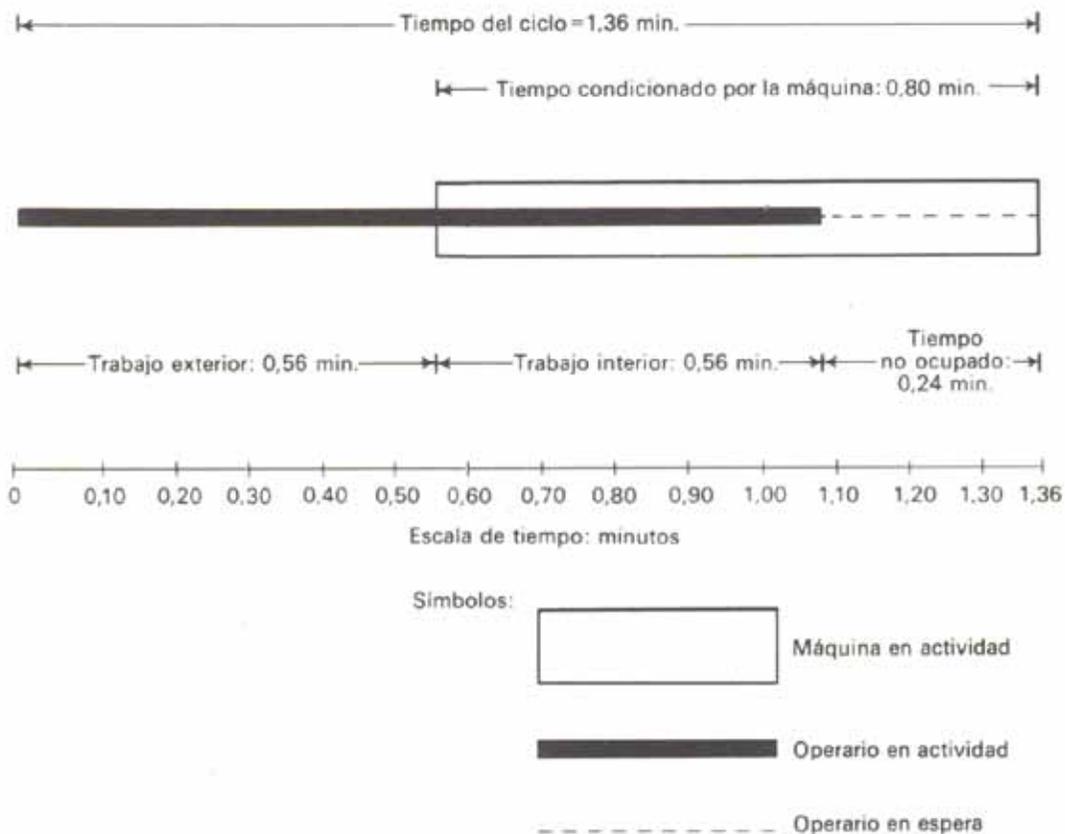


Figura 32. Operación de fresado: método perfeccionado

Nota Fuente: Oficina Internacional del Trabajo. (1980). Introducción al estudio del trabajo (p.285). (3a. ed. revisada). Ginebra, Suiza: Limusa - Willey.

El diagrama de la figura 32 se parece bastante a un inflador de bicicleta esquematizado. El analista, al hablar de los principales medios de mejorar el método de trabajo dirá que trata de <<hundir el pistón>> y <<acortar la bomba>>, es decir: primero de organizar los elementos manuales de modo que los que llamamos <<exteriores>> pasen a ser <<interiores>>, y segundo, de disminuir lo más posible el tiempo condicionado por la máquina haciéndola utilizar en forma óptima, a la velocidad y el avance indicados. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.286)

### **Cálculo de los suplementos por descanso**

En el trabajo restringido es indispensable calcular por separado el suplemento por necesidades personales y el suplemento por fatiga. El primero se debe calcular a partir de todo el tiempo del ciclo, contando el condicionamiento por la máquina. “El suplemento por fatiga, en cambio, es exigido por el trabajo en sí y se calcula a partir de los minutos básicamente dedicados a él” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.286).

Para el trabajo con máquinas la forma en que debe calcularse el suplemento por descanso va a depender de la duración del ciclo y además del modo como se presente el trabajo interior. Se pueden distinguir cuatro casos:

1. El suplemento por necesidades personales y el suplemento por fatiga deben ambos utilizarse íntegramente fuera del ciclo de trabajo.

2. El suplemento por necesidades personales debe utilizarse fuera del ciclo, pero el suplemento por fatiga puede tomarse íntegro dentro de él.

3. El suplemento por necesidades personales y parte del suplemento por fatiga deben utilizarse fuera del ciclo, pero el resto de este último puede tomarse dentro del ciclo.

4. El suplemento por necesidades personales y el suplemento por fatiga pueden ambos utilizarse íntegramente dentro del ciclo de trabajo. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.288)

La figura 33 muestra cuatro casos para trabajo restringido con frecuencias de operaciones distintas, sin embargo los casos presentan algunas características comunes, a saber:

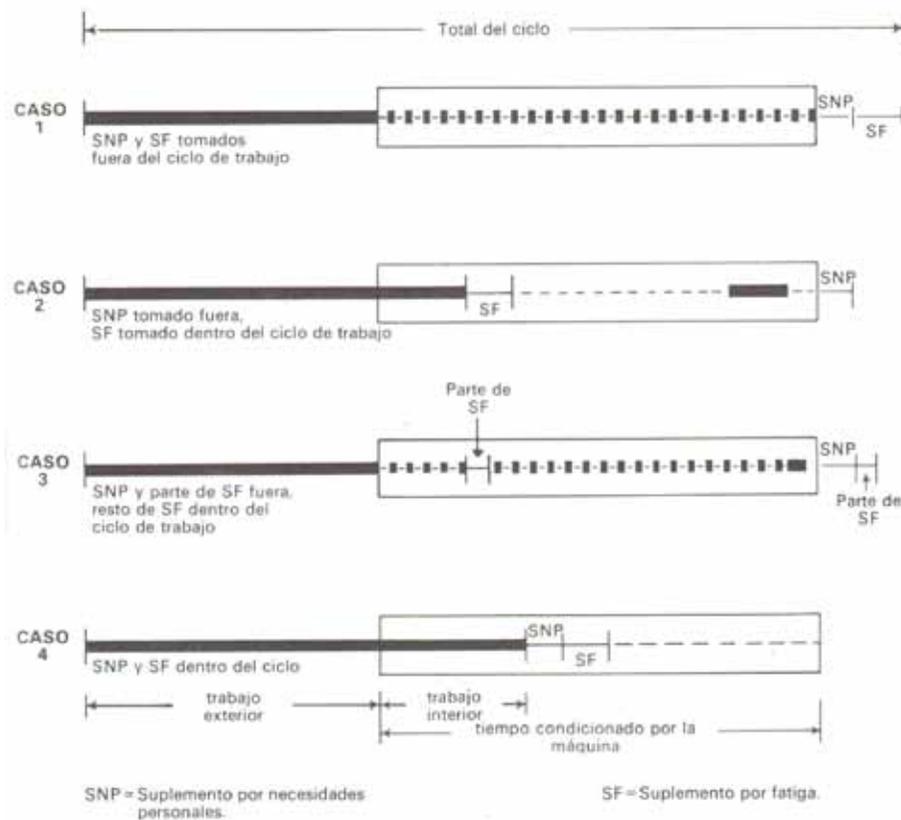


Figura 33. Cuatro casos para el cálculo de suplementos en trabajo restringido  
 Nota Fuente: Oficina Internacional del Trabajo. (1980). Introducción al estudio del trabajo (p.287). (3a. ed. revisada). Ginebra, Suiza: Limusa - Willey.

**Tabla 13:**  
 Parámetros para cálculo de suplementos

Tiempo condicionado por la máquina.	15 min.
Trabajo exterior.	10 min. básicos
Trabajo interior.	5 min. básicos
Suplemento por necesidades personales: 5 por ciento de trabajo exterior más tiempo condicionado por la máquina.	1,25 min.
Suplemento por fatiga: 10 por ciento del total de minutos básicos.	1,50 min.

