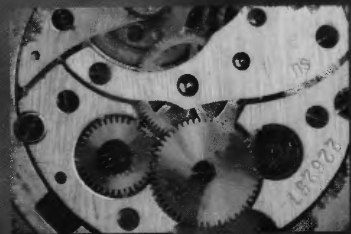


Estudio del trabajo

Ingeniería de métodos y medición del trabajo

ROBERTO GARCÍA CRIOLLO



segunda edición

Craw
Hill

U.L.M.-CENTRO DE INFORMACION LA

20400066 9 25

CLASIF.

FECHA

ESTUDIO DEL TRABAJO

Segunda edición

Roberto García Criollo

*Profesor de tiempo completo
Instituto Tecnológico de Puebla*

Revisor técnico

M. en C. José Pantoja Magaña

*Director de Ingeniería Industrial
División Ingeniería y Arquitectura
Instituto Tecnológico y de Estudios
Superiores de Monterrey - CEM*



MÉXICO • BOGOTÁ • BUENOS AIRES • CARACAS • GUATEMALA
LISBOA • MADRID • NUEVA YORK • SAN JUAN • SANTIAGO
AUCKLAND • LONDRES • MILÁN • MONTREAL • NUEVA DELHI
SAN FRANCISCO • SINGAPUR • ST. LOUIS • SIDNEY • TORONTO

Contenido

| | |
|--|-----------|
| Prefacio | xv |
| Capítulo 1 Ingeniería del trabajo o simplificación del método | 1 |
| Diseño del trabajo o simplificación del método: aspectos generales | 1 |
| El diseño del trabajo y su objetivo | 2 |
| Orígenes de la empresa industrial | 2 |
| Evolución de la empresa industrial | 2 |
| Concepto de empresa | 4 |
| Clases de empresas | 4 |
| Análisis de la industria en México | 5 |
| Características generales de las empresas según su tamaño | 7 |
| Áreas de actividad de la ingeniería de métodos | 8 |
| Bibliografía | 8 |
| Capítulo 2 Organización de la producción | 9 |
| La productividad, un objetivo prioritario | 9 |
| Factores que restringen la productividad | 10 |
| Criterios para analizar la productividad | 11 |
| Productividad y nivel de vida | 12 |
| Temores al promover el aumento de la productividad | 12 |
| La dirección en el incremento de la productividad | 13 |
| Productividad de las instalaciones, de la maquinaria, del equipo y de la mano de obra | 15 |
| Productividad en la industria | 15 |
| Indicadores importantes | 19 |
| Eficacia y eficiencia | 19 |
| Bibliografía | 22 |
| Capítulo 3 Condiciones de trabajo | 23 |
| Generalidades | 23 |
| Limpieza | 24 |

| | |
|---|-----------|
| Agua potable e higiene | 24 |
| Orden | 24 |
| Calidad e intensidad de iluminación | 25 |
| Ventilación, calefacción y refrigeración | 27 |
| Acondicionamiento cromático | 29 |
| Ruido y vibraciones | 29 |
| Música ambiental | 31 |
| Bibliografía | 31 |
| Capítulo 4 Estudio de los métodos de trabajo | 33 |
| Estudio de métodos: su significación y utilidad | 33 |
| Simplificación del trabajo | 33 |
| Requisitos para simplificar el trabajo | 34 |
| Objetivos del estudio de métodos | 35 |
| Procedimientos del estudio de métodos | 36 |
| Seleccionar el trabajo que debe mejorarse | 36 |
| Registrar los detalles del trabajo | 37 |
| Analizar los detalles del trabajo | 37 |
| Desarrollar un nuevo método para hacer el trabajo | 38 |
| Administrar a los operadores en el nuevo método de trabajo | 39 |
| Aplicar el nuevo método de trabajo | 39 |
| Bibliografía | 39 |
| Capítulo 5 Diagramas de procesos | 41 |
| Diagrama de procesos: objetivos y alcances | 41 |
| Registro y análisis del proceso | 42 |
| Diagrama de procesos | 42 |
| Ejercicio de grupo | 50 |
| Diagrama de proceso de flujo | 53 |
| Cómo construir el diagrama de flujo | 54 |
| Análisis de las operaciones | 69 |
| Operación | 69 |
| Análisis de movimientos | 79 |
| Diagrama bimanual | 79 |
| Análisis de movimientos básicos | 82 |
| Principios de economía de movimientos | 86 |
| Diseño de plantillas y dispositivos | 94 |
| Estandarización de operaciones mediante la aplicación de la hoja del método de trabajo | 97 |
| Descripción de las etapas | 98 |
| Relación de la estandarización con otras actividades | 98 |
| Bibliografía | 111 |

| | |
|--|------------|
| Capítulo 6 Cómo examinar o analizar una operación | 113 |
| Razones que inducen a realizar un análisis de trabajo | 113 |
| Técnicas para el análisis del trabajo | 114 |
| Análisis de valía | 122 |
| Plan de acción | 122 |
| Realización del programa | 125 |
| Bibliografía | 130 |
| Capítulo 7 Cómo aplicar el nuevo método | 131 |
| Implementación de los nuevos métodos de trabajo | 131 |
| Carta de descripción del método | 132 |
| Consideraciones al aplicar un nuevo método | 133 |
| Simplificación del trabajo y relaciones humanas | 133 |
| Resistencia al cambio | 135 |
| Cómo mantener el nuevo método | 137 |
| Normalización | 137 |
| Cómo proponer el método mejorado | 138 |
| Cómo desarrollar el método mejorado | 138 |
| Cómo implantar el método mejorado | 139 |
| Cómo mantener el método mejorado | 139 |
| Capacitación del trabajador | 139 |
| ¿Qué es la capacitación del trabajador? | 139 |
| Formas de capacitación del trabajador | 139 |
| Bibliografía | 142 |
| Capítulo 8 Distribución de planta | 143 |
| Distribución de planta: fundamentos | 143 |
| Objetivos de la distribución de planta | 144 |
| Razones para realizar un estudio de distribución de planta | 144 |
| Principios para la distribución de planta | 144 |
| Tipos de distribución de planta | 145 |
| Distribución de maquinaria | 148 |
| Estudio de una distribución en planta | 149 |
| Información requerida | 149 |
| Distribuciones parciales | 150 |
| Bibliografía | 157 |
| Capítulo 9 Seguridad e higiene industrial | 159 |
| Seguridad e higiene industrial | 159 |
| Legislación | 160 |
| Comisiones mixtas de seguridad e higiene | 161 |

| | |
|---|------------|
| Costos asociados a los accidentes: sus causas y su prevención | 163 |
| Previsión de accidentes | 167 |
| Ergonomía | 170 |
| Bibliografía | 175 |
| Capítulo 10 Medición del trabajo | 177 |
| Medición del trabajo | 177 |
| Objetivos de la medición del trabajo | 178 |
| Importancia y necesidad de la medición del trabajo | 178 |
| Aplicación de la medición del trabajo | 179 |
| La medición del trabajo como factor de eficiencia | 181 |
| Bibliografía | 181 |
| Capítulo 11 Procedimiento para medir el trabajo | 183 |
| Procedimientos para medir el trabajo: conceptos fundamentales | 183 |
| Técnicas de medición del trabajo | 184 |
| Estudio de tiempos con cronómetro | 185 |
| Ejecución del estudio de tiempos | 187 |
| División de la operación en elementos | 192 |
| Medición del tiempo | 195 |
| Equipo de trabajo para la medición de tiempos | 197 |
| Observaciones necesarias para calcular el tiempo normal | 204 |
| Valoración del ritmo de trabajo | 209 |
| Suplementos del estudio de tiempos | 224 |
| Conceptos relacionados con los ciclos de trabajo | 237 |
| Tiempo tipo o estándar | 240 |
| Preparación, puesta a punto y retiro | 242 |
| Bibliografía | 248 |
| Capítulo 12 Muestreo del trabajo | 249 |
| Qué es el muestreo de trabajo | 249 |
| Metodología del muestreo del trabajo | 251 |
| Diagramas de control | 260 |
| Aplicación para establecer el tiempo estándar | 261 |
| Diseño de la hoja de observaciones del muestreo de trabajo | 264 |
| Bibliografía | 271 |
| Capítulo 13 Datos estándar | 273 |
| Datos estándar: consideraciones preliminares | 273 |
| Obtención de datos de tiempo estándar | 274 |
| Problemas referentes a máquinas herramientas | 281 |
| Bibliografía | 286 |

| | |
|--|------------|
| Capítulo 14 Fórmulas de tiempo | 287 |
| Presentación | 287 |
| División preliminar en elementos constantes y elementos variables | 288 |
| Cálculo del tiempo cuando lo afecta una variable | 289 |
| Bibliografía | 299 |
| Capítulo 15 Tiempos predeterminados | 301 |
| Tiempos predeterminados: su importancia | 301 |
| Principales sistemas de tiempos predeterminados | 302 |
| El sistema MTM | 302 |
| Generalidades | 303 |
| Alcanzar | 305 |
| Tipo de movimiento | 307 |
| Mover | 311 |
| Tipo de movimiento | 312 |
| Movimientos de martilleo | 314 |
| Girar | 315 |
| Aplicar presión | 317 |
| Coger | 318 |
| Soltar | 321 |
| Posicionar | 321 |
| Desmontar | 324 |
| Manivela | 325 |
| Tiempo ocular | 327 |
| Movimiento del cuerpo | 332 |
| Movimientos simultáneos y combinados | 334 |
| Tabla X de la tarjeta de datos MTM (apéndice A) | 334 |
| Usos del MTM | 335 |
| Apéndice A. Medida del tiempo de los métodos MTM-1 datos de aplicación | 336 |
| Bibliografía | 352 |
| Capítulo 16 Obtención del tiempo estándar por MODAPTS | 353 |
| Arreglo modular de tiempos estándar predeterminados | 354 |
| Fundamentos del MODAPTS | 354 |
| Bibliografía | 366 |
| Capítulo 17 Técnica MOST | 367 |
| Introducción | 367 |
| Concepto de MOST | 368 |
| La medida de trabajo | 368 |
| La secuencia del MOST básico | 368 |
| Unidades de tiempo | 371 |

| | |
|--|------------|
| Secuencia de mover general | 371 |
| Modelo de secuencia | 372 |
| Definición de los parámetros | 372 |
| Fases de la secuencia de mover general | 372 |
| Poner índices a los parámetros | 373 |
| Subactividades | 373 |
| Ejemplos de mover general | 380 |
| Secuencia de mover controlado | 381 |
| Modelo de secuencia | 383 |
| Definición de los parámetros | 383 |
| Fases del modelo de secuencia | 383 |
| Subactividades | 384 |
| Ejemplos de mover controlado | 390 |
| Secuencia de utilización de herramientas | 391 |
| Modelo de secuencia | 391 |
| Definición de los parámetros | 393 |
| La tarjeta de datos para apretar/aflojar (F o L) | 394 |
| Colocar las herramientas | 397 |
| La tarjeta de datos para cortar, tratar una superficie, medir, registrar y pensar | 400 |
| Bibliografía | 412 |
| Capítulo 18 Balance de líneas de producción | 413 |
| Generalidades | 413 |
| Determinación del número de operadores necesarios para cada operación | 414 |
| Minimización del número de estaciones de trabajo | 416 |
| Asignación de elementos de trabajo a las estaciones de trabajo | 419 |
| Línea de ensamble | 421 |
| Bibliografía | 425 |
| Capítulo 19 Remuneración del trabajo | 427 |
| Salario: una breve introducción | 427 |
| Salario justo | 428 |
| Niveles salariales | 428 |
| Clases de salarios | 429 |
| Salarios con incentivos relacionados con otras características de la producción | 439 |
| Cómo se establece un sistema de salarios con incentivos | 441 |
| Bibliografía | 442 |
| Bibliografía general | 443 |
| Cuestionario conceptual | 445 |
| Índice analítico | 451 |

Prefacio

Esta edición presenta el contenido integrado de los libros, *Ingeniería de métodos y Medición del trabajo*, lo que permitirá tener un panorama completo del análisis de las estaciones de trabajo que proporcionan un mejoramiento en la productividad de compañías de manufactura, de proceso y de servicio.

Esta edición ofrece, además, problemas para visualizar y elaborar los diagramas de proceso, también se anexan en forma sencilla, principios de ergonomía y la aplicación de las nueve S en hojas de procesos-herramientas muy utilizadas en las organizaciones modernas.

La aportación más importante en esta obra es la aplicación de la técnica MOST en un nuevo capítulo, lo que permitirá al estudiante conocer los Movimientos Generales, Movimientos Controlados y la utilización de las Herramientas más usadas en cualquier operación y sus aplicaciones en problemas prácticos.

De esta forma, el lector encontrará un camino para obtener los tiempos estándar que son la base para mejorar la productividad en la industria mexicana.

Deseo agradecer a los doctores Juan J. Díaz, profesor investigador de North Dakota State University, René Contreras, profesor investigador de Kansas State University, a la maestra Luz Elena Tarango Hernández, catedrática del Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez Chihuahua, por sus valiosos comentarios a esta obra, así como también agradezco a los futuros ingenieros Gerardo Tenahua Tenahua, José Roberto León Oropeza y a todos los compañeros de la academia de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Puebla por su valioso apoyo. A mis queridos maestros y amigos, por su inspiración y guía, y en especial a la editorial McGraw-Hill quien hace posible la presente edición.

Por último, el libro se ha elaborado para auxiliar a maestros y alumnos dentro de la carrera de Ingeniería Industrial y como libro de texto en las diferentes instituciones de estudios superiores que imparten la carrera.

ROBERTO GARCÍA CRIOLLO

Ingeniería del trabajo o simplificación del método

Somos, a veces, muy audaces para planear; somos ingeniosos para diseñar buenos propósitos; somos enérgicos para dar órdenes; somos a veces muy sinceros cuando nos proponemos enmendar errores. Pero debemos reconocer que en muchos trabajos, cuando tratamos de implantar los procedimientos, cuando tenemos que ser duros y perseverantes cada día y cada minuto para lograr lo que nos hemos propuesto o lo que hemos prometido a otros, somos inconstantes, somos inciertos, por lo cual es preciso que, para modernizarnos y como parte de un cambio general de mentalidad en México, estos aspectos desaparezcan y traigan consigo una mayor productividad.

OBJETIVOS

- Definir qué es el diseño de métodos y el estudio de tiempos, además de los objetivos que persigue cada disciplina.
- Definir la evolución del diseño de métodos a partir de los trabajos de Gilbreth, Taylor, Fayol y los cambios provocados por la Revolución Industrial.
- Definir el tipo de empresa según su constitución jurídica, estructura, magnitud y el tipo de giro al que se dedique.

DISEÑO DEL TRABAJO O SIMPLIFICACIÓN DEL MÉTODO: ASPECTOS GENERALES

El diseño de métodos es la técnica que tiene por objetivo aumentar la productividad del trabajo mediante la eliminación de todos los desperdicios de materiales, tiempo y esfuerzo; además, procura hacer más fácil y lucrativa cada tarea y aumenta la calidad de los productos poniéndolos al alcance del mayor número de consumidores.

EL DISEÑO DEL TRABAJO Y SU OBJETIVO

Por definición se establece que el objetivo del diseño del trabajo es aumentar la productividad con los mismos o menores recursos si entendemos al trabajo como la actividad que integra los recursos materiales, de mano de obra y de maquinaria, con el fin de producir los bienes o servicios.

Los costos se establecen o se presentan cuando los recursos invertidos se utilizan a un nivel determinado de productividad; entonces, cuando la productividad crece, los costos disminuyen.

Éste es el objetivo final que se persigue cuando se aplica la ingeniería de métodos o el estudio del trabajo en las empresas.

ORÍGENES DE LA EMPRESA INDUSTRIAL

Durante siglos la manufactura de los productos utilizados por el hombre para su uso personal (vestido, calzado, adornos, carruajes, etcétera) y para su casa (muebles, enseres, etcétera), se elaboraban de manera artesanal, por productores aislados o ayudados por sus familiares.

Posteriormente, en la Edad Media, los artesanos se agrupan en gremios, uno por especialidad, e incluso se instalan en una misma calle. Todavía se conservan en muchas ciudades este tipo de instalación de empresas.

Como los mercaderes estaban a merced de los precios y de la producción que les imponían los artesanos, decidieron contratar artesanos a los que entregaban las materias primas y les pagaban por piezas producidas; así se crearon las primeras empresas industriales, compuestas por un elemento promotor, organizador y capitalista, y un trabajador asalariado, elaborador del producto.

EVOLUCIÓN DE LA EMPRESA INDUSTRIAL

Hacia 1750, gracias a la invención de la máquina de vapor por James Watt, se inició una nueva era en la producción industrial. Se crearon entonces las primeras empresas industriales, en el actual sentido de la palabra, y nació una clase de operadores: los obreros.

