

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

APLICACIÓN DE LA INGENIERÍA DE MÉTODOS
A LA INDUSTRIA GUATEMALTECA

TESIS
PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

RUBÉN DARÍO BOTEO CALDERÓN
AL CONFERIRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL

Guatemala, marzo de 1999

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de tesis titulado:

APLICACIÓN DE LA INGENIERÍA DE MÉTODOS
A LA INDUSTRIA GUATEMALTECA,

tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Rubén Darío Boteo Calderón', with a stylized flourish at the end.

Rubén Darío Boteo Calderón

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

DECANO:	Ing. Herbert René Miranda Barrios
VOCAL I:	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II:	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
VOCAL III:	Ing. Jorge Benjamín Gutiérrez Quitana
VOCAL IV:	Br. Dimas Alfredo Carranza Barrera
VOCAL V:	Br. José Enrique López Barrios
SECRETARIA:	Inga. Gilda Marina Castellanos de Illescas

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN

GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Herbert René Miranda Barrios
EXAMINADOR:	Ing. Luis Emilio Rodas
EXAMINADOR:	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas
EXAMINADOR:	Ing. Edwin Adalberto Bracamonte Orozco
SECRETARIA:	Inga. Gilda Marina Castellanos de Illescas

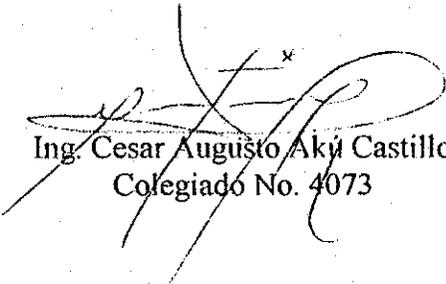
Guatemala 3 de Septiembre de 1,997

Ing. Francisco Gómez Rivera
Director de Escuela
Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad San Carlos de Guatemala

Por este medio me permito informarle que he asesorado el trabajo de Tesis titulado "APLICACIÓN DE LA INGENIERÍA DE MÉTODOS EN LA INDUSTRIA GUATEMALTECA", desarrollado por el estudiante Rubén Darío Boteo Calderón, previo a optar al título de Ingeniero Industrial.

En base a la revisión y corrección de dicho trabajo de Tesis, considero que ha alcanzado los objetivos propuestos, por lo tanto recomiendo su aprobación.

Atentamente



Ing. Cesar Augusto Akú Castillo
Colegiado No. 4073



FACULTAD DE INGENIERIA

El Catedrático Revisor de Tesis de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor de Tesis al trabajo de tesis titulado **APLICACION DE LA INGENIERIA DE METODOS A LA INDUSTRIA GUATEMALTECA**, presentado por el estudiante universitario **Rubén Darío Boteo Calderón**, aprueba el presente trabajo y recomienda la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Cecilio Baeza Gamar
Catedrático Revisor de Tesis
INGENIERIA MECANICA INDUSTRIAL

Guatemala, noviembre de 1998

ends

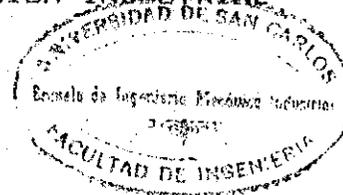


FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor con el Visto Bueno del Revisor de Tesis y del Licenciado en Letras, al trabajo de tesis titulado **APLICACION DE LA INGENIERIA DE METODOS A LA INDUSTRIA GUATEMALTECA**, presentado por el estudiante universitario **Rubén Darío Boteo Calderón**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

DI Y ENSEÑAR A TODOS


Ing. Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR
INGENIERIA MECANICA INDUSTRIAL



Guatemala, marzo de 1999.

emds

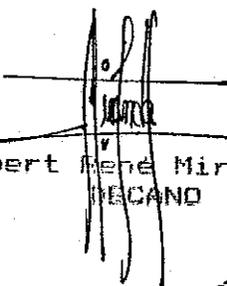
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



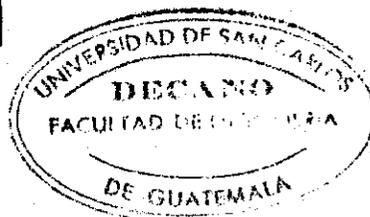
FACULTAD DE INGENIERIA

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de tesis titulado APLICACION DE LA INGENIERIA DE METODOS A LA INDUSTRIA GUATEMALTECA, presentado por el estudiante universitario Rubén Darío Boteo Calderón, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE


Ing. Herbert René Miranda Barrios
DECANO

Guatemala, Marzo de 1999



emds

ACTO QUE DEDICO

A DIOS: Por haberme dado la sabiduría, fortaleza e iluminación para alcanzar esta meta.

A MIS PADRES: Rosalío Boteo Barahona (Q.E.P.D.)
Elsa Marina Calderón Vásquez (Q.E.P.D.)

Mis respetos.

Que nuestro Señor los tenga en el descanso eterno.

A MIS HERMANOS: Edgar Rolando, Jorge Armando y Marcia Elizabeth.

Por el amor y respeto que les guardo.

A MI FAMILIA: Especialmente a mis tías: Marta de Rodríguez, Rosa de Catalán y Graciela de Almazán; a mis primos: Alex, Julio, Marvin, Giovani, Polo y Edwin.

A MI NOVIA: Ana Elizabeth Donado Sasvín.

A MIS AMIGOS (AS) Por su apoyo y su amistad desinteresada

A MIS COMPAÑEROS EN GENERAL.

AGRADECIMIENTO

Especial agradecimiento al Ing. César Aku Castillo por contribuir con su valiosa asesoría a la realización de la presente tesis.

INDICE

	PAGINA
INDICE DE ILUSTRACIONES	III
GLOSARIO.....	IV
INTRODUCCIÓN.....	V
1. ANÁLISIS Y DISEÑO DE SISTEMAS.....	1
1.1. Procedimientos del análisis y diseño de sistemas.....	2
1.2. Tipos de sistemas	4
1.3. Análisis de errores y efectos.....	5
1.4. Ideas generales sobre el diseño de sistemas	8
1.5. Análisis y diseño de sistemas de procesamiento de datos	10
1.6. Proceso solucionador de problemas.....	13
1.6.1. Método de solución de problemas	13
1.6.2. Definición o formulación del problema	14
1.6.3. Análisis del problema	17
1.6.4. Búsqueda de opciones	20
1.6.5. Evaluación de opciones	21
1.6.6. Especificación de la solución	22
2. MÉTODOS DE TRABAJO EN PROCESOS ADMINISTRATIVOS.....	28
2.1. Características del trabajo de oficinas	29
2.2. ¿Qué registros deben conservarse?	30
2.3. Necesidad de mayor eficiencia en las oficinas.....	31
2.4. ¿Cómo obtener información?	32
2.5. Procedimientos y simplificación del trabajo de oficinas	34
2.5.1 Estructura organizacional.....	35
2.5.1.1. Reglas para la elaboración de flujogramas.....	36
2.5.1.2. Gráficas de circulación de papeles.....	38
2.5.1.3. Gráfica de procedimiento	41
2.5.1.4. Diagrama de movimiento.....	43
2.6. Análisis y evaluación de los resultados.....	44
2.6.1. Análisis de la gráfica de organización	44
2.6.2. Determinación de objetivos	45
2.6.3. Establecimiento de funciones	45
2.6.4. Determinación del personal que desempeñara las funciones	46
2.6.5. Asignación de responsabilidades	47
2.6.6. Análisis de la gráfica de circulación de papeles	48
2.6.7. Análisis de la gráfica de procedimiento	48
2.6.8. Análisis del diagrama de movimiento	49
2.7. Diseño de formularios de oficina	50
2.7.1. Factores importantes en el diseño de formularios	51
2.7.2. Características de un buen formulario	54
2.8. Otros factores que influyen en la eficiencia de la oficina	55
2.8.1. Mobiliario y equipo	55
2.8.2. Medio ambiente	56
2.9. Métodos de trabajo en procesos de producción	58
2.9.1. Definición de ingeniería de métodos	59
2.9.2. Elementos de un proceso	60
2.9.3. Utilización de gráficas y diagramas para el análisis y mejora de métodos	61
2.9.4. Diagrama de proceso de operaciones	62

2.9.5. Diagrama de proceso de flujo o diagrama de proceso	64
2.9.6. Diagrama de circulación o recorrido	66
2.9.7. Diagrama de proceso hombre-máquina o de actividad multiple.....	67
2.9.8. Diagrama de proceso de grupo	68
2.9.9. Diagrama de proceso de mano izquierda y derecha	69
2.10. Análisis de los diagramas	80
2.10.1. Análisis de la operación	82
2.10.2. Finalidad de la operación	83
2.10.3. Conocimiento de las operaciones que se hacen en la pieza.....	84
2.10.4. Diseño de la parte	84
2.10.5. Tolerancias y especificaciones	85
2.10.6. Materiales utilizados	86
2.10.7. Preparación y equipo de herramientas	88
2.10.8. Manejo de materiales	89
2.10.9. Distribución de la planta y el equipo	92
2.10.10. Condiciones de trabajo	94
2.10.11. Posibilidades de mejorar la tarea	98
3. PRINCIPIOS DE LA ECONOMÍA DE MOVIMIENTOS	99
3.1. Principios relacionados con cuerpo humano	100
3.2. Principios con la disposición del lugar de trabajo	101
3.3. Principios relacionados con el diseño de herramientas y equipo.....	102
3.4. Definición de tiempos y movimientos	102
3.4.1. Divisiones básicas del trabajo	103
3.4.2. Definiciones de las divisiones básicas del trabajo	104
3.4.3. Equipo necesario para el estudio de tiempos	106
3.4.4. División de la operación en elementos	113
3.4.5. Métodos de toma de tiempos	115
3.4.6. Número de ciclos a observar	116
3.4.7. Calificación de la actuación del operario	117
3.4.8. Tolerancias	118
3.4.9. Tiempo estándar	119
3.4.10. Datos estándares	119
3.4.11. Sistemas de tiempos predeterminados	121
3.4.12. La técnica modapts	122
3.4.13. Muestreo del trabajo	123
3.4.14. Implantación del método propuesto	124
3.5. Sistemas de salarios con incentivos	125
3.5.1. Sistemas económicos directos	126
3.5.2. Sistemas económicos indirectos	128
3.5.3. Sistemas no económicos	129
3.5.4. Características de un buen sistema de salarios con incentivos.....	130
3.6. Entrenamiento de personal	131
3.6.1. Introducción del nuevo empleado a la empresa	133
3.6.2. Presentación de la información	135
3.6.3. Objetivos del entrenamiento	136
3.6.4. Curva de aprendizaje	136
3.6.5. Métodos de entrenamiento	137
CONCLUSIONES	142
RECOMENDACIONES	143
RECOMENDACIONES BIBLIOGRÁFICAS	144
BIBLIOGRAFÍA	145

INDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

No.	Título	Página
1	Diagrama de circulación de papeles	40
2	Flujograma	42
3	Diagrama de movimiento	43
4	Diagrama de proceso de operaciones	71
5	Diagrama de proceso de operaciones	72
6	Diagrama de proceso de flujo	73
7	Diagrama de circulación	75
8	Diagrama de circulación	76
9	Diagrama de proceso hombre-máquina	77
10	Diagrama de proceso de grupo	78
11	Diagrama de mano izquierda y derecha	79



GLOSARIO

Cronometraje	Es el medio más simple y más extendido para el estudio de los tiempos.
Eficiencia	Relación entre producción real y producción estándar, o dicho de otra manera, lo que se produjo versus lo que se esperaba.
Estructura organizacional	Define el trabajo en funciones, roles, responsabilidades Y niveles jerárquicos dentro de la forma en que se está dividida la organización.
Flujograma	Son dibujos o gráficas que muestran paso a paso lo que sucede con la operatoria de documentos (papeles, formularios y registros) de una institución desde su inicio en alguna parte de ella hasta su tramitación final.
Hombre-máquina	Relación exacta entre el ciclo de trabajo de la persona y el ciclo de operación de la máquina.
Ingeniería	Conjunto de conocimientos y técnicas para el mejor aprovechamiento de los recursos naturales.
Proceso	Conjunto de actividades que dan como resultado un producto terminado.
Procesos administrativos	Es la administración en marcha, la cual comprende las funciones principales de planeación, organización, integración, dirección y control.
Productividad	Es la utilización óptima de los recursos invertidos por la empresa.



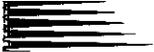
INTRODUCCIÓN

La situación actual del país demanda un cambio en el comportamiento humano; un cambio que produzca mejoras bajo el estímulo del deseo de alcanzar un desarrollo económico y social en el cuál podamos ser competentes para poder existir en un mundo globalizado.

Todos estamos obligados a intensificar nuestros esfuerzos para lograr un aumento de eficiencia y productividad, mediante el mejoramiento de los métodos y procedimientos, para mejorar la rentabilidad de las industrias, y así poder exigir mejores incentivos.

El adecuado balance entre la absorción de tecnología y la utilización de mano de obra, proporcionará mejores soluciones al problema de la escasez de recursos económicos y nos ayudará para convencer a los inversionistas de la capacidad con la que contamos. Esta falta de recursos económicos debe ser sustituida por recursos humanos calificados, para esto es necesario que día a día nos preparemos y así poder estar a la vanguardia en lo que a tecnología se refiere. Además, la ingeniería de métodos propone ayudar en una mejor administración del recurso humano calificado, al tratar de adquirir un mayor conocimiento de las características del hombre, de sus necesidades, capacidades y limitaciones al buscar procedimientos que mejoren sus relaciones hombre-máquina-ambiente.

Estos objetivos no son nuevos, a través de la historia, hay evidencia del esfuerzo realizado por el ser humano para crear herramientas, equipo y procesos que mejoren y controlen adecuadamente el ambiente dentro del cual vive o trabaja. Este texto pretende proporcionar una guía para el logro de dichos objetivos.



1. ANÁLISIS Y DISEÑO DE SISTEMAS

El concepto de sistemas, es bastante amplio y popular. Nuestro principal interés sin embargo, será restringido únicamente a lo que nos referimos generalmente como sistemas hombre-máquina, o a lo que debe ser llamado exactamente como sistemas hombre-máquina-ambiente, ya que estaremos interesados principalmente en sistemas que son una combinación de hombres, máquinas y el medio ambiente dentro del cual funcionan. Podemos considerar un sistema hombre-máquina-ambiente como una combinación de uno o más seres humanos y uno o más componentes físicos interactuando para efectuar de una entrada dada, alguna salida deseada, dentro de las restricciones de un ambiente determinado. Dado que se utilizará muy a menudo el término sistemas hombre-máquina, se debe tener en cuenta dos factores importantes:

1. Que el concepto común de máquina es demasiado restringido para nuestro uso y que consideraremos una máquina a cualquier tipo de objeto físico, aparato, equipo, facilidad, herramienta, aún ropa o cualquier otra cosa que la gente utilice para llevar a cabo una actividad.
2. Que se utilizará únicamente el término sistema para referirnos a un sistema hombre máquina-ambiente, con el objeto de simplificar.

En una forma bien simple, un sistema puede ser un hombre con alguna herramienta común, como por ejemplo una pala, un martillo, una escoba o una escalera. Subiendo en la escala de complejidad, un sistema puede ser, una licuadora, una cámara, una rasuradora, cada una con su operador propio. Sistemas más complejos incluyen redes de comunicación, sistemas de acueductos (ANDA), refinерías de azúcar, etc., cada uno con su personal propio. Algunos sistemas están menos definidos y más amorfos que

los anteriormente mencionados, como por ejemplo, el sistema de servicios en una estación de gasolina, el sistema de semáforos en una avenida, la operación de un parque de diversiones tal como la montaña rusa, por ejemplo.

En muchos sistemas complejos pueden identificarse sistemas dentro de otros sistemas. Un sistema exterior consiste de un conjunto de sistemas interiores componentes, los cuales a su vez pueden estar compuestos de sistemas interiores, componentes inferiores a él, etc. Los sistemas interiores frecuentemente son llamados subsistemas o componentes (1).

Dentro de un sistema complejo, puede verse una secuencia de subsistemas, tal como la secuencia de procesos de producción en una planta industrial. La ingeniería industrial tiene como objetivo el diseño, proyección, mejora e implantación de los sistemas de personas, máquinas, materiales y ambiente para el funcionamiento eficiente de una empresa.

1.1. Procedimientos del análisis y diseño de sistemas

A través de la historia, hay evidencia del esfuerzo realizado por el hombre para crear sistemas que se adaptan cada vez más a sus necesidades. Este esfuerzo continúa, y en virtud de él, es que ahora se proponen técnicas y procedimientos que disminuyen y previenen los errores en el diseño y desarrollo de sistemas, a continuación se detallan:

1. Deberá hacerse una definición clara y precisa de los objetivos del sistema. Los objetivos definirán las características de los recursos humanos y físicos que se necesitarán para su cumplimiento.
2. En el desarrollo de un sistema es necesario identificar todos los requerimientos y procesos, y el orden secuencial y lógico en el cual deben ser llevados a cabo. Esto es

importante para definir los recursos y las habilidades necesarias en cada una de las etapas de desarrollo del sistema.

3. El análisis de sistemas permite al diseñador determinar los factores que potencialmente limitan o restringen el desarrollo de un sistema, éstos pueden incluir limitaciones ambientales, adquisición de información, problemas de personal, problemas de costo, etc.
4. Los criterios son los que en un momento dado serán ventaja a una alternativa. Los criterios coincidirán con los objetivos del sistema, al igual que las especificaciones. Si las especificaciones no cumplen con los objetivos del sistema, será necesaria una revisión tanto de los objetivos como de las especificaciones.
5. A través de comparaciones de los resultados esperados, el análisis de sistemas permite al diseñador escoger la mejor utilización del hombre y la máquina. Deberán revisarse las decisiones en cada etapa del proceso.
6. Se necesita medir el comportamiento del sistema y sus subsistemas en condiciones específicas para poder evaluar objetivamente las alternativas posibles.
7. La simulación tiene la ventaja de que se puede ver con claridad el funcionamiento del sistema y de esta forma, corregir eventualidades no previstas durante la etapa de diseño. La simulación no siempre es posible, ya sea porque es costo prohibitivo o por la naturaleza de las operaciones. Es importante tener en cuenta que el siguiente paso es la realización, por lo tanto todos los que participan deben estar consientes de lo que esto significa.
8. La realización es la puesta en marcha del diseño, como consecuencia de las decisiones que se han tomado. En esta etapa debemos asegurarnos de que todo se realice de acuerdo a lo planificado.

El propósito del análisis y diseño de sistemas, es la identificación, análisis y síntesis de las funciones de un sistema como secuencia que traslada las necesidades y restricciones del sistema, a un programa organizado para la implementación del diseño.

1.2. Tipos de sistemas

Como se indicó anteriormente, estamos interesados principalmente en sistemas que involucran al ser humano, las máquinas y su medio ambiente. Una forma de clasificar los sistemas es por el grado de humanos versus máquinas. A continuación los detallaremos, con su modo de operación, la naturaleza de sus componentes físicos y la forma de unión entre sus componentes.

1. Sistemas manuales

Los sistemas manuales consisten en herramientas manuales y otras ayudas, que son acopladas por el operador humano quien controla la operación utilizando su propia energía física como recurso. El operador transmite y recibe de sus herramientas una gran cantidad de información, típicamente opera a su propia velocidad y puede fácilmente explotar su habilidad para actuar como un sistema de grandes variedades.

2. Sistemas mecánicos

Estos sistemas consisten en partes físicas bien integradas, tales como varios tipos de máquinas herramientas con motor. Estas son generalmente diseñadas para ejecutar sus funciones con pequeñas variaciones. La potencia típicamente es provista por la máquina y la función del operador, es básicamente la de controlar, usualmente por medio de aparatos de control. (Estos sistemas, forman parte de los sistemas mecanizados, los componentes son generalmente unidos por medio de bandas, cables, etc., y por operadores humanos).

3. Sistemas automatizados

Cuando un sistema es totalmente automatizado, éste ejecuta todas las funciones operacionales, incluyendo percepción de información, procesamiento, toma de decisiones y acción. Tal sistema necesita estar totalmente programado para realizar la acción apropiada en todas las posibles eventualidades que sea sean percibidas. Tales

sistemas no son perfectamente seguros y confiables, necesitan siempre de operadores humanos para su buen funcionamiento. Las diferencias que se han hecho entre los sistemas manuales, mecánicos y automáticos, no es realmente clara. Estos sistemas se pueden ver más bien como una diferencia en el grado de control manual versus control automático. Además de los sistemas caracterizados como manuales, mecánicos o automáticos (o alguna combinación de éstos), hay otros tipos de equipos físicos que desafían este orden y a los que únicamente pueden considerarse como sistemas en el menor de los sentidos. Así tenemos por ejemplo, los artículos de uso personal de los empleados (lentes, cinturones, ropa, etc.).

1.3. Análisis de errores y efectos

Es necesario en todo sistema, poder predecir con alguna certeza la ocurrencia de errores de los operadores y la identificación del origen de eventualidades. Una eventualidad es cualquier situación no rutinaria en la cual, el sistema puede tener que afrontar la ejecución de las funciones requeridas. El número y variedad de eventualidades para un sistema dado, puede ser muy grande. Sin embargo, los datos de los requerimientos del sistema como equipo, requerimientos humanos, factores ambientales y otros datos, deberán proveer una base para identificar posibles eventualidades. La mayoría de estas eventualidades ocurren dentro de las siguientes categorías:

1. Mal funcionamiento, tal como accidentes, averías, etc., ya sea en el personal o en el equipo.
2. Condiciones extremas, ya sea del clima o del ambiente, tal como tormentas, polvos, basura, huracanes, ruidos, etc.
3. Daños intencionales, tal como huelgas, acciones terroristas, etc.

Después de que las eventualidades específicas del sistema han sido determinadas, deben seleccionarse las alternativas de diseño para resolver dichas situaciones. El análisis de eventualidades puede indicar nuevas funciones requeridas o podría indicar la necesidad de revisión de las funciones establecidas previamente. También deberán identificarse las características de mal funcionamiento del equipo y/o errores humanos. En la etapa de desarrollo y diseño de un sistema, deberá obtenerse este tipo de información examinando el mantenimiento y observando la forma de operación de equipos o sistemas similares. Algunos datos se derivan del análisis de eventualidades o de la revisión de las características de los componentes. Todos estos datos deben ser revisados y actualizados. Dado que la información sobre errores específicos es difícil de obtener durante la etapa de desarrollo, puede ser impráctico el requerir estimaciones específicas de la probabilidad de ocurrencia de error. La siguiente escala general puede usarse, para suplementar la categorización y descripción del error:

1. Errores altamente probables, que ocurren a menos que se utilicen técnicas específicas para evitarlos (probabilidad mayor que 0.5).
2. Errores probables que ocurren a menos que se utilicen técnicas específicas para evitarlos (probabilidad mayor que cero, pero menor que 0.5).
3. Errores improbables, que no ocurren aunque no se utilicen técnicas específicas para evitarlos (probabilidad de cero o muy cercana a cero).