Nota. Fuente: Oficina Internacional del Trabajo. (1980). Introducción al estudio del trabajo (p.288). (3a. ed. revisada). Ginebra, Suiza: Limusa - Willey.

Se observa (tabla 14) que el tiempo total del ciclo es diferente en cada uno de los distintos casos, de tal modo que también será diferente la producción, expresada en unidades, que se la obtiene en una jornada de ocho horas diarias.

**Tabla 14:**

Tiempos de ciclo para trabajo restringido

	Tiempo total del ciclo (min.)	Rendimiento diario previsto (unidades)
Caso 1	27,75	17,3; redondeando: 17
Caso 2	26,25	18,3; redondeando: 18
Caso 3	27,00	17,7; con horas extra: 18
Caso 4	25,00	19,2; redondeando: 19

*Nota.* Fuente: Oficina Internacional del Trabajo. (1980). Introducción al estudio del trabajo (p.289). (3a. ed. revisada). Ginebra, Suiza: Limusa - Willey.

### Suplemento por tiempo no ocupado

“Se obtiene restando del tiempo condicionado por la máquina la suma de todos los períodos de trabajo interior, en minutos básicos, más cualquier fracción de suplemento por descanso que se pueda aprovechar durante el tiempo condicionado por la máquina” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.289). “Suplemento por tiempo no ocupado es un margen que se deja al trabajador cuando hay lapsos no ocupados durante el tiempo condicionado por la máquina o el proceso”. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.290)

### Trabajo con múltiples máquinas

“El trabajo con múltiples máquinas es el del obrero que debe ocuparse de varias máquinas (similares o diferentes) en funcionamiento simultáneo” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.292).

### Interferencia de las máquinas

Cuando estudia el trabajo con múltiples máquinas o en equipo (tejedurías, máquinas de hacer tornillos o de arrollar bobinas), el analista tiene que examinar primero los métodos empleados a fin de idear la secuencia que dé

el mejor equilibrio, y por tanto el mínimo de interferencia, y aplicar después técnicas de estudio de tiempos para medir la cantidad de interferencia que no haya podido eliminar con la secuencia óptima. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.293)

Se entenderá por interferencia de las máquinas el hecho de que varias máquinas (o procesos) estén esperando que las atienda el obrero encargado de ellas. Algo similar ocurre en el trabajo en equipo cuando las demoras fortuitas en un punto pueden alterar el rendimiento de todo el equipo. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.293)

La secuencia se puede trazar y estudiar en diagramas de actividades múltiples (capítulo III), completados por diagramas de ciclo similares a los de las figuras 32 y 33. Los diagramas de cada máquina se dibujan uno debajo del otro a escala igual. En la figura 34 se ilustra el ejemplo sencillo del obrero solo con tres máquinas. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.293)

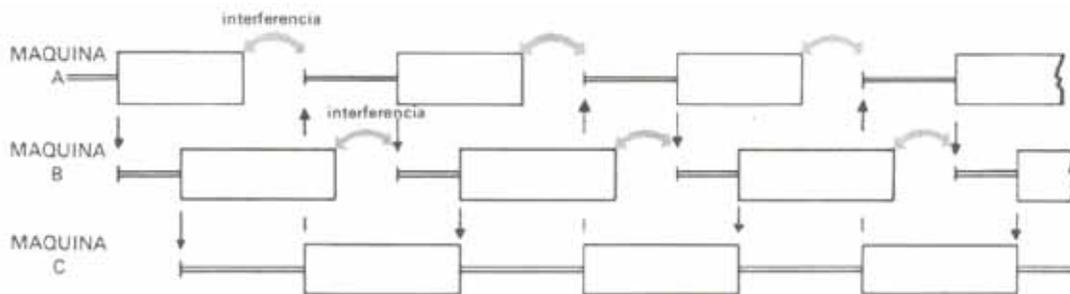


Figura 34. Interferencia de máquinas

Nota Fuente: Oficina Internacional del Trabajo. (1980). Introducción al estudio del trabajo (p.290). (3a. ed. revisada). Ginebra, Suiza: Limusa - Willey.

#### Ejercicio 4.6.

Para la asignación de 5 máquinas a un operario, un analista determinó que el tiempo de maquinado por pieza es de 0,82 horas, el tiempo para atender la máquina por pieza era de 17 horas y el tiempo promedio de descomposturas es aproximadamente un 11 %. El salario básico por hora del operario es de 12 \$/h. y el costo hora-máquina es de \$ 22.

- Calcular el costo unitario por pieza.
- ¿Cuántas máquinas podría atender el operario?.
- Determinar la interferencia, si el operario atiende 7 máquinas.

**Ejercicio 4.7.**

Un trabajador de  $F_d = 0,9$  tiene que manejar dos máquinas con una tolerancia del 10 %. La máquina 1 tiene una velocidad constante de 0,35 metros por segundo y la máquina 2 de 0,3 metros por segundo. Las piezas de tela deben tener 600 m. en promedio. Asumiendo que no tiene que realizar operaciones durante el maquinado y en base a los siguientes datos estándar, determinar:

**Tabla 15:**

Datos estándar para máquinas 1 y 2 (ejercicio 4.7)

	<i>Máquina 1</i>	<i>Máquina 2</i>
<i>Descargar pieza de tela</i>	<i>5,5 min.</i>	<i>6 min.</i>
<i>Cargar tubo vacío</i>	<i>3,2 min.</i>	<i>2,7 min.</i>

*Nota.* Fuente: Palán, C. (2003). Medición del Trabajo y Productividad, Apuntes de clase. EPN. Maestría en Ingeniería Industrial y Productividad.

1. ¿Cuál podría ser una distribución óptima de las operaciones del operador y de las máquinas?.
2. ¿En cuánto tiempo se podría entregar 10200 metros de tela operando las dos máquinas?.
3. ¿Interferencia para las dos distribuciones de operaciones?.
4. Para las dos distribuciones de operaciones, calcular:
  - a. Tiempo de espera del operario.
  - b. Porcentaje improductivo para el operario.

**Muestreo del trabajo**

“El muestreo del trabajo implica observar una porción o muestra de la actividad laboral. Luego, con base a los hallazgos de este muestreo, se pueden hacer afirmaciones sobre la actividad” (Chase, 2000, p.429). En la solución de problemas, para armonizar la solución, es necesario establecer tres cuestiones principales:

1. “¿Qué nivel de confianza estadística se desea en los resultados?.
2. ¿Cuántas observaciones son necesarias?.

3. ¿Exactamente en qué momento se deben hacer las observaciones?" (Chase, 2000, p.429).

**Para el estudio del muestreo del trabajo es necesario incluir cinco pasos:**

1. Identificar la actividad o las actividades específicas que constituyen el propósito principal del estudio. Por ejemplo, determinar el porcentaje de tiempo que el equipo está funcionando, está inactivo o está en reparación.

2. Calcular la proporción de tiempo de la actividad que interesa con relación al tiempo total. Estos cálculos se pueden hacer a partir del conocimiento del analista, de datos anteriores, de estimaciones confiables de terceros o de un estudio piloto de muestreo de trabajo.

3. Especificar la precisión deseada en los resultados del estudio.

4. Determinar los momentos específicos en que se debe hacer cada observación.

5. En dos o tres intervalos durante el periodo de estudio, volver a calcular el tamaño de muestra deseado utilizando los datos recogidos hasta ese momento. De ser necesario, ajustar el número de observaciones. (Chase, 2000, p.430)

La cantidad de observaciones que se han de realizar en un estudio de muestreo de trabajo en general, se obtiene dividiendo uniformemente a lo largo de todo el periodo de tiempo que dure el análisis.

**Estándares de tiempo mediante muestreo del trabajo**

“El muestreo del trabajo se puede utilizar para establecer estándares de tiempo. El analista tiene que registrar la tasa o índice de desempeño del sujeto, junto con las observaciones de trabajo” (Chase, 2000, p.433). La ecuación siguiente muestra los datos requeridos para calcular el tiempo estándar.

$$TS = \frac{Tt \times p \times Fd}{N} \times \frac{1}{1 - s} \quad \text{Ec.4.3}$$

Donde:

TS = Tiempo estándar por pieza [min./unidad, h./unidad].