Para la mayoría de los empresarios de aquella época, el obrero era un simple servidor de la máquina a la que había sido asignado, sin prestarle la menor atención a su condición humana. Durante muchos años se les explotó mediante la imposición de jornadas laborales agotadoras, pues era común trabajar hasta doce horas diarias.

En 1824 comenzaron a dictarse las primeras leyes para proteger a los trabajadores, prohibiéndose el trabajo de las mujeres y los niños en las minas, y en 1847 se les redujo a diez horas la jornada laboral.

Pronto empezó la fabricación en serie y masiva de algunos productos industriales de gran consumo, lo que obligó a la ampliación de las fábricas hasta dimensiones que rebasaban la

capacidad económica de un solo propietario. Para conseguir los fondos necesarios, se crearon las sociedades anónimas, en títulos de propiedad representados por acciones adquiridas, en gran parte, por personas modestas con la única intención de obtener el mayor beneficio posible a cambio de su dinero.

Este sistema, si bien permitió la implantación de grandes empresas industriales, que son la base de la industria moderna, deshumanizó el trabajo y convirtió a los obreros en una masa anónima que se denominaría proletariado, acepción que pronto adquirió una connotación humillante.

En esa época, Frederick W. Taylor, precursor de la equipartición del trabajo, comenzó sus famosos experimentos para aumentar el rendimiento de sus obreros.

La mecanización del trabajo le permitió dividirlo y simplificarlo. Los oficios tradicionales fueron sustituidos por labores semiautomáticas que podían ser realizadas por personas sin oficio.

El momento era oportuno y el escenario estaba puesto para que Taylor, en 1888, culminara diez años de trabajo en la Midvale Steel Company y pusiera a prueba sus métodos en la administración. Consideraba que era obligación de ésta entender a los trabajadores y a sus trabajos.

A principios del siglo XX, debido al bajo precio y fácil utilización de la energía eléctrica para un incontable número de aplicaciones y el cúmulo de invenciones mecánicas y electrónicas, se produjo una verdadera explosión de la producción industrial, como se aprecia en la figura 1.1.

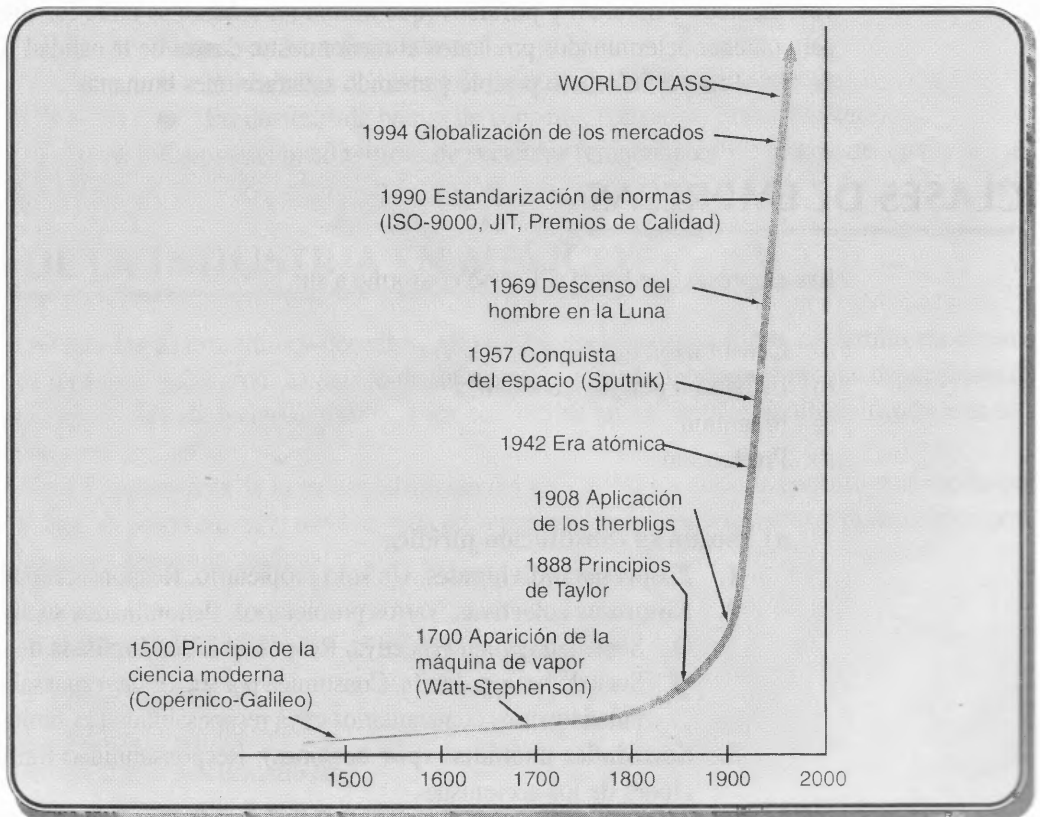


Figura 1.1
Curva de
aceleración
del progreso
técnico

CONCEPTO DE EMPRESA

Durante muchos años se ha considerado a la empresa como una creación exclusiva del capitalismo; además, no se la concebía sin empresario, quien era, en general, a la vez, propietario y director, y los trabajadores simples asalariados, con jornal fijo por horas. Asimismo, cuando decimos empresario, entiéndase que puede ser una persona física o bien una sociedad, representada por el gerente.

Este tipo de empresas era, por lo tanto, la conjugación del capital y del trabajo, con predominio del capital en la gestión de la empresa.

Actualmente se ha modificado la imagen tradicional de la empresa como instrumento para obtener beneficios; al empresario se le consideraba como la persona que dispone de los medios humanos, materiales y financieros para usarlos de la mejor manera para alcanzar determinados objetivos, a saber:

Económicos: obtener beneficios

Técnicos: fabricar artículos de una calidad determinada; investigar nuevos productos, etcétera.

Humanos y sociales: retribuir convenientemente, promover y formar al personal, etcétera.

En resumen, en sentido amplio podemos definir la empresa industrial como “la unidad orgánica integrada por medios materiales (capital, inmuebles, etcétera), personales (directivos, técnicos y obreros) y jurídicos (que norma las relaciones entre los distintos elementos) para obtener determinados productos al menor costo, dentro de la calidad fijada para su venta, con el mayor beneficio posible y creando satisfacciones humanas”.

CLASES DE EMPRESAS

Las empresas pueden clasificarse conforme a su:

- a) Constitución jurídica
- b) Estructura político-económica
- c) Magnitud
- d) Producción

a) Según su constitución jurídica

1. **Empresas individuales.** Un solo propietario. Responsabilidad ilimitada.
2. **Empresas colectivas.** Varios propietarios, denominados socios.
 - Sociedad regular colectiva. Responsabilidad ilimitada de todos los socios.
 - Sociedad comanditaria. Constituida por socios de responsabilidad personal ilimitada y otros comanditarios cuya responsabilidad se limita a su aportación.
3. **Sociedades anónimas (por acciones).** Responsabilidad limitada a las aportaciones de los accionistas.

4. **Sociedades limitadas.** No hay acciones, sino aportaciones a las que se limita la responsabilidad. Cuenta con dos órganos responsables: el de gestión, formado por los socios gestores, y el deliberante, constituido por la asamblea de socios.
- b) Según su estructura político-económica
1. **Empresas de interés público.** Sus fines son servir para el interés general, sin tener en cuenta los beneficios de los demás, o de sus integrantes.
 2. **Empresas estatales.** El Estado es el empresario; funcionan de la misma manera que una institución privada.
 3. **Empresas privadas.** Son propiedad de particulares.
 4. **Empresas mixtas.** Propiedad del Estado y de particulares.
- c) Según su magnitud
1. **Empresas artesanales:** de 1 a 5 trabajadores.
 2. **Empresas pequeñas:** de 6 a 50 trabajadores.
 3. **Empresas medianas:** de 51 a 500 trabajadores.
 4. **Empresas grandes:** de más de 500 trabajadores.
- d) Según su producción
1. **Empresas extractivas** (mineras, pesqueras, agrícolas, etcétera).
 2. **Empresas básicas** (acero, ácido sulfúrico, etcétera, que producen materias primas para otras industrias).
 3. **Empresas transformadoras**
 - Productoras de bienes de equipo (máquinas, herramientas).
 - Productoras de bienes de consumo (calzados, libros, etcétera).
 4. **Empresas productoras de servicios** (comerciales, de transporte, etcétera).

ANÁLISIS DE LA INDUSTRIA EN MÉXICO (caca)

Durante los cuatro últimos decenios, México ha presentado un fuerte desarrollo económico en términos reales. Así, ha dejado de ser un país fundamentalmente agrícola, dependiente de la exportación de materias primas, para convertirse en una economía diversificada, con una creciente industria.

La importancia de la industrialización del país se debe a que ella constituye el medio por el cual se puede elevar el nivel de vida de la población. Además, constituye el detonador principal del desarrollo nacional.

El sector industrial mexicano se divide en tres estratos:

1. Industria básica.
2. Industria semibásica.
3. Industria de consumo final.

1. La industria básica consta de las siguientes ramas:
 - a) Eléctrica.
 - b) Minerometalurgia.
 - c) Petróleo y petroquímica.
 - d) Siderúrgica.

2. La industria semibásica:
 - a) Materiales para construcción.
 - b) Papel y celulosa.
 - c) Productos químicos.
 - d) Textil y vestidos.

3. La industria de consumo final:
 - a) Automovilística
 - b) Alimentaria
 - c) Bebidas
 - d) Línea blanca y electrónica

En la tabla 1.1 se muestra el número de empresas que existen en nuestro país.

Tabla 1.1. Estadística del número de empresas de acuerdo con su sector y tamaño

| SECTOR | MICRO | PEQUEÑA | MEDIANA | GRANDE | TOTAL |
|-------------------------|---------|---------|---------|--------|---------|
| Industrial | | | | | |
| Agropecuario | 177 | 115 | 42 | 4 | 338 |
| Minería | 148 | 37 | 34 | 36 | 255 |
| Industria manufacturera | 24.853 | 9.251 | 4.859 | 2.215 | 41.178 |
| Construcción | 9.458 | 2.797 | 587 | 94 | 12.936 |
| Total Industrial | 34.636 | 12.200 | 5.522 | 2.349 | 54.707 |
| Comercial | | | | | |
| Comercial | 371.522 | 11.789 | 3.892 | 1.489 | 388.662 |
| Total Comercial | 371.522 | 11.789 | 3.892 | 1.489 | 388.662 |
| Servicios | | | | | |
| Comunicaciones | 3.560 | 786 | 207 | 280 | 4.833 |
| Servicios | 101.414 | 10.329 | 1.683 | 1.366 | 114.792 |
| Total Servicios | 104.974 | 11.115 | 1.890 | 1.646 | 119.625 |
| Total | 511.132 | 35.104 | 11.304 | 5.484 | 562.994 |

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS EMPRESAS SEGÚN SU TAMAÑO

Las características generales de las microempresas, pequeñas, medianas y grandes empresas son las siguientes:

Microempresa

- Su organización es de tipo familiar.
- Está dirigida y organizada por el propio dueño.
- Generalmente su organización es empírica.
- Su producción no es automatizada.
- La mayoría de sus trabajadores son familiares del dueño, por lo cual se le conoce como empresa familiar.
- Para el pago de impuestos son consideradas como causantes menores.

Pequeñas y medianas empresas

- Los propios dueños dirigen la empresa.
- Su administración es empírica.
- Por lo regular, el capital requerido es aportado por una o dos personas, las cuales establecen una sociedad.
- Su planta laboral, que crece constantemente, oscila desde 51 hasta un máximo de 500 personas.
- Utilizan más maquinaria y equipo que las microempresas.
- Dominan y abastecen un mercado más amplio, aunque no necesariamente tiene que ser local o regional, ya que muchas veces producen para el mercado nacional e incluso para el internacional.
- La pequeña tiende a ser mediana y ésta aspira a ser grande; es decir, están en proceso constante de crecimiento.

Grandes empresas

- El capital es aportado por diferentes socios que se organizan en sociedades de diversos tipos.
- Forman parte de grandes consorcios o cadenas que monopolizan o participan en forma mayoritaria en la producción o comercialización de determinados productos.
- Algunas veces dominan con amplitud el mercado interno, y otras participan también en el internacional.
- Cuentan con grandes recursos de capital que les permite marcar el rumbo en tecnología, mecanización y automatización de sus procesos productivos.
- Cuentan con gran número de personal (siempre más de 500 trabajadores).

- Aplican una administración científica; es decir, profesionales egresados de las universidades son los encargados de la planeación, la organización y la dirección de la empresa.
- Tienen acceso a diversas fuentes de financiamiento, tanto nacional como internacional.

ÁREAS DE ACTIVIDAD DE LA INGENIERÍA DE MÉTODOS

Las dos áreas básicas de desarrollo de la ingeniería de métodos son:

- *Simplificación del trabajo.* Esta área tiene por objetivo aplicar un procedimiento sistemático de control de todas las operaciones (directas e indirectas) de un trabajo dado a un análisis meticuloso, con el objeto de introducir mejoras que permitan que el trabajo se realice más fácilmente, en menor tiempo o con menos material, o sea, con menos inversión por unidad.

En esta fase se incluye como parte importante el diseño, la creación o la selección de los mejores:

- a) Métodos
 - b) Procesos
 - c) Herramientas
 - d) Equipo
 - e) Habilidades
- *Medida de trabajo.* Esta área comprende lo que puede llamarse el levantamiento del trabajo; es decir, en ella se investiga en qué condiciones, bajo qué métodos y en qué tiempo se ejecuta un trabajo determinado, con el objeto de:
 - a) Balancear cargas de trabajo
 - b) Establecer costos estándares
 - c) Implantar sistemas de incentivos
 - d) Programar la producción

BIBLIOGRAFÍA

- Enciclopedia Labor*, Labor, España, 1970.
- Lasheras, José Ma. Esteban, *Tecnología de la organización industrial*, tomo I, Cedel, 1985.
- Maynard, H. B., *Manual de la Ingeniería de la Producción Industrial*, Reverté.
- OIT, *Introducción al estudio del trabajo*, 3a. ed., Ginebra, Suiza, 1977.
- Reyes Ponce, Agustín, *Administración de personal*, 1a. y 2a. partes, Limusa.

Organización de la producción

“Tenemos, sin duda y cada vez más, que vivir con ideas, pero tenemos que dejar de vivir desde nuestras ideas. Tenemos que aprender a vivir conforme a nuestra índole, desde nuestro irrevocable destino determinado por nuestras dotes innatas.”

José Ortega y Gasset

OBJETIVOS

- ▶ Explicar qué es la productividad.
- ▶ Mencionar los elementos que intervienen en ella.
- ▶ Identificar los más importantes criterios de la productividad.
- ▶ Reconocer los porcentajes de la descomposición del tiempo de fabricación.

LA PRODUCTIVIDAD, UN OBJETIVO PRIORITARIO

Existe mucha discusión en torno a la productividad; de hecho, está en el centro de las polémicas económicas actuales. Sin embargo, la idea que representa es difícil de fijar cuando se trata de definirla o de señalar procedimientos precisos para medirla numéricamente.

El principal motivo para estudiar la productividad en la empresa es encontrar las causas que la deterioran y, una vez conocidas, establecer las bases para incrementarla.

Productividad es el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados.

En nuestro caso, el objetivo es la fabricación de artículos a un menor costo, a través del empleo eficiente de los recursos primarios de la producción: materiales, hombres y máquinas.

elementos sobre los cuales la acción del ingeniero industrial debe enfocar sus esfuerzos para aumentar los índices de productividad actual y, en esa forma, reducir los costos de producción.

Hemos mencionado la necesidad de "aumentar los índices de productividad". Ahora veamos cómo se logra.

Si partimos de que los índices de productividad se pueden determinar a través de la relación producto-insumo, teóricamente existen tres formas de incrementarlos:

1. Aumentar el *producto* y mantener el mismo *insumo*.
2. Reducir el *insumo* y mantener el mismo *producto*.
3. Aumentar el *producto* y reducir el *insumo* simultánea y proporcionalmente.

Aquí podemos darnos cuenta que la productividad (cociente) aumentará en la medida en que logremos incrementar el numerador, es decir, el producto físico; también aumentará si reducimos el denominador, es decir el insumo físico.

La productividad no es una medida de la producción ni de la cantidad que se ha fabricado, sino de la eficiencia con que se han combinado y utilizado los recursos para lograr los resultados específicos deseables.