Es necesario describir las consecuencias de cada mal funcionamiento del equipo y de los errores humanos. Para estimar la seriedad de estas consecuencias, se puede utilizar la escala siguiente:

1. Peligro para el personal y/o para el equipo.
2. Degradación del funcionamiento del sistema.
3. Degradación del funcionamiento del subsistema.

4. Degradación del funcionamiento de un componente.
5. Efecto mínimo en el funcionamiento del sistema.

El estimado de la seriedad de las consecuencias y su alcance, debe preverse durante la fase de desarrollo, así como también el mal funcionamiento de las partes más importantes del sistema y conocer dónde y cuándo puede ocurrir un error humano.

Cuando estos dos análisis, el análisis de error y el análisis de consecuencias en el sistema, se han considerado juntos, el resultado es llamado análisis de errores y efectos. El diseñador deberá eliminar la posibilidad de que un operador en acción, pueda tener un accidente catastrófico que no sólo pueda afectarlo a él, sino que también ponga en peligro la seguridad de los demás operadores y la del equipo, aunque la probabilidad de ocurrencia sea pequeña. Existen varias alternativas para eliminar la ocurrencia de errores humanos. El sistema más seguro es aquel en que el operador no puede cometer un error. Algunas alternativas que deben considerarse son: etiquetas de advertencia y precaución, desarrollo de procedimientos y énfasis en el adiestramiento.

La eliminación de situaciones de errores potenciales, especialmente cuando éstos ponen en peligro al personal y/o al equipo, deberá ser la principal consideración del diseñador del sistema.

1.4. Ideas generales sobre el diseño de sistemas

Para dar una idea general del proceso de diseño, a continuación se presenta una serie de preguntas que servirán de ayuda en los procesos de diseño, fabricación, evaluación y prueba de un sistema:

1. Fase preliminar de diseño

- a) ¿Por qué se está utilizando este sistema? ¿Cuáles son los objetivos del sistema?
¿Más específicamente, qué debe realizar el nuevo sistema que no pudiera realizar el anterior?
- b) ¿Cómo debe el sistema realizar sus objetivos? ¿Cuáles son las etapas a realizar?
¿Qué funciones deben realizarse en cada etapa?
- c) ¿En qué ambiente debe funcionar el sistema? ¿Qué riesgos particulares ocasionará?
¿Qué presiones o demandas se exigirán del sistema?
- d) ¿Quién se beneficiará de la operación del sistema? ¿Quién utilizará el sistema?
¿Qué número y qué tipo de operadores y personal de mantenimiento están disponibles?
- e) ¿Cuáles son las opciones tecnológicas más importantes? ¿Cuáles son las alternativas factibles de configuración? ¿Qué recursos son indispensables para la adecuada efectividad del sistema?

2. Fase avanzada de diseño

- a) ¿Qué funciones deberían asignarse a los operadores y personal de soporte? ¿Qué condiciones indican picos de carga de trabajo para el operador u operadores? ¿Qué condiciones tienden a degradar la efectividad del operador? ¿Qué patrones de decisión-acción ocurren en etapas cruciales?
- b) ¿Qué información necesitan los operadores y personal de soporte para realizar sus funciones? ¿Cuáles son los canales probables para esta información? ¿En qué forma la información es más útil al operador?

- c) ¿Cuántas personas requiere el sistema durante condiciones normales y condiciones picos de carga de trabajo? ¿Qué habilidades, capacidades o atributos especiales se requieren del operador? ¿Si es aplicable, cuál será el entrenamiento requerido? ¿Es dicho entrenamiento factible? ¿Qué recursos se necesitan para implementar dicho entrenamiento?
- d) ¿Cómo se deben distribuir las funciones entre los operadores y el personal de soporte? ¿Cómo deben ser distribuidas las estaciones de trabajo? ¿Qué equipo requiere cada estación? ¿Cómo se debe distribuir e instalar este equipo? ¿Qué dispositivos, herramientas o controles especiales son convenientes para las acciones del operador y el personal de soporte? ¿Qué tipo de ayudas, guías, indicadores, rótulos, cubiertas, tapaderas, etc., serían útiles para facilitar el cumplimiento correcto de las actividades y prevenir errores del operador? ¿De qué medios se dispone para permitir una rápida recuperación o mantener la seguridad e integridad del sistema en caso de errores o fallos?

3. Simulación de la fase de fabricación

- a) ¿De qué opciones se dispone para eliminar, combinar o simplificar los instrumentos de trabajo? ¿Cómo afectaría el comportamiento, la seguridad o estado de ánimo del personal, de cada uno de los cambios propuestos en configuración o instrumentación?
- b) ¿Qué controles se requieren para asegurar adhesión al plan de diseño y requerimientos funcionales del sistema? ¿Qué procedimientos de control de calidad se necesitan para asegurar la validez de consideración de factores humanos en el producto final?

4. Fase de verificación y evaluación

- a) ¿Qué medios se pueden utilizar para que la evaluación y verificación sean realistas en términos del operador y condiciones de operación?
- b) ¿Qué criterios de efectividad del sistema y del operador son lógicos en términos de los objetivos y funciones asignadas? ¿Qué procedimientos de medición se pueden utilizar para obtener datos válidos en relación a dichos criterios? ¿Qué instrumentos de medición se necesitan?

- c) ¿Qué alternativas de verificación producirán la información correcta en cuanto a la efectividad, operatividad y mantenimiento del sistema? ¿Cuál es la forma más económica de implementar el diseño de verificación escogido?

1.5. Análisis y diseño de sistemas de procesamiento de datos

Los sistemas de procesamiento de datos son muy populares, hoy en día, y su análisis y diseño presenta ciertas variaciones con respecto al método clásico de análisis y diseño de sistemas descritos en este capítulo.

1. Definición del problema. La definición consiste en dar una idea general del problema, y no profundizar en los detalles. Identificar el posible origen del problema.
2. Análisis de la situación actual. Antes de realizar cualquier cambio, modificación o tomar una decisión, debe analizarse la situación actual. Es necesario obtener una imagen completa del funcionamiento del sistema actual. El analista debe:
 - a) Analizar la información de salida existente y determinar la utilización de los datos dentro del sistema. Cuando un informe no es emitido a su debido tiempo, la información de salida es insatisfactoria y deficiente o los datos son insuficientes y condensados de tal forma que no cumplen con las necesidades de los distintos usuarios de la empresa, esto indica que un sistema de procesamiento de datos puede ser mejorado.
 - b) Saber quién origina los datos de entrada y quien recibe los informes de salida existentes. El analista debe determinar quién o quiénes son los que dan origen a la información de entrada, cuál es el medio físico y el formato de los documentos origen, el volumen y la frecuencia de la información. A su vez se ha de conocer quiénes son los usuarios del sistema; para quién o para quiénes han de ser emitidos los reportes o informes.

- c) Investigar el sistema y procedimientos existentes. Debe conocerse el flujo actual de trabajo a través del sistema, el tiempo de procesamiento y los métodos de control de calidad, si es que hubieran. Deben conocerse las políticas, los procedimientos y las excepciones relacionadas con el sistema. La mejor forma de determinar las excepciones es mediante entrevistas a los usuarios que llevan a cabo las funciones.
3. Requerimientos del sistema. Definir con detalle todos y cada uno de los objetivos y requerimientos de los usuarios del sistema de procesamiento de datos. A menudo el analista tendrá que ayudar al usuario a definir sus necesidades. El analista deberá averiguar sobre la relación entre los datos de entrada y salida y los requerimientos establecidos.
 4. Diseño del nuevo sistema. En la etapa de diseño se deben tomar las decisiones para la posterior implantación del sistema. Comprende el establecimiento de los nuevos procedimientos que vendrán a mejorar la eficiencia del flujo de datos dentro de la organización de la empresa, con lo que se tendrá un mejor control sobre sus operaciones. En esta etapa los requerimientos se traducen a labores que se van a realizar y se determina la forma en que se efectuarán dichas labores. Los usuarios de un sistema pueden pertenecer a diferentes grupos así: el grupo de los que se sientan frente a la consola, como los vendedores en una tienda de repuestos que proporcionan y obtienen datos; los que se benefician del sistema, como los clientes de la tienda de repuestos; y los que dan el mantenimiento al equipo, como los operadores. Los procedimientos que se diseñen han de ser aceptables para todos los usuarios de cada uno de los grupos, de manera que el procesamiento y entrada de los datos sea eficaz. El sistema deberá diseñarse de tal forma que pueda ser modificado fácilmente, en caso de un cambio en los requerimientos, sin necesidad de una reprogramación total.
 5. Programación. La programación es el resultado final de la etapa de diseño. Si el sistema es manual, después de preparar la documentación y el diseño de informes y documentos, se procede a la preparación de manuales y la documentación final.

- Cuando el sistema es computarizado, se realizan los siguientes pasos en la programación:
- a) Seleccionar el algoritmo. Un algoritmo es un método específico utilizado para resolver un problema. Puede ser alguno que ya ha sido desarrollado y publicado, o por el contrario creado por el diseñador.
 - b) Codificación. La codificación consiste en pasar el algoritmo a lenguaje de máquina; el lenguaje utilizado dependerá del equipo disponible y de los propósitos del programa. Algunos lenguajes son bastante generales, o sea que pueden utilizarse para distintos propósitos, otros son específicos para cierta clase de problemas.
 - c) Depuración o limpieza de errores. En este momento se determinan los errores y se corrigen. Esta etapa se simplifica cuando las dos anteriores han sido realizadas con mucho cuidado.
 - d) Prueba y validación. Obtener resultados de un programa no es suficiente. Debe garantizarse que estos resultados son correctos en todos los casos, aún en los más específicos.
 - e) Documentación. El algoritmo y la codificación del programa, son parte de la documentación. Además, se incluye la documentación técnica para los usuarios, que indica por qué y cómo debe usar el programa o programas del sistema.
 - f) Mantenimiento. Frecuentemente se descubren nuevos errores, nuevos problemas que hay que resolver, o un nuevo equipo disponible. Los programas escritos en semanas, meses y aún en años, deberán a menudo ser revisados y modificados. Esto puede ser difícil y aún imposible si el programa no está bien documentado.
6. Implantación. Casi todos los sistemas nuevos experimentan importantes modificaciones previas a su implantación definitiva. Ello se debe en gran parte a que durante la implantación se llega a comprender mejor el problema. Basándose en lo que se ha planeado y teniendo cada persona sus responsabilidades asignadas, el equipo de trabajo procederá a entrenar al personal y a los usuarios en general en el uso de los nuevos procedimientos.

7. Verificación de los resultados. Verificar si los propósitos y objetivos del sistema han sido satisfechos. El logro de un objetivo determinado depende de la utilización de métodos y procedimientos que han sido diseñados específicamente para el fin propuesto.

1.6. Proceso solucionador de problemas

Solucionar problemas ha sido y sigue siendo la tarea más importante del hombre a través del tiempo. Todos los métodos desarrollados para solucionarlos, han sido pocos dada la variedad y complejidad de los problemas. Los problemas siempre van a existir. Siempre que para el hombre exista la posibilidad de crear un mundo mejor, habrá algo nuevo que inventar, algo que probar o descubrir, algo que mejorar, algo que solucionar. En un afán de proporcionar una técnica que pueda servir como guía para solucionar cualquier tipo de problemas es que ahora se propone un método, que tal vez sea demasiado abstracto, pero que al tratar de ser más específicos dejaríamos de ser prácticos.

1.6.1 Métodos de solución de problemas

Un problema se define como una situación en la cual hay dos estados: uno que se caracteriza por el estado presente, el otro por el estado propuesto, que suele ser el problema ya solucionado. Un aspecto importante al tratar de resolver un problema, es tomar en cuenta únicamente los factores relevantes sin esperar a conocer detalles, que si bien están involucrados, no tienen mucha influencia o no son de importancia. De esta forma se puede dedicar a la búsqueda y evaluación de alternativas de solución de un problema (2).

Los problemas más comunes son:

1. Aquellos que ofrecen una amplia variedad de alternativas.
2. Los que requieren grandes inversiones y elementos de riesgo.
3. Los que dependen de logros generalmente incompletos.
4. Aquellos que están definidos en forma incompleta en cuanto a los requerimientos de costo y tiempo.
5. Los que son de naturaleza compleja debido a las combinaciones de recursos requeridos para su solución.

Un detalle que es necesario tener presente es que muchos de los procedimientos y prácticas que se ejecutan actualmente en las empresas, son solamente formas de hacer las cosas, y es mejor no tratar de buscar un por qué a dicho procedimiento, porque no se encontrará. Surgieron al tratar de encontrar la forma de solucionar un problema, como la manera más rápida y eficaz de salir adelante en un momento dado.

Existen varios métodos para la solución de problemas, pero en general, todos, siguen la misma secuencia; una etapa de formulación o definición del problema, una etapa de análisis del problema, una etapa de búsqueda de alternativas, una etapa de evaluación de alternativas y una etapa de especificación de la solución escogida o seleccionada.

1.6.2. Definición o formulación del problema

En la etapa de definición del problema, se determinan las características del problema, tales como: las especificaciones de los estados inicial (presente) y final (propuesto), los criterios principales, el volumen y el tiempo dentro del cual ha de obtenerse una solución. La buena formulación del problema, puede ser equivalente a solucionar a medias el problema. Además, proporciona un bosquejo de la investigación

a seguir. Un bosquejo relaciona lógicamente el objetivo con los medios de satisfacer el objetivo.

La tarea del que soluciona el problema, puede hacerse más compleja por una mala formulación, así:

- a) La elección de un objetivo equivocado significa que el diseñador atacará el problema equivocado.
- b) Cuando el problema no se establece adecuadamente, algunas partes del mismo pueden ser omitidas.
- c) Podríamos excluir por definición, un número de acciones que podrían ser dirigidas a la búsqueda de una buena alternativa de solución.

Un grave error que se comete a menudo es incluir una solución o causa, como parte de la formulación del problema.

Estado inicial y final. El estado inicial consiste en el establecimiento de las circunstancias iniciales que caracterizan el problema. Este estado inicial puede consistir de objetos físicos o materiales, tales como: madera en un aserradero, petróleo en una refinería, cuero en una zapatería, etc.

También puede ser información en alguna forma, por ejemplo: registros, mensajes telegráficos, formularios, tarjetas, etc.. El estado inicial puede ser también energía, tal como: potencia eléctrica, calor, luz solar, etc.. El estado final será el resultado de los procedimientos aplicados al estado inicial, así como un cambio de la madera en mesas, de petróleo en gasolina, de cuero en zapatos, una comunicación transmitida o un servicio rendido. Al definir un problema, las especificaciones de los

estados inicial y final, deberán ser tan generales como sea posible, cuanto más se entre en detalles y se divida el problema total en partes, la solución será menos óptima.

Los criterios principales. Un criterio es el medio por el cual una alternativa es medida o seleccionada; el criterio permite al analista mostrar la razón o el por qué en su selección de preferencia; ilustra la ventaja relativa de una alternativa en términos de otras medidas tales como: el tiempo, el costo o la efectividad. En general, un criterio es un estándar de comparación.

Al definir un problema, deben definirse claramente los criterios principales que se tomarán en cuenta al decidir entre alternativas igualmente posibles. La aplicación del criterio hace posible aceptar o rechazar cierto número de soluciones. El criterio que predomina en la mayoría de las empresas es la máxima ganancia en la inversión. Otros criterios que suelen tomarse en cuenta son, dependiendo de la empresa, buenas prestaciones a los obreros, satisfacción del cliente, facilidad de operación, bajo costo de mantenimiento.

El volumen. Éste se refiere al número de veces que iremos del estado inicial al final. Por ejemplo: cuando una persona va a cambiarse de casa, no compra un camión de mudanzas, ya que es más económico pagar a una agencia la renta del camión. Por el contrario, para ir de la casa a la oficina, es mejor comprar un automóvil, que pagar un taxi de ida y otro de regreso, dos veces al día, durante cinco días a la semana.

Dependiendo de la actividad y el número de veces que se va a realizar, podría ser más conveniente para una empresa alquilar o comprar ya sea maquinaria o equipo. El número de veces que se realice una actividad y su costo asociado, va a determinar el método de solución más conveniente para ir del estado inicial al final.

El tiempo dentro del cual ha de obtenerse una solución. Para encontrar una solución adecuada a un problema, se necesita tiempo; pero el problema ha de resolverse antes de que éste haya desaparecido o haya originado otros aún más graves.

El costo del tiempo y otros recursos utilizados para llegar a una solución factible de un problema, es otro factor determinante del tiempo máximo que pueda dedicarse a la solución de un problema.

1.6.3. Análisis del problema

Después formulado el problema, hay que analizarlo. Conocer sus partes importantes y darse cuenta de cuáles son las menos importantes. En esta etapa se investiga y se recopila información concerniente a las características del estado inicial y final, las restricciones, los criterios principales, el volumen y los límites del diseñador que dependerán de la parte del problema que se le haya asignado.

En esta etapa se exploran los aspectos históricos del problema. El tiempo o período en el cual el problema se ha hecho evidente, es de mucha importancia. Algunas veces también es importante determinar el medio del cual el problema ha surgido, esto podría proporcionar antecedentes útiles en la investigación.

Los problemas suelen tener síntomas al igual que las enfermedades; el analista deberá tener mucho cuidado de no resolver un problema subyacente (el síntoma), en lugar del problema original. Para esto el personal más cercano al problema, asociado con los fenómenos del problema, puede ayudar en el análisis.

Para analizar un problema es necesario establecer las restricciones y los requerimientos. Los requerimientos incluyen lo que el estado inicial necesita para llegar al estado final. Estos requerimientos podrían ser: los estándares de calidad de una

materia prima, la claridad al recibir un mensaje que va a ser transmitido, etc.. Son los comportamientos necesarios para cumplir con determinada finalidad. Las restricciones pueden ser ambientales, de recursos y límites de tiempo impuestos por el problema, ya sea por condiciones de habilidad, por su naturaleza o por el tipo de actividades que involucra. Tanto los requerimientos como las restricciones, deberán ser notificadas a todo el personal sobre los cuales tenga repercusión directa en su capacidad para lograr el objetivo.

Las restricciones son generalmente establecidas por la dirección de la empresa. Una restricción se establece directamente cuando alguien, cuya autoridad debe ser aceptada por el diseñador, especifica una característica de una solución aceptable. La anterior es una definición de un tipo de restricción, la impuesta, ya que como se verá a continuación, hay tres tipos de restricciones:

1. Restricciones impuestas

Son impuestas por personas de la empresa que ocupan una posición alta en la jerarquía de la organización. Su establecimiento no implica hipótesis alguna. Las restricciones impuestas pueden ser aceptadas o rechazadas por el diseñador.

1.1. Restricciones impuestas aceptadas

Estas restricciones pueden ser aceptadas por varias razones:

- a) La restricción, según el analista, podría dar como resultado una buena solución al problema.
- b) La restricción no es tan mala como para gastar tiempo y esfuerzo en discutirla.
- c) La restricción es bastante mala, pero el analista considera que es una pérdida de tiempo el tratar de rebatirla; ya que quien la ha establecido no admite discusiones acerca de las especificaciones dadas. La restricción es bastante mala y el analista decidió rebatirla, pero fracasó.

1.2. Restricciones impuestas no aceptadas

De las restricciones impuestas, a menudo no todas son aceptadas. Hay varias razones para no aceptar una restricción, entre otras:

- a) Es imposible ir del estado inicial al final, queriendo satisfacer todas las restricciones. El rechazo es inevitable.
- b) Pueden satisfacerse todas las restricciones, pero únicamente a un costo bien elevado.
- c) Las restricciones son incompatibles.

Los motivos por los cuales se establecieron estas restricciones, pueden ser varios:

- a) La persona encargada no tenía mucho conocimiento del sistema.
- b) Hubo poco tiempo para el establecimiento de las restricciones.
- c) Conveniencia de quién la estableció.

2. Restricciones necesarias

Estas son aquellas que no se pueden cambiar ni rechazar, no son impuestas por ninguno de los ejecutivos de la empresa, sino que deberán ser así por la naturaleza de la actividad que se va a realizar. Por ejemplo, las restricciones impuestas por la naturaleza humana como son: el tamaño de una cama o la disposición de un teclado.

3. Restricciones ficticias

Son aquellas que el diseñador ha tomado como reales, pero que no lo son. Estas pueden surgir de una formulación incorrecta del problema. Hay dos tipos de restricciones ficticias: una es tomar como una restricción alguna característica de la solución actual, y la otra es no incluir soluciones del problema sin ninguna razón lógica para hacerlo; lo cual podría ser el resultado de:

- a) Falta de inventiva del diseñador.
- b) Mala formulación del problema.
- c) No querer afrontar el riesgo que implica el funcionamiento de una nueva alternativa

de solución.

Es necesario que en esta etapa, se conozcan todas las variables que intervienen así como su relación o interdependencia.

1.6.4. Búsqueda de opciones

Una opción se define como la oportunidad de escoger entre más de una alternativa posible. Para que pueda considerarse una opción, ésta deberá ser una solución potencial aceptable del problema establecido.

Las opciones pueden ser de dos formas: Funcionalmente diferentes u operacionalmente diferentes. Las opciones funcionalmente diferentes son aquellas que se evaluán como modos alternativos de realizar la misma tarea; difieren con respecto a los medios de lograr las tareas. Las opciones operacionales difieren en la forma como los objetos, los atributos y las relaciones han sido agregadas al sistema. Un ejemplo de alternativa funcional sería una carreta y un camión, con los cuales se puede lograr la misma tarea de llevar una carga; un ejemplo de opción operacional sería las diferentes secuencias de ensamble de un mismo tipo de mesa.

Las opciones pueden o no, ser cuantificables; por ejemplo, la cantidad alternativa de máquinas o de hombres por máquina es cuantificable. La categoría o estatus de una marca, el tipo de mercado o la aceptación del cliente son aspectos apenas cuantificables.

Cada opción puede ser expresada en términos de instalaciones: planta, equipo, edificios o máquinas; de elemento humano: técnicos, capataces, supervisores y operarios; de requerimientos de servicio: entrenamiento, educación, mantenimiento; y de materiales: materias primas, partes compradas, otros materiales. Estos recursos

deberán ser numerados en detalle y con precisión para cada opción. Pueden haber opciones parecidas, pero todas deberán ser diferentes en términos de sus requerimientos. El número de opciones puede variar, dependiendo del problema. Todas las opciones deberán satisfacer todas las restricciones que se dieron como aceptadas en la etapa anterior.