Tt = Tiempo total [min.].

p = Tiempo de trabajo [%].

q = Tiempo inactivo [%].

Fd = Índice de desempeño [adimensional].

s = Suplementos o reservas [%].

#### **Ejercicio 4.8.**

Bullington Company quiere establecer un estándar de tiempo en la operación de pintura de herraduras. Se va a utilizar el muestreo del trabajo. Se calcula que el tiempo de trabajo es, en promedio, 95 % del tiempo total (tiempo de trabajo más tiempo inactivo). Un estudiante puede hacer el trabajo de muestreo entre las 8 de la mañana y las 12 del día. El estudio se realizará a lo largo de sesenta días hábiles. Utilice el Anexo 4.3 para determinar el número de observaciones requeridas para un error absoluto de 2.5 %. Utilice la tabla de números aleatorios (Anexo 4.4) para calcular el horario de muestreo del primer día; muestre los momentos del día en que se debe hacer una observación de tiempo de trabajo/tiempo inactivo. (Chase, 2000, p.441)

#### **Ejercicio 4.9.**

El resultado final del estudio de tiempos del problema 4.8 determinó un tiempo de trabajo de 91,0 %. En un turno de 480 minutos, el mejor operador pintó 1000 herraduras. El índice de desempeño del estudiante se calculó en 115 %. Las reservas totales para fatiga, tiempo personal, etc., son del 10 %. Calcule el tiempo estándar por pieza. (Chase, 2000, p.441)



# Capítulo

# 5

**EJEMPLO DE ESTUDIO DE TIEMPOS**



## Estudio de tiempos: fresado de una pieza de hierro fundido

Se seleccionó el ejemplo del fresado de una pieza de hierro fundido para el cálculo del tiempo tipo (Ver figuras 23 y 24).

**Tabla 16:**

Ficha explicativa de los elementos y cortes

Pieza:	Caja de cambios B.239.	Ficha núm.
Material:	Hierro fundido ISS 2.	1264
Operación:	Fresado final segunda cara.	<i>Dibujo: 239/1</i>
Máquina:	Fresadora vertical Cincinnati núm. 4.	
Fijación:	F.239.	
Fresa:	25 cm TLF.	
Calibrador:	239/7. Placa de ajuste.	
<b>Elementos y &lt;&lt;cortes&gt;&gt;</b>		
1	Asir pieza, ajustar en soporte, apretar 2 tuercas, colocar resguardo, poner en marcha máquina y avance automático. Profundidad fresado: 2,5 mm. Velocidad: 80 r/m. Avance: 40 cm/min.	
	<i>Corte:</i> Máquina empieza a fresar.	
2	Sostener pieza, desbarbar el borde con lima, limpiar con aire comprimido. <sup>1</sup>	
	<i>Corte:</i> Pistola colgada en gancho.	
3	Acercar calibrador a pieza, verificar superficie labrada, alejar calibrador. <sup>1</sup>	
	<i>Corte:</i> Mano izquierda suelta calibrador.	
4	Asir pieza, llevar a caja de piezas acabadas y dejar a un lado, asir pieza siguiente y colocarla en banco. <sup>1</sup>	
	<i>Corte:</i> Pieza toca banco.	
5	Esperar que máquina acabe de fresar.	
	<i>Corte:</i> Máquina para de fresar.	
6	Detener máquina, dar vuelta al banco, abrir resguardo, soltar soporte, quitar pieza labrada y colocarla sobre placa de ajuste.	
	<i>Corte:</i> Pieza toca placa de ajuste.	
7	Limpiar limaduras con aire comprimido.	
	<i>Corte:</i> Pistola colgada en gancho.	
	<sup>1</sup> Los elementos B, C y D son trabajo interior y se efectúan en una pieza ya fresada mientras la máquina va trabajando la pieza siguiente. El elemento D comprende el gesto de aproximar otra pieza, que se fresará una vez terminada la que está en la máquina.	

*Nota.* Fuente: Oficina Internacional del Trabajo. (1980). Introducción al estudio del trabajo (p.298). (3a. ed. revisada). Ginebra, Suiza: Limusa - Willey.

Pese a que el ejemplo que se estudió minuciosamente es relativamente sencillo para considerarse como una actividad fabril, se puede emplear el mismo procedimiento exactamente en actividades no fabriles (de servicios).

### Croquis de la pieza y del lugar de trabajo

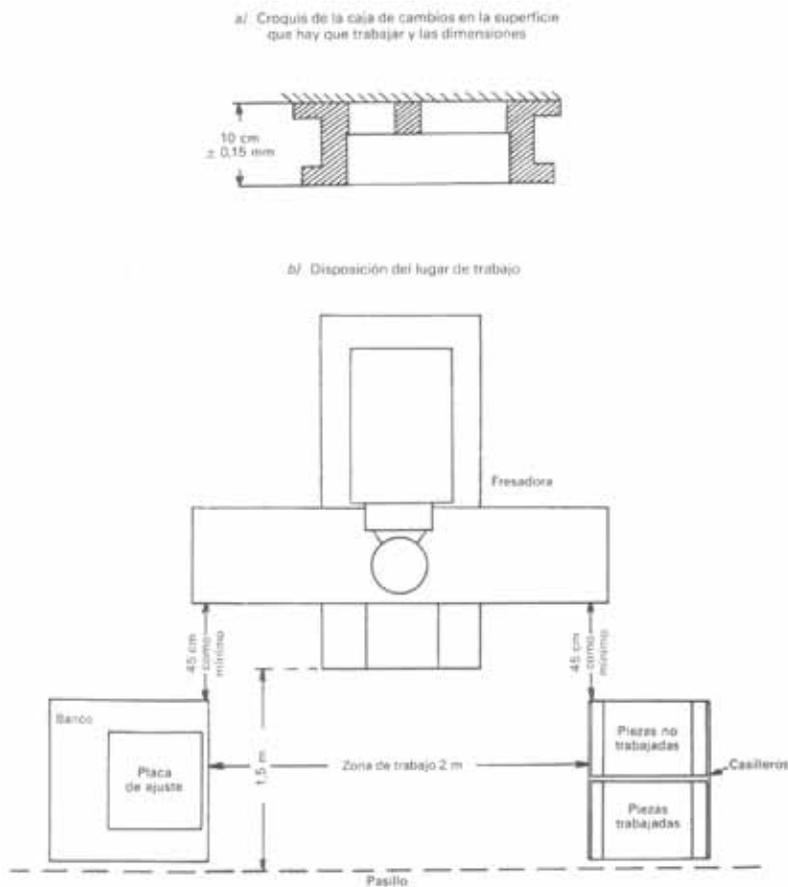


Figura 35. Croquis de la pieza y del lugar de trabajo (reverso de la primera hoja del estudio de tiempos)

*Nota Fuente:* Oficina Internacional del Trabajo. (1980). Introducción al estudio del trabajo (p.299). (3a. ed. revisada). Ginebra, Suiza: Limusa - Willey.

El croquis del lugar de trabajo generalmente se necesita más cuando se estudia un montaje o la manipulación de materiales que cuando se trata de operaciones en los talleres, pues en éstos las máquinas se suelen disponer de la misma manera aunque cambie el trabajo. En el croquis de la pieza a labrar se mostrarán las superficies trabajadas, y si se trata de tornos revólver, también la disposición de las herramientas. Los dibujos se hacen más fácilmente

en papel cuadriculado, y si se desea que todas las informaciones sobre el estudio figuren en la misma hoja, el croquis se puede hacer al dorso del formulario de estudio de tiempos. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.299)

### **Estudio de tiempos**

“Todos los datos previstos en el membrete del formulario (salvo la hora de término y el tiempo transcurrido) se anotaron antes de poner en marcha el cronómetro y empezar el estudio” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.300).