Por tanto, la productividad puede ser medida según el punto de vista:

$$1^{\circ} = \frac{\text{Producción}}{\text{Insumos}}$$

$$2^{\circ} = \frac{\text{Resultados logrados}}{\text{Recursos empleados}}$$

FACTORES QUE RESTRINGEN LA PRODUCTIVIDAD

Un incremento de la productividad no ocurre por sí sólo, sino que son los directivos dedicados y competentes los que lo provocan, y lo logran mediante la fijación de metas, la remoción de los obstáculos que se oponen al cumplimiento de éstas, el desarrollo de planes de acción para eliminarlos y la dirección eficaz de todos los recursos a su alcance para mejorar la productividad, pues varios son los factores que actúan en contra de ésta, en ocasiones generados por la propia empresa o por su personal. Otros surgen en el exterior, por lo cual están fuera del control de los directivos. A continuación se presentan los factores restrictivos más comunes:

1. Incapacidad de los dirigentes para fijar el ambiente y crear el clima apropiado para el mejoramiento de la productividad:

Todos los dirigentes son responsables de desarrollar y mantener un ambiente laboral favorable para cumplir las metas organizacionales.

2. Problema de los reglamentos gubernamentales:

La reglamentación gubernamental cada vez mayor ha tenido efectos negativos en la productividad ya que reduce los recursos de las organizaciones.

3. El tamaño y la obsolescencia de las organizaciones tienen un efecto negativo sobre el aumento de la productividad:

Cuanto mayor tamaño adquiere una organización, mayores serán los obstáculos a los que se enfrentarán tanto las comunicaciones internas como las externas, la unicidad de propósitos y el cumplimiento de los resultados.

4. Incapacidad para medir y evaluar la productividad de la fuerza de trabajo:

Muchas organizaciones desconocen los procedimientos para evaluar y medir la productividad del trabajo, lo que genera inconformidad entre los empleados.

5. Los recursos físicos, los métodos de trabajo y los factores tecnológicos que actúan tanto en forma individual y combinada para restringir la productividad.

El área de producción, el diseño del producto, la maquinaria y el equipo, así como la calidad de las materias primas que se empleen y la continuidad de su abastecimiento tienen un importante efecto en la productividad.

Problema de productividad

Raúl Rodríguez, superintendente de producción de la compañía de metales “La Criollita”, y Miguel Suárez, especialista en planeación y control de producción, no han mantenido relaciones muy amistosas desde hace más de un mes. Raúl sostiene que Miguel continuamente le da órdenes acerca de cómo realizar su trabajo. A su vez, éste considera que su obligación consiste en planear la producción y programar el material necesario para la misma. Sin la cooperación de Raúl, Miguel no puede cumplir con sus obligaciones. Roberto García, vicepresidente de producción, que supervisa a Raúl y a Miguel, no se había enterado de la desavenencia entre Raúl y Miguel, puesto que ambos se habían mostrado sumamente discretos al respecto. Sin embargo, después de hablar por separado con cada uno de ellos logró hacer un resumen de la situación, a saber:

Miguel: ¿Cómo puedo desempeñar mi trabajo si no tengo la libertad de programar la producción de una manera más eficaz?

Raúl: Yo tengo dos jefes, Miguel y tú. ¿Para quién trabajo en realidad? Se me culpa si no cumplo con el programa establecido y aun así Miguel está tratando de programar toda la producción.

¿Cómo afecta la productividad este tipo de problemas en las organizaciones?

¿De que forma se podría resolver este problema?

CRITERIOS PARA ANALIZAR LA PRODUCTIVIDAD

Existe una gran variedad de parámetros que afectan a la productividad del trabajo y en especial los ingenieros industriales analizan los factores conocidos como las “M” mágicas, llamadas así porque todos ellos, en inglés, empiezan con EME.

Hombres (men)

Dinero (money)

Materiales

Métodos

Mercados (markets)

Máquinas (machines)

Medio ambiente

Mantenimiento del sistema

*Misceláneos: Controles, materiales, costos,
inventarios, calidad, cantidad,
tiempo, etcétera*

Management

Manufactura

PRODUCTIVIDAD Y NIVEL DE VIDA

Es evidente que cuanto más alta sea la productividad, es decir, mayor la producción a igualdad de elementos productores (capital, máquinas, obreros, etcétera), más económica resultará y mayores serán los beneficios que pueden obtenerse.

Estos beneficios deben repartirse entre los elementos productores y los consumidores:

- a) Una parte, irá a los obreros, pues ganarán más a medida que aumenten su productividad.
- b) Otra irá a los empresarios, que deben ganar más conforme más inviertan y promuevan la productividad.
- c) Por otra parte, debe beneficiarse al consumidor, pues el abaratamiento de la producción traerá como consecuencia un aumento de la venta de los productos fabricados.

Por lo tanto, un aumento de la productividad generará los siguientes beneficios:

1. Los obreros, al ganar más y disponer de más dinero, podrán gastar más y ahorrar para invertir en empresas industriales.
2. Las empresas, al obtener más beneficios, además de lograr mayores utilidades, podrán dedicar una parte de ellos a los consumidores, vía reducción de precios de sus productos, y otra a mejorar sus instalaciones, lo que incrementará aún más la productividad.
3. Los consumidores, debido a la reducción de precios, podrán comprar mayor número de productos, lo cual aumentará el nivel medio de vida general de la población.

En resumen: Un aumento de la productividad produce una riqueza marginal, cuyo efecto multiplicador se traduce en una elevación continua y constante del nivel general de vida.

TEMORES AL PROMOVER EL AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD

Tanto el gobierno como los directivos, trabajadores y la sociedad son responsables de la promoción de la productividad, ya que generalmente surgen los siguientes temores:

- a) A lo desconocido.
- b) A la reducción de los empleos.
- c) Al desempleo.
- d) A las cargas de trabajo desbalanceadas.
- e) A la mala distribución de las ganancias con la mayor productividad.

Ante ello, cada sector debe asumir diversas responsabilidades, a saber:

I. Del gobierno:

- a) Propagar el concepto de productividad y financiar las instituciones que la promuevan.
- b) Procurar un desarrollo económico equilibrado.
- c) Sostener y aumentar el empleo.
- d) Regular precios.
- e) Crear condiciones adecuadas para incrementar la productividad.

II. De la dirección empresarial:

- a) Reconocer y asumir el concepto de productividad.
- b) Favorecer los adelantos técnicos y utilizar las técnicas modernas de dirección.
- c) Desarrollar buenas relaciones obrero-patronales.
- d) Conseguir que los trabajadores apoyen las campañas de productividad.
- e) Reinvertir utilidades.
- f) Revisar periódicamente las políticas de salarios.

III. De los trabajadores:

- a) Reconocer y aceptar las políticas elaboradas por la dirección empresarial.
- b) Reconocer y adoptar los beneficios que generan los cambios técnicos.
- c) Hacer un buen trabajo a cambio de un salario justo.

IV. De la sociedad o comunidad:

- a) Regular el nivel de población.
- b) Insistir en la calidad y en precios justos.
- c) Fomentar la educación.

LA DIRECCIÓN EN EL INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD

La posición clave de la dirección puede apreciarse mejor en la figura 2.1.

La importancia relativa de cada uno de los recursos que se mencionan varía de acuerdo con la naturaleza de la empresa, el país en que opera, la disponibilidad y costo de cada uno de ellos, la índole del producto y los procesos necesarios para su fabricación.

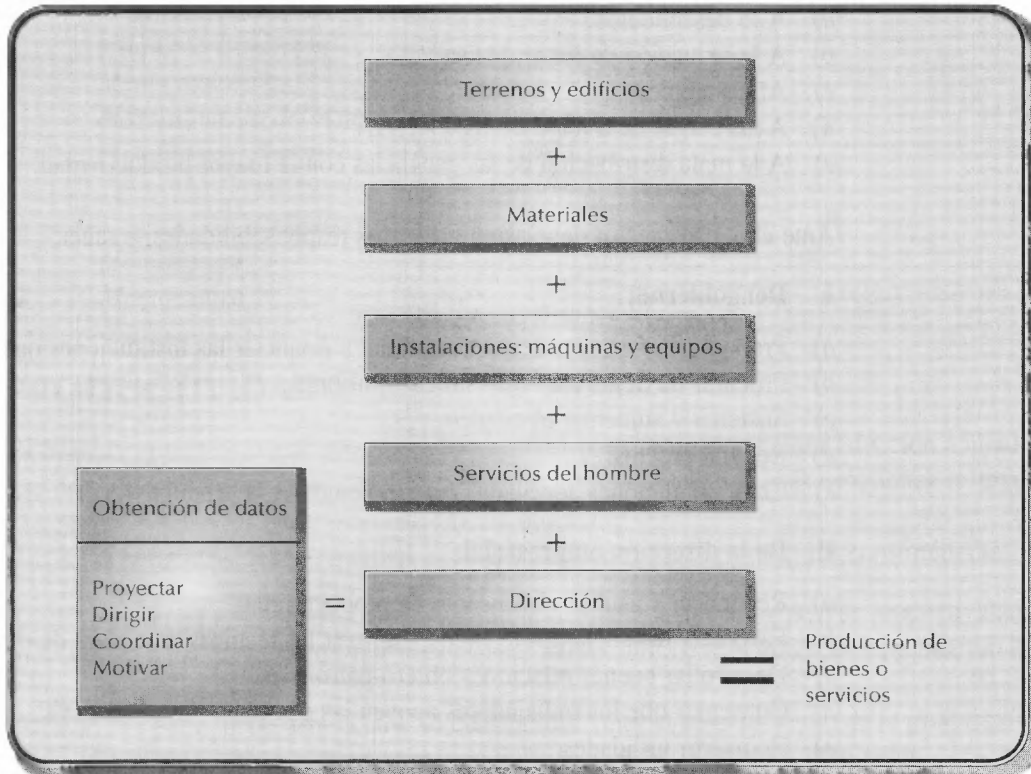


Figura 2.1
Posición clave
de la dirección.

En toda empresa dirigida por más de una persona, la gestión rectora consiste en velar por el empleo equilibrado de los recursos y coordinar las actividades de todos dentro de la organización para obtener el mejor resultado.

El aprovechamiento de la máxima productividad de terrenos y edificios puede ser una causa muy importante de reducción de costos, particularmente cuando una empresa se halla en periodo de expansión y necesita ampliar su capacidad de producción.

Toda reducción del proyecto original que puede llevarse a cabo antes de adquirir el terreno o construir los edificios representa un menor desembolso de capital (o renta), un ahorro de materiales y de instalaciones, además de disminución de gastos futuros de mantenimiento.

Existen muchas industrias en las que el costo de las materias primas representa 60% o más del costo del producto terminado, mientras que el resto corresponde a la mano de obra y gastos generales.

En cualquiera de esas condiciones, la productividad de los materiales es un factor fundamental para una producción u operación económicas. En este caso es probable que sea mucho más importante que la productividad de la mano de obra, e incluso que la de las instalaciones y la maquinaria. Sin embargo, nos obliga a asegurarnos de que los operadores están debidamente capacitados y adiestrados para no hacer trabajos defectuosos, lo cual genera pérdidas de material.

PRODUCTIVIDAD DE LAS INSTALACIONES, E LA MAQUINARIA, DEL EQUIPO Y DE LA MANO DE OBRA

Consideremos nuevamente la naturaleza de la productividad, que ya definimos como “la relación aritmética entre la cantidad producida y la cuantía de los recursos empleados en la producción”.

Para comprenderla tenemos que introducir la noción de *tiempo*, ya que la cantidad de productos que se obtienen de una máquina o de un trabajo en un tiempo determinado constituye la medida de la productividad. Ésta se determina computando la producción de mercancías o de servicios en cierto número “horas-hombre u horas-máquina”.

Una hora-hombre = Trabajo de un hombre en una hora.

Una hora-máquina = Funcionamiento de una máquina durante una hora.

El tiempo invertido por un hombre en una máquina para llevar a cabo una operación o producir una cantidad determinada de productos o servicios se descompone generalmente en la forma en que se observa en la figura 2.2.

PRODUCTIVIDAD EN LA INDUSTRIA

Este tema se verá a lo largo de todo el libro, según se estudien los aspectos de la productividad de los materiales, máquinas, equipo, herramientas, instalaciones y mano de obra en particular y, finalmente, todos ellos en conjunto. Las técnicas que estudiaremos y que se aplican en el estudio del trabajo pueden utilizarse con éxito dondequiera que se trabaje: fábricas, oficinas, almacenes, servicios públicos y en el campo.

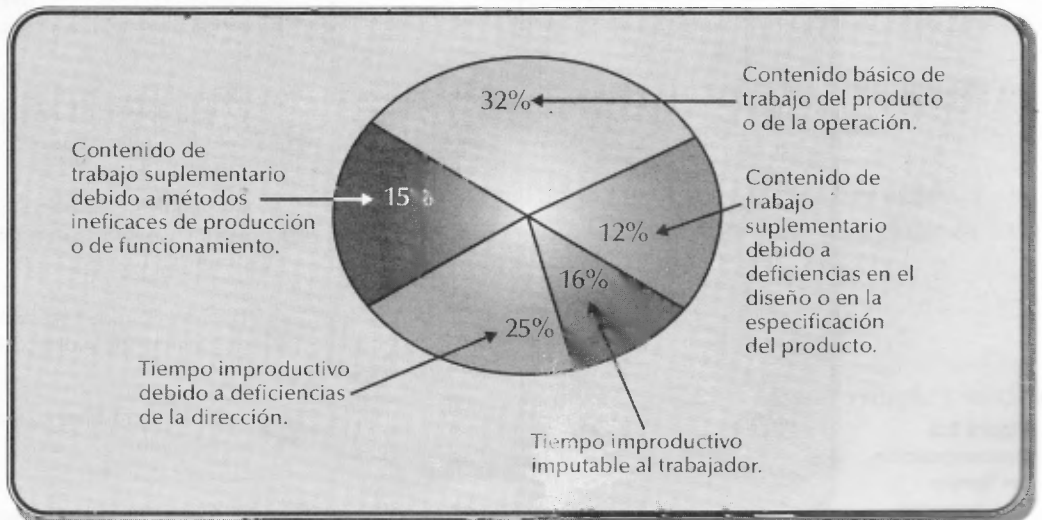


Figura 2.2
Composición
del tiempo
de fabricación.

Es necesario tener presente que la productividad no sólo se refiere a la mano de obra. Por lo tanto, el aumento de la productividad se debe considerar como un problema consistente en obtener el máximo provecho de todos los recursos disponibles, incluyendo los materiales y maquinaria en general.

Como introducción al campo de la productividad industrial, podemos decir que el tiempo total invertido por un hombre o por una máquina para llevar a cabo una operación o para producir una cantidad determinada de productos, puede descomponerse de la manera como se muestra en la figura 2.3.

El contenido básico de trabajo es el tiempo mínimo *irreducible* que teóricamente se necesita para obtener una unidad de producción: es decir, el tiempo que se invertiría en fabricar un producto o en llevar a cabo una operación si el diseño, la especificación, el proceso y el método de fabricación fuesen perfectos: esto es, si no hubiera pérdida de tiempo por ningún motivo durante la actividad (con excepción de las pausas normales de descanso que se dan al trabajador). Obviamente, ésta es una situación que nunca se logrará, pero el objetivo de la gerencia debe ser aproximarse lo más que sea posible al contenido básico de trabajo.

Hay elementos que se suman al contenido básico de trabajo, a saber:

- a) Los contenidos suplementarios de trabajo A y B
- b) Los tiempos improductivos C y D, según la figura 2.3

A estos factores se debe la disminución de la productividad o el estancamiento de la misma. En otras palabras, eliminándolos o reduciéndolos se logra elevar la productividad. A continuación veremos las causas específicas de estos dos tiempos adicionales al contenido básico del trabajo.

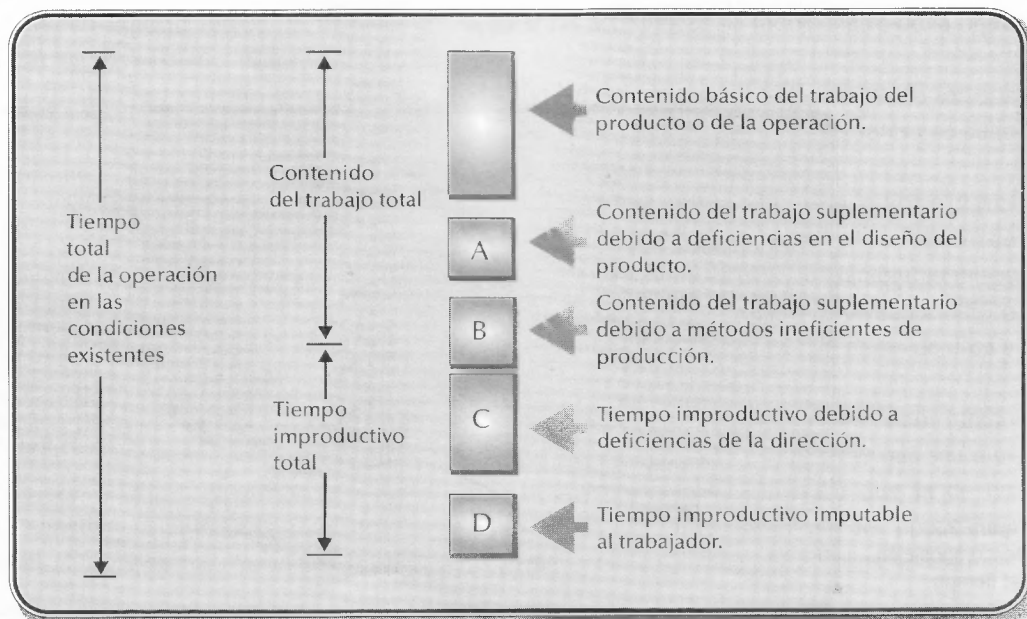


Figura 2.3
Descomposición del tiempo de fabricación.