1.6.5. Evaluación de opciones

La evaluación de opciones es el medio por el cual se selecciona una solución. Después de que el diseñador ha buscado todas las opciones posibles, éstas deberán ser evaluadas, para conocer la superioridad de una con respecto a otra. Generalmente la elección de la opción no la hace el diseñador, sino alguna persona con más poder dentro de la organización de la empresa. Aunque el diseñador puede sugerir (si es que se le permite), la que según su criterio es la más conveniente. Es en esta etapa donde se evalúan las opciones de acuerdo a los criterios que se establecieron antes. Una opción podría ser mejor que otra, dependiendo de la inversión inicial, costos totales de mantenimiento, entrenamiento, capacidades de máquina, riesgo, etc., o una combinación de varios factores.

En la medida de lo posible en esta fase de evaluación, se deberá predecir con la mayor exactitud el aspecto cuantitativo de cada opción (aunque como se dijo antes, no siempre se pueden cuantificar todos los aspectos de cada opción). La predicción exacta muchas veces es imposible, ya que cuando se plantean opciones no todo es conocido, y es este caso, los supuestos son la única opción. Cuando hay más suposiciones que establecimientos de hechos, el riesgo es mucho mayor. Una falla común en la solución de problemas se da cuando los supuestos son utilizados como medio para disminuir el riesgo que presenta una opción. Por ejemplo, unos inversionistas guatemaltecos, quieren poner un parque de diversiones en la zona oriental del país; ellos suponen que la

situación económica del país no es la ideal, pero talvés el próximo año mejorará, y basados en ésto, compran toda la maquinaria necesaria para el parque. ¿Cree usted que la suposición es realista?. ¿Cuál será el riesgo que corren los inversionistas, al ampararse bajo tal supuesto?.

El riesgo a menudo no puede ser establecido adecuadamente; y emplear suposiciones falsas da como resultado, un mal juicio. Lo importante en la evaluación de alternativas de un problema, es hacer el menor número de supuestos posibles, cada supuesto es un punto débil, ya que no se puede demostrar.

1.6.6. Especificación de la solución

La solución de problemas se define como la actividad que mantiene y mejora la actuación de los sistemas.

En esta fase se determinan las características de la solución que se ha seleccionado, esta solución establece la manera cómo se llevará a cabo la transformación de un estado inicial a un estado final; se explicará también, cómo deberá introducirse la solución para obtener dicho estado final. Es necesario comunicar lo anterior a todas las personas que se vean involucradas en el proceso, tales como las personas encargadas de la implementación, administradores, operarios, supervisores, superintendentes, etc., en general, todas las personas que de una o de otra forma estén relacionadas con la realización del nuevo proyecto. Después de esto, el diseñador deberá hacer dos cosas importantes:

1. Instalar el diseño.
2. Lograr la aceptación de su diseño, si el diseño no es aceptado o es aceptado a medias,

los resultados obtenidos no serán los esperados. Por muy bueno que sea un diseño en el papel, si éste no se lleva a la práctica como es debido, probablemente hechará a perder todo el esfuerzo realizado.

Después de cierto tiempo, siempre hay mejoras que hacer y el ciclo de diseño o rediseño de un sistema, vuelve a comenzar, ya que una solución a un problema, no será la mejor por el resto de la vida del problema. Hay dos razones que hacen que cambie la solución a un problema:

1. Que el problema cambie o se modifique.
2. Que hayan nuevos métodos para solucionarlo.

Por estas razones, deberá hacerse una revisión periódica de los diseños utilizados actualmente en las soluciones a los problemas de un sistema.

El siguiente ejemplo sirve para ilustrar el proceso de solución de problemas expuesto anteriormente.

Formulación del problema. Se necesita encontrar un equipo en un plazo aproximado de una semana, para el ensamble de sillas a partir de sus piezas componentes, minimizando el costo total. La producción anual de sillas es de 120,000.00 aproximadamente.

Análisis del problema. Las sillas serán hechas de madera de conacaste y las piezas unidas con goma y tornillos de una pulgada. Una silla consta de las siguientes partes: 4 patas, 1 asiento, 1 respaldo y 3 refuerzos.

El método de manufactura dependerá del equipo y las herramientas que se utilicen, lo cual requiere una inversión que no deberá ser mayor de Q. 20,000.00 (incluyendo los gastos de instalación). Los proveedores de materia prima aseguran que pueden proporcionar los materiales en el momento que se requieran.

El equipo de ensamble que se utiliza actualmente es manual en su mayoría, con un costo anual de operación de Q. 40,000.00. La vida esperada de este equipo es de 6 años.

Búsqueda de opciones. Dentro de las opciones se tienen:

1. Opción A.

Equipo automático, cuyo costo es de Q. 18,000.00, con un costo anual de operación de Q. 32,000.00 y con una vida esperada de 8 años.

2. Opción B.

Equipo mecánico, cuyo costo es de Q. 12,000.00, con un costo anual de operación de Q. 36,000.00 y con una vida esperada de 7 años.

Evaluación de opciones. En esta etapa se evalúan las opciones de acuerdo a los criterios establecidos. Dos opciones son igualmente deseables cuando bajo el mismo criterio, ambas son satisfactorias.

El principal criterio establecido fue que el costo total fuera mínimo.

Hay varios métodos de evaluación y comparación de opciones en forma cuantitativa entre las cuales están:

1. Método del costo anual total.

Para poder hacer una comparación con este método, la inversión inicial debe tradu-

irse a una base anual, añadiéndole a esto el costo anual de operación, obteniendo así el costo anual total. Luego:

$$CAT = CAO + I_i / VE$$

En donde:

CAT = Costo anual total.

CAO = Costo anual de operación.

I_i = Inversión inicial.

VE = Vida esperada.

$$(CAT)_{\text{actual}} = (40,000.00) + (0/6) = 40,000.00 \text{ Q/año}$$

$$(CAT)_A = (32,000.00) + (18,000.00 / 8) = 34,250.00 \text{ Q/año}$$

$$(CAT)_B = (36,000.00) + (12,000.00 / 7) = 37,714.29 \text{ Q/año}$$

Con este método la opción A resulta ser la de menor costo anual total.

2. Método del período de amortización del capital.

Este método consiste en calcular el período que se necesita para que los ahorros acumulados en costos de operación, sean iguales al costo de la inversión, o sea el tiempo necesario para recuperar la inversión inicial. Luego:

$$PAC = \frac{(I_i)_A}{(CAO)_{\text{actual}} - (CAO)_A}$$

$$PAC_A = \frac{18,000.00}{40,000.00 - 32,000.00} = 2.25 \text{ años}$$

$$\text{PAC B} = \frac{12,000.00}{40,000.00 - 36,000.00} = 3 \text{ años}$$

Con este método la opción A tiene menor período de amortización de capital, lo que significa menos tiempo para recuperar la inversión.

3. Método del interés obtenido en la inversión.

Con este método, se calcula el porcentaje de la inversión inicial que se recuperará anualmente por medio de los ahorros en costos de operación. Luego:

$$\text{RI} = \frac{(\text{CAO}) \text{ actual} - (\text{CAO}) \text{ A}}{(\text{Ii}) \text{ A}}$$

$$(\text{RI}) \text{ A} = \frac{40,000.00 - 32,000.00}{18,000.00} \times 100 = 44.4 \% \text{ al año}$$

$$(\text{RI}) \text{ B} = \frac{40,000.00 - 36,000.00}{12,000.00} \times 100 = 33.3 \% \text{ al año}$$

La opción A, ofrece un mayor porcentaje de recuperación anual.

El lector ha de notar que estos procedimientos son una simplificación de los métodos originales, puesto que no se han tomado en cuenta factores importantes como intereses, impuestos, etc.. Para una ampliación de este tema deberán consultarse textos de ingeniería económica.

Especificación de la solución. El equipo seleccionado es el automático, éste es conveniente también a largo plazo, ya que según los pronósticos, las ventas dentro de 5 años serán mucho mayores y el equipo ofrece suficiente capacidad.

2. MÉTODOS DE TRABAJO EN PROCESOS ADMINISTRATIVOS

En este capítulo, se verá cómo mejorar los procesos administrativos ya que estos procesos son realizados en oficinas, se tratará de mejorar los distintos procesos que se llevan a cabo en las oficinas, con el objeto de minimizar gastos, optimizar recorridos de papeles, disminuir el tiempo necesario en la producción de un documento o de un servicio, etc.. Además, así como un trabajador involucrado en un proceso productivo, se ve afectado por el ambiente físico que lo rodea, también las personas que trabajan en oficinas, disminuyen o aumentan su eficiencia dependiendo de dicho ambiente; veremos por lo tanto, cómo mejorarlo.

Lo que se menciona en este capítulo, se puede aplicar a cualquier oficina, ya sea una oficina privada o gubernamental.

Comenzaremos por dar una definición de lo que es una oficina: una oficina es todo lugar en que se planea, coordina, lleve o regule alguna especie de teneduría de libros o registros (3).

Una oficina puede tener uno de dos objetivos o ambos:

1. Ayudar a la alta dirección de la empresa en la toma de decisiones, registrando y comunicando los datos de importancia.
2. Proporcionar servicios públicos, tales como: las oficinas gubernamentales (ejemplos: la dirección general de migración, ministerio de finanzas, etc.).

Para poder ofrecer un servicio o proveer información, una oficina suele realizar una o varias de las actividades siguientes:

1. Transmitir información, ya sea oral o escrita
2. Realizar cálculos o estimaciones contables
3. Preparación de facturas, estados de cuentas, informes, cartas u otros documentos importantes para la empresa
4. Archivo de documentos, como libros, registros, recibos, etc.

2.1. Características del trabajo oficinas

El trabajo de oficina tiene ciertas características que difieren de cualquier otro, ya que este trabajo no es un fin en sí mismo, sino un servicio que se realiza para que otros trabajen mejor.

1. Trabajo determinado por factores externos

La cantidad de trabajo de una oficina está determinado por otros factores, tales como: cantidad de cuentas por cobrar, número de empleados, etc, todos los factores que no dependen de la oficina.

2. Trabajo facilitador

El trabajo de oficina facilita el buen funcionamiento y complementa el trabajo de los demás departamentos o áreas de la empresa, tales como: ayudar en la toma de decisiones, extensión de cheques, control de pedidos y despachos, control de ventas, etc.

El departamento de ventas no podría conocer sus ventas mensuales del año anterior, si no se tuvieran archivadas las notas de pedido; el departamento de producción no podría saber cuál es el costo total de mano de obra directa, si no revisa la planilla elaborada en la oficina.

3. Contribuye a la obtención de utilidades

El trabajo de oficina contribuye a la obtención de utilidades en los otros departamentos de la empresa; una oficina aislada no produce ningún ingreso. Parte del trabajo de una oficina se realiza en todos los departamentos de la empresa.

2.2. ¿Qué registros deben conservarse?

Se sabe que los recibos, cartas, facturas y copias no se pueden guardar o archivar por tiempo indefinido. La cantidad de cuartos de archivos para almacenarlos, sería tan grande que probablemente ocuparía ciudades enteras. ¿Pero entonces, por cuánto tiempo deberán guardarse los documentos?. El tiempo que un documento permanezca activo, dependerá de la importancia que para una empresa pueda tener el documento. Por ejemplo, una escritura deberá guardarse siempre que se posea la propiedad, una póliza de seguros de vida se guardará hasta el momento en que se le necesite, por otro lado, los recibos de agua y energía se guardan únicamente un mes o dos por si hay algún problema o confusión sobre el pago efectuado.

El tiempo de retención de un documento, depende de las actividades que realice la empresa y por lo tanto, puede diferir entre una y otra; el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS) deberá guardar los datos de un afiliado, mientras éste permanezca activo, y aún tiempo después, una persona podría haber dejado de trabajar un tiempo y por lo tanto, ya no está asegurado, pero poco tiempo después, vuelve a comenzar a trabajar y si se ha retirado todo su expediente, tendrían que crear uno nuevo. Sin embargo, los expedientes de una clínica particular son retirados de acuerdo a las políticas del médico.

Deberán guardarse datos históricos que sirvan a la empresa, para análisis estadísticos o de cualquier otro tipo; éstos pueden servir también como base para la

planeación. Estos datos deben conservarse siempre que se considere la posibilidad de utilizarlos en el futuro.

Para tener una idea de qué archivos se deben guardar, puede consultarse con la persona encargada, qué tan frecuentemente utilizó un documento determinado en épocas anteriores, de esta manera, podrán eliminarse papeles o copias de documentos que probablemente nunca serán utilizados.

2.3. Necesidad de mayor eficiencia en las oficinas

Los anuncios en los periódicos ofreciendo recompensa por documentos perdidos, no sería tan frecuente si la reposición de éstos no fuera tan difícil y tediosa en cuanto a tiempo invertido. El dinero que se ofrece como recompensa en estos casos, suele ser más del que se gastaría al reponer el documento, pero el tiempo perdido significa mucho más para una empresa o para una persona.

A todos nos gustaría que en los trámites legales que se llevan a cabo para emisión de pasaporte, reposiciones de licencia o solvencias, no se tuviera que perder una mañana y hasta un día entero para su obtención. Desafortunadamente, muchas de las oficinas del gobierno en nuestro país, jamás llegan a identificarse con el progreso y el buen servicio a los usuarios, son verdaderamente incapaces de ver la manera que encajan dentro de una organización. El comportamiento deficiente y baja moral, el exceso de horas extras, incumplimiento de plazos establecidos, llegadas tardes, ocio en el trabajo, etc., son características típicas de los empleados de las oficinas de gobierno en nuestro país. El resultado de todo esto es que tiendan a volverse indiferentes y que la calidad, la eficiencia y el buen servicio al público, comience a desmejorar.

Es obvio que los cambios urgen y no solamente para las oficinas gubernamentales, sino también para las privadas, ya que día a día éstas se ven acosadas por parte de la competencia tanto nacional como extranjera. A medida que pasa el tiempo, se introducen nuevos productos en el mercado, o se ofrecen nuevos servicios, luego es necesario un aumento de eficiencia de lo contrario, los costos suben. Sin un aumento de eficiencia, las oficinas serán incapaces de prestar el servicio que de ellas se demanda.

2.4. ¿Cómo obtener información?

Para efectuar cualquier tipo de cambios, lo primero que hay que conocer, es la situación actual y los problemas existentes. Para poder darse cuenta de los problemas existentes en una oficina, el ingeniero o la persona encargada, deberá estimular la colaboración del personal, ya que sin ella será inútil todo intento por mejorar cualquier proceso. De nada servirá preguntar al jefe de una oficina o a un superintendente, sobre las dificultades existentes, ellos podrían adjudicar el origen de los problemas o causas que no son las reales. Será necesario poder hacer nuestras propias observaciones y reunir la información necesaria.

Obtener información es uno de los problemas más difíciles en asuntos de trabajo de oficinas, no se puede saber si un trabajo está bien o mal, sólo con observar. (En los procesos productivos puede analizarse una operación con sólo observar los movimientos del operador). Observando se tiene una idea, pero no se conoce exactamente dónde está el origen del problema. Por ejemplo, para un trámite legal "X", se tienen que realizar los siguientes pasos:

1. Llenar solicitud en papel sellado y a máquina
2. Ir a la ventanilla dos

3. Ir a la ventanilla cuatro en el segundo nivel
4. Hacerse examen visual
5. Ir a la ventanilla cinco a cancelar cinco quetzales por derecho de trámite
6. Regresar a la ventanilla dos con todos los papeles y el recibo del paso cinco.
7. Llevar todos los documentos a la ventanilla cuatro para que sean firmados y sellados sellados por el encargado.
8. Ir a la oficina del superintendente para que autorice el documento (ésta queda en el en el tercer nivel).

Después de realizar el tedioso y largo recorrido de ventanillas y de haber perdido todo un día de trabajo, nos damos cuenta de que algo anda mal, pero no sabemos con exactitud dónde se originan y cuáles son las causas del mal funcionamiento.

Para obtener información, lo primero que deberá hacerse es informar al personal involucrado sobre el estudio que se va a realizar; sólo se obtiene información correcta si hay colaboración por parte del personal. Luego el ingeniero o el analista incluirá entre sus características de personalidad (al menos mientras realiza el estudio): la amabilidad, buenas relaciones personales, ganar aceptación, no ser autoritario, ya que de otra forma no logrará obtener la información que necesite. Al hacer preguntas no debe darse la impresión de que se está criticando el trabajo, por el contrario, deberá tratar de persuadir para que éste se realice de la forma natural y corriente que siempre se hace. Una buena política sería asegurar de antemano que nadie está en peligro de ser despedido, ésto provoca confianza y elimina los temores por parte del personal.

Un aspecto importante es que la información deberá obtenerse directamente de la persona encargada de realizar el trabajo y no de otra, recuérdese que solamente se podrá hacer un buen trabajo si se obtiene información confiable. Después de revisar el trabajo que se está realizando, nos daremos cuenta que el trabajo puede hacerse de una manera más eficiente.

2.5. Procedimientos y simplificación del trabajo de oficinas

Para poder eliminar trabajos no productivos y aumentar la eficiencia en los procedimientos de una oficina, será de mucha utilidad conocer varios aspectos importantes como son: la organización de la oficina, analizar los procesos de operaciones y la circulación de papeles o formularios. El análisis y revisión de estos aspectos, nos lleva a la simplificación del trabajo de oficina, con el cual se pretende eliminar el desperdicio de material, tiempo (horas-hombre), utilización de equipo y espacio en la realización de una tarea.

Una forma sencilla, pero eficaz para lograr una visualización y comprensión clara de los procedimientos en una oficina, es por medio de gráficos. Los gráficos muestran el funcionamiento real de la oficina. Existen distintos tipos de gráficos, pero en este texto únicamente estudiaremos cuatro por considerarlos de más utilidad para nuestros propósitos:

1. Estructura organizacional
2. Gráfica de circulación de papeles
3. Gráfica de procedimiento
- 4.- Diagrama de movimiento.

Cada uno tiene una finalidad diferente, y para realizar una simplificación del trabajo de una oficina, no todos son útiles siempre.

2.5.1. Estructura organizacional

Toda modificación estructural suele suponer un proceso de difícil instauración, bien por la lógica resistencia que cualquier persona pone a todo cambio, o bien porque hay otras necesidades más imperiosas que cubrir que desvían la atención.

La estructura de una organización, idealmente, debe poseer un bajo grado de complejidad, es decir, los niveles jerárquicos que sean estrictamente necesarios y poca dispersión geográfica, ya que muchas de las decisiones que en un sistema tradicional pudieran tomar meses en efectuarse debido al trámite burocrático, ahora deberán realizarse en la misma planta de producción y, muchas veces, en el mismo momento de su ocurrencia, con la participación de los directamente involucrados. Respecto al grado de formalización con que cuenta o, debe contar, se puede decir que también es recomendable un nivel bajo; esto, debido a que en la actualidad continuamente se buscan soluciones a los problemas que frecuentemente se identifiquen, aún con el consiguiente sacrificio de eficiencia en el corto plazo; esto supone una apertura y confianza total que motive al empleado a una participación permanente, en vez de regirse a normas y procedimientos previamente establecidos para cada situación particular.

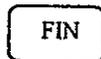
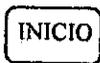
De igual manera, la centralización se espera que también sea baja, es decir que haya mayor delegación, esta responde a la razón de que en la empresa la gente participa activamente en la solución de problemas, en el mantenimiento, en el diseño, en producción, control de calidad, etc., constituyéndose de esta manera en el elemento más importante del sistema productivo y en la mejor herramienta utilizable para conseguir un mejoramiento continuo, no solamente en la productividad sino que en todo lo que se refiere al entorno productivo laboral. Esta estructura organizacional se constituye en una forma bastante flexible y fácil de adaptar, es decir, que permite cambios rápidos y respuesta casi inmediata al ambiente en el que se encuentra inmersa; cuenta también con personal con habilidades múltiples, por el hecho de que, aún cuando existe división del

trabajo, los trabajos que se efectúan no son estandarizados y de que cualquier miembro de un grupo de trabajo debe estar en la capacidad de sustituir a un compañero en su ausencia. De no ser este el modelo de estructura organizacional, sería casi imposible de cumplir los principios básicos de la estrategia de esta estructura.

Cuando se utiliza este tipo de estructura organizacional se quebranta el principio de unidad de mando, esto, debido a la utilización de empleados multifuncionales de los que se espera autocontrol y compromiso total, de no ser así se perdería flexibilidad. También vamos a encontrar menos niveles dentro de la organización, ya que el tramo de control aumenta de tamaño basado en la estructura de la agrupación de una serie de máquinas, herramientas y personas cuyo fin es procesar un grupo o familia de piezas, de tal forma que se obtenga un flujo lineal de producción. En esta estructura organizacional se encuentra movilización lateral de puestos, lo que permite al trabajador conocer diferentes aspectos de operación de otras áreas de la empresa y, al mismo tiempo, entablar nuevas amistades dentro de la misma organización; esto permite enriquecer el trabajo en equipo, para mejorar la toma grupal de decisiones.

2.5.1.1. Reglas para la elaboración de flujogramas

Flujograma es el diagrama secuencial y gráfico de las distintas operaciones, actividades y tareas de un proceso de forma analítica y lógica. A continuación se presenta la simbología a utilizar:



La figura elíptica representa el inicio y el final de un procedimiento.

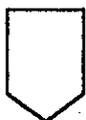


El círculo o el rectángulo representan las operaciones de un procedimiento. Una operación ocurre cuando se prepara informa-

ción, firma un documento, se llena un formulario, se maneja una máquina, se recolecta datos, se escribe un informe, etc., es decir que existe alguna acción donde se invierte esfuerzo físico y mental.



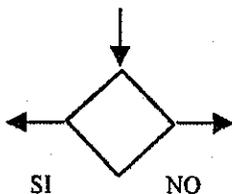
El cuadrado representa las revisiones, inspecciones o verificación. Una inspección ocurre cuando se examina y/o comprueba algo del trabajo ejecutado, cuando antes de autorizar la consecución de otro paso de un procedimiento, se detiene a meditar, para autorizar lo que debe continuarse ejecutando.