El analista tiene que observar unos cuantos ciclos de la operación para cerciorarse de que el obrero aplica el método consignado y para familiarizarse con los cortes antes de empezar a apuntar. Los elementos se identificaron sencillamente con letras, de A a G. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.300)

El analista puso el cronómetro en marcha a las 9 y 47, por el reloj de la oficina o por su propio reloj de pulsera. El cronómetro anduvo 1,72 minutos antes de que empezara el elemento A del primer ciclo, y esa cifra es la primera que se apunta, con la indicación <<Antes del cronometraje>>. Como se trata de un estudio con el método acumulativo, se deja andar el cronómetro sin parar hasta el final. Incluso cuando el analista interrumpe el estudio después de observar 18 ciclos, deja el cronómetro en marcha hasta que en el reloj de la oficina el minuterero marca en punto (a las 10 y 25). Anota esa hora y entonces si detiene el cronómetro. Esos apuntes finales aparecen al pie de la tabla 19. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.300)

Las cuatro columnas utilizadas en el cronometraje acumulativo son: <<Valoración>> (V.), <<Cronometraje>> (C.), <<Tiempo restado>> (T.R.) y <<Tiempo básico>> (T.B.). La valoración precede a los demás datos porque es preferible que el observador se forme su idea del ritmo de trabajo mientras está en curso el elemento, y no después de cronometrarlo. Si se hubiera aplicado el método de vuelta a cero, no se habría necesitado la columna C. Sólo se van llenando durante las observaciones las columnas V y C. Las otras dos se llenan posteriormente, en la oficina. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.300)

“En este ejemplo, el analista numeró los ciclos observados acotando una cifra (de 1 a 18) con un círculo alrededor a la izquierda de la columna <<Descripción del elemento>>” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.300).

Al apuntar los tiempos no se necesita señalar los decimales. El primer asiento, o sea el tiempo antes del cronometraje, 172, significa 1,72 minutos. El tiempo siguiente se observó 1,95 minutos después de ponerse en marcha el cronómetro, pero basta con apuntar 95. El tercer asiento, 220, indica que habían transcurrido desde el principio 2,20 minutos; ahí las cantidades vuelven a ser de dos cifras hasta que pasa otro minuto más. Durante el ciclo 15 (tabla 19), el tiempo total del estudio superó los 30 minutos, o sea el tiempo que tarda la manecilla de la cara pequeña del cronómetro en dar toda la vuelta. Como el estudio continuó mientras la manecilla empezaba otra vuelta, los tiempos observados comienzan de nuevo por 1. Obsérvese que el cronometraje del elemento F del ciclo 15 era de 106, lo que significa, evidentemente, 31,06 minutos después que se puso en marcha el cronómetro. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.300)

“El elemento E -<<Esperar que máquina acabe de fresar>>- no representa trabajo y, por tanto, no se valoró su ritmo, ni tampoco se señaló una cantidad en la columna <<Tiempo básico>>” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.300).

Las anotaciones ocuparon en total 3 hojas. En la tabla 18 aparece la primera de las 2 hojas de continuación, y se notará que arriba a la derecha dice: <<Hoja num. 2 de 5>>. En efecto, a su debido tiempo se añadirán a las 3 hojas la de análisis y la de resumen del estudio. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.302)

**Tabla 17:**

## Formulario de estudio de tiempos (primera hoja)

ESTUDIO DE TIEMPOS										
DEPARTAMENTO: <i>Taller de máquinas - Sección de fresado</i>					ESTUDIO núm. 17					
OPERACIÓN <i>Fresado final</i>					Estudio de métodos núm. 9					
<i>segunda cara</i>					HOJA núm. 1 de 5					
INSTALACIÓN / MÁQUINA: <i>Fresadora vertical</i>					Núm. 26					
<i>Cincinnati núm. 4</i>					TERMINÓ: 10,25					
HERRAMIENTAS Y CALIBRADORES:					COMIENZO: 9,47					
<i>Fijación F. 239 - Fresa de 25 cm TLF - Calibrador 239/7 - Placa de ajuste</i>					TIEMPO TRANSC.: 38,00					
PRODUCTO/PIEZA: <i>B. 239 Caja de cambios</i>					Núm. 239/1					
PLANO núm. <i>B. 239/1 (2. a. v.)</i>					Material: <i>Hierro fundido</i>					
CALIDAD: <i>Según plano</i>					OBSERVADO POR:					
					FECHA:					
					COMPROBADO:					
Nota: Croquis de LUGAR DE 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.	
<i>Antes del cronometraje</i>	—	172	—	—	A	80	622	32	26	
A	110	95	23	25	B	85	50	28	24	
B	100	220	25	25	C	85	63	13	11	
<i>Elementos y cortes</i>	C	100	32	12	D	85	83	20	17	
<i>según ficha 1264</i>	D	95	52	20	E	—	703	20	—	
E	—	77	25	—	F	105	26	23	24	
F	110	300	23	25	G	85	38	12	10	
G	110	8	8	9						
					A	80	70	32	26	
A	110	31	23	25	B	85	97	27	23	
B	95	58	27	26	C	85	810	13	11	
C	95	71	13	12	D	85	30	20	17	
D	100	89	18	18	E	—	53	23	—	
E	—	412	23	—	F	105	76	23	24	
F	105	37	25	26	G	85	88	12	10	
G	100	47	10	10						
					⑥	A	95	915	27	26
A	105	72	25	26	B	95	42	27	26	
B	105	97	25	26	C	105	54	12	13	
C	95	510	13	12	D	80	77	23	18	
D	110	28	18	20	E	—	97	20	—	
E	—	53	25	—	F	95	1020	23	22	
F	100	78	25	25	G	100	30	10	10	
G	95	90	12	11						
			418					440		
Nota: V. = Validación. C. = Cronometraje. T.R. = Tiempo restado. T.B. = Tiempo básico.										

Nota. Fuente: Oficina Internacional del Trabajo. (1980). Introducción al estudio del trabajo (p.301). (3a. ed. revisada). Ginebra, Suiza: Limusa - Willey.

Además de las valoraciones y cronometrajes anotados como en la primera página, en esta hoja figuran dos interrupciones: <<Hablar con capataz>> y <<Pausa de media mañana>>. En ninguna de las dos había ritmo que va-

lorar, evidentemente. A la primera se le dio cabida entre las contingencias, y a la segunda se tuvo en cuenta en el suplemento por descanso que se agregó al compilar el tiempo tipo de la operación. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.302)

**Tabla 18:**

Formulario de estudio de tiempos: continuación (hoja 2)

ESTUDIO núm. 17		ESTUDIO DE TIEMPOS: CONTINUACIÓN				HOJA núm. 2 de 5					
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO		V.	C.	T.R.	T.B.	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO					
⑦	A	105	55	25	26	⑪	A	115	86	25	29
	B	115	78	23	26		B	95	1713	27	26
	C	95	91	13	12		C	75	28	15	11
	D	85	1113	22	19		D	85	50	22	19
	E	—	36	23	—		E	—	68	18	—
	F	80	68	32	26		F	115	90	22	25
	G	95	80	12	11		G	80	1803	13	10
⑧	A	75	1218	38	28	⑫	A	95	30	27	26
	B	110	40	22	24		B	95	55	25	24
	C	105	52	12	13		C	100	67	12	12
	D	100	70	18	18		D	95	87	20	19
	E	—	1300	30	—		E	—	1902	15	—
	F	115	25	25	29		F	95	30	28	27
	G	105	35	10	10		G	75	42	12	9
	<i>Hablar con capataz</i>	—	75	40	—		<i>Pausa de media mañana</i>	—	2554	612	—
⑨	A	1065	1400	25	26	⑬	A	85	86	32	27
	B	100	25	25	25		B	80	2618	32	26
	C	95	38	13	12		C	85	33	15	13
	D	95	56	18	17		D	100	53	20	20
	E	—	81	25	—		E	—	68	15	—
	F	100	1509	28	28		F	85	96	28	24
	G	85	21	12	10		G	95	2708	12	11
⑩	A	95	43	22	21	⑭	A	80	40	32	26
	B	80	75	32	26		B	100	65	25	25
	C	95	88	13	12		C	85	80	15	13
	D	95	1608	20	19		D	95	2800	20	19
	E	—	25	17	—		E	—	22	22	—
	F	105	48	23	24		F	80	54	32	26
	G	85	61	13	11		G	105	64	10	10
				631						1203	

Nota: V. = Validación. C. = Cronometraje. T.R. = Tiempo restado. T.B. = Tiempo básico.