- a) Contenido de trabajo suplementario debido a deficiencias del diseño o especificación del producto:
1. Diseño del producto o partes que impide la utilización de procedimientos o métodos de fabricación más económicos.
 2. Diversidad excesiva de productos o falta de normalización de los componentes.
 3. Fijación equivocada de normas de calidad, por exceso o por defecto.
 4. Los componentes de un producto pueden tener un modelo tal que, para darle forma definitiva, es preciso eliminar una cantidad excesiva de material, lo cual ocasiona desperdicios de material y aumento del contenido de trabajo.
- b) Contenido de trabajo suplementario debido a métodos ineficaces de producción o funcionamiento:
1. Utilización de tipos o tamaños inadecuados de maquinaria cuya capacidad sea inferior a la apropiada.
 2. Los procesos de alimentación, ritmo, velocidad de recorrido, temperatura, presión, etcétera, no funcionan adecuadamente.
 3. Se utilizan herramientas inadecuadas.
 4. La disposición de la fábrica, taller o lugar de trabajo impone movimientos innecesarios, lo cual da por resultado pérdidas de tiempo y fatiga.
 5. Los métodos de trabajo del operador entrañan movimientos innecesarios, pérdida de tiempo y energía.
- c) Tiempo improductivo por deficiencias de la dirección:
1. Política de ventas que exija un número excesivo de variedades de un producto.
 2. Falta de estandarización de componentes de uno o varios productos con efecto similar.
 3. Descuido en el diseño del producto sin respetar las indicaciones del cliente y evitar modificaciones del modelo.
 4. Mala planificación de la secuencia de operaciones y pedidos.
 5. Inadecuada organización del abastecimiento de materias primas, herramientas y demás elementos necesarios.
 6. Deficiente mantenimiento de las instalaciones y la maquinaria.
 7. Por permitir que las instalaciones y la maquinaria funcionen en mal estado.
 8. Inexistencia de condiciones de trabajo que permitan al operador trabajar en forma continua.
- d) Tiempo improductivo imputable al trabajador:
1. Ausencias, retardos, no trabajar de inmediato, trabajar despacio, o simple y sencillamente no querer trabajar.
 2. Trabajar con descuido, lo cual origina desechos o repeticiones.
 3. Inobservancia de las normas de seguridad.

¿Por qué es importante el incremento de la productividad?

Es importante incrementar la productividad porque ésta provoca una “reacción en cadena” en el interior de la empresa, fenómeno que se traduce en una mejor calidad de los productos, menores precios, estabilidad del empleo, permanencia de la empresa, mayores beneficios y **mayor bienestar colectivo**, tal como se puede ver en la figura 2.4.

¿Se puede medir la productividad? ¿Con qué niveles de desagregación?

Es posible medir la productividad. Los indicadores de productividad se pueden construir con varios niveles de desagregación (o de detalle). Se puede medir con base en los factores productivos antes mencionados que participan en la producción, o bien, a partir de las diversas actividades económicas que se desarrollan en un país. En el primer caso los indicadores que se pueden generar son la productividad total de los factores (PTF) y los indicadores parciales de productividad. Dentro de estos últimos, los más importantes son los de la productividad del trabajo o laboral y el de la productividad del capital.

En el segundo caso, los indicadores pueden ser calculados para la economía en su conjunto, para cada uno de los sectores de actividad (manufacturas, servicios, comercio, transporte, etcétera) y para cada división de la industria manufacturera (alimentos, bebidas y tabaco, textiles, madera, papel, etcétera).

Los indicadores de productividad también pueden calcularse al nivel de cualquier empresa o establecimiento que realice alguna actividad económica.

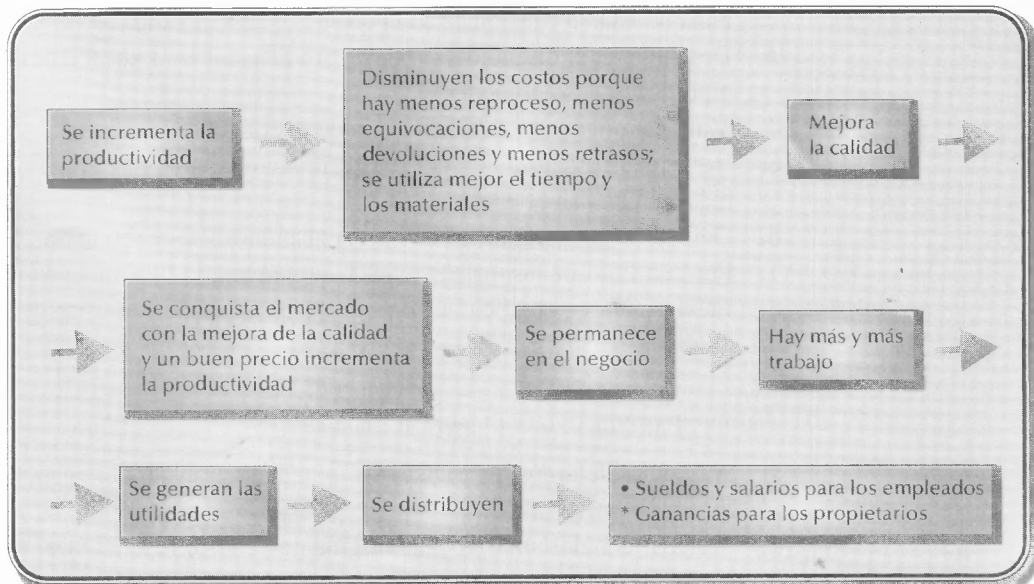


Figura 2.4
Reacción en cadena de una mayor productividad.

INDICADORES IMPORTANTES

EFICACIA Y EFICIENCIA

Desde un punto de vista sistémico se sabe que para que una empresa trabaje bien, todas sus áreas y su personal, sin importar sus jerarquías, deben funcionar adecuadamente, pues la productividad es el punto final del esfuerzo y combinación de todos los recursos humanos, materiales y financieros que integran una empresa.

La eficacia implica la obtención de los resultados deseados y puede ser un reflejo de cantidades, calidad percibida o ambos. La eficiencia se logra cuando se obtiene un resultado deseado con el mínimo de insumos; es decir, se genera cantidad y calidad y se incrementa la productividad. De ello se desprende que la eficacia es hacer lo correcto y la eficiencia es hacer las cosas correctamente con el mínimo de recursos.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Eficacia}}{\text{Eficiencia}} = \frac{\text{Valor} \Rightarrow \text{Cliente}}{\text{Costo} \Rightarrow \text{Productor}}$$

| VARIABLES | DEFINICIÓN | INDICADORES |
|-------------------|--|--|
| Eficiencia | Forma en que se usan los recursos de la empresa: humanos, materia prima, tecnológicos, etcétera. | <ul style="list-style-type: none"> ○ Tiempos muertos ○ Desperdicio ○ Porcentaje de utilización de la capacidad instalada. |
| Eficacia | Grado de cumplimiento de los objetivos, metas o estándares, etcétera. | <ul style="list-style-type: none"> ○ Grado de cumplimiento de los programas de producción o de ventas. ○ Demoras en los tiempos de entregas. |

Eficiencia: Es la capacidad disponible en horas-hombre y horas-máquina para lograr la productividad y se obtiene según los turnos que trabajaron en el tiempo correspondiente.

Las causas de tiempos muertos, tanto en horas-hombre como en horas-máquina, son las siguientes:

| | | |
|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ○ Falta de material ○ Falta de personal ○ Falta de energía ○ Manufactura | <ul style="list-style-type: none"> ○ Mantenimiento ○ Producción ○ Calidad ○ Falta de tarjetas | <ul style="list-style-type: none"> ○ Otros ○ Falta de información |
|---|---|---|

Capacidad usada = (Capacidad disponible – tiempo muerto)

Porcentaje de eficiencia = (Capacidad usada/Capacidad disponible) × 100

Porcentaje de eficacia = (Producción real/ Producción programada) × 100

Problema (2.1)

Una compañía fabricante de utensilios de cocina desea optimizar la cantidad de material que se desperdicia en el corte con discos para la fabricación de ollas de diferentes dimensiones.

Se requiere fabricar al mes los siguientes artículos, con estas características:

1. 500 ollas de 16 cm de diámetro en el fondo; cada una utiliza un disco de aluminio de 17 cm de diámetro y 2 mm de espesor.
2. 400 ollas de 20 cm de diámetro en el fondo; cada una requiere de un disco de aluminio de 20.5 cm de diámetro y 2 mm de espesor.
3. 350 ollas de 22 cm de diámetro en el fondo; cada olla emplea un disco de aluminio de 22.5 cm de diámetro y 2 mm de espesor.
4. 155 ollas de 24 cm de diámetro en el fondo; cada una de ellas necesita de un disco de aluminio de 24 cm de diámetro y 2 mm de espesor.

Se dispone de aluminio ya rolado de 2 mm de espesor, 1.5 m de ancho, 40 m de longitud y 980 kg de peso.

Se desea maximizar el material de tal manera que se cumpla con la producción y lograr un ahorro. Cada metro ya rolado tiene un costo de \$ 6.00 por kg, y el desperdicio por kg tiene un costo de \$ 3.00 para fundirlo y rolarlo nuevamente para obtener aluminio de 2 mm de espesor por 1.5 m de ancho.

Problema (2.2)

Una fábrica de cajas de empaque necesita realizar cambios de procesos en su planta de producción, ya que los existentes han aumentado considerablemente su costo. Por lo tanto, se le ha encargado al ingeniero industrial que realice un estudio profundo de productividad con el objeto de reducir costos.

Requerimientos: El problema al que se enfrenta el ingeniero es decidir cuál de dos métodos es el más económico, y cuál de ellos generará mayor cantidad de cajas a menor costo, si se tienen las siguientes condiciones, según muestra la figura 2.5.

| | |
|----------------------|---|
| Primer método: | Cortar y soldar. |
| Segundo método: | Cortar, doblar y soldar. |
| Material: | Lámina de 55 m por 3.1 m y 3 mm de espesor. |
| Costos de operación: | |
| Corte | \$ 0.30 c/u |
| Dobleces | \$ 1.00 c/u |
| Soldadura | \$ 0.75 c/u |

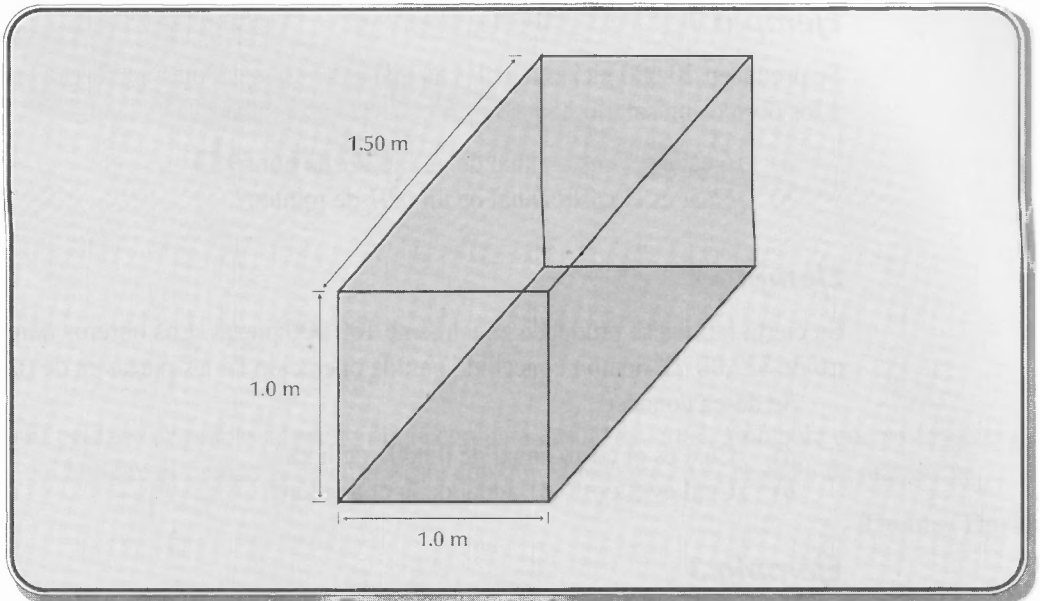


Figura 2.5
Cubo de
1.0 m de
lado.

Problemas típicos de aplicación del costo anual

Si se quiere conocer el costo anual de un diezmilésimo de hora de cualquier actividad en una organización industrial, se debe proceder de la siguiente manera:

$$\text{Actividad anual} \times \text{Salario horario} \times 0.0001 = \text{costo anual de 0.0001 de hora.}$$

Se procede de la misma manera para calcular la actividad anual:

$$\text{Operaciones iguales en cada pieza} \times \frac{\text{Número de piezas en un año}}{\text{}} = \text{Actividad anual}$$

Cuando se desea determinar el costo anual de un centésimo de minuto se aplica la siguiente fórmula:

$$\text{Costo anual de 0.01 de minuto} = \frac{\text{actividad anual} \times \text{salario horario} \times 0.01}{60}$$

Para transformar el costo anual de un diezmilésimo de hora en el costo anual de un centésimo de minuto, o viceversa, se emplean las siguientes igualdades:

$$\text{Costo anual de un diezmilésimo de hora} = \text{Costo anual de un centésimo de minuto} \times 0.6$$

$$\text{Costo anual de un centésimo de minuto} = \text{Costo anual de un diezmilésimo de hora} \times \left(\frac{10}{6}\right)$$

Ejemplo 1

Se producen 20 000 piezas anuales mediante tres operaciones iguales en cada pieza. Se paga a los obreros un salario horario de \$4.00. Se desea saber:

- a) ¿Cuál es el costo anual de un 0.0001 de hora?
- b) ¿Cuál es el costo anual de un 0.01 de minuto?

Ejemplo 2

En cierta fábrica se producen anualmente 100 000 piezas. Los obreros tienen un salario diario de \$27.00. El tiempo concedido para la operación de las piezas es de 0.110 horas.

Se desea conocer:

- a) ¿Cuál es el costo anual de 0.0001 de hora?
- b) ¿Cuál es el costo de anual de la operación?

Ejemplo 3

De la comparación de dos empresas que efectúan la misma operación surgieron los siguientes datos:

Actividad anual de las empresas: 1 500 000 piezas

Se desea conocer:

- a) ¿Cuál es el costo anual de 0.01 minutos en una empresa que paga \$ 24 pesos por día?
- b) ¿Cuál es el costo anual de 0.0001 de hora en una empresa que paga \$ 2.75 por hora?
- c) ¿Qué empresa tiene el costo más alto, suponiendo que en la primera son necesarios 0.0150 de hora por pieza, mientras que en la segunda sólo se emplean 0.0100 de hora?

BIBLIOGRAFÍA

- Barde, Friederich, *El estímulo de la productividad*, Reverté, Barcelona, 1979.
- Lasheras, José Ma. Esteban, *Tecnología de la organización industrial*, tomo 1, Cedel, 1985.
- OIT, *Introducción al estudio del trabajo*, 2a. ed., Lev, Ginebra, Suiza, 1973.

Condiciones de trabajo

El peldaño de una escalera no fue hecho para descansar en él, sino para que sostenga el pie del hombre el tiempo suficiente y éste coloque el otro pie en el peldaño de más arriba.

Thomas Huxley

OBJETIVOS

- ▼ Definir condiciones de trabajo.
- ▼ Definir cómo afecta la iluminación en el área de trabajo.
- ▼ Reconocer cómo afecta el acondicionamiento cromático al área de trabajo.
- ▼ Reconocer cómo afecta el ruido y las vibraciones al operador durante el desarrollo de su trabajo.

GENERALIDADES

Lo primero que hay que hacer cuando se trata de mejorar los métodos de trabajo en una industria (o en cualquier otra parte), es crear condiciones laborales que permitan a los obreros ejecutar sus tareas sin fatiga innecesaria.

Si el obrero se encuentra en un ambiente grato, en condiciones higiénicas, sin experimentar frío ni calor, con una iluminación adecuada y con el menor ruido posible, disminuye considerablemente su fatiga; además, si no distrae su atención en cuestiones personales, puede concentrarse en su trabajo y realizarlo mejor.

Las malas condiciones de trabajo figuran entre las principales causas productoras de tiempo improductivo por deficiencias de dirección. No sólo se pierde tiempo sino que se origina una proporción excesiva de trabajo defectuoso, con desperdicio de material y pérdida de producción consiguientes.