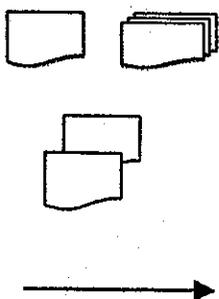
El conector representa los traslados o transportaciones. Se utiliza cuando las actividades en un puesto de trabajo de determinada área administrativa se traslada a otra distinta siempre y cuando corresponda al mismo procedimiento. Se anota dentro del conector una letra mayúscula con la cual se inician los pasos en la siguiente unidad administrativa.



El triángulo invertido representa los archivos y almacenaje. Representa el archivo del papel o formulario, una fase del procedimiento que se frena o se detiene totalmente. Representa además el almacenaje de mercadería.



El rombo representa la decisión. Al representar la decisión por medio del rombo, hay que tener presente que, a la derecha del mismo se coloca la acción positiva y hacia la izquierda, la acción negativa.



Documentos. Cuando en un procedimiento participa un formulario, libro, folleto o impreso, se deberá introducir el mismo mediante su respectivo diagrama o símbolo, antes de que se represente la acción que recaerá sobre dicho documento.

La flecha representa traslados o movimientos. El símbolo de la flecha, se usa para conectar las acciones dentro de puestos de trabajo ubicados en una misma área o unidad administrativa.

2.5.1.2. Gráfica de circulación de papeles

Esta gráfica muestra el movimiento de los papeles entre los distintos elementos de una oficina o entre los distintos departamentos de una empresa. Cuando una oficina tiene demasiado tráfico de papeles, deberán seleccionarse, para realizar el estudio, los procedimientos o trámites más importantes.

La forma de construir este gráfico es la siguiente:

1. Encabezamiento, el cual debe incluir:
 - a) Nombre de la gráfica, fecha, nombre del jefe de sección o departamento.
 - b) Descripción del proceso para el cual se está haciendo el estudio, por ejemplo: preparación de pedido.
 - c) Dónde se inicia el proceso.
 - d) Dónde finaliza el proceso.
 - e) Nombre de la empresa y nombre de la sección o departamento.
 - f) Número de formularios que involucra.
 - g) Número de personas involucradas.
 - h) Número de pasos.
 - i) Firma del que realiza el estudio y espacio para fecha y firma de quien tenga que

aprobarlo.

En el encabezado se colocará toda la información que se considere de importancia para que en el futuro todos los datos estén a la disposición, caso de que fuera necesaria una modificación o simplemente para saber si un procedimiento ha tenido variaciones.

2. Para cada persona involucrada en el proceso, se crea una columna, debajo de las cuales se efectúan las transacciones.
3. Los papeles, formularios o tarjetas se representan en el diagrama por rectángulos o cuadros de diferentes tamaños y colores. A cada copia de un formulario o factura debe asignársele un número, ya que cada uno tiene un objetivo diferente.

La inventiva en este gráfico, juega un papel muy importante, ya que la claridad es indispensable para que el gráfico cumpla con su finalidad. Los rectángulos deberán dibujarse de manera que su recorrido sea comprensible. El recorrido se muestra por líneas que unen los papeles que se colocan debajo de cada persona que realiza una transacción.

Para un mejor entendimiento se muestra en la siguiente pagina la gráfica de circulación de papeles para la realización de un pedido en una fábrica de cuadernos.

2.5.1.3. Gráfica de procedimiento

Esta gráfica muestra los pasos que se siguen para realizar un procedimiento determinado. Cada paso se ilustra con un símbolo y a la vez con una breve descripción.

Puede también utilizarse colores para hacer énfasis en cada símbolo. El analista deberá emplear toda su capacidad creativa para que el gráfico pueda ser útil en el análisis y así, poder mejorar el procedimiento. Utilizará el tipo de símbolos que más le convenga o le favorezca en el análisis.

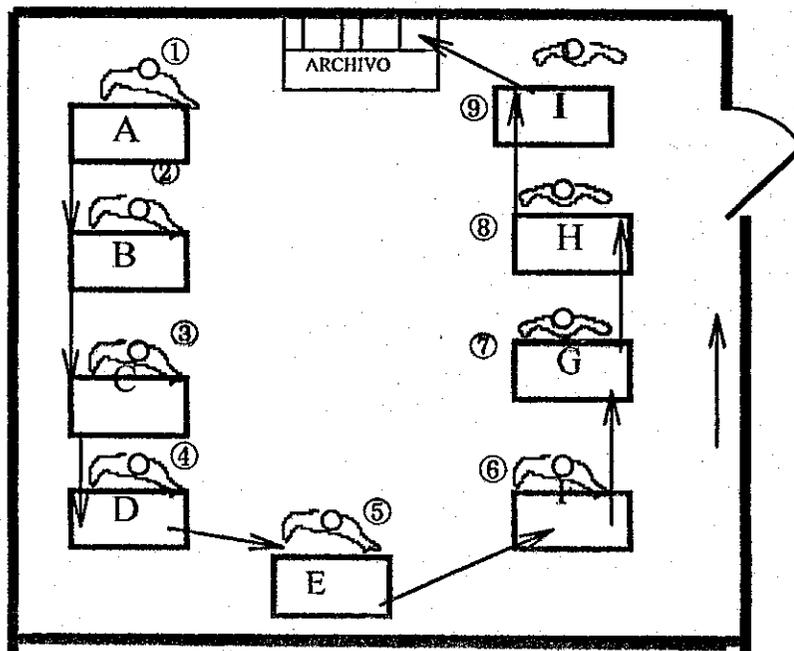
Como toda gráfica, ésta también deberá incluir en el encabezado toda la información necesaria para su comprensión. Recuérdese que no se está haciendo para nosotros únicamente, sino que también para las personas encargadas de aprobar el cambio que se proponga y para los que llevarán a cabo el cambio.

Es estudio de esta gráfica, muestra dónde puede simplificarse, eliminarse, combinarse o cambiarse una actividad. A continuación, se presenta un ejemplo de una gráfica de procedimiento.

2.5.1.4. Diagrama de movimiento

Este diagrama muestra el recorrido a través del espacio físico de una oficina. Se traza sobre un plano a escala de la oficina y se colocan todas las estaciones de trabajo. Sirve para conocer las deficiencias en cuanto a localización y ubicación del personal dentro de la oficina y para localizar congestiones y embotellamientos. El diagrama de movimiento puede ser de papeles o de empleados. El recorrido se muestra uniendo con líneas las diferentes estaciones por las que va pasando el papel o los papeles o los empleados. A continuación, se presenta un ejemplo de un diagrama de movimiento.

Fig. No. 3
Diagrama de movimiento



2.6. Análisis y evaluación de los resultados

Después de haber obtenido toda la información necesaria, tenemos ya una idea de hacia dónde dirigir nuestro análisis. En esta etapa se deberá poner en duda la eficiencia de todos los procedimientos realizados, es la etapa de las preguntas. En los gráficos anteriores, se ha conocido la manera cómo se hacen las cosas actualmente, ahora se debe preguntar por qué se hacen así.

A continuación se dará una idea de cómo pueden analizarse los gráficos, aunque en realidad no existen técnicas estándares de evaluación de procedimientos, éstas las desarrollara el analista a medida que vaya adquiriendo experiencia.

2.6.1. Análisis de la gráfica de organización

Ninguna oficina podrá funcionar adecuadamente si está deficientemente organizada. Por lo tanto, es recomendable que cuando se tenga alguna duda sobre el buen funcionamiento de una oficina, lo primero que se debe hacer es un análisis de la organización. Es muy importante para el buen funcionamiento de una oficina que al organizarla o reorganizarla, se tomen en cuenta los siguientes factores importantes:

1. Determinación de objetivos.
2. Establecimiento de funciones.
3. Determinación del personal que desempeñará las funciones.
4. Asignación de responsabilidades.

2.6.2. Determinación de objetivos

Los objetivos de la oficina deberán estar de acuerdo con los objetivos generales de la empresa, ya que forman parte de ella. La oficina tiene dos actividades importantes:

1. Almacenamiento y tratamiento de los datos.
2. Establecimiento de comunicaciones entre los distintos componentes de la empresa.

Ambas actividades sirven para cumplir con un objetivo que es el de servir a la empresa.

2.6.3. Establecimiento de funciones

Para facilitar el cumplimiento de los objetivos de la empresa, cada función debe ser claramente definida. Una buena descripción administrativa de funciones establece tanto para el interesado como para los demás, qué es lo que se supone que debe hacer y ayuda a determinar qué autoridad debe ser delegada, a fin de llevar a cabo una función. Sin una descripción de funciones es difícil conocer cuál es la responsabilidad de una persona. Una adecuada descripción de funciones no es una lista detallada de las actividades que una persona debe realizar, y ciertamente tampoco especifica cómo llevarlas a cabo. En lugar de ello, establece la función básica del cargo, sus principales funciones, su área de autoridad y con frecuencia las principales relaciones de autoridad e información que deben ser observadas. La finalidad principal del establecimiento de funciones es:

1. Indicar la relación entre las diferentes funciones que se realizan.
2. Indicar la posición relativa de las personas que tienen bajo su cargo la realización de cada función.

En el establecimiento de funciones se deberán tener en cuenta los siguientes aspectos:

1. Las funciones que estén relacionadas estarán dentro de un mismo grupo en la organización.
2. Deberá predominar la sencillez en el establecimiento de funciones y subfunciones y no jerarquías complicadas.
3. Las funciones de la oficina deberán estar dispuestas de manera que sea fácil la coordinación, el control y la comunicación.

2.6.4. Determinación del personal que desempeñara las funciones

En los gráficos es fácil darse cuenta de quién o quiénes realizan cada función. La gráfica de funciones se utiliza para conocer la carga de trabajo que tiene cada unidad; en muchos casos, se encontrarán unidades que tienen a su cargo muchas funciones y otras que tienen muy pocas. La gráfica de personal muestra cómo se han distribuido las funciones en el personal, puede hacer obvia una reestructuración o redistribución de funciones de manera que optimice las relaciones entre el personal y optimice los servicios al público o a los demás departamentos de la empresa.

A menudo nos encontraremos con jefes de sección, superintendentes, jefes de departamento o jefes de oficina que tienen bajo su cargo la supervisión de un gran número de personas más de las que les es posible supervisar; o por el contrario, con muy pocas personas para supervisar. Es difícil generalizar el número óptimo de personas bajo el control de un jefe o superintendente, ya que éste depende de muchos factores, entre otros:

1. Una persona puede tener mayor capacidad para dirigir, supervisar y controlar que otra.
2. El tipo de trabajos que se realicen en la oficina.
3. La responsabilidad o irresponsabilidad que manifieste el personal de la oficina.

Por estas y otras razones, es difícil determinar un número exacto de empleados de oficina que deberán estar bajo el control de un mismo jefe.

2.6.5. Asignación de responsabilidades

Una asignación justa de responsabilidades es importante, para el buen funcionamiento de una oficina. Toda función deberá asignarse a una persona o grupo de personas, no debe haber superposición en tal asignación, esto provoca desórdenes y malos entendidos. Al asignar responsabilidades, cada supervisor deberá tener claro el límite de su autoridad, así como el conocimiento completo de sus deberes. Todo el personal de la oficina sabrá a quién rendirle cuentas del trabajo realizado, o con quién entenderse en caso de que haya algún problema.

Preguntas típicas que deben hacerse son: ¿Cómo deberán agruparse las funciones para que el flujo de trabajo sea más eficiente? ¿Cómo deberán agruparse las funciones para que sea posible una mejor supervisión?

2.6.6. Análisis de la gráfica de circulación de papeles

Esta gráfica puede manifestar varios problemas, tales como:

1. Revisión innecesaria de un documento.
2. Completa falta de revisión, lo que ocasiona desorden, pérdida de tiempo, pérdida de un cliente, gastos de mano de obra, etc.
3. Utilización de muchos formularios en lugar de formularios con varias opciones. Este problema se manifiesta cuando se copia información de un formulario en otro.
4. Archivos totalmente innecesarios, el gráfico muestra claramente el destino fin de cada uno de los papeles, lo único que se tendrá que hacer ahora, es preguntarse ¿puede eliminarse el archivo de esta copia, conservando únicamente el original? ¿Guardan esta información en algún otro departamento? ¿Debe la copia u original, archivarse temporal o permanentemente, o debe eliminarse?
5. Copias que se mandan a quien no las necesita; muchas veces, las copias de un documento son mandadas a las personas que no las utilizan, esto provoca una de dos actitudes:
 - a) Que la persona archive la copia de una manera mecánica (porque él cree que para eso se la han mandado ya que no encuentra otra cosa que hacer con ella).
 - b) O que la persona tenga el trabajo de destruirlas.

2.6.7. Análisis de la gráfica de procedimiento

Para el análisis de esta gráfica y la siguiente, se utilizará una serie de preguntas, que servirán de ayuda al comenzar el análisis. El analista irá desarrollando poco a poco su capacidad de análisis con sólo dar un vistazo a la gráfica, pero para fines prácticos es bueno tener una guía.

Preguntas sobre el procedimiento:

1. ¿Cuál es la razón principal de esta operación?
2. ¿Se duplica la operación en alguna parte del proceso?
3. ¿Existe una razón de peso, por la cual se deba realizar esta operación, transporte de mora, etc.?
4. ¿Puede eliminarse una copia en vez de archivarla?
5. ¿Es la actual la mejor forma de archivar los papeles de manera que se obtenga rápidamente en el futuro?
6. ¿Podría diseñarse un sólo formulario que contenga varias opciones en lugar de tener varios formularios con información similar?
7. ¿Podría compartirse el uso de una copia de un formulario?
8. ¿Existen retrasos en el flujo de trabajo, que pueden evitarse?
9. ¿Podría reducirse el tiempo total del ciclo de producción de un documento, disminuyendo las demoras parciales?

2.6.8 Análisis del diagrama de movimiento

Se analizará ahora el flujo de trabajo desde el punto de vista del espacio físico de la oficina. Preguntas acerca del diagrama:

1. ¿Podría aumentarse la eficiencia del flujo de trabajo mejorando la disposición física de la oficina?
2. ¿Está el archivo o la fotocopidora (o cualquier otro aparato que se utilice en oficina), en un lugar accesible a los que la necesitan?
3. ¿Provoca desorden e incumplimiento la ubicación actual de los escritorios?
4. ¿Se reduciría el tiempo de un ciclo si la oficina tuviera una mejor disposición?

Recuérdese que en esta etapa, hay que dudar de todo, aún lo que por años ha sido de la misma manera y se considere como bueno, deberá revisarse.

2.7. Diseño de formularios de oficina

Un formulario es una pieza de papel impreso que proporciona espacio para anotar registros, información o instrucciones que han de llevarse a otros individuos, departamentos o empresas (4).

Todos hemos estado alguna vez en contacto con un formulario, hemos llenado muchísimos en el transcurso de nuestra vida. Desde que nacemos en un hospital, hay que llenar papeles y más papeles, éstos forman parte de nuestra vida, delimitan nuestro poder, estado civil, pertenencias y hasta nuestra categoría social. Somos testigos de los malos y los buenos diseños de formularios que encontramos a nuestro paso; aunque únicamente notamos los malos por el fastidio que nos provocan.

El trabajo de la mayoría de las oficinas, se caracteriza por el hecho de que su actividad se origina en formularios o formas que llegan a la oficina, esta relacionado con la información contenida en éstos y el resultado final es la creación de nuevos formularios o la eliminación final de los viejos. Por lo tanto, un buen enfoque en tal situación, es investigar todas las formas usadas o creadas por la oficina. La mayoría de las oficinas utilizan demasiados formularios y muchos contienen información innecesaria, sólo por que ahí hay espacio. Los formularios son costosos en términos de costo directo de impresión, el costo directo de los esfuerzos de los empleados para llenar el formulario y los costos de almacenamiento, envío por correo y archivo.

En el país muy pocas empresas se preocupan por hacer un buen diseño de formularios, sobre todo en las oficinas de gobierno, en las que son expertos en crear

formularios que provocan grandes gastos al estado y pérdida de tiempo y dinero a los usuarios. En lo que resta de esta sección, se hablará de cómo diseñar un buen formulario.

2.7.1. Factores importantes en el diseño de formularios

Diseñar un formulario no es cosa difícil, lo importante al diseñarlo es tener en cuenta detalles que aunque parecen insignificantes, se vuelven importantes si nos acordamos que en casi todo el trabajo que se realiza en la oficina, están involucrados los formularios. Algunos de los factores considerados para el diseño de formularios, son los siguientes:

1. Propósito del formulario. Al comenzar a diseñar un formulario, deben definir claramente sus propósitos. Una forma de averiguarlo es por medio de preguntas:
 - a) ¿Para qué se va a utilizar el formulario?
 - b) ¿Podría obtenerse la información de algún otro formulario ya existente?
 - c) ¿Qué tan frecuente será el uso del formulario?
 - d) ¿Podría incluirse la información en un formulario existente, en lugar de crear uno nuevo?
 - e) ¿Ayudaría a aumentar la eficiencia este formulario?
 - f) ¿Se justifica el costo del formulario por los resultados que logra?

Cada caso particular tendrá sus propias preguntas, pero es preferible hacerlas antes de empezar a diseñarlo. Si primero se diseña y luego se examina su propósito, podríamos darnos cuenta que tal diseño era innecesario.

2. Qué información incluir. Una vez se ha confirmado la necesidad de un formulario, se averiguará qué información es necesario incluir. Este factor es muy im-

muy importante, ya que de la información que se incluya o no se incluya, dependerá la utilidad que preste un formulario a los usuarios. Un formulario se utiliza para obtener información o para añadirla, entonces éste deberá prepararse de la mejor forma, tanto para el que la añada, como para el que la obtenga. Preguntas pertinentes en esta sección, son las siguientes:

- a) ¿Qué información se debe incluir o pedir para cumplir con el propósito del formulario?
- b) ¿Es esta información realmente importante?
- c) ¿Quién utilizará la información?
- d) ¿Quién proporcionará la información?

Al preparar un formulario se omitirá toda información que no sea necesaria, el manejo de tal información ocasiona gastos improductivos.

3. Cómo ubicar la información en el formulario. El formulario debe ser ordenado de tal forma que no cree confusión a los usuarios. Por ejemplo: es muy usual encontrar formularios, que contienen las instrucciones al final del texto. ¿Qué razón tiene poner las instrucciones una vez se ha llenado el formulario?

Esto es totalmente ilógico pero, aunque usted no se crea, se da muy a menudo. Se verá entonces la manera correcta de ubicar la información.

- a) Identificación. La identificación es el nombre del formulario, éste debe sugerir su sugerir su propósito. Debe dar una idea de lo que se está tratando. Por ejemplo: el título RECIBO, no nos dice mucho, es mejor RECIBO DE DERECHOS DE EXAMEN o RECIBO DE PAGO DE LABORATORIO. El nombre del formulario deberá ubicarse en el centro o en la esquina superior izquierda del papel. La esquina superior derecha se puede utilizar para el número de formulario o para un correlativo si se desea.
- b) Instrucciones. Estas deberán colocarse al principio, ya que servirán de guía a quien

vaya a utilizarlo. No es necesario que sean letras tan grandes, únicamente visibles. Las instrucciones deberán ser breves y claras, su propósito es proporcionar ayuda y no confusión.

c) **Cuerpo.** El cuerpo consta de dos partes: una que es la información impresa y la otra, es la información que se escribe. Los espacios para hacer las anotaciones, deberán ser lo suficientemente grandes como para colocar la información que se pide. En el formulario deberá incluirse la mayor cantidad de información impresa, de esta forma se reduce el esfuerzo de la persona que tenga que llenarlo. La secuencia de información deber ser lógica y los datos que guardan alguna relación, serán agrupados. Si la información va a ser transferida de un formulario a otro, la secuencia de ambos formularios deberá ser la misma.

d) **Pie del formulario o final.** Por lo general la parte final del formulario se deja para firmas, sellos, cantidades totales (en el caso de facturas) o para el nombre de la copia.

4) **Número de copias.** No todos los formularios tienen varias copias, hay algunos que únicamente tienen el original. El número de copias dependerá de dos factores:

a) El número de personas, departamentos o instituciones que las necesiten.

b) El momento en que se necesite la copia. Únicamente se producirán las copias que se requieran y no más, las copias innecesarias provocan desorden y desperdicio de tiempo y dinero.

5) **Tinta, tipo de imprenta, papel.** Estos aspectos deberán elegirse dependiendo de tres factores importantes:

a) Disponibilidad en el mercado.

b) Costo asociado.

c) **Propósito del formulario.** El color de la tinta deberá contrastar con el del papel. El color del papel en los formularios, suele ser de diferentes colores, cuando hay varias copias, ésto disminuye los errores al mandar las copias a los diferentes usuarios.

El tipo de imprenta, depende de la utilización del formulario, hay diferentes tipos de letra y el diseñador deberá escoger el que considere más conveniente. En cuanto al papel, hay diferentes tipos y medidas. Deberá consultarse con el impresor acerca del tamaño del papel de que dispone. Podría ser más económico, a menudo, hacer un formulario más grande, ya que esto evita el trabajo de cortar las piezas. De lo contrario el impresor cargará no sólo el costo del papel que ha desperdiciado, sino también el costo de mano de obra empleada en cortar a la medida especificada.

2.7.2 Características de un buen formulario

Un buen formulario tiene las siguientes características:

1. Crear una actitud mental positiva. Significa lograr la colaboración de los usuarios.
2. Facilidad para hacer los asientos. Entre los factores que intervienen están:
 - a) Suficiente espacio para el asiento de los datos.
 - b) Líneas convenientemente espaciadas.
 - c) Disposición y secuencia lógica de los datos.
 - d) Instrucciones bien situadas.
 - e) Diseño claro y limpia reproducción.
6. Facilidad de uso. Tanto para las personas que recaban información como para que la proporcionan. Se sugieren los siguientes factores:
 - a) Visibilidad, legibilidad y reducción de fatiga visual.
 - b) Títulos inteligentes y expuestos claramente.
- 7). Reducción de errores. Se sugieren los siguientes factores para la reducción de errores:
 - a) Que se incluyan solamente los datos necesarios.
 - b) Separación clara de las columnas verticales.

c) Adecuados títulos impresos.

2.8. Otros factores que influyen en la eficiencia de la oficina

Por muy bien hechos que estén los formularios, y por muy eficientes que sean los procedimientos, el empleado de oficina no podrá ser todo lo eficiente que se quisiera si para ello no cuenta con un equipo y ambiente adecuado.

2.8.1. Mobiliario y equipo

Entre los factores más importantes a considerar, cuando se va a adquirir muebles y equipo están:

1. Disponibilidad en el mercado.
2. Comodidad para el usuario.
3. Gastos de mantenimiento.
4. Inversión inicial.
5. Características especiales.