Nota. Fuente: Oficina Internacional del Trabajo. (1980). Introducción al estudio del trabajo (p.303). (3a. ed. revisada). Ginebra, Suiza: Limusa - Willey.

Lo primero que se anotó en esta hoja fue una interrupción: al pasar el inspector, verificó 3 piezas y comentó algo con el obrero. El tiempo invertido en ese episodio, al igual que el registrado en la hoja anterior al lado de <<Hablar con capataz>>, se contó después como contingencia. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.304)

**Tabla 19:**

Formulario de estudio de tiempos: continuación (hoja 3)

ESTUDIO núm. 17		ESTUDIO DE TIEMPOS: CONTINUACIÓN				HOJA núm. 3 de 5					
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO		V.	C.	T.R.	T.B.	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO		V.	C.	T.R.	T.B.
	<i>Pasa inspector; verifica</i>					⑱	A	100	71	27	27
	<i>3 piezas; comenta</i>	—	2966	102	—		B	100	96	25	25
							C	95	609	13	12
⑮	A	95	93	27	26		D	75	34	25	19
	B	80	3023	30	24		E	—	52	18	—
	C	100	36	13	13		F	100	77	25	25
	D	100	56	20	20		G	75	92	15	11
	E	—	74	18	—						
	F	80	106	32	26					148	
	G	105	16	10	10						
⑯	A	80	49	33	26	Cronómetro detenido			800		
	B	85	77	28	24	10,25 (T. transcurrido 38,00)					
	C	105	89	12	13	Después de crono-					
	D	100	207	18	18	metraje				108	
	E	—	30	23	—						
	F	95	57	27	26						
	G	85	70	13	11						
	<i>Ayudar peón a descargar</i>	85	320	50	43						
	<i>cajas con más piezas y</i>	95	70	50	48						
	<i>cargar las terminadas en</i>	95	90	20	19	Verificación tiempos				418	
	<i>carretilla (30 nuevas</i>					restados				440	
	<i>más 30 terminadas en</i>									631	
	<i>cajas de 10)</i>									1203	
⑰	A	100	417	27	27					680	
	B	85	49	32	27					148	
	C	85	64	15	13					3520	
	D	85	86	22	19						
	E	—	509	23	—	Antes de cronometraje				172	
	F	100	34	25	25	Después de				108	
	G	105	44	10	10	cronometraje					
						T. transcurrido				3800	
				680							
										11524	

Nota. Fuente: Oficina Internacional del Trabajo. (1980). Introducción al estudio del trabajo (p.305). (3a. ed. revisada). Ginebra, Suiza: Limusa - Willey.

Al acabar el ciclo 16 surgió un nuevo elemento de trabajo; ayudar al peón a descargar y cargar cajas. Ese elemento era casual, a diferencia de los designados A a G, que eran repetitivos. El especialista valoró y cronometró el elemento, pero, en vista de que duraba más de un minuto, le atribuyó un valor y le midió el tiempo al cabo de los dos primeros medios minutos y también al final del elemento. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.304)

De vuelta en su oficina al acabar las observaciones, el especialista llenó primero los espacios <<Término>> y <<Tiempo transcurrido>> del membrete de la primera página, y empezó a llenar la tercera columna restando cada tiempo cronometrado del siguiente y apuntando el resultado bajo el epígrafe <<T.R.>>. Al pie de cada columna sumaba los respectivos <<tiempos restados>>, para pasar después los subtotales a la hoja 3. La adición de los totales dio 35,20 minutos. Añadiéndoles el tiempo antes y el tiempo después del cronometraje se obtiene como resultado 38 minutos, cifra que coincide con la del tiempo transcurrido y sirve para probar que las restas estaban bien hechas. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.304)

“La etapa siguiente, la <<conversión>>, consiste en multiplicar cada tiempo restado por su respectiva valoración para obtener el tiempo básico y apuntarlo en la cuarta columna” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.304).

Las cantidades se redondean al centésimo de minuto más próximo: 0,204 minutos, por ejemplo, se convierte en 20, y 0,206, en 21, pero queda en suspenso el caso de 0,205. Observando el formulario de la tabla 19 vemos que se aplica la regla de redondear para abajo: en efecto, el elemento G del ciclo 15 lleva la valoración 105 y un tiempo restado de 10, lo que da, con tres decimales, un tiempo básico de 0,105 minutos, pero la cantidad anotada es sólo 10, sin los 5 milésimos. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.304)

### **Hoja de trabajo**

“Los elementos repetitivos A, B, C, D, F y G eran todos de carácter constante, de modo que sus correspondientes tiempos básicos seleccionados se obtuvieron sacando sencillamente los promedios” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.306).



No se descubrió ninguna anomalía en los tiempos básicos alineados bajo los elementos A, B, C, D, F y G, y no hubo, pues, necesidad de descartar cifras aberrantes. Se totalizaron entonces los tiempos básicos de cada elemento y se calculó el tiempo básico seleccionado dividiendo cada total por el número de observaciones (18). (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.306)

“Debajo del elemento E (<<Esperar que máquina acabe de fresar>>) no hay cifras, puesto que era un tiempo no ocupado, que, por tanto, no se sometía a valoración” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.306).

El tiempo que tardaba la máquina en acabar el fresado no variaba de ciclo en ciclo: estaba determinado por la regulación automática de la velocidad de avance y de la profundidad del labrado. El tiempo condicionado por la máquina empezaba al final del elemento A y acababa al terminar el elemento E, de modo que se podía deducir de las hojas de estudio restando el cronometraje de A del cronometraje de E. Los resultados se tabularon debajo del epígrafe <<TCM>>, a la derecha de la hoja de trabajo. Estos tiempos son, evidentemente, minutos efectivos, y no tiempos básicos. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.306)

“Se observará que dos de los TCM se destacan por el círculo que los rodea. El especialista no señaló en sus apuntes que hubiera anomalías” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.306).

Posiblemente el TCM más breve se haya debido a que el operario, que accionaba la máquina a mano antes de engranar el avance automático, haya demorado más que de costumbre en hacerlo sin que el analista lo notara. A su vez, el TCM más largo del ciclo 17 puede deberse a que el operario no haya detenido la máquina con la rapidez habitual, también sin que se advirtiera la tardanza.

Los dos tiempos con círculo alrededor se excluyeron del total de 13,05 minutos efectivos de tiempos condicionados por la máquina, de modo que ese total se dividió por 16, y no por 18, para sacar el promedio de TCM, o sea 0,816. En cuanto al elemento E, o sea el tiempo no ocupado, se restó del promedio de TCM el total de los tiempos básicos seleccionados de los elementos B, C y D (que corresponden a trabajo interior) y se obtuvo, como promedio del tiempo no ocupado, 0,257 minutos. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.306)

## Resumen del estudio

La hoja de resumen sirve no sólo para presentar concisamente todos los resultados del estudio, sino también para consignar en los espacios del membrete, con tinta y letra clara, todos los datos de la operación que se habían apuntado al principio en la primera hoja del estudio.

Lo primero que se escribió fueron los elementos repetitivos A a G, excluyendo E, y se indicó que 3 de ellos eran trabajo interior y los otros 3 exterior. Las cantidades de la columna <<T.B.>> son los tiempos básicos por vez y se copiaron de la hoja de trabajo de la tabla 20.

En cada línea se señaló como frecuencia 1/1, lo que significa que cada elemento aparecía una vez por ciclo. Los tiempos del elemento efectuado por la máquina y el consiguiente tiempo no ocupado del operario (elemento E) se apuntaron más abajo. En la columna <<Obs.>> se indica el número de observaciones del elemento que se tuvieron en cuenta al calcular el tiempo básico seleccionado. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.308)

Bajo el epígrafe <<Elemento casuales y contingencias>> se indica el tiempo básico del elemento durante el cual el operario ayudó a cargar y descargar cajas de piezas. Se verá que este elemento sólo se produjo una vez y que su frecuencia debía ser 1/30, puesto que llegaron 3 cajas de piezas bastas y se cargaron 3 cajas de piezas acabadas.