Las condiciones de trabajo en los locales dependen principalmente de los siguientes factores:

- a) Limpieza
- b) Agua potable e higiene
- c) Orden
- d) Calidad e intensidad de iluminación
- e) Ventilación, calefacción y refrigeración
- f) Acondicionamiento cromático
- g) Ruido y vibraciones
- h) Música ambiental

LIMPIEZA

Por lo general, la limpieza es la primera condición esencial para proteger la salud de los trabajadores y normalmente cuesta poco.

Para la salud es indispensable que todos los talleres y locales de la empresa se mantengan en condiciones higiénicas y que la basura se recoja a diario en todos los lugares de trabajo, pasillos y escaleras.

El hábito de escupir es particularmente peligroso para la salud. Deben colocarse avisos que prohíban hacerlo en suelo, paredes o escaleras. Cuando sea necesario poner escupideras, deben ser suficientemente numerosas e higiénicas, y limpiarse y desinfectarse de manera adecuada por lo menos una vez por turno de trabajo.

Debe ponerse especial empeño en eliminar de los locales de trabajo y talleres a los roedores, insectos o parásitos, que transmiten peligrosas enfermedades.

AGUA POTABLE E HIGIENE

El personal debe tener a su disposición un abastecimiento adecuado de agua potable, limpia y fresca, proveniente de una fuente segura y controlada regularmente.

ORDEN

El orden favorece la productividad y ayuda a reducir el número de accidentes. Si en los pasadizos hay pilas de materiales y otros estorbos se pierde tiempo apartándolos para trasladar cargas de un lado a otro de las máquinas o locales. En las fábricas que producen operaciones en serie, éstas pueden ser interrumpidas varias horas si los materiales están esparcidos o en desorden.

Tener material desparramado, productos semiacabados amontonados en los pisos y bancos de muchas empresas representa dinero parado que bien podría utilizarse para reducir costos y aumentar la productividad.

CALIDAD E INTENSIDAD DE ILUMINACIÓN

La buena iluminación acelera la producción. Es esencial para la salud, seguridad y eficiencia de los trabajadores. Sin ella sufrirá la vista de los trabajadores, aumentarán los accidentes y el desperdicio de material y disminuirá la producción.

Además de la intensidad del alumbrado, es necesario tener en cuenta la calidad de la luz, el deslumbramiento por localización de las fuentes luminosas, los contrastes de colores y de brillantez, el parpadeo de las lámparas y las sombras producidas. Algunas formas de obtener un buen alumbrado son las siguientes:

1. Reducir el deslumbramiento mediante la instalación de un número adecuado de fuentes de luz para lograr la iluminación total requerida.
2. Utilizar lámparas incandescentes con bulbos de material opalescentes a fin de disminuir el deslumbramiento y esparcir la luz sobre una superficie mayor.
3. Lograr una aproximación satisfactoria a la luz blanca para la mayor parte de los usos mediante el empleo de focos o lámparas incandescentes o bien unidades fluorescentes de luz blanca individuales.
4. Eliminación de toda sombra; es decir, lograr el nivel correcto de iluminación en todos los puntos de la estación de trabajo.
5. Emplear el alumbrado más eficiente que proporcione la calidad y cantidad de luz adecuada en el sitio de trabajo. Por ejemplo, lámparas de tipo fluorescentes diseñadas para sustituir las de 50 o 60 watts de tipo incandescentes proporcionan un alumbrado equivalente con un consumo de energía 75% menor.

Los efectos de la iluminación natural en una organización industrial se muestran en las figuras 3.1, 3.2 y 3.3 y en la tabla 3.1.

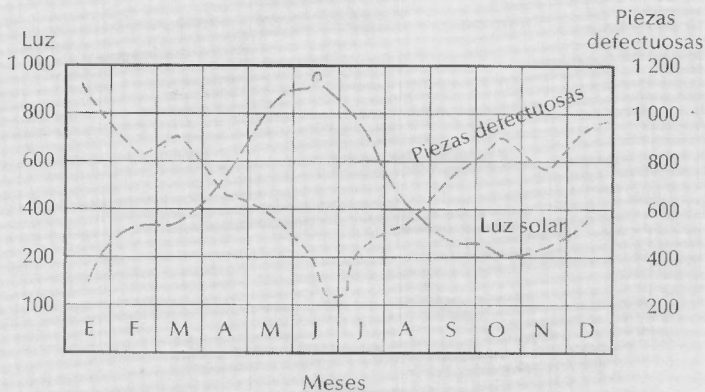


Tabla 3.1 Intensidad de la luz generalmente recomendada

| LOCAL Y CLASE DE TRABAJO | INTENSIDAD DE ILUMINACIÓN EN LÚMENES |
|---|---|
| <p><i>Tareas que exigen máximo esfuerzo visual</i></p> <p>Trabajos de precisión máxima que requieren:</p> <ul style="list-style-type: none"> Finísima distinción de detalles Condiciones de contraste malas Periodos prolongados <p>tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> Montajes extrafinos, talleres de joyería, grabado, litografía. | 200-1 000 |
| <p><i>Tareas que exigen gran esfuerzo visual</i></p> <p>Trabajos de precisión que requieren:</p> <ul style="list-style-type: none"> Fina distinción de detalles Grado mediano de contraste Periodos prolongados <p>tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> Montajes finos, trabajos a gran velocidad y acabado fino. | 100 |
| <p><i>Tareas que exigen bastante esfuerzo visual</i></p> <p>Trabajos prolongados que requieren:</p> <ul style="list-style-type: none"> Fina distinción de detalles Grado moderado de contraste <p>tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> Trabajo corriente de banco de taller y montaje: trabajo en maquinaria de taller, acabado de piezas de finura media o grande trabajo de oficina. | 50 |
| <p><i>Tareas que exigen un esfuerzo visual corriente</i></p> <p>Trabajos que requieren:</p> <ul style="list-style-type: none"> Distinción moderada de detalles Grado normal de contraste Periodos intermitentes <p>tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> Trabajos en máquinas automáticas, esmerilado tosco, trabajos de mecánica (automóviles), tablero de distribución, procesos continuos, salas de archivo y conferencias, embalaje y expedición | 30 |
| <p><i>Tareas que exigen poco esfuerzo visual</i></p> <p>como en:</p> <ul style="list-style-type: none"> Escaleras, recibidores, cuartos de aseo y lugares de servicio, almacenamiento. | 10 |
| <p><i>Tareas que no exigen esfuerzo visual</i></p> <p>como en:</p> <ul style="list-style-type: none"> Vestíbulos, pasillos, pasadizos, almacenes, patios. | 5 |

Figura 3.2
Accidentes según la intensidad de la luz solar.

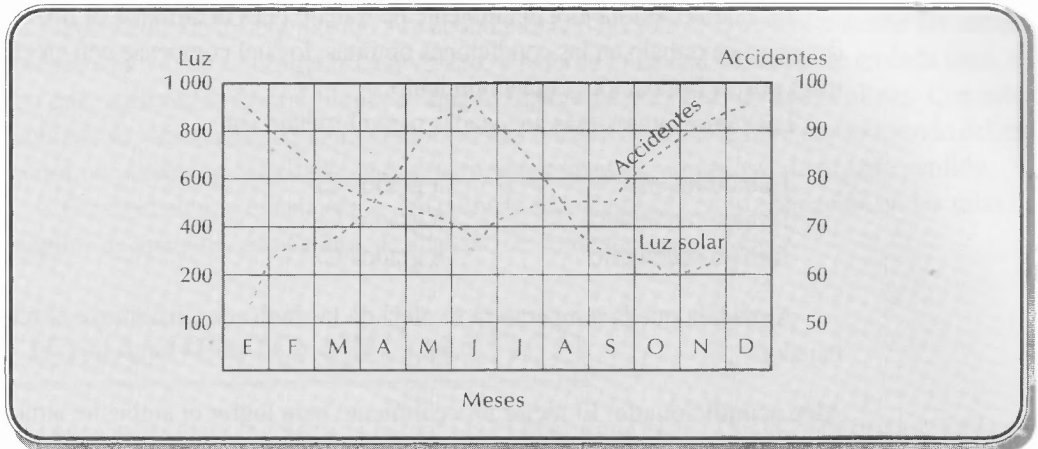
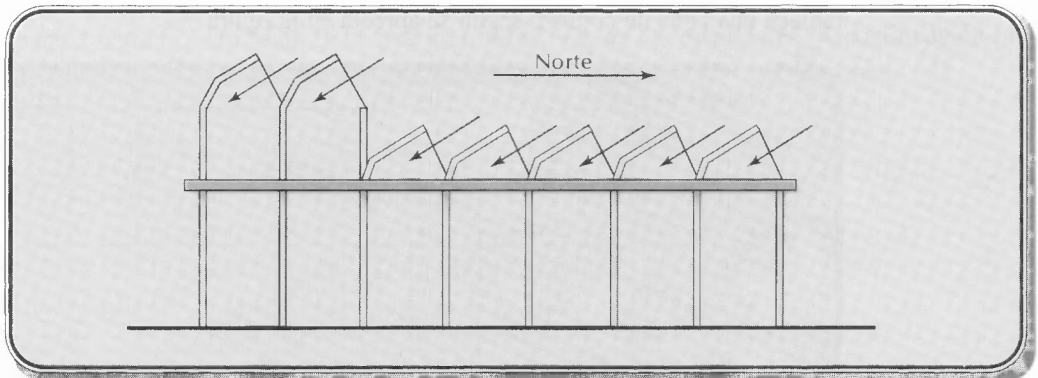


Figura 3.3
Edificio industrial que aprovecha la intensidad de la luz solar.



VENTILACIÓN, CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

Se ha comprobado de manera experimental que las necesidades de oxígeno para la respiración humana aumentan casi proporcionalmente con la intensidad del trabajo.

Por eso es necesario dotar a los centros fabriles de ventilación natural adecuada, y si no fuera suficiente, forzarla por medio de ventiladores o extractores de aire, no sólo para proporcionar a los obreros el aire puro necesario para su respiración, sino también para la renovación periódica de la atmósfera de la fábrica, viciada por los productos procedentes de la transpiración cutánea y pulmonar y por los gases y polvo procedentes de las operaciones que se realizan en el local.

Si en la fábrica existen polvos, gases o vapores, es recomendable eliminarlos, no sólo para crear un ambiente agradable de trabajo, sino porque según sea su naturaleza y concentración pueden ser tóxicos y dañar seriamente la salud de los trabajadores.

Por otra parte, pocas son las fábricas que no disponen de un sistema de calefacción si se encuentran emplazadas en regiones frías.

La calefacción mejora el ambiente de trabajo pues al eliminar el frío se mantiene el rendimiento de trabajo en las condiciones óptimas, lo cual compensa con creces el gasto ocasionado por su instalación y mantenimiento.

Las temperaturas más adecuadas para el trabajo son:

| | |
|--------------------|--------------|
| Trabajo intenso | 13 grados C. |
| Trabajo moderado | 15 grados C. |
| Trabajo sedentario | 18 grados C. |

A medida que la temperatura se aleja de las indicadas disminuye el rendimiento del trabajador.

Aire acondicionado. El mejor procedimiento para lograr el ambiente atmosférico ideal para el trabajo es el acondicionamiento del aire.

Con él se mantiene el ambiente de trabajo a la temperatura y humedad óptimas y se establece una zona de confort, según se aprecia en la figura 3.4.

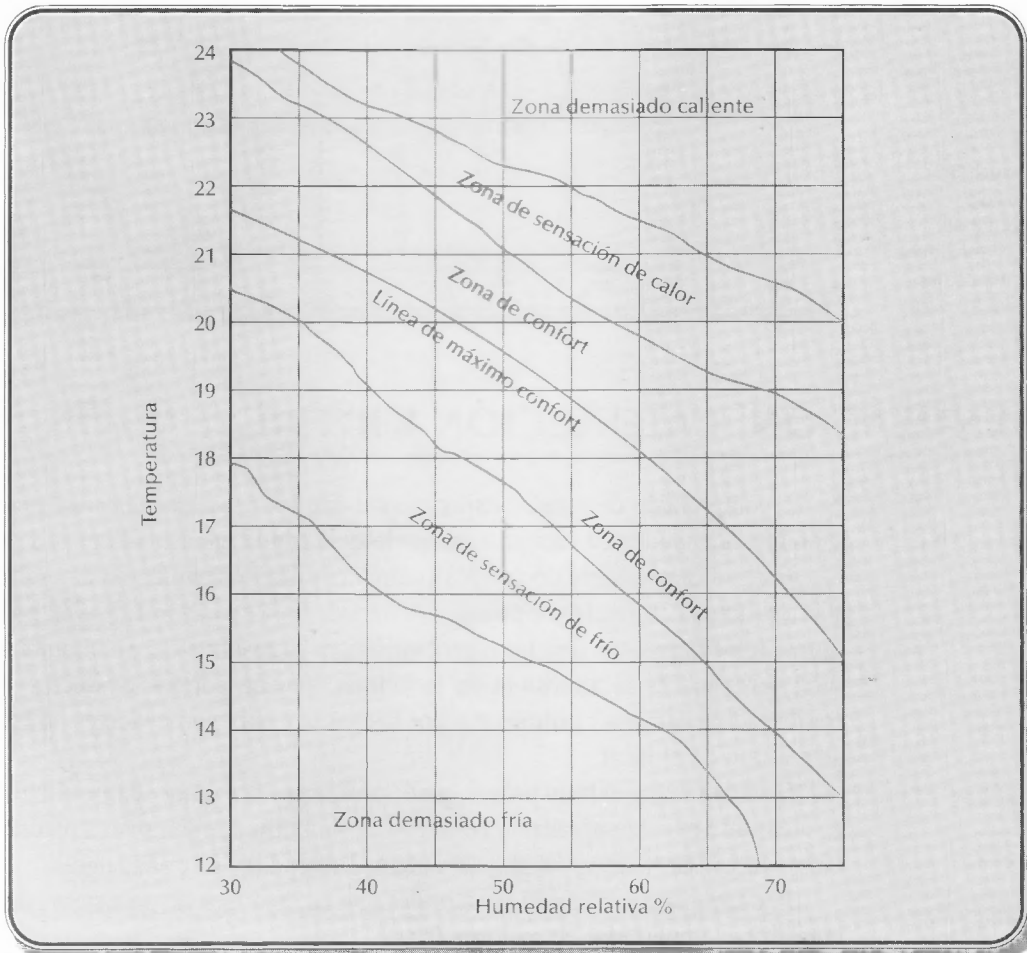


Figura 3.4
Zona de confort
ambiental.

Por medio de los equipos de aire acondicionado no sólo se consigue calentar las instalaciones en invierno y refrigerarlo en verano, y tener la humedad conveniente en cada caso, sino que, además, se filtra y limpia el aire de impurezas e incluso de malos olores. Con estos equipos se hace recircular el aire del local tres o cuatro veces a la hora introduciendo del exterior un porcentaje adecuado de aire puro, que renueva y compensa el oxígeno perdido.

Como el equipo e instalación son caros lo recomendable es su aplicación en las salas de control de aparatos, de aparatos de análisis, de computadoras, etcétera.

ACONDICIONAMIENTO CROMÁTICO

En épocas pasadas, el color gris oscuro era el más usado en los locales industriales. En la actualidad, por el contrario, se ha desterrado este color casi por completo, por lo menos en sus tonos oscuros, pues se ha demostrado que una pintura adecuada, además de mejorar la iluminación natural y artificial, tiene una gran influencia en los operadores. A continuación presentamos las reacciones que diversos colores en teoría generan en las personas.

- El amarillo produce mayor actividad y eficiencia.
- El verde disminuye la actividad, pero aumenta la eficiencia.
- El azul produce sensación de frío y disminuye la actividad.
- El violeta produce apatía y disminuye la actividad.
- El anaranjado eleva la actividad, pero da sensación de calor.
- El rojo altera los nervios de los operarios y provoca rencillas entre ellos.

Por ello es necesario profundizar en el ambiente cromático ya que con poca diferencia de costo sobre una pintura inadecuada, puede lograrse una mayor productividad.

Es recomendable pintar los locales industriales de la siguiente manera:

- Techos y estructuras: marfil o crema pálido.
- Paredes: amarillo.
- Puentes grúas: amarillo cadmio con bandas negras verticales en el centro.
- Maquinaria: verde medio o gris claro verdoso; los volantes deben ser destacados en rojo.
- Motores de las máquinas: azul oscuro.

RUIDO Y VIBRACIONES

El ruido es otro factor importante que debe ser eliminado o reducido en lo posible para incrementar la eficacia del trabajador. Es causa frecuente de fatiga, irritación y caídas de producción; además, cuando es intermitente o constante tiende a excitar emocionalmente a los

trabajadores; es decir, altera su estado de ánimo y dificulta que realice un trabajo de precisión. Con frecuencia, controversias, conflictos personales y otras formas de mala conducta entre los obreros pueden ser atribuidas a ruidos perturbadores.