Todos deben ser estudiados antes de tomar una decisión. Podrían mencionarse aquí, las características de mobiliario y equipo actuales, pero estos detalles exceden a la finalidad del texto. Solamente ha de mencionarse que es un factor importante y que no deberá dejar de tomarse en cuenta a la hora de la selección; por otro lado, a medida que pasa el tiempo con los adelantos tecnológicos, estas características cambian o se modifican.

Una instalación adecuada ayuda a incrementar la eficiencia en la oficina y reduce la fatiga que producen los muebles incómodos.

2.8.2. Medio ambiente

Así como el mobiliario y el equipo, también el ambiente de la oficina afecta directamente a los empleados. Si las condiciones son agradables, el empleado se sentirá más confortable y con más entusiasmo para trabajar. Algunos de los factores más importantes son los siguientes: ruido, música, color, iluminación y ventilación.

1. Ruido

El ruido en la oficina puede eliminarse de tres maneras:

- a) Cambiando el equipo por uno más silencioso.
- b) Absorbiéndolo.
- c) Aislándolo.

La maquinaria utilizada actualmente en las oficinas no suele ser muy ruidosa, si así si así fuese, la alternativa menos costosa (de las mencionadas arriba), sería la tercera. En el país muy pocas empresas considerarían la alternativa de cambiar el equipo, o utilizar las técnicas para absorber el ruido. Luego la alternativa que queda es la de aislarlo por medio de la separación física de las áreas ruidosas con respecto al área de oficinas.

2. Música

Aunque parezca mentira, la música ayuda a aliviar las tensiones nerviosas, las presiones y reduce la fatiga provocada por la monotonía. Lo bueno de los sistemas de acondicionamiento de música, es que no resultan muy costosos. Se recomienda la música instrumental, los valeses y la música popular no ruidosa. Por el contrario, se evitará la música demasiado popular y rítmica, ésta provoca desorden y distracción y por lo tanto ineficiencia.

3. Color

¿Qué impresión causaría una oficina pintada de rojo encendido?, ¿o un dormitorio de verde limón o amarillo fosforescente?, seguramente al despertar por la mañana, tendría que abrir sus ojos poco a poco para que el reflejo no le moleste. El color y la iluminación tienen mucha relación. Así, los colores claros aumentan la intensidad de luz, los oscuros la disminuyen. La razón es muy sencilla, los colores claros reflejan la luz y los oscuros la absorben. Está científicamente comprobado, que el color afecta el estado de ánimo y la presión sanguínea. Por lo tanto, los colores de una oficina deben elegirse de manera que la combinación sea agradable a la vista de las personas que allí trabajen.

4. Iluminación

La iluminación tiene influencia directa en la eficiencia del trabajo realizado en una oficina. Una buena iluminación reduce el porcentaje de errores producido por una iluminación deficiente. El cansancio visual y la energía física adicional que se gasta por una mala iluminación es verdaderamente sorprendente.

5. Ventilación y clima artificial

Dado que vivimos en un país tropical, existe muy poca probabilidad de que algún día tengamos la necesidad de instalar sistemas de calefacción. Por otro lado, por la misma razón, hay épocas del año en que el equipo de enfriamiento es una necesidad y no un lujo. Más de alguna vez le habrá sucedido, que al estar realizando un trabajo, el calor es tan insoportable que le impide la concentración y la atención que debe dedicar a la tarea. Esto también sucede en las oficinas. Luego, si se quiere aumentar la eficiencia, se debe procurar un ambiente satisfactorio. Esta sección pretende dar una idea general de los factores que influyen mayor eficiencia en las oficinas, la parte técnica ha sido omitida. No contiene tablas ni fórmulas para el cálculo de las necesidades de alumbrado eléctrico, de aire acondicionado. Para el alumbrado eléctrico, pueden consultarse libros sobre técnicas de iluminación. En el caso del aire

acondicionado, los representantes de ventas de las casas comerciales, estarán muy gustosos de prestarle su ayuda y de una vez presentarle un presupuesto. Existen otros factores que influyen en la eficiencia de las personas, como son: problemas personales, ya sean éstos económicos o emocionales; problemas físicos, ya sean enfermedades o deficiencias propias de cada persona. Estos factores no han sido considerados porque no está al alcance del analista, el poder para solucionarlos y por otro lado, el empleado no debería permitir que dichos factores alteren su eficiencia en el trabajo.

2.9. Métodos de trabajo en procesos de producción

Los procesos de producción forman parte importante de la economía de un país. Por lo tanto es un aspecto que debe ser estudiado a fondo, porque es la base de la productividad y del desarrollo adecuado de cualquier país. Los cambios y mejoras siempre son necesarias, pero cuando el área productiva de una industria se ve afectada por relaciones obrero-patronales deficientes, salarios injustos, actividades que a menudo ponen en peligro la vida de los obreros, instalaciones inadecuadas, etc., no se puede esperar ninguna reacción favorable hacia procesos que impliquen únicamente mejoras en el bienestar de los patronos y no en el de los trabajadores. Las circunstancias tanto económicas como ideológicas que pudieron o pueden dar lugar a dicho comportamiento no se discutirán en este texto, sin embargo si se hablará de mejoras y cambios que se establecen con el propósito de motivar, tanto a los patronos como a los trabajadores, ya que en ambos urge un cambio de actitud. Será necesario hacer ver a los patronos que mejorando las condiciones físicas ambientales, los salarios y las prestaciones, habrá menos problemas laborales, menos faltas, mejor calidad del producto y asociado a todo esto un mayor margen de ganancia y productividad. También será necesario fomentar a los trabajadores, una actitud positiva de cooperación y conciencia de los beneficios que obtendrán si trabajan con verdadero entusiasmo.

El costo de las materias primas y de la mano de obra ha ido incrementándose continuamente, y es por eso que poco a poco ha ido aumentando también el interés de los gerentes por mejorar los métodos utilizados hasta ahora, con el fin de incrementar la productividad y reducir los costos. En el país ya hay varias empresas que tienen como algo importante el análisis y mejora de los métodos utilizados en los procesos productivos, aunque también hay muchas otras que no se han dado cuenta de la importancia que tienen estos estudios para el éxito de sus negocios.

Los estudios de ingeniería de métodos no están limitados únicamente a industrias manufactureras, sino que pueden ser igualmente aplicados a instituciones gubernamentales, talleres, hospitales, supermercados y aún en su propia casa. Sin embargo, es el área de producción la que exige mayor demanda de personal, por lo tanto, el estudio de ingeniería de métodos en este texto será orientado, con mayor detalle, al área de producción de artículos en general y a la producción de servicios.

2.9.1. Definición de ingeniería de métodos

La ingeniería de métodos es el procedimiento sistemático que consiste en someter a todas las operaciones, tanto directas como indirectas, a un concienzudo escrutinio, con el objeto de introducir mejoras para que el trabajo sea más fácil de ejecutar, en menos tiempo y con la menor inversión por unidad (5).

El ser humano es la clave principal de los estudios de ingeniería de métodos, juega el papel más importante dentro de cualquier organización manufacturera o proceso productivo. Es por eso que gran parte de la ingeniería de métodos está dedicada a las labores realizadas por seres humanos y a la manera de mejorarlas.

La ingeniería de métodos comprende el estudio de: condiciones de trabajo, entrenamiento del operario, sistemas de salarios, análisis de actividades, distribución de herramientas, materiales y equipo en la estación de trabajo, diseño de la estación de trabajo, manejo de materiales, inspección, mantenimiento y el estudio de tiempos y movimientos.

2.9.2. Elementos de un proceso

De la misma forma que para las oficinas, se utilizarán diagramas en el análisis de los métodos en los procesos productivos, los diagramas servirán de ayuda para encontrar y eliminar las deficiencias en los procesos. Es importante hacer mención que debemos de revisar las operaciones y dejar las que nos agreguen valor y eliminar las operaciones que nos agregan gastos como la inspección, demora o retraso y almacenaje.

Un proceso está formado por tres tipos de acciones:

1. Operación

Una operación tiene lugar cuando se alteran intencionalmente cualesquiera de las características físicas o químicas de un objeto; cuando se le separa o une a otro objeto, o cuando se dispone para otra manipulación, transporte, planificación, cálculos y suministro o recepción de información, todas las operaciones deben de ser revisadas por las personas que las realizan, esto tiene que ser parte de las mismas.

2. Transporte

El transporte se presenta cuando se mueve un objeto de un lugar a otro, excepto tal movimiento es parte de la operación o es provocado por el operador de la estación de trabajo durante la operación.

3. Actividad combinada

Siempre que se necesite ilustrar las actividades realizadas, ya sea concurrentemente o por el mismo operador en la misma estación de trabajo.

2.9.3. Utilización de gráficas y diagramas para el análisis y mejora de métodos

Para facilitar el trabajo, el analista de métodos utiliza una serie de técnicas especiales que sirven para la descripción y análisis de las operaciones de un proceso. Entre las más importantes están:

1. Diagrama de proceso de operaciones.
2. Diagrama de proceso de flujo.
3. Diagrama de proceso hombre-máquina o de actividad múltiple.
4. Diagrama de proceso de grupo.
5. Diagrama de proceso de mano izquierda y derecha.
6. Diagrama de circulación o recorrido.

Cuando se construye cualquiera de estos diagramas es necesario identificarlo con el nombre del diagrama respectivo, bajo el cual se coloca la siguiente información:

1. Descripción del proceso.
2. Método actual o propuesto.
3. Número de plano, parte o código de identificación.
4. Fecha y nombre de la persona que realizó el diagrama.
5. Planta.
6. Edificio.
7. Departamento.

8. Hoja No. _____ de _____

9. Donde se inicia el proceso.

10. Donde termina el proceso.

11. Espacio para aprobación.

12. Resumen de datos.

2.9.4. Diagrama de proceso de operaciones

El diagrama de proceso de operaciones (también llamado gráfico de proceso) representa todas las operaciones, el tiempo que se emplea en cada operación o inspección y los materiales a medida que van siendo introducidos en el proceso. Muestra la secuencia de actividades que se realizan desde el inicio hasta el final del proceso, y el punto en que los materiales o componentes se unen al componente principal.

La definición de diagrama de proceso de operaciones es la siguiente: Un diagrama de proceso de operaciones es una representación de los puntos en los que se introducen los materiales. A la izquierda del símbolo se escribe el tiempo necesario para ejecutar la actividad. Si se necesita alguna otra información se escribe a la derecha del símbolo abajo de la descripción de la actividad. Luego se traza la línea vertical y se dibuja el siguiente símbolo de la siguiente actividad y así sucesivamente. Cuando otro componente va a entrar al proceso, se traza otra línea horizontal que se une a la línea vertical del componente principal, para indicar el punto en que dicho componente entra en el proceso. Cuando el componente que entra en el proceso es comprado (o sea que no se realiza ninguna actividad sobre el), se coloca sobre la línea horizontal una breve descripción (6).

Cuando sobre el componente, antes de entrar en el proceso, se realiza alguna actividad, se traza una línea vertical hacia arriba comenzando del extremo izquierdo de la línea horizontal del material. Sobre esa línea vertical se dibujan tantos círculos y cuadrados como actividades se realicen sobre el componente antes de unirse al componente principal o a otro componente. Dado que todos los componentes se unen al proceso, y de la secuencia de inspecciones y operaciones totales, excepto aquellas que tienen que ver con el manejo del material. Puede incluir cualquier otra información que se considere necesaria para el análisis, tal como el tiempo requerido y lugar de localización.

Para la elaboración de este diagrama se utilizarán dos de los símbolos que se describen en la sección anterior, el círculo y el cuadrado (O , □). Se utilizan líneas verticales en las cuales se colocan los símbolos que indican el flujo del proceso, y líneas horizontales, que se unen a las verticales para indicar los materiales, (ya sean estos comprados o sobre los cuales se haya realizado algún trabajo) que se van introduciendo durante el proceso.

Se elige el componente sobre el cual ha de efectuarse el mayor número de operaciones. El diagrama se comienza en la esquina superior derecha del papel, trazando una línea horizontal sobre la cual se escribe el nombre del componente principal y la cantidad. Luego se traza una línea vertical hacia abajo desde el extremo derecho de la línea horizontal del componente principal. A continuación se dibuja el símbolo de la primera actividad, la cual puede ser operación de inspección. A la derecha del símbolo se escribe una breve descripción de la actividad, por ejemplo: pegar manga a cuerpo.

Una vez terminado el diagrama todas las operaciones e inspecciones se numeran cronológicamente según su orden de aparición. Esto se hace para facilitar la identificación. De la misma manera se hace para las inspecciones.

Una observación importante es la siguiente: cuando dentro del proceso hay operaciones de desmontaje, el componente se representa con una línea horizontal hacia la derecha de la línea vertical del componente principal, por debajo del símbolo de operación de desmontaje. El nombre del componente separado se escribe sobre la línea horizontal. Las actividades realizadas sobre el componente separado se dibujan en una línea vertical que se traza hacia abajo desde el extremo derecho de la línea horizontal. Si el componente separado va a entrar de nuevo al proceso, esto se muestra con una línea horizontal entrando a la línea vertical del componente principal. Cuando dentro del proceso hay desmontajes, la línea vertical del componente principal deberá trazarse siempre a la derecha del papel, pero un poco más hacia el centro.

2.9.5. Diagrama de proceso de flujo o diagrama de proceso

Es la representación gráfica de todas las operaciones, transportes, inspecciones, retrasos y almacenamientos sucesivos, que se presentan durante un proceso o procedimiento, incluyendo toda la información que se considere necesaria para el análisis, tales como el tiempo necesario y la distancia recorrida.

El diagrama de proceso de flujo es mucho más detallado que el diagrama de proceso de operaciones, es básicamente una ampliación de aquel. Puede utilizarse para mostrar el proceso que se realiza sobre un solo componente del ensamble, o para mostrar el proceso total con todos los componentes del ensamble. Si se va a mostrar el proceso total, el diagrama se construye de la misma manera que el diagrama de proceso de operaciones añadiendo los transportes, las demoras y los almacenamientos. Cuando se va a mostrar el proceso que se realiza sobre un solo componente, no habrá líneas horizontales de introducción de materiales y por lo tanto se utiliza únicamente una

columna de símbolos. Para este tipo de diagramas existen formatos prefabricados, pero si no se tiene ninguno al alcance, puede hacerse en papel y luego sacar varias copias.

Los formatos pueden ser de dos tipos: incluyendo en la fila de símbolos a todos los símbolos, o que en la fila de símbolos únicamente se dibuje el símbolo de la actividad que se realiza, para una mejor comprensión ver el ejemplo.

El diagrama se comienza colocando en la primera columna la cantidad de unidades que se va a procesar, marcando en la segunda columna el símbolo que representa a la actividad. En la tercera columna se escribe una breve descripción de la actividad realizada, como por ejemplo: colocar manga en máquina. En la cuarta columna se escribe la distancia recorrida, en las unidades que mas convengan. En la quinta el tiempo utilizado en cada actividad, también en las unidades más convenientes. Se sigue este procedimiento hasta terminar la última actividad del proceso.

Después de esto se sacan los tiempos unitarios de cada una de las actividades (operaciones, transportes, inspecciones, retrasos y almacenajes). Todas las actividades deben ser numeradas secuencialmente para efectos de referencia o identificación.

Cada tipo de actividad deberá tener su propia serie. Los símbolos del diagrama se unen mediante rectas que indican la secuencia de eventos.

2.9.6. Diagrama de circulación o recorrido

El diagrama de circulación es un esquema de distribución en planta de los pisos y edificios, que muestran la localización de todas las actividades que aparecen en el diagrama de proceso de flujo.

En el diagrama de circulación se muestra el recorrido de los materiales en el proceso, a través de las instalaciones físicas de la planta. Es prácticamente pasar el diagrama de proceso de flujo al plano del área de trabajo considerada.

El curso de los materiales se representa en la gráfica mediante líneas o hilos (por esta razón también suele llamársele diagrama de hilos). La dirección del movimiento se indica mediante flechas colocadas a lo largo de la línea del recorrido. Cuando se quiere mostrar el recorrido de más de un artículo en el mismo plano, puede usarse tinta o hilo de color diferente. En el caso de mostrarse un recorrido de un solo artículo, puede trazarse en el mismo plano un recorrido para el método actual y otro para el propuesto cada uno con un color diferente. Si el recorrido retrocede o se repite de nuevo por el mismo camino, deben trazarse líneas o hilos separados para cada movimiento.

Este diagrama se utiliza para tener una idea de donde se puede agregar una máquina, eliminar un transporte, almacenar materias primas, etc., proporciona una idea general del proceso, asociado con el espacio físico respectivo. Mediante el estudio de este gráfico es fácil determinar instalaciones deficientes y mejorarlas.

2.9.7. Diagrama de proceso hombre-máquina o de actividad múltiple

Un diagrama de proceso hombre-máquina es una representación gráfica del trabajo coordinado y tiempo de espera de un hombre y una o más máquinas. Muestra la relación entre el período de trabajo y el período ocioso del hombre, y el período de trabajo y el período ocioso de la máquina en un ciclo, pudiendo, optimizar tanto el tiempo del hombre como el de la máquina.

El acoplamiento de máquinas es la adaptación de un operario al manejo de más de una máquina, lo cual es especialmente útil para reducir el tiempo ocioso tanto del hombre como el de la máquina.

El diagrama hombre-máquina se dibuja a escala por lo tanto será necesario escoger una distancia, en las unidades que más convengan, que corresponda a una unidad de tiempo establecida.

En la parte izquierda del papel se escribe una breve descripción de las actividades llevadas a cabo en el proceso. A la par de las actividades se traza una recta sobre la cual se marca el tiempo que utiliza el operario en cada una de las actividades (según la escala escogida anteriormente). En la parte derecha del papel, se gráfica el tiempo de trabajo, el tiempo de carga, descarga o preparación y el tiempo muerto de la máquina o máquinas.

Tanto para el operario como para la máquina, una línea continúa significa tiempo de trabajo, y un espacio en blanco significa tiempo ocioso. Cuando la máquina está siendo cargada o descargada, se representa con una línea punteada bajo la línea de la máquina respectiva.

Al final del diagrama se presenta un resumen de tiempos totales; tiempo total del ciclo, tiempo total de trabajo del operario y de la máquina y tiempo total ocioso del operario y de cada una de las máquinas. El tiempo de trabajo más el tiempo ocioso del operario debe ser igual al tiempo de trabajo más el ocioso de cada una de las máquinas que tenga a su cargo.

2.9.8. Diagrama de proceso de grupo

La definición de diagrama de proceso de grupo es bastante parecida a la de diagrama de proceso hombre-máquina: Un diagrama de proceso de grupo es una representación gráfica del trabajo coordinado y tiempo de espera de dos o más hombres, o cualquier combinación de hombres y máquinas.

Este diagrama es parecido al diagrama hombre-máquina, con la diferencia de que en aquel, el analista puede determinar el número de máquinas que puede tener a su cargo un solo operario, y este sirve para determinar cuantos hombres o cuantos operarios son necesarios para operar una sola máquina. Hay máquinas que son fáciles de operar por un solo hombre, pero hay otras que necesitan más de uno para operar con eficiencia.

Este diagrama muestra la relación entre los períodos de trabajo y los períodos ociosos de los operarios y el período improductivo de la máquina, pudiendo de esta forma optimizar tanto el tiempo de los hombres, como el de la máquina.

La construcción es similar a la del diagrama hombre-máquina al igual que en aquel deberá escogerse una escala de distancia, que corresponda a una unidad de tiempo establecida. La única diferencia es que en el diagrama de grupo, la descripción de las actividades realizadas por la máquina y su tiempo se ponen a la izquierda del papel. Después de esto, un poco más a la derecha se escribe una breve descripción de cada una

de las actividades de un operario, con el respectivo tiempo de trabajo y tiempo ocioso. Este mismo procedimiento se realiza para todos los operarios que trabajan con la máquina en un proceso determinado.

El tiempo utilizado por los operarios en cada una de sus actividades se marca en su línea vertical respectiva a la derecha de la descripción de las actividades. En la máquina una línea vertical continúa significa el trabajo ejecutado, una línea punteada es sinónimo de carga y descarga y un espacio en blanco significa tiempo improductivo.

2.9.9. Diagrama de proceso de mano izquierda y derecha

Un diagrama de mano izquierda y derecha es una representación gráfica de las actividades coordinadas de las manos, que se traduce en operaciones, transportes y demoras, representados por los símbolos de los elementos de un proceso (O ∇ \leftrightarrow D). Este diagrama se usa únicamente cuando una tarea o un proceso se repite muchas veces o cuando el volumen de producción es grande. Representa con mucho detalle las actividades ejecutadas con ambas manos, y de esta manera se pueden descubrir las deficiencias en la metodología. El objetivo de este diagrama es lograr actividades balanceadas en ambas manos y eliminar o reducir actividades improductivas que lo único que logran es la ineficiencia y la fatiga del operador.

Se construye de la siguiente manera: En el centro de la hoja, en columnas verticales paralelas se dibujan los símbolos utilizados hasta ahora para la representación de los elementos de un proceso. Luego, a cada lado de las columnas (a la izquierda de una y a la derecha de la otra), se escribe una breve descripción de cada una de las actividades realizadas por cada una de las manos. La descripción de cada una de las actividades de la mano derecha se escribe en la parte derecha del papel, señalando a la

vez el elemento en la columna de la derecha; la descripción de las actividades de la mano izquierda se escribe en la parte izquierda del papel, señalando a la vez el elemento en la columna de la izquierda. En la parte superior y a la izquierda del diagrama, después de haber escrito toda la identificación, se dibuja a escala la distribución del puesto de trabajo junto con el operador, indicando la posición de todos y cada uno de los recipientes, mesas, herramientas, piezas, etc. que formen parte del puesto de trabajo. El área de alcance del operador se representa por círculos descritos por los antebrazos del operador. En la parte superior y a la derecha del diagrama, se dibuja la pieza o parte involucrada en el proceso. Existen formatos prefabricados para la elaboración de este diagrama, pero si el analista no tiene uno a la mano, puede dibujarlo y luego sacar varias copias, para evitarse el tener que dibujarlo cada vez que vaya a utilizarse.

En las siguientes paginas se presenta un ejemplo de cada uno de los diagramas.

Fig. No. 4

**DIAGRAMA DE PROCESO
DE
OPERACIONES**

PLANTA: Fabrica de colchones Ultra

PRODUCCIÓN: colchones de resortes

FECHA: 20 de mayo de 1997

DEPARTAMENTO: algodón, corte y costura,
resorte y ensamble.

INICIO DEL PROCESO: Departamento de algodón
con algodón en pacas.