Los otros sucesos no repetitivos que se observaron fueron <<Hablar con capataz>> y <<Pasa inspector, verifica 3 piezas y comenta>>. Como esos episodios no tenían ritmo que valorar, sus tiempos se expresan en minutos efectivos (m.e.). (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.308)

“Finalmente, el analista consignó en minutos efectivos la pausa que hizo el operario durante el período estudiado. Los tiempos básicos figuran con el tercer decimal, y así se pasaron también a la hoja de análisis” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.308).



## Análisis de los estudios

“Se verá que de esta operación se hicieron en total 5 estudios, en que 4 especialistas distintos observaron 92 ciclos, efectuados por 3 operarios” (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.310).

Cuando se revisaron los resultados correspondientes a los elementos A, B, C, D, F y G no se vio ninguna anomalía que indujera a hacer mayores investigaciones. Para cada uno de éstos se sacó el promedio ponderado de los tiempos. En la primera de las 4 columnas de la derecha de la hoja se anotaron los respectivos tiempos básicos totales; después se dividieron por 92, o sea el número de ciclos, y se obtuvieron los minutos básicos por vez, que se apuntaron en la columna siguiente. Ahora sólo se conservan dos decimales, es decir, una aproximación de centésimo de minuto. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.310)

En la tercera columna se ve que los elementos repetitivos aparecían con una frecuencia de una vez por ciclo (1/1), de modo que los minutos básicos que se registran en la última columna coinciden con los de la antepenúltima columna. El tiempo no ocupado (elemento E) se calculó de la misma manera que en el resumen: se restaron los minutos básicos de tiempo interior del tiempo condicionado por la máquina. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.310)

El elemento casual <<Ayudar a descargar>> se observó sólo tres veces, en 3 estudios distintos. Como se sabe que la carretilla lleva 3 cajas con 10 piezas cada una, es evidente que la frecuencia de este elemento debe ser de 1 vez por cada 30 piezas, o sea por cada 30 ciclos. El tiempo básico por ciclo se obtuvo dividiendo por 30 y se obtuvo el tiempo básico por ciclo: 0,04 minutos. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.310)

Para el elemento <<Hablar con capataz>> se dividió el tiempo total observado por los 92 ciclos, lo que dio 0,01 minutos por ciclo. Lo mismo se hizo con el elemento <<Inspector verifica>>, aunque en este caso, como se sabía por el capataz que el inspector debía verificar 3 piezas por cada 100, se indicó como frecuencia 1/100. Estos dos períodos muy breves, registrados en minutos efectivos, se tuvieron en cuenta en los suplementos por contingencias. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.310)

**Tabla 22:**

Extracto de una hoja de análisis de los estudios

		3	9	17	25	28	TOTALES	TIEMPO BÁSICO SELECCIONADO POR VEZ	FRECUENCIA POR CICLO	MINUTOS BÁSICOS POR CICLO
Estudio núm.:		3	9	17	25	28				
Fecha:		27 / 4	1 / 5	4 / 5	7 / 5	11 / 5				
Operario:		CAA	TBN	CAA	TBN	CRW				
Ficha núm.:		1234	1547	1234	1547	1846				
Máquina núm.:										
Realizado por:		BDM	CEP	MN	DFS	BDM				
Núm. Ciclos obs.:		15	26	18	13	20				
El. Núm.	ELEMENTOS	TIEMPO BÁSICO POR VEZ					T.B.	M.B.		M.B.
A	Asir pieza, colocar, sujetar, poner en marcha	0,276	0,251	0,261	0,27	0,281	26,645	0,27	1 / 1	0,27
B	Sostener, desbarbar, limpiar	0,24	0,266	0,251	0,252	0,244	23,305	0,25	1 / 1	0,25
C	Calibrar	0,114	0,127	0,122	0,128	0,111	11,089	0,12	1 / 1	0,12
D	Quitar pieza, traer otra	0,197	0,196	0,186	0,191	0,18	17,485	0,19	1 / 1	0,19
E	Esperar fin de fresado (m. e.)	0,264	0,222	0,257	0,253	0,275			1 / 1	0,26
F	Pasar fres., soltar, quitar	0,271	0,27	0,254	0,25	0,245	23,82	0,26	1 / 1	0,26
G	Limpiar limaduras	0,096	0,112	0,102	0,09	0,092	9,24	0,1	1 / 1	0,1
	Tiempo condicionado por máquina (minutos efectivos)	0,821	0,811	0,816	0,824	0,81	75	0,82	1 / 1	0,82
	Ayudar a descargar y cargar cajas de piezas	—	—	1,1 (1 vez)	1,42 (1 vez)	1,31 (1 vez)	3,83	1,28	1 / 30	0,04
	Hablar con capataz (minutos efectivos)	1,14	—	0,4	0,87	—	2,41	0,8	1 / 92	0,01
	Inspector verifica, comenta (minutos efectivos)	—	1,47 (1 vez)	1,02 (1 vez)	—	1,77 (1 vez)	4,26	1,42	1 / 100	0,01

Nota. Fuente: Oficina Internacional del Trabajo. (1980). Introducción al estudio del trabajo (p.311). (3a. ed. revisada). Ginebra, Suiza: Limusa - Willey.

### **Suplemento por descanso**

“Para calcular el suplemento por descanso a menudo se utilizan los formularios como el ilustrado en el anexo 5.1, porque el encabezamiento detallado ayuda a evitar las omisiones”. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.312)

El total para suplementos por descanso (que representa tanto los suplementos fijos como los variables) también incluye un suplemento por necesidades personales de 5 por ciento. Para obtener el suplemento por fatiga hay que restar ese 5 por ciento, para cada elemento, del suplemento total por descanso. Como en el ejemplo se trataba de trabajo restringido, el suplemento por fatiga se calculó aparte. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.312)

Durante el tiempo condicionado por la máquina sólo hubo 0,26 minutos efectivos de tiempo no ocupado, lo que se consideró demasiado poco para recuperarse del cansancio, de modo que se añadió al trabajo exterior, y por tanto al tiempo del ciclo, el suplemento por descanso íntegro, es decir tanto el previsto por necesidades personales como el suplemento por fatiga.

El suplemento por necesidades personales de 5 por ciento se aplicó a la suma del trabajo exterior más el tiempo condicionado por la máquina, mientras que el suplemento por fatiga se calculó en función de los elementos de trabajo únicamente. Se verá por la tabla 23 que el suplemento por descanso ascendió en total a 0,21 minutos, o sea menos que el período de tiempo no ocupado (0,26 minutos), pero de todos modos tuvo que ser añadido a los períodos no comprendidos en el tiempo condicionado por la máquina, puesto que los lapsos de tiempo no ocupado inferiores a 0,5 minutos no se cuentan en los suplementos por fatiga. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.313)

### **Cálculo del suplemento por descanso**

El suplemento a que se llegó aplicando los porcentajes establecidos aparece en la tabla 23. Se verá que en la rúbrica del trabajo exterior se añadió un suplemento por contingencias de 2,5 por ciento, descanso inclusive, para tener en cuenta el tiempo dedicado a hablar con el capataz y el inspector. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.314)

**Tabla 23:**

## Cálculo final del suplemento por descanso

<b>Suplemento por fatiga</b>		Tiempo básico	Fatiga (%)	Suplemento minutos
Elementos de trabajo interior:	B	0,25	6	0,015
	C	0,12	6	0,007
	D	0,19	11	0,0209
Elementos de trabajo exterior:	A	0,27	11	0,0297
	F	0,26	11	0,0286
	G	0,10	6	0,006
Elemento casual <<ayudar al peón>>		0,04	69	0,0276
		<u>1,23</u>		
Suplemento por contingencias: 2,5 por ciento de tiempo básico total, suplemento por descanso inclusive.....		0,03	-	-
		<u>0,70</u>		<u>0,0919</u>
Total suplemento por fatiga.....				<u>0,1348</u>
<b>Suplemento por necesidades personales</b>				
5 por ciento trabajo exterior, más tiempo condicionado por máquina: 5 por ciento de (0,70 + 0,82).....				<u>0,076</u>
<b>Total del suplemento por descanso</b>				
Supl. por fatiga + Supl. por necesidades personales.....				0,2108 min.

*Nota.* Fuente: Oficina Internacional del Trabajo. (1980). Introducción al estudio del trabajo (p.315). (3a. ed. revisada). Ginebra, Suiza: Limusa - Willey.