Existen varios procedimientos para reducir el ruido, entre los cuales se destaca montar las máquinas ruidosas sobre bases elásticas. También se puede aislar eficazmente el ruido forrando las paredes y techos con material apropiado para atenuar el sonido hasta el grado que se desee.

El ruido puede ser excesivo por su intensidad, por su frecuencia o por ambas cosas. Se calcula que la intensidad máxima tolerable por el oído es de 90 decibeles, aunque incluso niveles menores pueden ser molestos si tienen muy alta frecuencia (tabla 3.2).

Tabla 3.2 Intensidad de los ruidos más comunes

| DECIBELIOS | CLASE DE RUIDO | EFFECTO EN EL ORGANISMO HUMANO |
|------------|---|---|
| 0 | Umbral de audibilidad | Soportable incluso por la noche |
| 10 | Ruido de hojarasca | |
| 30 | Ruido de fondo en las habitaciones por la noche | |
| 40 | Ruido de fondo en las habitaciones | Soportable por el día |
| 50 | Despachos, restaurantes | |
| 55 | Conversación normal | |
| 60 | Despacho con mecanógrafas | |
| 65 | Talleres con taladros, pequeñas prensas, etcétera | Soportables, pero a la larga producen fatiga |
| 70 | Calles ruidosas | |
| 75 | Talleres con prensas medianas, metro | |
| 80 | Tornos, silbatos de policía, gritos humanos | |
| 85 | Talleres con telares | Soportables, pero a la larga producen sordera |
| 90 | Claxon agudo | |
| 95 | Talleres de caldería, martillos neumáticos, prensas grandes | |
| 100 | Sierras circulares de acero | |
| 105 | Maquinas rápidas de labrar madera, compresores potentes | |
| 110 | Martillos neumáticos en locales cerrados | Soportables sólo por corto tiempo |
| 115 | Remachadoras mecánicas | |
| 120 | Avión con motor de explosión, motor | |
| 125 | Avión a reacción a 6 m de distancia | |
| 130 | Avión con varios reactores a 6 m de distancia | |
| 135 | A partir de 135 decibeles, los ruidos son | |

MÚSICA AMBIENTAL

La música siempre se ha utilizado en los trabajos, pero no de manera técnica.

A partir de 1939 en Inglaterra la música se utilizó en las industrias con el objeto de aliviar las pesadas jornadas de trabajo impuestas por la guerra. El resultado fue tan bueno que en la actualidad muchas empresas utilizan esta técnica.

Se recomienda la utilización de la música en dos periodos de 15 a 30 minutos por la mañana y de 15 a 30 minutos por la tarde, generalmente cuando se haya detectado que existe fatiga y aburrimiento. Debería estar comprendida entre 50 y 55 dB de intensidad y se debe modificar la programación de un día para otro.

Los operadores deben saber que la música se instala para mejorar el ambiente de trabajo, ya que al disminuir la fatiga y el aburrimiento, aumenta su bienestar y disminuyen los accidentes.

BIBLIOGRAFÍA

- Alford y Bangs, *Manual de la producción*, UTEHA, México, 1953.
 Barnes, Ralph M., *Estudio de movimientos y tiempos*, Aguilar.
 Lasheras, José Ma. Esteban, *Tecnología de la organización industrial*, tomo 1, Cedel, 1985.
 Niebel, *Ingeniería industrial, métodos, tiempos y movimientos*, Alfaomega, México, 1990.
 OIT, *Introducción al estudio del trabajo*, 3a. ed., Ginebra. Suiza, 1977.

Estudio de los métodos de trabajo

Tomar riesgos es la esencia de la actividad económica de la empresa... pero, mientras que consideramos inútil tratar de eliminar el riesgo y es muy discutible tratar de minimizarlo, es esencial que los riesgos que se tomen sean los correctos; sin embargo, para lograr este objetivo debemos saber y entender qué riesgos debemos tomar.

Peter Drucker

OBJETIVOS

- ▶ Explicar las técnicas de estudio de métodos.
- ▶ Seleccionar una actividad para aplicar el estudio de métodos.
- ▶ Diseñar formatos para realizar el examen crítico.
- ▶ Explicar los objetivos que se persiguen cuando se aplica un estudio de métodos.

ESTUDIO DE MÉTODOS: SU SIGNIFICACIÓN Y UTILIDAD

En la actualidad, conjugar adecuadamente los recursos económicos, materiales y humanos origina incrementos de productividad. Con base en la premisa de que en todo proceso siempre se encuentran mejores posibilidades de solución, puede efectuarse un análisis a fin de determinar en qué medida se ajusta cada alternativa a los criterios elegidos y a las especificaciones originales, lo cual se logra a través de los lineamientos del estudio de métodos.

SIMPLIFICACIÓN DEL TRABAJO

Antes de que existieran las grandes empresas como las que ahora conocemos, la producción era escasa y no cubría las necesidades de un número de consumidores cada día mayor. Esta

situación se debía en gran parte al método manual de producción, que era lento y rudimentario, lo que originó que algunos hombres de ingenio idearan nuevos métodos de producción y desarrollaran máquinas que suplían con enorme ventaja a los individuos que tenían la habilidad para hacer determinado artículo.

La implantación de nuevos métodos de producción simplificó el trabajo de los artesanos y al mismo tiempo benefició a todo el público, pues se podían adquirir mayor cantidad de artículos a precios bajos.

El número de centros productivos se extendió, lo cual aumentó las fuentes de trabajo y la oportunidad para muchos de sentirse útiles a la sociedad.

Sin embargo, en tanto que los métodos de producción mejoraban cada día, no sucedía lo mismo con los métodos administrativos que eran inútiles para resolver una gran cantidad de problemas originados dentro de las propias fábricas.

Por medio del estudio de movimientos se puede analizar cualquier trabajo para lograr la simplificación del mismo.

El uso de estas técnicas para analizar y simplificar cualquier operación o proceso no requiere conocimientos o estudios académicos. Es tan sencilla su aplicación que tan sólo con tener habilidad analítica, complementada con un criterio práctico y un espíritu de progreso, se logra ahorrar trabajo y reducir el esfuerzo y la fatiga del trabajador.

Siempre que se trate de simplificar el trabajo es necesario cambiar el *método de trabajo* porque no es solamente la habilidad de los operadores para realizarlo lo que señala su índice de productividad.

A pesar de ser más fácil, todo nuevo método a primera vista parece más difícil, lo cual se debe a que es necesario un cambio en la habilidad del trabajador hasta que éste se acostumbre y tome un nuevo ritmo normal de trabajo.

Para comprobar lo que decimos, tome un lápiz y un papel y escriba su nombre en él; luego vuélvalo a escribir, pero suprimiendo alternativamente una letra. Si en cada caso toma el tiempo que empleó en cada ocasión, comprobará que al principio toma más tiempo el segundo método a pesar de ser más sencillo.

REQUISITOS PARA SIMPLIFICAR EL TRABAJO

- a) Tener una mente abierta. Un paracaídas, como la mente, sólo funciona cuando se mantiene abierta.
- b) Mantener una actitud interrogativa. La interrogación en la simplificación del trabajo es una de las más útiles herramientas, porque a manera de un gancho atrapa las ideas.
- c) Trabaje sobre las causas, no sobre los efectos. No se conforme con ver cómo la gente hace su trabajo: analícelo y estúdielo para simplificarlo.
- d) Trabaje sobre los hechos, no sobre las opiniones. Mucha gente cree que un trabajo se hace de determinada manera porque desde muchos años antes se ha hecho así..., lo cual es sólo una opinión, de ningún modo es un hecho.
- e) Acepte las razones, no las excusas, pues... este... pues. La razón es ésta.

- f) Elimine el miedo a la crítica. Despójese de su amor propio y de su pereza mental, pues sólo así logrará cambios que valgan la pena.
- g) Logre vencer la resistencia al cambio. Todos, por naturaleza, nos oponemos al cambio, pero él es el requisito necesario para el progreso.

Se entiende por simplificación del trabajo un método sistemático para la aplicación organizada del sentido común con el objeto de identificar y analizar los problemas del trabajo, desarrollar métodos más fáciles y mejores para hacer las cosas e instituir las modificaciones resultantes.

Sus características son:

- a) El uso de una metodología para desarrollar las innovaciones.
- b) El empleo sistemático de la actitud analítica.
- c) El estímulo del sentido común y del ingenio creador.
- d) El control de las ideas geniales desordenadas.

Así pues, como técnica y como sistema la simplificación del trabajo destierra el concepto de los mejoramientos como un fruto aislado de la inspiración y lo reemplaza por la afirmación categórica de que las mejoras deben surgir como resultado de un análisis completo, concienzudo, organizado, sistematizado y metódico, que es absolutamente fácil de llevar a cabo incluso por las personas más ocupadas de la fábrica.

La simplificación del trabajo desarrolla el hábito del análisis crítico efectuado con una actitud despierta y una mentalidad inquisitiva. Además, este enfoque se sirve de un método analítico que se ayuda de una serie de preguntas, de formas y diagramas diseñados para facilitar la presentación y el análisis cuidadoso de los hechos que permiten recorrer gráficamente cada uno de los aspectos del problema, estudiándolo punto por punto con la minuciosidad pertinente.

OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE MÉTODOS

El estudio de métodos persigue diversos propósitos, los más importantes son:

1. Mejorar los procesos y procedimientos.
2. Mejorar la disposición y el diseño de la fábrica, taller, equipo y lugar de trabajo.
3. Economizar el esfuerzo humano y reducir la fatiga innecesaria.
4. Economizar el uso de materiales, máquinas y mano de obra.
5. Aumentar la seguridad.
6. Crear mejores condiciones de trabajo.
7. Hacer más fácil, rápido, sencillo y seguro el trabajo.

¿Por qué insistir tanto en el perfeccionamiento de los métodos de trabajo?

Porque de esa manera se satisfacen los propósitos anteriores, pues sin esos métodos durante mucho tiempo en la mayoría de las empresas habían derroches que se ignoraban por completo, o sólo se percibían cuando saltaban a la vista o cuando eran de magnitud extraordinaria.

PROCEDIMIENTOS DEL ESTUDIO DE MÉTODOS

Ya hemos dicho que, sin desechar otros medios para obtener mejoras, la simplificación busca las innovaciones deducidas analíticamente por medio de un método sistemático de ataque.

Este método consta de los siguientes pasos:

1. Seleccionar el trabajo que debe mejorarse.
2. Registrar los detalles del trabajo.
3. Analizar los detalles del trabajo.
4. Desarrollar un nuevo método para hacer el trabajo.
5. Adiestrar a los operarios en el nuevo método de trabajo.
6. Aplicar el nuevo método de trabajo.

Estudiaremos en forma detallada en qué consiste cada uno de estos pasos.

SELECCIONAR EL TRABAJO QUE DEBE MEJORARSE

Como no pueden mejorarse al mismo tiempo todos los aspectos de trabajo de una empresa, la primera cuestión que debe resolverse es con qué criterio debe seleccionarse el trabajo que se quiere mejorar.

Esta selección debe hacerse:

1. Desde el punto de vista humano.
2. Desde el punto de vista económico.
3. Desde el punto de vista funcional del trabajo.

1. Desde el punto de vista humano. Los primeros trabajos cuyo método debe mejorarse son los de mayor riesgo de accidentes; por ejemplo, aquellos en los que se manipulen sustancias tóxicas, en donde haya prensas, máquinas de corte e instalaciones eléctricas.

2. Desde el punto de vista económico. En segundo lugar, se debe dar preferencia a los trabajos cuyo valor represente un alto porcentaje del costo del producto terminado, ya que las mejoras que se introduzcan, por pequeñas que sean, serán más beneficiosas que grandes mejoras aplicadas a otros trabajos de valor inferior.

También se deben elegir los trabajos repetitivos, pues por la poca economía que se consiga en cada uno, se logrará un resultado muy apreciable. Además, dentro de este tipo de trabajos se deben preferir a los de larga duración, los que ocupen máquinas de mayor valor, o sean manejadas por operadores mejor pagados.

3. Desde el punto de vista funcional del trabajo. Finalmente, se deben seleccionar los trabajos que constituyen "cuellos de botella" y retrasan el resto de la producción, y los trabajos clave de cuya ejecución dependen otros.

REGISTRAR LOS DETALLES DEL TRABAJO

Para poder mejorar un trabajo, debemos saber exactamente en qué consiste. Excepto en el caso de trabajos muy simples y cortos, rara vez conocemos todos los aspectos de un trabajo; por ello, debemos registrarlos por observación directa, es decir, no podemos confiar en nuestra buena memoria. En este registro los detalles deben redactarse en forma clara y concisa.

No hay que perder de vista que el registro de todos los hechos y detalles del trabajo se hace con fines de análisis y no sólo para obtener una historia o cuadro de cómo se están haciendo las cosas. Por lo tanto, el registro que se haga debe estar estructurado en forma tal que facilite el análisis; además, como los trabajos que se pueden seleccionar en una industria son procesos u operaciones, existen formas especiales diseñadas según el tipo de trabajo.

Para registrar el proceso de fabricación se utilizan los diagramas de proceso de operaciones, de proceso de flujo de recorrido y de hilos. Para el registro de las relaciones hombre-máquina en las estaciones de trabajo se emplean las formas llamadas diagramas hombre-máquina y de proceso de grupo (cuadrillas); por su parte, para registrar las operaciones que ejecutan los trabajadores se usa el diagrama de proceso bimanual (mano izquierda-mano derecha).

ANALIZAR LOS DETALLES DEL TRABAJO

Una vez registrados todos los detalles de que consta el trabajo, el siguiente paso es analizarlo para ver qué acciones se pueden tomar.

Para poder analizar un trabajo en forma completa, el estudio de métodos utiliza una serie de preguntas que deben hacerse sobre cada detalle con el objeto de justificar existencia, lugar, orden, persona y forma en que se ejecuta.

Las preguntas a que nos referimos y la forma de usarlas es la siguiente:

¿Por qué existe cada detalle? ¿Para qué sirve cada uno de ellos?

La respuesta a estas dos preguntas nos justifica el propósito de cada detalle; esto es, nos explica la razón de su existencia. Si estas preguntas no pueden contestarse razonablemente, no es necesario seguir analizando el detalle, pues es ilógico pensar que si no se justifica su existencia pueden justificarse las circunstancias bajo las cuales se ejecuta.

Suponiendo que estas preguntas pudieran contestarse razonablemente, ahora debemos contestarnos:

¿Dónde debe hacerse el detalle?

¿Cuándo debe ejecutarse el detalle?

¿Quién debe hacer el detalle?

La primera pregunta nos lleva a pensar y a investigar si el lugar, la máquina, etcétera, en que se hace el trabajo, es la más conveniente.

La segunda pregunta nos conduce a investigar el tiempo; es decir, si el orden y la secuencia en que se ejecutan los detalles es el más adecuado.

La tercera pregunta nos hace pensar e investigar si la persona que está ejecutando el detalle es la más indicada.

Después de justificar el lugar, secuencia y persona, debemos demostrar que la forma en que se está haciendo el detalle es la más correcta. Por lo tanto, debemos contestarnos la cuarta pregunta:

¿Cómo se ejecuta el detalle? Esta pregunta nos llevará a buscar una mejor forma de hacerlo.

Esta serie de cuestionamientos nos proporciona la forma de sistematizar la actitud inquisitiva característica del estudio del método.

Sin embargo, es muy difícil que la persona que hace el análisis conozca las respuestas a todas las preguntas sin consultar con otras personas. En este punto es donde debe manifestarse otra de las características de la simplificación que es la de tener una mentalidad abierta y receptiva para toda aquella información que se pueda obtener ya sea mediante la observación o la comunicación.

Además de este criterio estrictamente analítico, el estudio del método exige que, con base en esta mentalidad, se:

- Investiguen las causas, no los efectos.
- Registren los hechos, no las opiniones.
- Tomen en cuenta las razones, no las excusas.

DESARROLLAR UN NUEVO MÉTODO PARA HACER EL TRABAJO

Para desarrollar un método mejor para ejecutar el trabajo, es necesario considerar las respuestas obtenidas, las que nos pueden conducir a tomar las siguientes acciones.

Eliminar. Si las primeras preguntas *por qué* y *para qué* no pudieron contestarse en forma razonable, quiere decir que el detalle bajo análisis no se justifica y debe ser eliminado.

Cambiar. Las respuestas a las preguntas *cuándo*, *dónde* y *quién* pueden indicar la necesidad de cambiar las circunstancias de lugar, tiempo y persona en que se ejecuta el trabajo. Es decir, buscar un lugar más conveniente, un orden más adecuado o una persona más capacitada.

Cambiar y reorganizar. Si surge la necesidad de cambiar algunas de las circunstancias bajo las cuales se ejecuta el trabajo, generalmente será necesario modificar algunos detalles y reorganizarlos para obtener una secuencia más lógica.