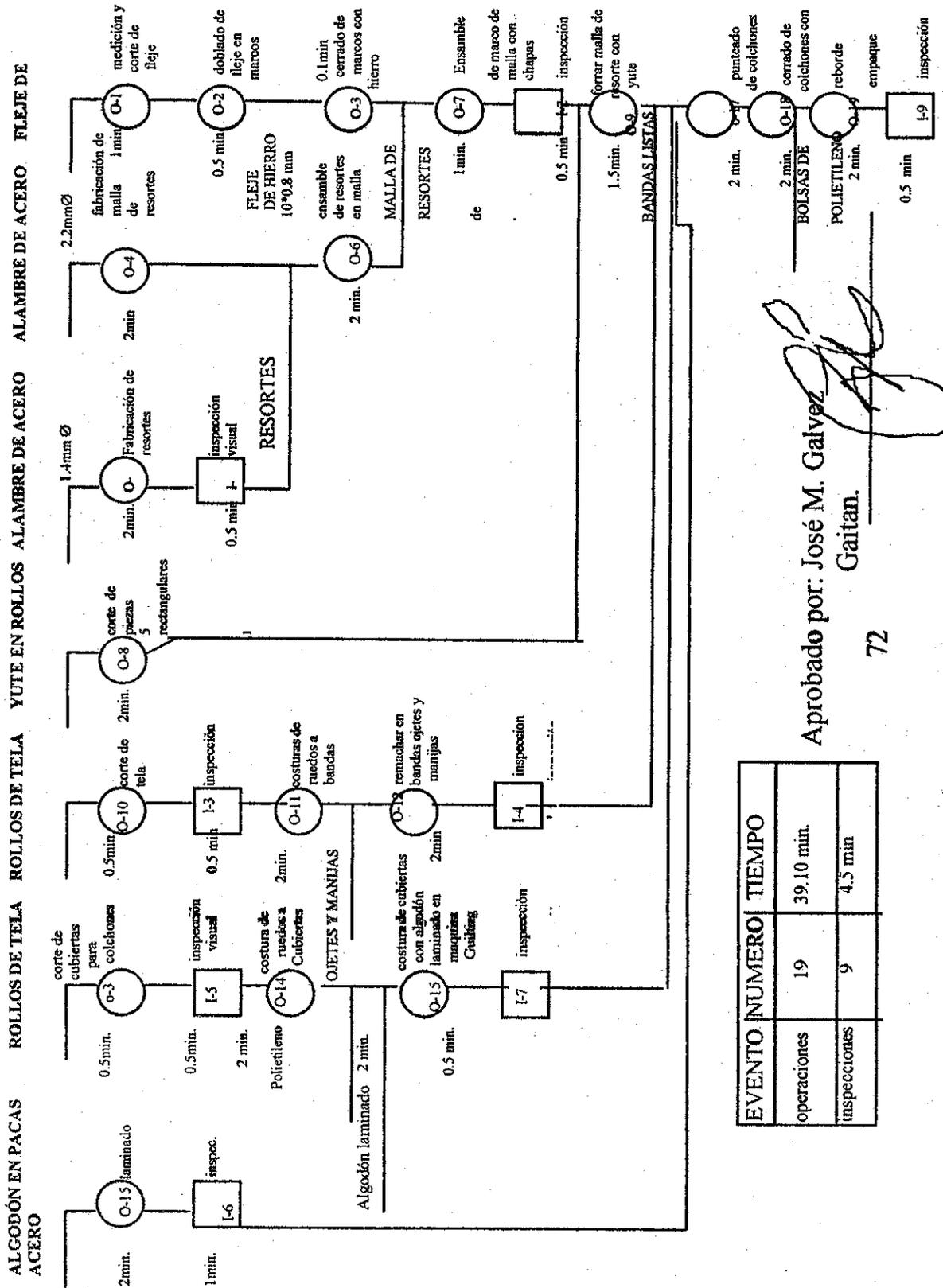
FIN DEL PROCESO: Departamento de ensamble de
colchones.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO: Fabricación de
colchones de resorte. El colchón es una estructura
metálica compuesta por resortes unidos entre sí
enmarcados en flete de acero, conjunto llamado
interior de resortes, este es empacado en piezas de
sisal y piezas de algodón laminado cosido en tela
estampada. Finalmente el conjunto se cierra por
medio de costura.

MÉTODO: actual

ESTUDIO REALIZADO POR: Julio Archila

Fig. No. 5
Diagrama de proceso de operaciones



Aprobado por: José M. Galvez
Gaitan.

EVENTO	NUMERO	TIEMPO
operaciones	19	39.10 min.
inspecciones	9	4.5 min

Fig. No. 6
DIAGRAMA DE PROCESO DE FLUJO

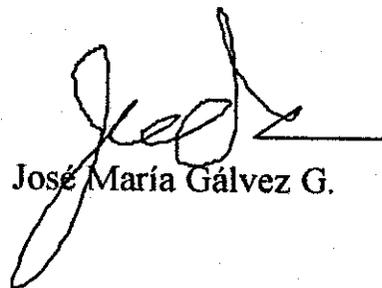
PLANTA: Alpo de Guatemala S.A. PRODUCCIÓN: Artículos de Aluminio PRODUCTO DIAGRAMADO: Olla de 25 centímetros de diámetro FECHA: 30 de junio de 1998 DEPARTAMENTO: Tornos INICIO DEL PROCESO: Bodega de discos de aluminio DEL PROCESO: Bodega de producto terminado	hoja 1 de 2 CÓDIGO DE LA PARTE: 26-84-325 MÉTODO PROPUESTO FIN
<p>DESCRIPCIÓN DEL PROCESO: las ollas son hechas de aluminio partiendo de discos de 50 centímetros de diámetro. Tienen dos agarraderas hechas también de aluminio y una tapadera. El aluminio en disco es moldeado en torno con molde de acuerdo al tamaño de la pieza. Para quitar suciedades de la pieza se pasa a otro torno donde cada una es limpiada con lija. Una vez limpia se pasa al departamento de remachado para poner agarraderas. Se lija la superficie con una lija distinta a la utilizada en la limpieza de las bases de agarraderas. Se inspecciona de forma estricta el acabado y remachado, dando paso al transporte de las ollas elaboradas a empaque por medio de una banda de rodillos. Se empacan las ollas en cajas de 70 centímetros de lado de forma cubica para dar espacio suficiente para la colocación de protectores. El almacenamiento de producto terminado es en estantes codificados y apropiados para un eficiente y seguro almacenaje. Como política de la empresa se inspecciona el subproducto en cada operación de transformación hasta llegar a un producto de alta calidad, evitando desperdicios de materia prima teniendo tiempos estándar que los permiten.</p> <p>PERSONA QUE REALIZO EL ESTUDIO: Ing. José María Gálvez Gaitán</p>	

Cantidad de Unidades	SÍMBOLOS	Descripción del proceso	Distancia en metros	tiempo unitario
		Lamina a troquelar en estante		
		Lamina transportadas a troqueladora	2	
10 discos		Troquelado de lamina (obtención de disco)		0.5 min
12 discos		Transporte por banda a maquina moldeadora	6	
2 ollas		Moldeado de olla (proceso de embutido)		0.3 min
12 discos		Transporte a remachadora	3	
5 ollas		Remachado de agarraderas		1.5 min
1 olla		Lijado de superficie		0.6 min
1 olla		Inspección de agarraderas y superficie		1.5 min
1 olla		Transporte a empaque.	5	
1 olla		Empacado		0.3 min
25 ollas		Transporte a bodega de producto terminado	3	
Ollas		Almacenamiento de producto terminado		15 a 20 días

RESUMEN

EVENTOS	NUMERO	DISTANCIA En metros	TIEMPO en minutos
Operación/inspección	5		4.7 min.
Transportes	5	19	
Almacenamientos	2		10 o 12 días

Propuesto por:



José María Gálvez G.

Diagrama de proceso de flujo, muestra el proceso que se realiza sobre un solo componente, incluye los símbolos que en la actualidad se deben de utilizar, pero como ya mencionamos la tendencia es eliminar las demoras, almacenamientos temporales; y las inspecciones deben de incluirse al mismo tiempo que se opera una transformación, obteniendo una operación combinada. Con lo que respecta a determinar los tiempos de almacenamiento se hace por medio de un estudio de inventarios según los factores a considerar en el control de los mismos y como influyen los tiempos de producción y la capacidad instalada, tema que es importante pero que no se profundizara.

Fig. No. 7

DIAGRAMA DE CIRCULACIÓN

PLANTA: Industrias Papeleras

PRODUCCIÓN: Cuadernos, libretas y papeles elaborados de todo tipo.

PRODUCTO DIAGRAMADO: Cuaderno espiral U-2 de papel bond base 16.

CÓDIGO: 547 U16

FECHA: 17 de mayo de 1997

INICIO DEL PROCESO: Bodega de materia prima papel en rollos.

FIN DEL PROCESO: Bodega de producto elaborado

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO: los rollos de papel base 16 son transportados al departamento de producción donde se coloca en la maquina ralladora de bobinas. La máquina ralla el papel de acuerdo a la requisición y a la vez lo corta en pedazos rectangulares de 39 ¼ por 34. El papel rallado es pasado a la guillotina para emparejarlo y dejarlo a medida, luego en la troqueladora se preparan los agujeros para el alambre que se colocará a continuación en la alambradora. El cuaderno pasa a control de calidad y luego a empaque.

Persona que realizó el estudio: Edgar Rolando Boteo

Figura No. 8

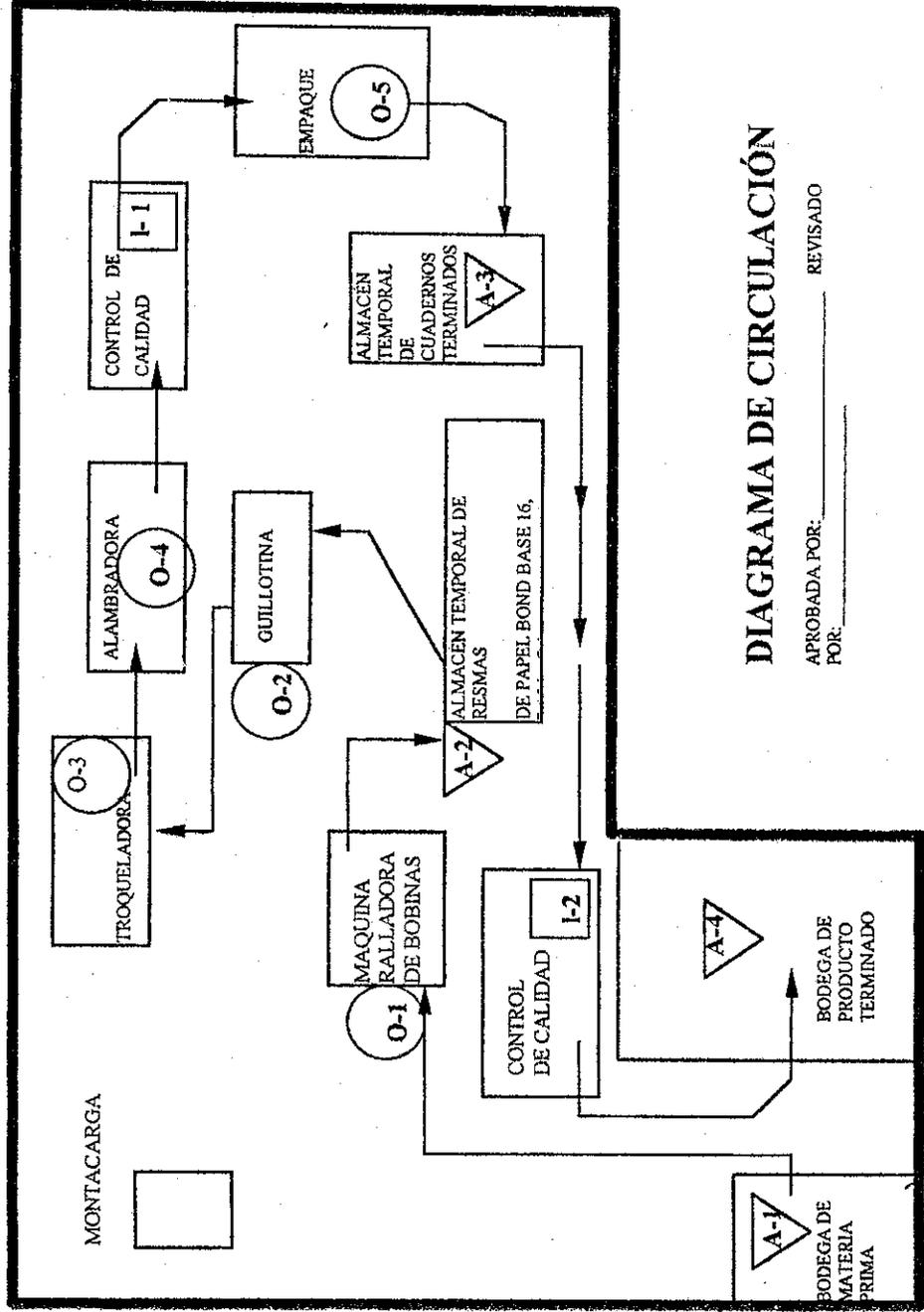


DIAGRAMA DE CIRCULACIÓN

APROBADA POR: _____ REVISADO
 POR: _____



Fig. No. 9 Diagrama de proceso hombre-máquina

PLANTA: INDUPARTS.

PRODUCCIÓN: Rodamientos de bolas, de 80 mm. de diámetro
40 mm. diámetro interior y ancho de 16 mm.

Hoja No. 1 de 1

FECHA: 22 de Mayo de 1997

DEPARTAMENTO: Moldes

INICIO DEL PROCESO: Carga de máquina

FIN DEL PROCESO: Descarga de máquina

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO: Un operador trabajando con dos máquinas a la vez. Carga la máquina mientras la máquina No.1 está trabajando, descarga carga la máquina No.2. Cuando termina de cargar la máquina No.2 descarga la máquina No.1 .

MÉTODO: Actual

PERSONA QUE REALIZÓ EL ESTUDIO: Elizabeth Donado

Descripción	Proceso	Máquina No.1	Máquina No.2
Detener Máquina No.1	0.024	Minutos	Minutos
Regresar herramienta máq. No.1	0.060	Descargando	0.144
Aflojar tuerca, retirar piezas colocarla a un lado de la máquina No.1	0.060		Máquina Trabajando 0.240
Apretar tuerca de máquina No.1	0.108		
Arrancar máquina No.1	0.024	Cargando	0.192
Conectar embrague máquina No.1	0.060		Tiempo Improductivo
Caminar hacia máquina No.2	0.066		
Detener máquina No.2	0.024	Máquina Trabajando	0.240
Regresar herramienta máquina No.2	0.060		Descargando 0.144
Aflojar tuerca, retirar pieza y colocar a un lado de máquina No.2	0.060		
Apretar tuerca máquina No.2	0.108		Cargando 0.192
Arrancar la máquina No.2	0.024		
Conectar embrague máquina No.2	0.060	Tiempo ocioso	
Caminar hacia máquina No.1	0.066		Máquina Trabajando
Tiempo ocioso del operador	0.000 min.		
Tiempo productivo	0.804 min.	Tiempo improductivo de la Máquina No.1	0.228 min.
Tiempo total del ciclo	0.804 min.	Tiempo productivo Máquina No.1	0.576 min.
Tiempo improductivo de la máq. No.2	0.228 min.	Tiempo total del ciclo	0.840 min.
Tiempo productivo de la máquina No.2	0.576 min.		
Tiempo total del ciclo	0.804 min.		

Fig. No. 10 Diagrama de proceso de grupo

PLANTA: INDUSTRIA DEL PAPEL S.A.
 PRODUCCIÓN: hojas de papel bond, ralladas.
 FECHA: 23 de mayo de 1997

Hoja No. 1 de 1

DEPARTAMENTO: Producción
 INICIO DEL PROCESO: operador arranca máquina ralladora
 FIN DEL PROCESO: operador para la máquina

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO: La máquina ralla hoja por hoja de ambos lados, por medio de un embobinado especial. Este embobinado debe ser alimentado con tinta para que el color sea parejo.

MÉTODO: Actual.

PERSONA QUE REALIZO EL ESTUDIO : Patricia Argueta

DESCRIPCIÓN	TIEMPO	DESCRIPCIÓN	TIEMPO	DESCRIPCIÓN	TIEMPO
Cargando	0.040	Arrancar la máquina	0.04	Arrancar la máquina	0.04
		Controlar que el papel salga correctamente y que el rallado este de acuerdo a las especificaciones.		Mueve tornillo	0.020
				Tiempo ocioso	
Máquina Trabajando	0.900	Control del color de la ralla para dar orden al ayudante de poner más tinta.		Da vuelta a manivela	0.020
				Tiempo ocioso	
				Poner tinta en el recipiente	0.10
				Tiempo ocioso	
				Colocar alambre de ralla en canal correspondiente	0.020
				Tiempo ocioso	
Tiempo inproductivo de la máq.		0.000 min.		Tiempo ocioso del operario	0.000 min.
Tiempo productivo		0.900 min.		Tiempo productivo	0.900 min.
Tiempo total del ciclo		0.900 min.		Tiempo total del ciclo	0.900 min.
Tiempo ocioso del ayudante		0.700 min		Tiempo ocioso total = 0.70 min. Por ciclo	
Tiempo productivo		0.200 min		= 6.22 horas-hombre	
				por día de 8 horas	
Tiempo total del ciclo	=	0.900 min.		laborales	

Fig. No. 11

DIAGRAMA DE MANO IZQUIERDA Y DERECHA

PLANTA: Fábrica de Camisetas "Atlanta"

PRODUCCIÓN: Camisetas de punto

DEPARTAMENTO: Preparado

PRODUCTO DIAGRAMADO: Manga

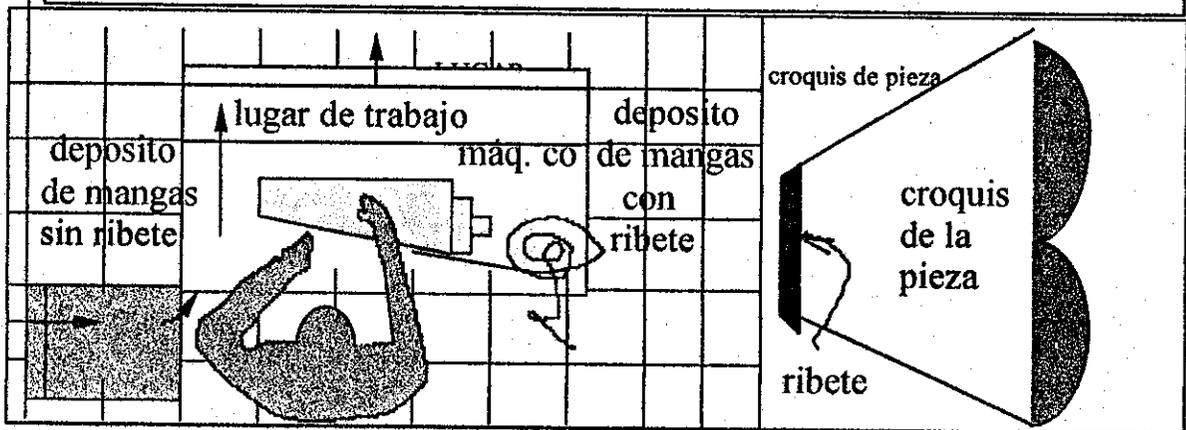
FECHA: 23 de mayo de 1997

INICIO DEL PROCESO: Mangas sin ribete en el depósito

FIN DEL PROCESO: Mangas con ribete en el depósito

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO: El operador toma una de las piezas del depósito de manga, y lo coloca en la máquina de coser. Una vez termina de pegar el ribete traslada la pieza hacia el depósito de mangas con ribete.

PERSONA QUE REALIZO EL ESTUDIO: Otoniel Rivera



MANO IZQUIERDA

SÍMBOLO

MANO DERECHA

Alcanza manga



Espera

Coloca manga en máquina



Coloca manga en máquina

Sostiene manga



Sostiene manga

Sostiene manga



Da vuelta a la manga

Coloca manga en máquina



Coloca manga en máquina

Sostiene manga



Sostiene manga

Empuja manga hacia depósito

Espera

2.10. Análisis de los diagramas

Luego de haber construido los diagramas se procede a analizarlos. De igual forma que en el análisis de los diagramas de los procesos administrativos, en esta etapa se deberá poner en duda la eficiencia de todas y cada una de las actividades involucradas en un proceso. Deberá revisarse cada operación, inspección, transporte, demora y almacenamiento, de manera que no se pase por alto ningún detalle, ya que cualquier aspecto por insignificante que parezca pueda influir en los costos directos e indirectos de un proceso.

El analista deberá preguntarse el ¿por qué?, ¿cómo?, ¿dónde?, ¿cuál?, ¿cuándo? Y ¿quién? de cada una de las actividades del proceso. De esta forma es fácil darse cuenta de los costos ocultos asociados a ciertas actividades. En esta etapa el analista debe tener mente abierta, ya que a menudo es necesario ensayar cambios e ideas nuevas, recordemos que siempre habrá algo que mejorar, y los diagramas sirven para sugerir dichas mejoras, mostrando a la vez los efectos posteriores.

El estudio cuidadoso del diagrama de proceso de flujo, ayuda a reducir la cantidad y la duración de los elementos del proceso. El diagrama de circulación o recorrido muestra las áreas conflictivas, las áreas de posible expansión, las instalaciones físicas deficientes, que lo único que logran es el aumento de los costos y la disminución de la eficiencia. En general muestra las áreas en las cuales puede mejorarse la distribución. El diagrama de proceso hombre-máquina señala la disponibilidad de tiempos muertos, tanto del hombre como de la máquina, en los cuales puede ser posible un acoplamiento de máquinas o cualquier otra clase de trabajo manual. El diagrama de proceso de grupo se utiliza para determinar el número óptimo de operarios requeridos para el manejo eficiente de una máquina en un proceso. Analizando los tiempos ociosos de los operarios y de las máquinas, puede determinarse cuando un solo hombre es capaz de hacer el trabajo que actualmente es hecho por dos o más hombres. En el diagrama de

proceso de mano izquierda y derecha, se ve con detalles, todas las actividades que forman parte de un proceso individual. Es útil en el balanceo de los movimientos de ambas manos, reducción de la fatiga, y en la eliminación o disminución de los movimientos no productivos.