**Cálculo del tiempo tipo**

El método de cálculo detallado aquí es el que se aplica al trabajo restringido. Cuando se compila el tiempo tipo de tareas exclusivamente compuestas de elementos manuales, los correspondientes suplementos por descanso se suelen añadir elemento por elemento, estableciéndose así los tiempos tipo de los respectivos elementos, que al sumarse dan el tiempo tipo de toda la tarea. (Oficina Internacional del Trabajo, 1980, p.316)

**Tabla 24:**

## Cálculo y notificación del tiempo tipo

Cálculo del tiempo tipo	
Trabajo exterior.....	0,70 min. básicos
Trabajo interior.....	0,56 min. básicos
Suplemento por descanso.....	0,21 min.
Suplemento por tiempo no ocupado.....	0,26 min.
Tiempo tipo	<u>1,73</u> min. tipo
O bien:	
Trabajo exterior.....	0,70 min. básicos
Tiempo condicionado por máquina.....	0,82 min.
Suplemento por descanso.....	0,21 min.
	<u>1,73</u> min. tipo

*Nota.* Fuente: Oficina Internacional del Trabajo. (1980). Introducción al estudio del trabajo (p.317). (3a. ed. revisada). Ginebra, Suiza: Limusa - Willey.

El tiempo del ciclo total es, indudablemente, igual al tiempo tipo. La figura 36 muestra el diagrama consolidado del ciclo.

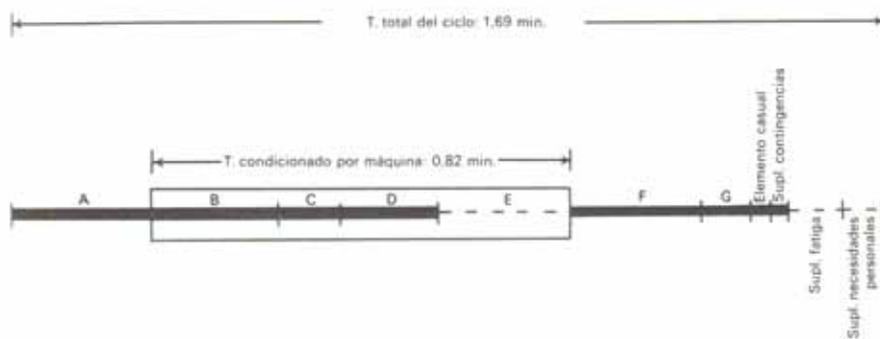


Figura 36.- Tiempo total del ciclo

*Nota* Fuente: Oficina Internacional del Trabajo. (1980). Introducción al estudio del trabajo (p.317). (3a. ed. revisada). Ginebra, Suiza: Limusa - Willey.

**Anexo 4.1: Puntos asignados a las diversas tensiones. Resumen**

Tipo de tensión	Grado		
	Bajo	Mediano	Alto
<b>A. Tensión física provocada por la naturaleza del trabajo</b>			
1. Fuerza ejercida en promedio	0-85	0-113	0-149
2. Postura	0-5	6-11	12-16
3. Vibraciones	0-4	5-10	11-15
4. Ciclo breve	0-3	4-6	7-10
5. Ropar molesta	0-4	5-12	13-20
<b>B. Tensión Mental</b>			
1. Concentración o ansiedad	0-4	5-10	11-16
2. Monotonía	0-2	3-7	8-10
3. Tensión visual	0-5	6-11	12-20
4. Ruido	0-2	3-7	8-10
<b>C. Tensión física o mental provocada por la naturaleza de las condiciones de</b>			
1. Temperatura			
Humedad baja	0-5	6-11	12-16
Humedad mediana	0-5	6-14	15-26
Humedad alta	0-6	7-17	18-36
2. Ventilación	0-3	4-9	10-15
3. Emanación de gases	0-3	4-8	9-12
4. Polvo	0-3	4-8	9-12
5. Suciedad	0-2	3-6	7-10
6. Presencia de agua	0-2	3-6	7-10
<p>Nota: Atribuir por separado los puntos correspondientes a cada tensión, sin tener en cuenta los asignados a las demás tensiones. Cuando una tensión aparece solamente durante parte del tiempo, se le atribuyen a prorrata de la proporción de tiempo en que aparece.</p> <p>Ejemplo:</p> <p>Alta concentración: 16 puntos, 25 por ciento del tiempo.</p> <p>Baja concentración: 4 puntos, 75 por ciento del tiempo.</p> <p>Cálculo:</p> <p>16 x 0.25 = 4 puntos</p> <p>4 x 0.75 = 3 puntos</p> <p>Total 7 puntos.</p>			

**Anexo 4.2: Tabala de conversión de los puntos**

Puntos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11
10	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12
20	13	13	13	13	14	14	14	14	15	15
30	15	16	16	16	17	17	17	18	18	18
40	19	19	20	20	21	21	22	22	23	23
50	24	24	25	26	26	27	27	28	28	29
60	30	30	31	32	32	33	34	34	35	36
70	37	37	38	39	40	40	41	42	43	44
80	45	46	47	48	48	49	50	51	52	53
90	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
100	64	65	66	68	69	70	71	72	73	74
110	75	77	78	79	80	82	83	84	85	87
120	88	89	91	92	93	95	96	97	99	100
130	101	103	105	106	107	109	110	112	113	115
140	116	118	119	121	122	123	125	126	128	130

Ejemplo: Si el número total de puntos atribuidos a las diferentes tensiones se eleva a 37:

i) buscar, en la columna de la izquierda de la tabla, la línea correspondiente a 30;

ii) seguir esa línea hacia la derecha hasta llegar a la columna 7;

iii) leer el suplemento por descanso correspondiente a 37 puntos; que es de 18 por ciento.

### Anexo 4.3: Número de observaciones para un error absoluto dado en diversos valores de $p$ , con un nivel de confianza del 95%

Porcentaje de tiempo total ocupado por actividad o demora, $p$	Error absoluto					
	$\pm 1.0 \%$	$\pm 1.5 \%$	$\pm 2.0 \%$	$\pm 2.5 \%$	$\pm 3.0 \%$	$\pm 3.5 \%$
1 o 99	396	176	99	63	44	32
2 o 98	784	348	196	125	87	64
3 o 97	1164	517	291	186	129	95
4 o 96	1536	683	384	246	171	125
5 o 95	1900	844	475	304	211	155
6 o 94	2256	1003	564	361	251	184
7 o 93	2604	1157	651	417	289	213
8 o 92	2944	1308	736	471	327	240
9 o 91	3276	1456	819	524	364	267
10 o 90	3600	1600	900	576	400	294
11 u 89	3916	1740	979	627	435	320
12 u 88	4224	1877	1056	676	469	344
13 u 87	4524	2011	1131	724	503	369
14 u 86	4816	2140	1204	771	535	393
15 u 85	5100	2267	1275	816	567	416
16 u 84	5376	2389	1344	860	597	439
17 u 83	5644	2508	1411	903	627	461
18 u 82	5904	2624	1476	945	656	482
19 u 81	6156	2736	1539	985	684	502
20 u 80	6400	2844	1600	1024	711	522
21 o 79	6636	2949	1659	1062	737	542
22 o 78	6864	3050	1716	1098	763	560
23 o 77	7084	3148	1771	1133	787	578
24 o 76	7296	3243	1824	1167	811	596
25 o 75	7500	3333	1875	1200	833	612
26 o 74	7696	3420	1924	1231	855	628
27 o 73	7884	3504	1971	1261	876	644
28 o 72	8064	3584	2016	1290	896	658
29 o 71	8236	3660	2059	1318	915	672
30 o 70	8400	3733	2100	1344	933	686
31 o 69	8556	3803	2139	1369	951	698
32 o 68	8704	3868	2176	1393	967	710
33 o 67	8844	3931	2211	1415	983	722
34 o 66	8976	3989	2244	1436	997	733
35 o 65	9100	4044	2275	1456	1011	743
36 o 64	9216	4096	2304	1475	1024	753
37 o 63	9324	4144	2331	1492	1036	761
38 o 62	9424	4188	2356	1508	1047	769
39 o 61	9516	4229	2379	1523	1057	777
40 o 60	9600	4266	2400	1536	1067	784
41 o 59	9676	4300	2419	1548	1075	790
42 o 58	9744	4330	2436	1559	1083	795
43 o 57	9804	4357	2451	1569	1089	800
44 o 56	9856	4380	2464	1577	1095	804
45 o 55	9900	4400	2475	1584	1099	808
46 o 54	9936	4416	2484	1590	1104	811
47 o 53	9964	4428	2491	1594	1104	813
48 o 52	9984	4437	2496	1597	1109	815
49 o 51	9996	4442	2499	1599	1110	816
50	10000	4444	2500	1600	1111	816