Simplificar. Todos aquellos detalles que no hayan podido ser eliminados, posiblemente puedan ser ejecutados en una forma más fácil y rápida. La respuesta a la cuarta pregunta nos llevará a simplificar la forma de ejecución.

Para lograr la mejor forma de ejecutar los detalles se ha elaborado una serie de reglas de aplicación práctica, llamadas principios de economía de movimientos, los cuales deben ser observados en la ejecución en los trabajos, cuyo objetivo es utilizar de la manera más eficiente los movimientos del cuerpo humano, obtener una mejor distribución del área de trabajo y llevar a cabo un mejor diseño de las herramientas.

ADIESTRAR A LOS OPERADORES EN EL NUEVO MÉTODO DE TRABAJO

Antes de implementar una mejora es necesario tener la seguridad de que la solución es práctica de acuerdo con las condiciones de trabajo en que va a operar. Para no olvidar nada se debe hacer una revisión final de la idea, la cual debe incluir como partes fundamentales todos los aspectos económicos y de seguridad, así como otros factores tales como calidad del producto, cantidad de producto fabricado, etcétera.

Si una vez analizados estos aspectos se considera que la proposición es buena y funcionará en la práctica, es necesario determinar si afectará a otros departamentos o personas. En caso afirmativo, hay que tener mucho cuidado de vigilar todos los aspectos humanos y psicológicos, pues generalmente son de mayor importancia y trascendencia que los otros.

Si se logra el entendimiento y la cooperación del personal, disminuirán enormemente las dificultades de implantación y se asegurará el éxito del emprendimiento. Recuérdese que la cooperación no se puede exigir, se tiene que ganar.

Los intereses de los individuos afectados favorable o desfavorablemente por una modificación deben tenerse siempre presente. Por lo tanto, es conveniente:

- Mantener informado al personal antes de implantar los cambios que lo afectarán.
- Tratar al personal con la deferencia y dignidad que merece su calidad de persona humana.
- Promover que todos aporten sugerencias.
- Reconocer la participación de quien lo merezca.
- Ser honesto en el empleo de las sugerencias ajenas.
- Explicar las razones del rechazo de alguna sugerencia.
- Hacer sentir al personal que forma parte del esfuerzo común por mejorar las condiciones de trabajo de la fábrica.

APLICAR EL NUEVO MÉTODO DE TRABAJO

Después de tener en cuenta todos los pasos anteriores, se pone en práctica el nuevo método de trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- Lasheras, José Ma. Esteban, *Tecnología de la organización industrial*, tomo 1, Cedel, 1985.
 Niebel, *Ingeniería industrial, métodos, tiempos y movimientos*, Alfaomega, 1990.
 OIT, *Introducción al estudio del trabajo*, 3a. ed., Ginebra, Suiza, 1977.
 Treviño Uribe, Jaime, *Apuntes de ingeniería industrial*, ITESM, México.

Diagramas de procesos

...subieron a caballo y sin tomar camino (por ser muy de caballeros andantes el no tomar ninguno cierto) se pusieron a caminar por donde la voluntad de Rocinante quiso...

Miguel de Cervantes Saavedra

¿Por qué el hombre utiliza los símbolos?

Para contestar esta pregunta es necesario considerar la naturaleza del hombre. Desde un principio, el hombre ha sido un hacedor de símbolos y herramientas que utiliza para perpetuar su existencia y entender su razón de ser. Su primera herramienta, por supuesto, ha sido el lenguaje, sin lugar a duda su más grande invención. Los símbolos ayudan al hombre a simplificar su existencia, pues comunican a otros hombres las más complejas ideas y experiencias.

OBJETIVOS

- Definir qué es un diagrama de procesos.
- Elaborar diagramas de procesos con sus características fundamentales.
- Identificar las principales características y utilidades de los diferentes diagramas.
- Reconocer todos los símbolos y emplearlos según el tipo de diagrama que deba elaborar.

DIAGRAMA DE PROCESOS: OBJETIVOS Y ALCANCES

Para mejorar un trabajo se debe saber exactamente en qué consiste y, excepto en el caso de trabajos muy simples y cortos, rara vez se tiene la certeza de conocer todos los detalles de la tarea. Por lo tanto, se deben observar todos los detalles y registrarlos. De esta forma se inici

el estudio de las diferentes técnicas que sirven para registrar y analizar cada uno de los niveles del trabajo mencionados.

REGISTRO Y ANÁLISIS DEL PROCESO

El análisis de los procesos trata de eliminar las principales deficiencias existentes en ellos y lograr la mejor distribución posible de la maquinaria, equipo y área de trabajo dentro de la planta.


Para lograr estos propósitos, la simplificación del trabajo se apoya en dos diagramas: el diagrama de procesos y el diagrama de flujo o circulación.

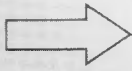




DIAGRAMA DE PROCESOS

(Esta herramienta de análisis es una representación gráfica de los pasos que se siguen en una secuencia de actividades que constituyen un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza; además, incluye toda la información que se considera necesaria para el análisis, tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido.)

Con fines analíticos y como ayuda para descubrir y eliminar ineficiencias, es conveniente clasificar las acciones que tienen lugar durante un proceso dado en cinco categorías, conocidas bajo los términos de operaciones, transportes, inspecciones, retrasos o demoras y almacenajes. Las definiciones incluidas en la figura 5.1 cubren el significado de estas categorías en la mayoría de las condiciones encontradas en los trabajos de diagramado de procesos. Hay más ejemplos de ellos en la figura 5.2.

Figura 5.1 Acciones que tienen lugar durante un proceso dado.

| ACTIVIDAD | DEFINICIÓN | SÍMBOLO |
|-------------------|---|---|
| Operación: | <p>Ocurre cuando se modifican las características de un objeto, o se le agrega algo o se le prepara para otra operación, transporte, inspección o almacenaje. Una operación también ocurre cuando da o se recibe información o se planea algo.</p> <p>Ejemplos: Tornear una pieza, tiempo de secado de una pintura, cambio en un proceso, apretar una tuerca, barrenar una placa, dibujar un plano, etcétera.</p> |  |

| ACTIVIDAD | DEFINICIÓN | SÍMBOLO |
|------------------------------------|---|---|
| <p>Transporte:</p> | <p>Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son movidos de un lugar a otro, excepto cuando tales movimientos forman parte de una operación o inspección.</p> <p>Ejemplos: Mover material a mano, en una plataforma en monorriel, en banda transportadora, etcétera. Si es una operación tal como pasteurizado, un recorrido en un horno, etcétera, los materiales van avanzando sobre una banda y no se consideran como transporte.</p> |  |
| <p>Inspección:</p> | <p>Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son examinados para su identificación o para comprobar y verificar la calidad o cualesquiera de sus características.</p> <p>Ejemplos: Revisar las botellas que salen de un horno, pesar un rollo de papel, contar cierto número de piezas, leer instrumentos medidores de presión, temperatura, etcétera.</p> |  |
| <p>Demora:</p> | <p>Ocurre cuando se interfiere el flujo de un objeto o grupo de ellos, con lo cual se retarda el siguiente paso planeado.</p> <p>Ejemplos: Esperar un elevador, o cuando una serie de piezas hace cola para ser pesada o hay varios materiales en una plataforma esperando el nuevo paso del proceso.</p> |  |
| <p>Almacenaje:</p> | <p>Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son retenidos y protegidos contra movimientos o usos no autorizados.</p> <p>Ejemplos: Almacén general, cuarto de herramientas, bancos de almacenaje entre las máquinas. Si el material se encuentra depositado en un cuarto para sufrir alguna modificación necesaria para el proceso, no se considera almacenaje sino operación; tal sería el caso de curar tabaco, madurar cerveza, etcétera.</p> |  |
| <p>Actividad combinada:</p> | <p>Se presenta cuando se desea indicar actividades conjuntas por el mismo operador en el mismo punto de trabajo. Los símbolos empleados para dichas actividades (operación e inspección) se combinan con el círculo inscrito en el cuadro.</p> |  |

En la figura 5.2 se presentan otros símbolos para designar ciertas acciones.

Figura 5.2 Otra clasificación de acciones que tienen lugar durante un proceso determinado.











| SÍMBOLOS PARA ELABORAR DIAGRAMAS DE PROCESO CON EJEMPLOS DE TRABAJO DE OFICINA Y DE TALLER | | |
|--|---|--|
| SÍMBOLO | EJEMPLOS Y EXPLICACIONES | |
| | Envoltura de la pieza | Taladrar agujero Mecnografiar cartas |
| Operación  | Son las etapas principales del proceso. Se crea, se cambia o se añade algo. Normalmente los transportes, demoras y almacenamientos son elementos más o menos auxiliares. Las operaciones implican actividades tales como conformación, embutido, montaje y desmontaje. | |
| | Mover material en camión | Personas que se mueven en un camión Mover el material llevándolo en la mano |
| Transporte  | Es el movimiento del material, personal u objeto de estudio desde una posición o situación a otra. Cuando los materiales se almacenan cerca o a menos de un metro del banco o de la máquina donde se efectúa la operación, el movimiento que se realiza para obtener el material antes de la operación, y para depositarlo después de ella, se considera parte de la operación. | |
| | Examen de calidad y cantidad | Revisión de la precisión Comprobación para obtener datos |
| Inspección  | Se produce cuando la calidad y cantidad de los artículos son comprobadas, verificadas, revisadas o examinadas, sin que sufran ningún cambio. | |
| | Material de "entrada" | Persona que espera turno En espera de firma |
| Demora  | Se produce cuando las condiciones no permiten o no requieren una ejecución inmediata de la próxima acción planificada. La demora puede ser evitable o inevitable. | |
| | Retención de un orden en el archivo | Material en almacén Archivado para referencia permanente |
| Almacenamiento  | Se produce cuando algo permanece en un sitio sin ser trabajado o en proceso de elaboración, en espera de una acción en fecha posterior. El almacenamiento puede ser temporal o permanente. | |

Figura 5.3 Una clasificación más de acciones que tienen lugar durante un proceso determinado.

| ACTIVIDAD | SÍMBOLO | RESULTADO PREDOMINANTE |
|------------|---|--|
| Operación |  | Se produce o efectúa algo. |
| Transporte |  | Se cambia de lugar o se mueve. |
| Inspección |  | Se verifica calidad o cantidad. |
| Demora |  | Se interfiere o retrasa el paso siguiente. |
| Almacenaje |  | Se guarda o protege. |

Hay ocasiones en que el paso o evento no puede ser fácilmente clasificado en una de dichas actividades. La lista incluida en la figura 5.3 permite determinar su clasificación en las actividades adecuadas.

Diagrama del proceso de operación

El **diagrama del proceso de operación** es la representación gráfica de los puntos en los que se introducen materiales en el proceso y del orden de las inspecciones y de todas las operaciones, excepto las incluidas en la manipulación de los materiales; además, puede comprender cualquier otra información que se considere necesaria para el análisis; por ejemplo, el tiempo requerido, la situación de cada paso o si los ciclos de fabricación son los adecuados.

Los objetivos de este diagrama son proporcionar una imagen clara de toda la secuencia de los acontecimientos del proceso. Por lo tanto, permite estudiar las fases del proceso en forma sistemática o mejorar la disposición de los locales y el manejo de los materiales con el fin de disminuir las demoras, comparar dos métodos y estudiar las operaciones para eliminar el tiempo improductivo. Además, otorga la posibilidad de estudiar las operaciones y las inspecciones interrelacionadas dentro de un mismo proceso. Los diagramas del proceso de la operación difieren ampliamente entre sí a consecuencia de las diferencias entre los procesos que representan. Por lo tanto, es práctico utilizar sólo formularios impresos que faciliten escribir la información de identificación. Los diagramas del proceso de la operación se hacen sobre papel blanco, de tamaño suficiente para este propósito.

Cualquier diagrama debe reconocerse por medio de la información inserta en su parte superior. Si el papel tiene que ser doblado para ser archivado, la información necesaria debe también colocarse como mejor convenga para su localización. Es práctica común encabezar la información que distingue a estos diagramas con la frase diagrama del proceso de operación.

Sin embargo, siempre serán necesarios ciertos datos: método actual o método propuesto; número del plano, número de la pieza u otro número de identificación; fecha de elaboración

Figura 5.4 Formulario de diagrama.

Fábrica: _____
 Edificio: _____ Situación: _____
 Departamento: _____
 Diagrama número: _____
 Hoja número: _____ de _____ hojas _____
 Aprobado por _____ Revisado por _____

del diagrama y nombre de la persona que lo hizo. La información adicional que a veces es valiosa para fines de reconocimiento es la que se presenta en la figura 5.4.

El orden en que deben realizarse las acciones indicadas en el diagrama está representado por la disposición de los símbolos ya expuestos en líneas verticales de recorrido. El material comprado o sobre el cual se efectúa trabajo durante el proceso, que se indica con líneas horizontales, es el material que alimenta las líneas verticales de recorrido. La figura 5.5 es una representación gráfica de este principio.

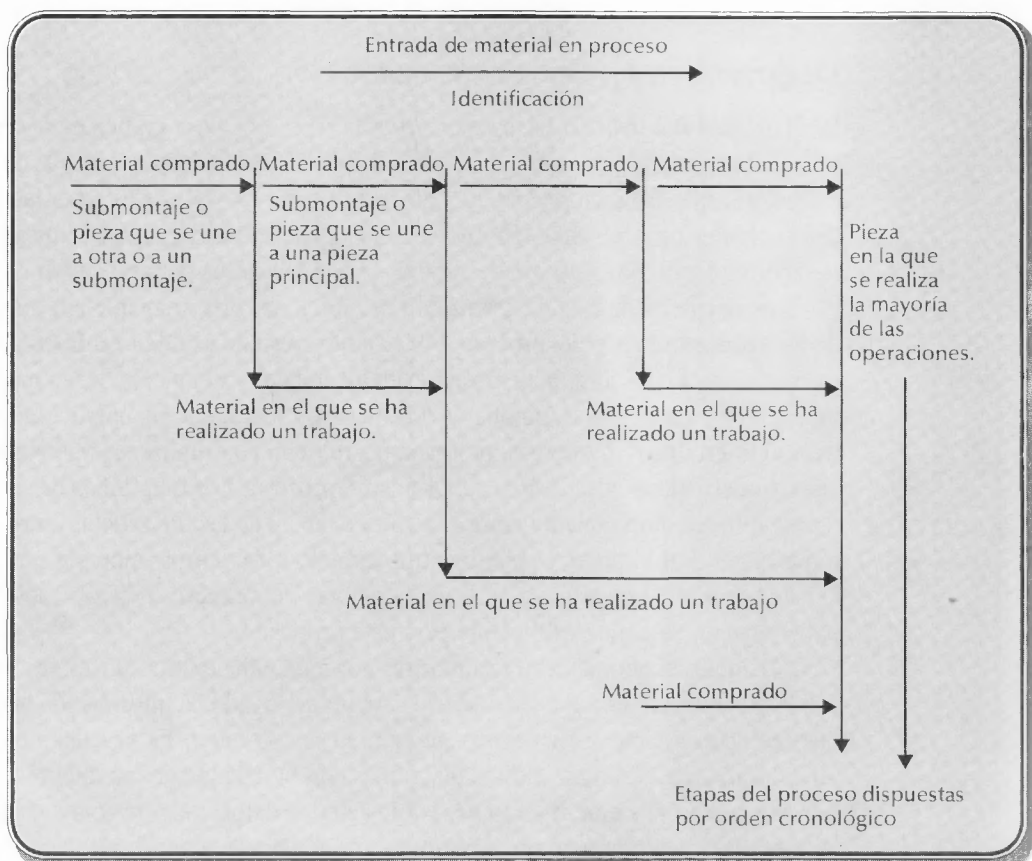


Figura 5.5 Representación gráfica del principio de elaboración de diagramas del proceso de operación.

Se selecciona, en primer lugar, para fines de diagramado, una de las piezas que va a formar parte del producto terminado.

Generalmente se obtendrá un diagrama de aspecto más agradable si se escoge el componente en el que se realiza el mayor número de operaciones. Si el diagrama va a ser utilizado como base para disponer una línea de montaje progresivo, la pieza que debe escogerse es la que tenga mayor tamaño y en la que se montan las piezas más pequeñas.

Cuando haya sido escogido el componente que debe ser diagramado en primer lugar se traza una línea de material horizontalmente en la parte superior derecha del diagrama, arriba de la cual se anota una descripción del material. Ésta puede ser tan completa como se estime necesario. Por lo general, basta una breve descripción: “chapa de acero, calibre 20” o “barra hexagonal latón de 12.7 mm”. A continuación se traza una línea vertical de recorrido desde el extremo derecho de la línea horizontal de material. Aproximadamente a 6.35 mm de la intersección de la línea horizontal de material con la línea vertical de recorrido, se dibuja el símbolo que representa la primera operación o inspección que se lleve a cabo. A la derecha de este símbolo se anota una breve descripción de la acción: “taladrar, torneear y cortar” o “inspeccionar material para descubrir defectos”. A la izquierda del símbolo se anota el tiempo concedido para llevar a cabo el trabajo requerido.