Todos los diagramas son útiles, ya que dan a conocer la situación actual. No es posible establecer mejoras a un proceso si no se conoce la situación actual. A continuación se presenta una serie de preguntas que servirán de ayuda en el análisis y mejora de métodos o procedimientos:

1. ¿Cuál es el propósito de esta actividad?
2. ¿Por qué se efectúa esta actividad de esta forma?
3. ¿Cómo podría mejorarse esta actividad?
4. ¿Puede eliminarse esta actividad, en vez de tratar de mejorarla?
5. ¿Por qué se utiliza este material y no otro?
6. ¿Es este operario el más indicado para hacer este trabajo?
7. ¿Quién podría ejecutar mejor esta actividad?
8. ¿Dónde puede ejecutarse mejor esta actividad de manera que el manejo de materiales fuera el mínimo?
9. ¿Cómo puede hacerse para disminuir las distancias recorridas?
10. ¿Podría reducirse el tiempo total del ciclo de producción, disminuyendo las demoras parciales?
11. ¿Existen retrasos en el flujo de trabajo que puedan evitarse?
12. ¿Podría aumentarse la eficiencia del flujo de trabajo mejorando la disposición física de la planta?
13. ¿Cómo y cuánto pueden reducirse los tiempos ociosos de los operarios y los tiempos improductivos de las máquinas?
14. ¿Cuál es el lote, o cantidad de fabricación más eficiente?
15. ¿Cuánto se ahorraría haciendo el trabajo en otro turno o en otra planta?

16. ¿Cuáles son las interrupciones o contratiempos frecuentes del trabajo y cómo pueden eliminarse?

Un estudio más profundo sobre el análisis de la operación se presenta en la siguiente sección.

2.10.1. Análisis de la operación

El análisis operacional es la base para poder hacer mejoras a cualquier método de trabajo. Consiste en descomponer una tarea en sus elementos componentes y analizarlos a cada uno por separado y a la vez en conjunto, con los otros elementos que forman la secuencia de operaciones para llevar a cabo dicha tarea. El objetivo del análisis de tareas es: la búsqueda de métodos para lograr una transformación óptima de los insumos en producción.

El análisis de la operación puede definirse como un procedimiento sistemático empleado en el estudio de los factores que afectan el método general de ejecutar una operación determinada, tales como el objetivo de la operación, otras operaciones en la pieza, requisitos de inspección, diseño, materiales empleados, procedimiento de manejo de materiales, instalación y equipo de herramientas, condiciones de trabajo y métodos utilizados. Cuando se analiza una operación hay varios aspectos que deben ser tomados en cuenta:

1. Finalidad de la operación.
2. Conocimiento de las operaciones que se hacen en la pieza.
3. Diseño de la parte.
4. Tolerancias y especificaciones.
5. Materiales utilizados.

6. Preparación y equipo de herramientas.
7. Manejo de materiales.
8. Distribución de la planta y el equipo.
9. Condiciones de trabajo.
10. Posibilidades de mejorar la tarea.

2.10.2. Finalidad de la operación

Muchas de las operaciones que se ejecutan en las empresas hoy en día, son totalmente innecesarias. Es por eso que la finalidad de la operación es lo primero que se debe investigar; de qué serviría analizar una operación y mejorarla para después darse cuenta de que lo más eficiente era eliminarla o combinarla con otra similar. Al eliminar una operación, se evitan gastos innecesarios como son: gastos de instalación de un nuevo método, gastos de entrenamiento y gastos de tiempo perdido en interrupciones o retrasos. Algunas veces las operaciones innecesarias surgen para corregir ejecuciones incorrectas de operaciones anteriores. Otras, son resultado de una planeación deficiente. Por ejemplo, en una fábrica de cuadernos, después de colocar el resorte a los cuadernos, se corta a ambos extremos el resorte sobrante; esta operación es totalmente innecesaria, ya que con solo colocar el alambre justo a la medida, se evitaría no solo el tener que efectuar el corte, sino también el desperdicio de alambre. Una mejora generalmente conlleva a otras mejoras.

Las operaciones innecesarias muchas veces son el producto de la utilización de maquinaria y herramientas anticuadas. Pero como no siempre es posible cambiarlas, porque resulta menos costoso pagar la operación que cambiar todo el equipo, entonces las mejoras deberán hacerse en donde se pueda. Después de haber establecido la necesidad y finalidad de una operación habrá que mejorarla. Para tratar de mejorarla se estudian a continuación nueve puntos de análisis operacional.

2.10.3. Conocimiento de las operaciones que se hacen en la pieza

Una operación no puede ser mejorada independientemente, antes es necesario conocer cuáles le anteceden y cuáles le proceden. Forma parte de un sistema de operaciones, y al modificar y mejorar una actividad podría modificar algunas o todas las operaciones del proceso. Los diagramas de proceso de operaciones y de flujo son los indicados para conocer todas las etapas del proceso.

Para hacer una revisión de las operaciones que forman parte de un proceso, se puede utilizar la siguiente lista de preguntas:

1. ¿Podría eliminarse esta operación cambiando el orden en que se ejecutan las otras, o cambiando el procedimiento?
2. ¿Puede combinarse ésta operación con otra?
3. ¿Es ésta la mejor secuencia de operaciones?
4. ¿Puede o debe realizarse esta operación en alguna otra sección o departamento?
5. ¿Si se modifica esta operación, a cuáles operaciones afectaría?
6. ¿Mejoraría la eficiencia del ciclo, si en vez de una sola operación se hicieran dos?
7. ¿Puede esta operación ejecutarse durante el período ocioso de otra operación?

2.10.4. Diseño de la parte

Existen muchos artículos que aunque pasen los años su diseño no cambia, o cambia muy poco, tal como; las camas, los cuadernos, las carretillas de mano, las mangueras, los cepillos de dientes, etc.. Pero también hay otros, cuyo diseño cambia muy a menudo, por ejemplo: los carros, los aparatos eléctricos, las lámparas, la ropa, los muebles, etc.

Ya sea que el diseño de un artículo sea estable o no, el analista debe siempre revisar un método con miras a realizar mejoras. Todo diseño puede mejorarse. No debe pensarse que un diseño va a ser eterno. Estos han cambiado siempre debido a que los cambios son parte del progreso continuo de los negocios.

Qué hubiera sucedido si los fabricantes de refrigeradores, no hubieran cambiado su diseño de refrigeradores con escarcha. Probablemente todos estaríamos muy conformes, hasta el momento en que a un fabricante se le ocurriera cambiar el diseño y producir refrigeradores con frío seco. La competencia es un factor que impulsa al continuo cambio de diseño.

Para mejorar un diseño el analista debe tener en cuenta las siguientes indicaciones:

1. Tratar de reducir el número de partes.
2. Reducir el número de operaciones.
3. Reducir el recorrido de fabricación.
4. Mejor utilización del material.
5. Estar alerta con los cambios en los diseños de la competencia.

2.10.5. Tolerancias y especificaciones

Ningún extremo es bueno en cuestión de tolerancias, especificaciones, normas de calidad, precisión y acabados. Especificaciones rígidas y estrictas tienden a elevar el precio de un producto, de la misma manera que lo elevan las especificaciones amplias y liberales. Para establecer una tolerancia especificación o cualquier requisito de inspección de una operación, deberán conocerse también las tolerancias y especificaciones de todas las operaciones del proceso. Si en una operación anterior se

realizan inspecciones minuciosas tal vez no sea necesario ser tan rígido en esta operación. Cuando las tolerancias son estrictas se disminuyen los costos por reproceso y desperdicio, pero aumenta el costo de mano de obra, cuando se es demasiado liberal aumentan los costos de reproceso, desperdicios y mano de obra. Por lo tanto es necesario encontrar un óptimo entre lo estricto y lo liberal.

En cuanto a control de calidad, el analista debe procurar que se realice en el momento más oportuno, y que para ello se utilice la técnica más conveniente. No es económico ni confiable una inspección del cien por ciento de los productos, a menos que se utilice una máquina, ya que no se asegura un producto sin defectos. La posibilidad de que el operario se equivoque siempre existe.

Cuando se analizan las condiciones de operación, deben formularse las siguientes preguntas:

1. ¿Qué requisitos de inspección se necesitan en esta operación?
2. ¿Cuáles son los requisitos de inspección de las operaciones anteriores y posteriores a la que se está analizando?
3. ¿Son necesarias las tolerancias y especificaciones establecidas para esta operación?
4. ¿Sería más fácil esta operación si en la anterior o en la posterior, se cambiaran o modificaran las condiciones de calidad, precisión o acabado?

2.10.6. Materiales utilizados

El costo de los materiales aumenta cada día, las divisas son escasas y cuesta mucho conseguirlas. ¿Entonces por que no tratar de aprovecharlos al máximo? Ésto nos conviene a todos, a los fabricantes a disminuir sus costos directos y aumentar sus ganancias, y a los consumidores a obtener un mejor precio de compra, ya que el costo de los desperdicios suele ser cargado al consumidor.

Aunque el costo de los materiales no fuese tan alto, y para adquirirlos no se necesiten divisas, estos forman parte de un buen porcentaje del precio de un producto; luego cualquiera que sea su precio o lugar de fabricación, es necesario aprovecharlo al máximo. Los desperdicios pueden reprocesarse y de esta forma ayudar a disminuir los costos. En cierta fábrica de productos de aluminio, el desperdicio se funde, y luego se vacía en moldes para hacer agarraderas de las ollas y cacerolas. Si no utilizan el desperdicio, probablemente tendrían que buscarse un proveedor de agarraderas, con lo cual se estaría aumentando el costo del producto.

Algunas veces no se tiene alternativa en cuanto a que tipo de material usar, pero generalmente se puede escoger entre al menos dos opciones. El analista debe tener en cuenta siempre los siguientes factores a la hora de escoger el material adecuado:

1. Utilizar el material de más bajo costo, que cumpla con los requisitos de calidad establecidos.
2. Utilizar el material que sea más fácil de procesar.
3. Evitar los desperdicios.
4. En caso de que hubieran desperdicios, tratar de aprovecharlos.
5. Utilización correcta de los suministros y las herramientas. Algunas preguntas pueden servir en esta parte del análisis:
 - a) ¿Es este el material más adecuado para este tipo de producto?
 - b) ¿Puede ser sustituido este material por otro más barato que cumpla con los mismos estándares de calidad?
 - c) ¿Se provee el material en la forma más adecuada para su uso?
 - d) ¿Se pide el material en cantidades y tamaños que permiten su utilización con la mínima cantidad de desperdicios?
 - e) ¿Durante el proceso, se utiliza el material de la forma más adecuada?
 - f) ¿Los materiales indirectos o suministros, tal como aceites, grasas, gasolina,

- agua, energía eléctrica, materiales de limpieza, etc., se utilizan con eficiencia?
¿Son éstos los más adecuados para este tipo de trabajo?
g) ¿Podría utilizarse el material sobrante en otro producto?

2.10.7. Preparación y equipo de herramientas

El tiempo de preparación al inicio de la jornada, es el que se emplea en realizar operaciones preparatorias tales como la obtención de herramientas, órdenes, planos, materiales, instrucciones y preparación del lugar de trabajo. Este tiempo puede ser poco o mucho, dependiendo del tipo de trabajo.

El tiempo de preparación al final de la jornada, o desmontaje es el que se emplea en realizar operaciones de limpieza o puesta en orden de todas las herramientas, planos, sobrantes o desperdicios que se utilizaron durante la jornada de trabajo. Este tiempo también depende del tipo de trabajo.

El equipo y las herramientas son básicamente lo que determina el tiempo empleado en la preparación y el desmontaje. A continuación describiremos un ejemplo: una empresa productora de discos utiliza para el templado del forro plástico que cubre la funda de cartón de los discos, una máquina de templado. Debido a que la máquina funciona a base de calor, es necesario encenderla media hora antes de iniciar el proceso (tiempo de preparación). Por esta razón únicamente se enciende cuando hay una cantidad de discos suficientemente grande, para que trabaje la jornada completa, de lo contrario la operadora perdería media hora cada vez que fuera a utilizarla. El tiempo de preparación es importante cuando las corridas de producción son muy pequeñas, y aunque fueran grandes, siempre debe tratarse de que este tiempo sea el mínimo posible. Desde luego, para poder mejorar la eficiencia, cada estación de trabajo deberá contar con el herramental adecuado.

Para el desarrollo de métodos que aumenten la eficiencia de la preparación y el herramental es necesario:

1. Reducir el tiempo de preparación por medio de una planeación y control de la producción.
2. Introducir herramientas más eficientes.

Preguntas útiles en esta sección son:

- a) ¿Cómo se asignan las tareas a los operarios?
- b) ¿Cómo se comunican las instrucciones a los operarios?
- c) ¿Qué tipo de retrasos ocurren en el cuarto de herramientas, las bodegas o el almacén?
- d) ¿Hay algún encargado del mantenimiento de las herramientas?
- e) ¿Quién es el encargado de realizar la limpieza?
- f) ¿Quién se encarga de la reposición de material? ¿Cómo lo hace?
- g) ¿Es adecuada la herramienta que se usa en esta máquina?
- h) ¿Puede la pieza colocarse y sacarse rápidamente?
- i) ¿Son las herramientas manuales las más adecuadas?
- j) ¿Tienen los operarios todas las herramientas necesarias para desarrollar sus tareas?

2.10.8. Manejo de materiales

Antes de que un producto llegue al consumidor, las materias primas han seguido una serie de recorridos. Primero del proveedor al fabricante, el fabricante lo coloca en la bodega de materia prima, de la bodega al puesto de trabajo, y de allí a todo el proceso de fabricación. Después de que el producto está listo, es trasladado a la bodega de producto terminado, de la bodega de producto terminado al mayorista, del mayorista al minorista y de este al consumidor. El estudio del manejo de materiales por lo tanto, es una parte

importante del análisis de la operación. El final y el comienzo de todas las operaciones depende exclusivamente de como se movilizan los materiales.

El manejo de materiales también aumenta el costo del producto, y por eso es necesario reducirlo al mínimo. El analista debe tener siempre en cuenta lo siguiente: El artículo o material mejor manejado es el que menos se maneja. Al hablar de manejo de materiales no nos referimos únicamente al problema de transporte fuera de la planta, sino también a la colocación de los materiales en la estación de trabajo. Esta debe hacerse de manera que se reduzca al mínimo la fatiga del operador.

Considerando los cuatro puntos siguientes puede reducirse el tiempo y la energía que se gasta en el manejo de materiales:

1. Reducir el tiempo empleado en recoger el material.
2. Utilizar equipo mecánico para reducir el manejo de materiales.
3. Mejor utilización de los elementos de manejo ya existentes.
4. Manejar los materiales con mayor cuidado. No es necesario utilizar equipo sofisticado, existen varios tipos de equipos sencillos que son de gran utilidad que además pueden ser fabricados en el país. Los casilleros especiales (cajas) pueden diseñarse en múltiplos de diez, para que el conteo sea más fácil y se utilice menos tiempo en la movilización.

Debe evitarse el equipo sofisticado a menos que sea absolutamente necesario, estos ocasionan grandes gastos, debido a que en el país no se cuenta con la variedad de repuestos ni con los mecánicos o técnicos necesarios, para un mantenimiento adecuado. Otro aspecto que se deberá tomar en cuenta en el manejo de materiales es la seguridad de los empleados, ocurren muchos accidentes cuando el manejo es inadecuado, y cuando en lugar de utilizar dispositivos especiales, se utiliza la fuerza humana.

Para un buen manejo de materiales deben estudiarse todas las operaciones en conjunto, el estudio de una sola operación no conduce a nada. Si el material se maneja a mano, debe considerarse la posibilidad de utilizar algún medio mecánico; si se utilizan medios mecánicos deberán utilizarse lo más eficientemente posible.

En conclusión, al hacer un análisis sobre el manejo de materiales, los factores considerados más importantes son:

1. Reducir al mínimo el manejo de materiales.
2. Que el equipo utilizado en el manejo produzca un mínimo de fatiga en el operario.
3. Evitar, mientras sea posible, un equipo sofisticado.
4. Que la seguridad de los operarios sea un factor determinante en la elección de equipo.
5. Reducir al mínimo la cantidad de productos dañados, por medio de un manejo apropiado.

Preguntas útiles en esta sección son:

- a) ¿Sería mejor utilizar equipo mecánico para el manejo de material pesado?
- b) ¿Podría reducirse el espacio de bodega, colocando el material a una mayor altura, con el equipo adecuado?
- c) ¿Sería más rápido el manejo de materiales si se utilizara equipo mecánico?
- d) ¿Puede manejarse el material en unidades más grandes o más convenientes?
- e) ¿Utilizando un mejor equipo de manejo, se reduciría el material dañado?
- f) ¿Podrían utilizarse carretillas, transportadores o bandejas que permitan movilizar el material más fácil?
- g) ¿Se justifica la compra de una banda transportadora o de cualquier otro equipo que se haya decidido comprar?
- h) ¿Es el tamaño del depósito de material el adecuado para la cantidad que se va a manejar?
- i) ¿Qué tipo de luces, señales o timbres será útil para mejorar el servicio de transporte de

materiales?

j) ¿Puede utilizarse la gravedad para el transporte de materiales?

2.10.9. Distribución de la planta y el equipo

Consiste en distribuir todo el equipo, herramientas, materiales y todos los espacios necesarios para almacenamientos, servicios del personal, movimiento y manejo de materiales, oficinas y cualquier otra actividad involucrada en el proceso productivo. Esta distribución deberá ser además de eficiente, segura y con un ambiente satisfactorio para los que allí trabajen.

Los objetivos principales al realizar una distribución de planta son:

1. Integración de todos los factores que afectan la distribución.
2. Mínimas distancias en el movimiento de materiales.
3. La circulación del trabajo a través de la planta.
4. Utilización eficiente del espacio.
5. Seguridad y satisfacción de los empleados.
6. Disposición flexible de manera que pueda ser modificada fácilmente.

Los tipos de distribución son:

1. Distribución fija

En este tipo de distribución, el material o componente principal permanece en mismo lugar durante todo el tiempo que dura el ensamble. Los suministros, herramientas, maquinarias y operarios se mueven hacia dicho componente.

Un ejemplo de este tipo de distribución, es un taller de reparaciones de carros, en el que todas las herramientas se llevan hacia donde está el carro.

Tiene las siguientes ventajas:

- a) La distribución se adapta a diferentes tipos de productos y a diferentes tipos de tipos de demanda.
- b) El manejo del material principal es mínimo.
- c) El cambio de diseño no ocasiona grandes gastos debido a que no existe una secuencia de operaciones preestablecida.
- d) Realizar una distribución adecuada no requiere de mucha técnica y dinero.

2. Distribución por proceso

Es una distribución en que todas las operaciones que implican el mismo tipo de proceso, o el mismo tipo de maquinaria, están en el mismo lugar. Por eje. en una fábrica de camisas, hay un área determinada para cada una de los siguientes procesos: pegado de cuellos, pegado de mangas, abrir ojales, pegado de botones, etc.

Las ventajas de este tipo de distribución son:

- a) Se adapta a cambios en la secuencia de las operaciones y a cambio en el diseño del producto.
- b) Facilidad para entrenar a un aprendiz, ya que puede observar a los otros compañeros que operan máquinas similares.
- c) Es más fácil mantener una producción continua suponiendo que hubiera una máquina arruinada, escasez de materiales o ausencia de un obrero.

3. Distribución por producto

En este tipo de distribución todas las máquinas que se utilizan en la fabricación de un producto se colocan de manera que se siga la secuencia de operaciones del producto. Para el ejemplo de la fábrica de camisas, después de pegar el cuello se pegan las mangas, luego se hacen los ojales y por último los botones. Todas las máquinas que se utilizan en este proceso, se colocan una cerca de la otra, siguiendo la secuencia de operaciones.

Las ventajas de este tipo de distribución son las siguientes:

- a) Se reducen los costos por manejo de materiales.

b) Se reduce el tiempo de producción de una unidad de producto.

Cuando se va a realizar una distribución o redistribución de una planta deberán tomarse en cuenta los siguientes factores:

- a) Los materiales y suministros, las especificaciones, cantidades necesarias y secuencia de utilización.
- b) La cantidad de mano de obra involucrada en cada operación y en cada producto, incluyendo supervisores, personal de oficina y servicios.
- c) Maquinaria, herramientas y utensilios necesarios para la producción.
- d) El manejo de materiales y productos tanto dentro como fuera de la planta.
- e) Los servicios de mantenimiento de máquinas, limpieza y acumulación de desperdicios.
- f) Bodegas de materia prima, suministros y producto terminado.
- h) Área total disponible.
- i) Posibilidades de cambios en los diseños, o posibles expansiones en el futuro, dependiendo del aumento de los niveles de ventas.

2.10.10. Condiciones de trabajo

Al comenzar este capítulo se habló de mejoras en las condiciones ambientales, los salarios y las prestaciones, como un medio para lograr la colaboración, disminución de los problemas laborales, las faltas de los empleados y aumentar la productividad.

El tema de los salarios y las prestaciones se tratará más adelante (véase capítulo III).

Se hablará ahora de las condiciones ambientales o condiciones de trabajo, que pueden ayudarnos a motivar no solo a los empleados sino también a los patronos.

Condiciones que provoquen seguridad y comodidad, lograrán una actitud positiva de parte de los empleados, aumentando con esto su productividad. El aumento de la productividad, que implica una reducción en los costos, es el factor motivante principal para cualquier patrono.

Algunas veces los cambios necesarios para mejorar el ambiente, implican gastos muy pequeños comparados con el bienestar o satisfacción que se obtiene a cambio. Por ejemplo, con solo pintar una pared que actualmente se encuentra sucia, se da la impresión de un ambiente más limpio y ordenado, y se obtiene más entusiasmo para trabajar, que si está sucio y oscuro. Buenas condiciones de trabajo reducen las ausencias, las llegadas tarde, el ocio y los accidentes; todo en favor de un aumento de productividad. En general se puede decir, que aumentan la motivación disminuyendo la resistencia al esfuerzo. Las malas condiciones de trabajo hacen imposible, hasta los niveles de rendimiento más liberales. Entre los factores considerados más importantes están: ruido, ventilación y temperatura, color, iluminación, orden y limpieza, protección y seguridad de los empleados, de la planta y del equipo.

Varios de estos factores ya fueron considerados, pero se volverá a hablar de ellos ahora ya que también ejercen su influencia en los trabajadores involucrados en los procesos productivos.