## Anexo 4.4: Dígitos aleatorios distribuidos uniformemente

56970	10799	52098	4184	54967	72938	50834	23777	8392
83125	85077	60490	44369	66130	72936	69848	59973	8144
55503	21383	2464	26141	68779	66388	75242	82690	74099
47019	06683	33203	29603	54553	25971	69573	83854	24715
84828	61152	79526	29554	84580	37859	28504	61980	34997
08021	31331	79227	05748	51276	57143	31926	00915	45821
36458	28285	30424	98420	72925	40729	22337	48293	86847
05752	96045	36847	87729	81679	59126	59437	33225	31280
26768	02513	58454	56958	20575	76746	40878	06846	32828
42613	72456	43043	58085	06766	60227	96414	32671	45587
95457	12176	65482	25596	02678	54592	63607	82096	21913
95276	67524	63564	95958	39750	64379	46059	51666	10433
66954	53574	64776	92345	95110	59448	77249	54044	67942
17457	44151	14113	02462	02798	54977	48340	66738	60184
03704	23322	83214	59337	01695	60666	97410	55064	17427
21538	16997	33210	60337	27976	70661	08250	69509	60264
57178	16730	08310	70348	11317	71623	55510	64750	87759
31048	40058	94953	55866	96283	40620	52087	80817	74533
69799	83300	16498	80733	96422	58078	99643	39847	96884
90595	65017	59231	17772	67831	33317	00520	90401	41700
33570	34761	08039	78784	09977	29398	93896	78227	90110
15340	82760	57477	13898	48431	72936	78160	87240	52710
64079	07733	36512	56186	99098	48850	72527	08486	10951
63491	84886	67118	62063	74958	20958	28147	39338	32109
92003	76568	41034	28260	79708	00770	88643	21188	01850
52360	46658	66511	041172	73085	11795	52594	13287	82531
74622	12142	68355	65635	21828	21828	39539	18988	04001
04157	50070	61343	64315	70836	82857	35335	87900	36194
86003	60070	66241	32836	27573	11479	94114	81641	00496
41208	80187	20351	09630	84668	42486	71303	19512	50277
06433	80674	24520	18222	10610	05794	37515	48619	62866
39298	47829	72648	37414	75755	04717	29899	78817	03509
89884	59651	67533	68123	17730	95862	08034	19473	63971
61512	32155	51906	61662	64430	16688	37275	51262	11569
99653	47635	12506	88535	36553	23757	34209	55803	96275
95913	11085	13772	76638	48423	25018	99041	77529	81360
55804	44004	13122	44115	01601	50541	00147	77685	58788
35334	82410	91601	40617	72876	33967	73830	15405	96554
57729	88646	76487	11622	96297	24160	09903	14047	22917
86648	89317	63677	70119	94739	25875	38829	68377	43918
30574	06039	07967	32422	76791	30725	53711	93385	13421
81307	13114	83580	79974	45929	85113	72268	09858	52104
02410	96385	79067	54939	21410	86980	91772	93307	34116
18969	87444	52233	62319	08598	09066	95288	04794	01534
87863	80514	66860	62297	80198	19347	73234	86265	49096
08397	10538	15438	62311	72844	60203	46412	65943	79232
28520	45247	58729	10854	99058	18260	38765	90038	94209
44285	09452	15867	70418	57012	72122	36634	97283	95943
86299	22510	33571	23309	57040	29285	67870	21913	72958
84842	05748	90894	61658	15001	94005	36308	41161	37341

### Anexo 5.1: Cálculo del suplemento por descanso

PRODUCTO: Caja de cambios B. 239. PESO: 6.8 kg c/u (15libras)		SUPLEMENTO POR DESCANSO																								TOTAL PUNTOS	TOTAL SUPLEMENTO POR DESCANSO	SUPLEMENTO POR FATIGA				
		TENSION FISICA												TENSION MENTAL						CONDICIONES DE TRABAJO												
Ei. N.º	DESCRIPCION DEL ELEMENTO	FUERZA MEDIA	POSTURA	VIBRACIONES	CICLO BREVE	INDUMENTOS ESTRECHOS	CONCENTRACION/ANSIEDAD	MONOTONIA	TENSION VISUAL	RUIDO	TEMPERATURA/HUMEDAD	VENTILACION	EMANACIONES DE GASES	POLVO	SUCIEDAD	PRESENCIA DE AGUA	Tens.	Ptos.	Tens.	Ptos.	Tens.	Ptos.	Tens.	Ptos.	Tens.	Ptos.	Tens.	Ptos.	Tens.	Ptos.		
		A	apretar 2 tuercas, colocar resguardo y poner en marcha maquina	M 20	B 1	-	-	-	B 1	M 1	B 2	B 1	M 6	B 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33
B	Desbarbar y limpiar	B -	B 1	-	-	-	B 1	M 1	B 2	B 1	M 6	B 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	11	6	
C	Calibrar	B -	B 1	-	-	-	B 1	M 1	B 2	B 1	M 6	B 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	11	6	
D	Asir pieza, colocar en caja, asir nueva pieza y colocar junto a maquina	M 20	B 1	-	-	-	B 1	M 1	B 2	B 1	M 6	B 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	16	11	
E	Esperar maquina (tiempo inproductivo)	-	-	-	-	-	B 1	M 1	B 2	B -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
F	Parar maquina, abrir resguardo, aflojar tuercas, sacar pieza, colocar sobre placa de ajuste	M 20	B 1	-	-	-	B 1	M 1	B 2	B 1	M 6	B 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	16	11	
G	Limpiar soporte con aire comprimido	-	B 3	-	-	-	-	-	-	B 1	M 6	B 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	11	6	
Elemento ocasional	cargar cajas de piezas (10 por caja = 68 kg/2 hombres, 1/30 ciclos)	A 89	A 12	-	-	-	-	-	-	B 1	M 6	B 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	109	74	69	

1.- Los porcentajes del suplemento total por descanso o, calculados en base a la tabla de conversión de puntos, cubren los suplementos básicos y los valores, así como un suplemento fijo por necesidades personales de 5 por ciento.  
2.- Grado de tensión: B = bajo; M = medio; A = alto.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Chase, R. B., Aquilano, N. J., Jacobs, F. R. (2000). Administración de producción y operaciones, Manufactura y Servicios. Octava edición. Santa Fe de Bogotá, Colombia: Editorial McGraw-Hill.

Hicks, P. E. (1999). Ingeniería Industrial. Segunda edición en español. México: Compañía Editorial Continental, S. A. de C. V..

Kanawaty, G. (1996). Introducción al estudio del trabajo. Oficina Internacional del Trabajo Ginebra. Cuarta edición (revisada). Ginebra, Suiza.

Oficina Internacional del Trabajo. (1980). Introducción al estudio del trabajo. Tercera edición (revisada). Ginebra, Suiza: Limusa - Willey.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Gaither, N., Frazier, G. (1999). Administración de producción y operaciones. Cuarta edición. Buenos Aires, Argentina: Internacional Thomson Editores, S. A. de C. V..

Niebel, B., Freivalds, A. (2001). Ingeniería Industrial, (Métodos, estándares y diseño del trabajo). Décima edición. México: Alfaomega grupo editor, S. A. de C. V..

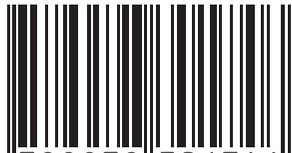
Palán, C. (2003). Medición del Trabajo y Productividad, Apuntes de clase. EPN. Maestría en Ingeniería Industrial y Productividad.



# Publicaciones Científicas



ISBN: 978-9978-301-74-6



9 789978 301746