Este procedimiento de diagramado se continúa hasta que otro componente se une al primero. Entonces se traza una línea de material para indicar el punto en donde el segundo componente entra en proceso. Si el material es comprado, se debe anotar directamente sobre la línea de material una descripción breve para identificarlo.

Las operaciones se enumeran correlativamente, para fines de identificación y referencia, en el orden en que son diagramadas. La primera operación se enumera 01, la segunda 02 y así sucesivamente. Cuando otro componente en el que se ha realizado algún trabajo se introduce en el proceso, las operaciones llevadas a cabo en él se numeran en la misma serie (véase la figura 5.7).

Problema 5.1

Trazar el diagrama de proceso de la operación.

Operaciones requeridas en el eje:

1. Cepillar, torneear, muescar y cortar en torno revólver (0.025 h).
2. Cepillar extremo opuesto (0.010 h).

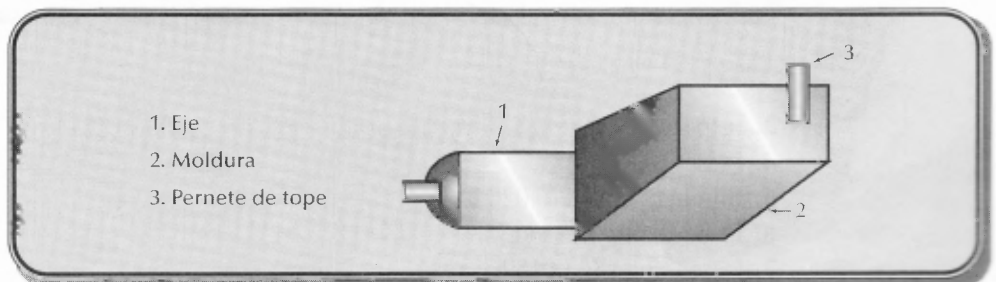


Figura 5.6
Problema 5.1

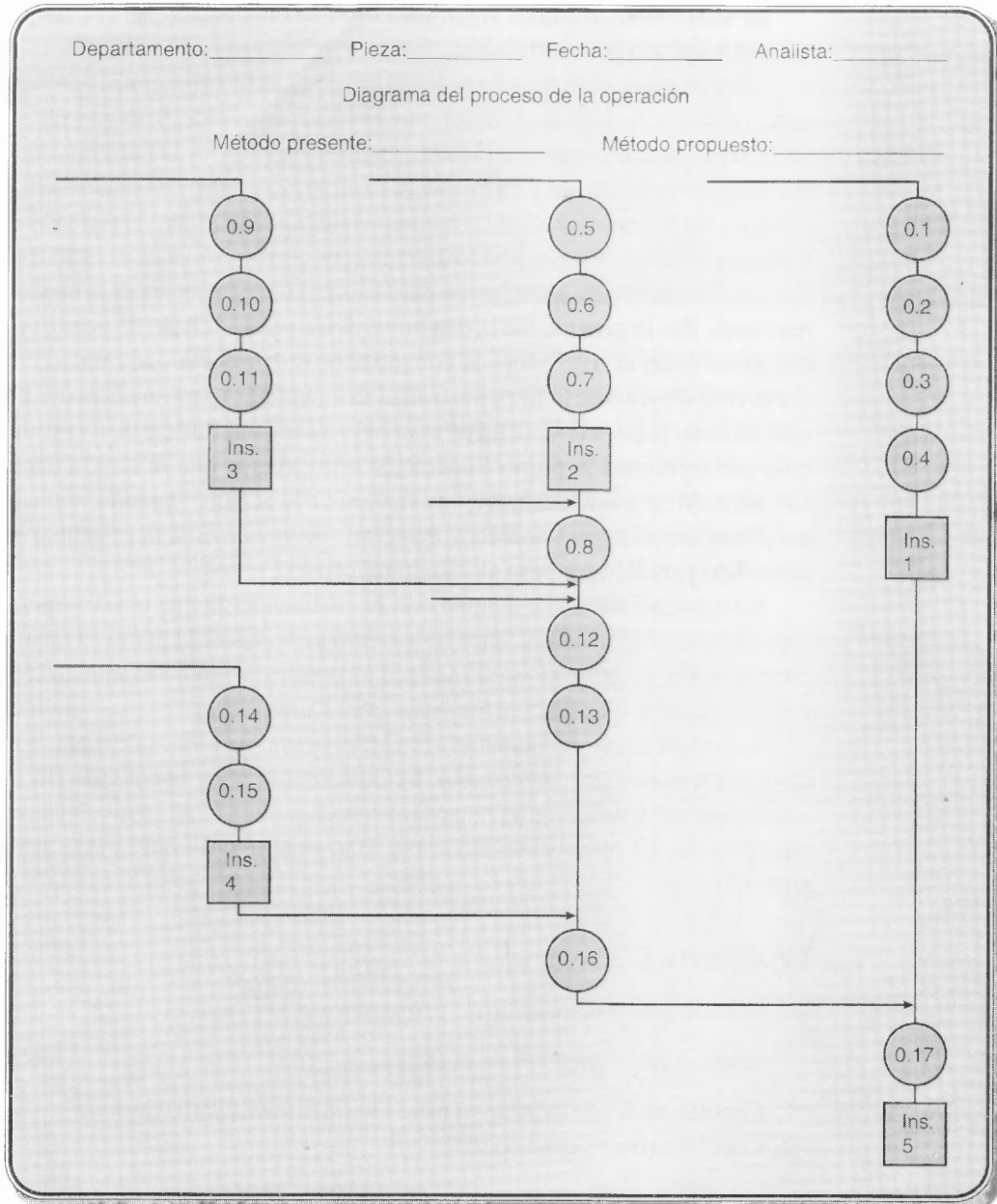


Figura 5.7
Ejemplo de formato de numeración de las actividades.

- 3. Inspeccionar.
- 4. Fresar (0.070 h).
- 5. Eliminar rebaba (0.020 h).
- 6. Inspeccionar fresado.
- 7. Desengrasar (0.0015 h).

- 8. Cadminizar (0.008 h).
- 9. Inspeccionar

Operaciones requeridas en la moldura de plástico:

- 10. Cepillar la parte de plástico (0.80 h).
- 11. Taladrar para el pernete de tope (0.022 h).
- 12. Inspeccionar.
- 13. Montar el moldeado en la parte pequeña del eje y taladrar de lado para el pernete de tope (0.020 h).

Operaciones que se deben realizar en el pernete de tope:

- 14. Tornear una espiga de 2 mm; biselar extremo y cortar en torno revólver (0.025 h).
- 15. Quitar rebaba con una pulidora (0.005 h).
- 16. Desengrasar (0.0015 h).
- 17. Cadminizar (0.006 h).
- 18. Inspeccionar.
- 19. Fijar el pernete al montaje (0.045 h).
- 20. Inspeccionar.

Con los datos anteriores, elabórese el diagrama de proceso de operación.

Nota: Este ejemplo fue tomado de la página 91 del libro de estudio del trabajo de la OIT.

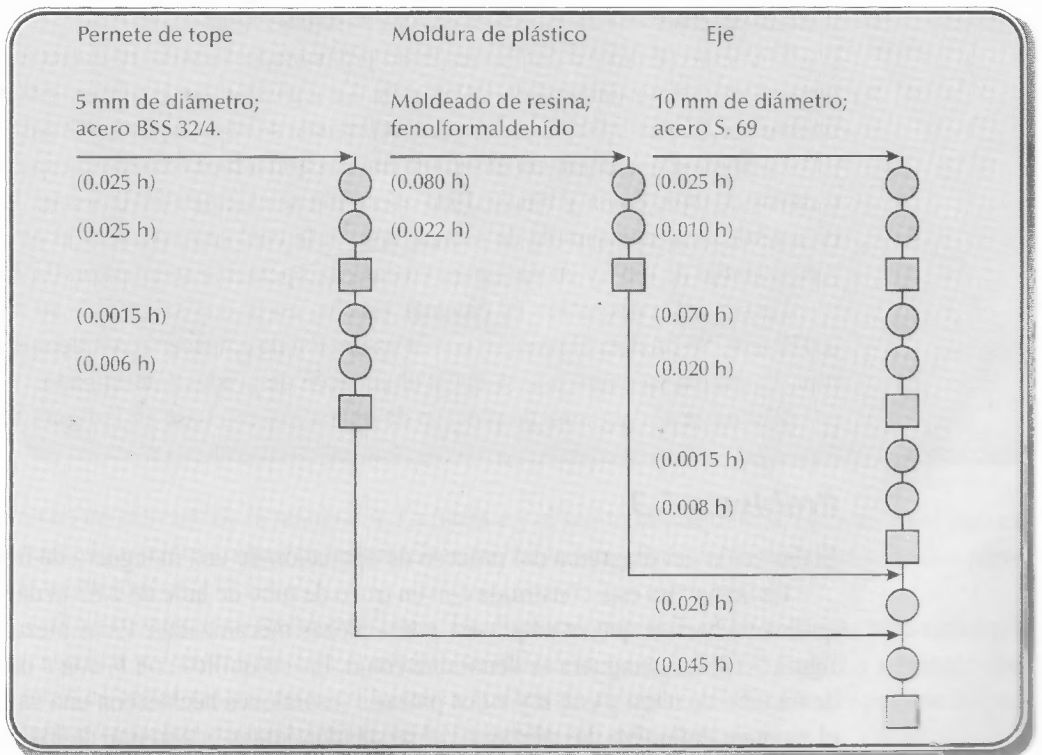


Figura 5.8
Solución del
problema 5.1.

EJERCICIO DE GRUPO

Análisis del proceso de fabricación

Problema 5.2

Para ensamblar todas sus partes, esto es, tapa, botón, muela, tubo, cuerpo y resorte, una empresa fabricante de plumas atómicas emplea en su proceso de fabricación el método que se describe a continuación:

Para fabricar la tapa se emplea poliestireno pigmentado y en la primera operación de moldeo el tiempo unitario es de 0.050 min; después, para quitar rebaba el tiempo unitario es de 0.060 min. A todo este conjunto se denomina subensamble de tapa, que se envía a ensamble final.

Para fabricar el botón se emplea poliestireno pigmentado. Se realiza una sola operación de moldeo. El tiempo unitario es de 0.040 min. Se envía a ensamble final.

Para fabricar la muela se emplea poliestireno pigmentado. Se realiza una sola operación de moldeo, con un tiempo unitario de 0.040 min. La pieza terminada se envía a ensamble final. Para fabricar el tubo se emplea poliestireno natural. La primera operación que se realiza es extruir tubo, tarea que toma un tiempo unitario de 0.020 min.

Después se efectúa la operación cortar a tamaño, en la cual se emplea un tiempo unitario de 0.005 min. La pieza se envía a subensamble, en donde se reúne con los materiales de compra remache y tinta. Estos materiales se introducen en el tubo en la operación remachar punto y llenar tinta a tubo empleándose un tiempo unitario de 0.060 min. El conjunto se denomina subensamble de tubo y se envía a ensamble final.

El cuerpo se fabrica con poliestireno pigmentado; la primera operación es moldear, que emplea un tiempo unitario de 0.050 min. La siguiente operación es quitar rebaba, con un tiempo unitario de 0.040 min. La pieza terminada se envía a ensamble final.

La primera operación del ensamble final es armar tapa en donde se introducen los subensambles de tapa, botón y muela. Esta operación se efectúa en 0.020 min. La segunda operación se denomina ensamble de pluma, fase en la cual se introducen al ensamble anterior el subensamble de tubo y cuerpo; para efectuar la operación se emplean 0.220 min.

La siguiente operación es efectuar prueba, en la que se emplea un tiempo unitario de 0.070 min. Se finaliza el proceso con la operación de empacar en un tiempo unitario de 0.070 min. La pluma ya empacada se envía al almacén de producto terminado.

Elabórese el diagrama de proceso de operación con base en la figura 5.9.

Problema 5.3

Elaboración del diagrama del proceso de operación de una manguera de hule.

La manguera está construida con un trozo de tubo de hule de 1.83 m de longitud, dos casquillos ya hechos que se adquieren y tres piezas mecanizadas. Estas piezas se ilustran en la figura 5.10. La manguera se denomina con *a*, los casquillos con *b*, con *c* una bayoneta hecha de un tubo de latón y con *d* y *e* dos piezas e inserciones hechas con una varilla de latón. Para el montaje definitivo, las piezas *c* y *d* se sueldan juntas, y con uno de los casquillos se mon-

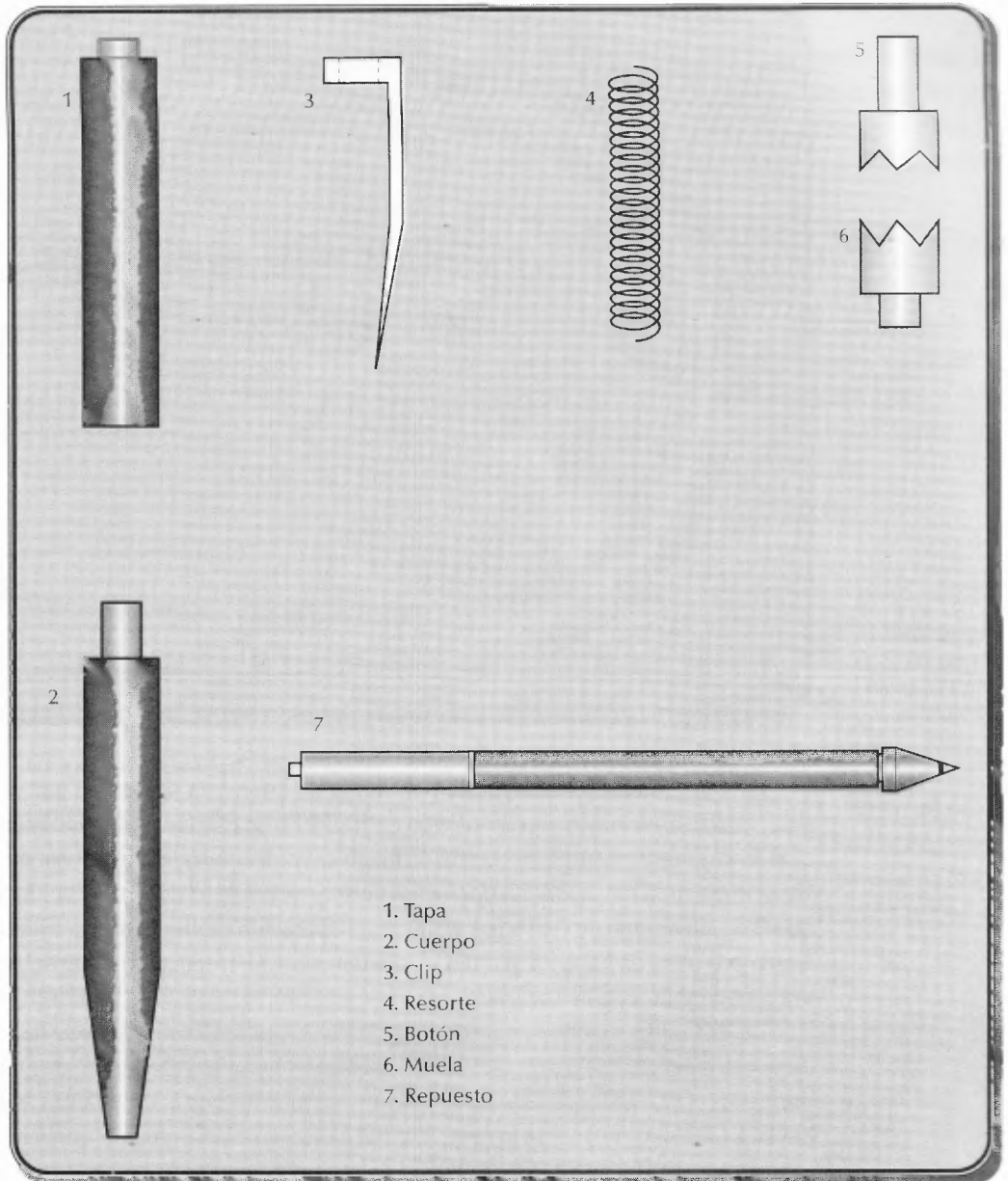


Figura 5.9
Componentes
de una pluma.

tan en un extremo de la manguera. La pieza *e* y el segundo casquillo se colocan en el otro extremo. El conjunto, una vez terminado, constituye una conexión flexible entre las dos partes de un inhalador.

La bayoneta *c* es de tubo de latón. La primera operación que se efectúa para elaborarla es escoriar y cortar; para esta operación se utilizó un tiempo de 0.0130 h. La siguiente operación es cortar ranura, tarea en la cual se utiliza un tiempo de 0.0044 h; después se inspecciona y se manda posteriormente a subensamblarse con la pieza *c*.