1. El efecto del ruido

Los ruidos ya sea fuertes o suaves, variados o monótonos, siempre causan fatiga adicional a los operarios. El ruido aumenta la tensión muscular, aceleran el pulso, elevan la presión arterial, y alteran el ritmo cardíaco. Todo esto da como consecuencia un incremento de gasto de energía. El operario se cansará con más rapidez, y se volverá grosero y altanero en este tipo de ambiente. Luego, para aumentar la eficiencia del operario, es necesario controlar los ruidos, esto no siempre es posible, ya que existen empresas en las cuales es difícil mantener un ambiente agradable. Los operarios tendrán que adaptarse gradualmente, hasta llegar a tolerarlo

de tal manera que no lo perciban. Como se dijo anteriormente, hay tres formas de eliminar, el ruido: cambiando el equipo por uno menos ruidoso, absorbiéndolo o aislándolo. El analista debe ver cual es la forma más conveniente de eliminarlo, parcial o totalmente, cuando esto sea posible.

2. Ventilación y temperatura adecuada

Muchas plantas o fábricas utilizan procesos que producen polvo, humo, gases irritantes y olores que contaminan el aire y causan molestias al trabajador, lo que también conlleva a una disminución de su eficiencia. De igual forma que al ruido, las personas llegan a acostumbrarse tanto, que ya no sienten ninguna molestia, aunque hay casos en que no se pueden tolerar, y los operarios se ven obligados a interrumpir su trabajo cada cierto tiempo.

Entre las alternativas para mejorar la ventilación de un lugar se tienen:

- a) Aislar los procesos que ensucian el ambiente.
- b) Utilizar extractores o cualquier otro sistema de ventilación.
- c) Cambiar la maquinaria por otra que no produzca contaminación.
- d) Utilización de equipo de protección para el personal.

Hay otro tipo de procesos que no producen impurezas pero que generan calor, tal es el caso de los talleres de fundición, donde se trabaja con hornos a altas temperaturas. Las temperaturas extremas, ya sea calor o frío, disminuyen la eficiencia y aumentan la fatiga. Claro está, que en el país no nos preocupamos por las temperaturas demasiado frías porque no existen.

3. Color

Véase la sección 2.1.8.1 del presente capítulo.

4. Iluminación

La cantidad de luz necesaria para un trabajo determinado, depende de la persona que lo realiza y de la clase de trabajo. El mismo trabajo podría necesitar diferente luz para dos operarios distintos. Para trabajos en los cuales se requiere gran exactitud, es

necesaria más luz, que para los menos minuciosos. Tanto la cantidad como la calidad de la luz, influyen en la eficiencia del trabajo. Una buena iluminación, disminuye los errores y con ello los reprocesos o pérdidas por productos de mala calidad. Debido a que vivimos en un país tropical, la luz solar puede utilizarse como un complemento de la luz artificial. La altura a la cual se coloque la luz, también es un factor determinante.

5. Orden y limpieza

El desorden y la suciedad es muy común en la mayoría de las fábricas del país. Cuando los empleados no están acostumbrados, es difícil hacerles comprender las Ventajas que tiene un ambiente limpio y ordenado. Es necesario promover con algún tipo de incentivo el orden y la limpieza del puesto de trabajo. Que los empleados se den cuenta de las ventajas que trae el colocar cada cosa en su lugar.

6. Protección y seguridad de los empleados, de la planta y el del equipo

Los accidentes han existido siempre, y han sido causados por condiciones inseguras y por falta de previsión. Cada tipo de trabajo tiene sus propios riesgos, y la evolución de las máquinas ha traído consigo nuevos tipos de accidentes, que ponen en peligro, tanto la seguridad del empleado como la del equipo. Por muy pequeña que sea la instalación, ésta deberá contar con un mínimo de ayuda en caso de que ocurra un accidente. El temor que pueda tener un empleado mientras trabaja, reduce grandemente su eficiencia, ya que no podrá desenvolverse con naturalidad, si para ello está poniendo en peligro su vida. Por otro lado, los gastos por reparaciones de una máquina, de indemnización y las pérdidas y desórdenes que ocasiona la equivocación de un empleado en la planta, hacen pensar a un gerente juicioso en el establecimiento de un sistema de seguridad, que proporcione una probabilidad de accidentes mínima. Un programa de seguridad industrial debe incluir: entrenamiento, herramientas, equipo (anteojos, delantales, guantes, cascos, gabachas, zapatos, escudos, escaleras, recipientes, mesas, sillas, etc.), necesario para disminuir los acci-

dentes y las lesiones.

2.10.11. Posibilidades de mejorar la tarea

Después de haber hecho un análisis de cada uno de los factores que afectan el rendimiento de una tarea, es casi seguro que algo se podrá mejorar, en cualquiera de las operaciones que se requieren para llevarla a cabo. Recordemos que siempre hay una mejor manera de hacer las cosas.

Las mejoras que frecuentemente surgen como resultado del análisis son:

1. Instalación de planos inclinados de entrega.
2. Uso de la entrega por gravedad.
3. Procurar una mejor silla al operario.
4. Mejorar las herramientas y dispositivos utilizados en el lugar de trabajo.
5. Utilizar mecanismos accionados por pedal.
6. Utilizar ambas manos al realizar una operación.
7. Colocación de las herramientas, equipo y dispositivos dentro del área normal trabajo.
8. Modificar la distribución para eliminar retrocesos y permitir el acoplamiento de máquinas.
9. Poner en practica las mejoras desarrolladas para otros trabajos.

3. PRINCIPIOS DE LA ECONOMÍA DE MOVIMIENTOS

Más allá del concepto de la división básica del trabajo en elementos, según lo formularon por primera vez los esposos Gilbreth, se tienen los principios de la economía de movimientos, también desarrollados por ellos y perfeccionados por otros investigadores, principalmente por Ralph M. Barnes. No todos estos principios son aplicables a todo trabajo, y algunos sólo tienen aplicación por medio del estudio de micromovimientos. Sin embargo, los que se aplican al estudio visual de los movimientos, así como los aplicables en la técnica de micromovimientos, y que deben tenerse en cuenta en la mayoría de los casos, pueden clasificarse en tres subdivisiones principales:

1. Principios de la economía de movimientos relacionados con el cuerpo humano.
2. Principios de la economía de movimientos relacionados con la disposición del lugar de trabajo.
3. Principios de la economía de movimientos relacionados con el diseño de herramientas y equipo.

El analista de métodos debe estar familiarizado con los principios visuales de la economía de movimientos, de modo que pueda detectar las deficiencias o fallas del método seguido, con una rápida inspección del sitio del trabajo y de la operación.

3.1. Principios de la economía de movimientos relacionados con el cuerpo humano

1. Ambas manos deben comenzar y terminar simultáneamente los elementos o divisiones básicas del trabajo, y no deben estar inactivas al mismo tiempo, excepto durante los períodos de descanso.
2. Los movimientos de las manos deben ser simétricos y efectuarse simultáneamente al alejarse del cuerpo y acercándose a éste.
3. Siempre que sea posible debe aprovecharse al impulso o ímpetu físico como ayuda al obrero, y reducirse a un mínimo cuando haya que ser contrarrestado mediante su esfuerzo muscular.
4. Son preferibles los movimientos continuos en línea curva en vez de los rectilíneos que impliquen cambios de dirección repentinos y bruscos.
5. Debe emplearse el menor número de elementos o therbligs, y éstos se deben limitar a los del más bajo orden o clasificación posible. Estas clasificaciones, enlistadas en orden ascendente del tiempo y el esfuerzo requeridos para llevarlas a cabo, son:
 - a. Movimientos de dedos.
 - b. Movimientos de dedos y muñeca.
 - c. Movimientos de dedos, muñeca y antebrazo.
 - d. Movimientos de dedos, muñeca, antebrazo y brazo.
 - e. Movimientos de dedos, muñeca, antebrazo, brazo y todo el cuerpo.
6. Debe procurarse que todo trabajo que pueda hacerse con los pies se ejecute al mismo tiempo que el efectuado con las manos. Hay que reconocer, sin embargo, que los movimientos simultáneos de pies y manos son difíciles de realizar.
7. Los dedos cordial y pulgar son los más fuertes para el trabajo. El índice, el anular y el meñique no pueden soportar o manejar cargas considerables por largo tiempo.
8. Los pies no pueden accionar pedales eficientemente cuando el operario está de pie.
9. Los movimientos de torsión deben realizarse con los codos flexionados.
10. Para asir herramientas deben emplearse las falanges, o segmentos de los dedos, más

cercanos a la palma de la mano.

3.2. Principios de la economía de movimientos relacionados con la disposición del lugar de trabajo

1. Deben destinarse sitios fijos para toda herramienta y todo material, a fin de permitir la mejor secuencia de operaciones y eliminar o reducir los therbligs buscar y seleccionar.
2. Hay que utilizar depósitos con alimentación por gravedad y entrega por caída o deslizamiento para reducir los tiempos de alcanzar y mover; asimismo, conviene disponer de expulsores, siempre que sea posible, para retirar automáticamente las piezas acabadas.
3. Todos los materiales y las herramientas deben ubicarse dentro del perímetro normal de trabajo, tanto en el plano horizontal como en el vertical.
4. Conviene proporcionar un asiento cómodo al operario, en que sea posible tener la altura apropiada para que el trabajo pueda llevarse a cabo eficientemente, alternando las posiciones de sentado y de pie.
5. Se debe contar con el alumbrado, la ventilación y la temperatura adecuados.
6. Deben tenerse en consideración los requisitos visuales o de visibilidad en la estación de trabajo, para reducir al mínimo las exigencias de fijación de la vista.
7. Un buen ritmo es esencial para llevar a cabo suave y automáticamente una operación, y el trabajo debe organizarse de manera que permita obtener un ritmo fácil y natural siempre que sea posible.

3.3. Principios de la economía de movimientos relacionados con el diseño de herramienta y equipo

1. Deben efectuarse, siempre que sea posible, operaciones múltiples de las herramientas combinando dos o más de ellas en una sola, o bien disponiendo operación múltiple en los dispositivos alimentadores, si fuera el caso (por ejemplo, en tornos con carro transversal y de torreta hexagonal).
2. Todas las palancas, manijas, volantes y otros elementos de manejo deben estar fácilmente accesibles al operario, y deben diseñarse de manera que proporcionen la ventaja mecánica máxima posible y puede utilizarse el conjunto muscular más fuerte.
3. Las piezas en trabajo deben sostenerse en posición por medio de dispositivos de sujeción.
4. Investíguese siempre la posibilidad de utilizar herramientas mecanizadas (eléctricas o de otro tipo) o semiautomáticas, como aprietatuercas y destornilladores motorizados y llaves de tuercas de velocidad, etc.

3.4. Definición de tiempos y movimientos

El estudio de tiempos es el análisis de una operación dada para determinar los elementos del trabajo necesarios para ejecutarla, el orden en que suceden los elementos y los tiempos requeridos para desarrollar con efectividad. Es el estudio que se utiliza para determinar el tiempo requerido por una persona calificada, trabajando a una marcha normal, para realizar un trabajo específico. Más adelante en este capítulo, se definirán los conceptos de persona calificada y de marcha normal. Se consideró de mucha utilidad, poner ambas definiciones para poder tener una mejor idea de lo que el estudio de tiempos significa. Ambas definiciones son similares, ya que cada una enfatiza puntos de vista diferentes sobre el mismo concepto. Tanto el análisis de los elementos

necesarios para ejecutar una operación, como la persona que los ejecuta, son de vital importancia para la realización de un buen estudio de tiempos.

El estudio de movimientos es el análisis de los movimientos del cuerpo, que se utilizan durante un ciclo de trabajo, con el fin de mejorar dicho ciclo eliminando los movimientos inútiles, simplificando los movimientos necesarios y estableciendo después la secuencia de movimientos más productivos y fáciles para lograr una eficiencia máxima.

El estudio de tiempos y movimientos da la base para determinar la mejor forma de realizar una tarea. Se justifica cuando:

1. El volumen de producción es grande.
2. El número de personas u operarios por día, involucrados en la realización de una tarea sea grande.
3. La vida prevista de la tarea sea larga.
4. Características especiales de las operaciones llevadas a cabo en la realización de una tarea.
5. La inversión necesaria en términos de máquinas, herramientas o instalaciones sea grande.

3.4.1. Divisiones básicas del trabajo

Frank Gilbreth desarrolló el concepto de división del trabajo en los llamados movimientos fundamentales o básicos. Según él, todos los trabajos que se realizan con las manos pueden ser divididos en elementos que son comunes a todas las tareas. A estos elementos o movimientos fundamentales, Gilbreth los llamó THERBLIGS (Gilbreth leído de atrás hacia adelante). Los therbligs son los 17 elementos fundamentales, de cualquier ciclo de movimientos.

3.4.2 Definiciones de las divisiones básicas del trabajo

La División de Investigación y Desarrollo de Administración de la Sociedad para el Progreso de la Administración en su glosario, presenta definiciones de los diversos therbligs. Estas definiciones se incluyen, en parte, en el resumen siguiente (7):

1. Buscar

Parte del ciclo donde los ojos o las manos tratan de encontrar un objeto, es un therblig que se debe eliminar debido a que ocasiona pérdidas de tiempo.

2. Seleccionar

Se da cuando el operario tiene que escoger una pieza entre dos o más semejantes, éste También es un therblig ineficiente y se debe eliminar, tratando de llevar un mejor control de las piezas.

3. Coger (tomar)

Movimiento en el cual la mano al cerrar los dedos rodeando una pieza o parte de ella para que tome parte en la organización, es un therblig eficiente pero se puede mejorar.

4. Transportar en vacío (alcanzar)

Consiste en el movimiento de la mano acía, sin resistencia, hacia un objeto o retirándola de él, es un therblig eficiente por lo que no puede ser eliminado del ciclo.

5. Transportar con carga (mover)

Consiste en el movimiento de la mano con carga. Es un movimiento eficiente y no Puede eliminarse del ciclo de trabajo, pero puede mejorarse reduciendo la distancia o aligerando la carga.

6. Sostener

Se da cuando una de las dos manos soporta o ejerce control sobre un objeto, mientras la otra desarrolla un trabajo. Es un therblig ineficiente y puede eliminarse del ciclo de trabajo.

7. Dejar carga (soltar)

Movimiento que se da cuando el operario pierde el control sobre el objeto manejado. Es un therblig en el cual es muy poco lo que se puede corregir por lo que se puede corregir por lo que se puede llamar objetivo.

8. Posicionar (colocar)

Movimiento que consiste en situar un objeto de modo que quede orientado a un sitio específico. Es un movimiento que puede ser mejorado o eliminado dependiendo de la clase de operación.

9. Colocación previa

Elemento que coloca un objeto en un sitio predeterminado, de manera que pueda tomarse y llevarse al sitio donde realmente se necesita. Es un therblig difícil de eliminar y de medir el tiempo en que se realiza, ya que depende mucho la habilidad del operario (ejemplo: apuntar con un martillo a un clavo) pero, puede ser mejorado.

10. Inspeccionar

Operación que se da cuando el trabajador desea asegurar una calidad aceptable del objeto que se está manejando en la operación. No se puede establecer el tiempo debido a que depende de la rigurosidad de la comparación con el estándar. Es un therblig difícil de eliminar, pero lo que se puede hacer es combinarlo con otra operación.

11. Ensamblar

Ocurre cuando se unen dos o más piezas. Es un therblig objetivo y difícil de eliminar, pero, sí puede mejorar.

12. Desensamblar

Es lo contrario de ensamblar; ocurre cuando se separan dos o más piezas, también es más fácil mejorarlo que eliminarlo.

13. Utilizar (usar)

Tiene lugar cuando una o las dos manos controlan un objeto; es objetivo, ya que hace progresar la operación hacia su objetivo final; este therblig es bien difícil de detectarle duración debido a que depende de la operación y de la habilidad del

operario.

14. Espera inevitable

Corresponde al tiempo de ocio que tiene una o ambas manos, dependiendo de la naturaleza del proceso. Hay demoras que no se pueden evitar, por lo que, su eliminación del ciclo se puede evitar cambiando alguna forma del proceso.

15. Espera evitable

Tiempo muerto de ocio que tiene una o ambas manos, el cual se da por el operario a propósito, puede ser eliminado por el mismo operario sin modificar el proceso.

16. Planear

Proceso mental que cuando el operario se detiene para determinar la acción a seguir, por lo regular se da cuando el operario es nuevo y se puede corregir dándole un mejor adiestramiento.

17. Descansar para superar la fatiga

Retraso que se da cuando el operario se repone de la fatiga. Puede reducirse en el ciclo de trabajo considerándose las condiciones de trabajo y si éstas son las indicadas para que éste pueda realizarse.

3.4.3. Equipo necesario para el estudio de tiempos

El equipo mínimo que se requiere para llevar a cabo un programa de estudio de tiempos comprende un cronómetro, un tablero o paleta para estudio de tiempos, formas impresas para estudio de tiempos y calculadora de bolsillo.

Además de lo anterior, ciertos instrumentos registradores de tiempo que se emplean con éxito y tienen algunas ventajas sobre el cronómetro, son las máquinas registradoras de tiempo, las cámaras cinematográficas y el equipo de videocinta.

Se observará que el equipo necesario para el estudio de tiempo o medición del trabajo, no es tan elaborado ni tan costoso como el que se requiere para el estudio de micromovimientos. En general, las aptitudes y la personalidad del analista de tiempos son lo básico para el éxito y no el equipo utilizado.

CRONÓMETROS. Varios tipos de cronómetros están en uso actualmente, la mayoría de los cuales se hallan comprendidos en alguna de las clasificaciones siguientes:

1. Aparato para decimales de minuto (de 0.01 min).
2. Aparato para decimales de minuto (de 0.001 min).
3. Aparato para decimales de hora (de 0.0001 de hora).
4. Cronómetro electrónico.

El cronómetro decimal de minutos tiene su carátula con 100 divisiones y cada una de ellas corresponde a 0.01 de minuto. Por lo tanto, una vuelta completa de la manecilla mayor requerirá un minuto. El cuadrante pequeño del instrumento tiene 30 divisiones, correspondiendo cada una a un minuto. Para cada revolución de la manecilla mayor, la manecilla menor se desplazará una división, o sea un minuto.

El cronómetro decimal de minutos tiende a ser el favorito de los analistas de tiempos por la facilidad con que se lee y registra. Su manecilla mayor se mueve a un 60% de la velocidad de la aguja mayor de un cronómetro decimal de hora, de suerte que los puntos terminales son más claros. Al registrar las medidas de tiempo, el trabajo del analista se simplifica porque las lecturas elementales se hacen en centésimos de minuto, eliminando los ceros que hay que anotar cuando se usa el cronómetro decimal de hora, el cual se lee en diezmilésimos de hora.

El cronómetro decimal de minutos de 0.001 minutos es parecido al cronómetro decimal de minutos de 0.01 minutos. En el primero cada división de la manecilla mayor corresponde a un milésimo de minuto. De este modo, la manecilla mayor o rápida tarda 0.10 minutos en dar una vuelta completa en la carátula, en vez de un minuto como en el cronómetro decimal de minutos de 0.01 minutos. Se usa este aparato sobre todo para tomar el tiempo de elementos muy breves a fin de obtener datos estándares. En general, el cronómetro de 0.001 minutos no tiene corredera lateral de arranque sino que se pone en movimiento, se detiene y se vuelve a cero oprimiendo sucesivamente la corona.

El cronómetro decimal de hora tiene la carátula mayor dividida en 100 partes, pero cada división representa un diezmilésimo (0.0001) de hora. Una vuelta completa de la manecilla mayor de este cronómetro marcará, por lo tanto, un centésimo (0.01) de hora, o sea, 0.6 minutos. La manecilla pequeña registra cada vuelta de la mayor, y una revolución completa de la aguja menor marcará 18 minutos, o sea, 0.30 de hora. En el cronómetro decimal de hora las manecillas se ponen en movimiento, se detienen y se regresan a cero de la misma manera que en el cronómetro decimal de minutos de 0.01 minutos.

El aparato decimal de hora es un medidor de tiempo práctico y ampliamente utilizado, ya que la hora es una unidad universal de tiempo que se emplea para expresar rendimiento. Debido a la velocidad de la manecilla mayor suele necesitarse una destreza mayor para leer este cronómetro al tomar el tiempo de elementos cortos. Algunos de los analistas de tiempos prefieren, por esta razón, el cronómetro decimal de minutos por su manecilla de menor velocidad.

Es posible montar cuatro cronómetros en un tablero, ligados entre sí, de modo que el analista pueda durante el estudio, leer siempre un cronómetro cuyas manecillas estén detenidas. Al accionar el cronómetro 1 (de izquierda a derecha), se prepara el cronómetro 2, detiene el 3 y arranca el 4.

Una práctica muy común consiste en usar un solo cronómetro en el tablero de observaciones. La mayor parte de los cronómetros se fabrican de modo que registren tiempos con exactitud de más o menos 0.025 minutos sobre 60 minutos de operación. Las especificaciones oficiales acerca del equipo de cronometraje permiten una desviación de 0.005 minutos por intervalo de 30 segundos. Todos los cronómetros deben ser revisados periódicamente para verificar que no están proporcionando lecturas "fuera de tolerancia". Para asegurar que haya una exactitud continua en las lecturas, es esencial que los cronómetros tengan un mantenimiento apropiado. Deben estar protegidos contra humedad, polvo y cambios bruscos de temperatura. Se les debe proporcionar limpieza y lubricación regulares (una vez por año es adecuado). Si tales aparatos no se emplean regularmente, se les debe dar cuerda y dejarlos marchar hasta que se les acabe una y otra vez.

Se dispone actualmente de cronómetros totalmente electrónicos. Estos aparatos proporcionan una resolución de un centésimo de segundo y una exactitud de 0.003%. Pesan unos 0.25 kilogramos y aproximadamente son de 13 cm de largo por 5 cm de ancho y 5 cm de grueso. Permiten cronometrar cualquier número de elementos y medir también el tiempo total transcurrido. Por lo tanto, proporcionan todas las ventajas de un estudio con cronómetros de regreso rápido y ninguna de sus desventajas. Los cronómetros electrónicos funcionan con baterías recargables.

DATAMYTE. El colector de datos DataMyte 1,000 (de estado sólido) operado con baterías es una alternativa práctica para un cronómetro mecánico o uno electrónico. Permite la introducción de datos observados y los graba en lenguaje computarizado en una memoria de estado sólido. Las lecturas de tiempo transcurrido se graban automáticamente. Todos los datos de entrada y los datos de tiempo transcurrido pueden transmitirse directamente del DataMyte a una terminal de computadora a través de un cable de salida. La computadora prepara resúmenes impresos, eliminando la laboriosa

tarea del cálculo manual común de tiempos elementales y permitidos y de estándares operativos.

Este instrumento portátil es autosuficiente y puede ser llevado por toda la fábrica u organización. Las baterías recargables suministran energía para alrededor de 12 horas de operación continua. Los estudios de tiempo efectuados con el DataMyte y una computadora toman un tiempo estimado de 50 a 60% del tiempo requerido por un cronómetro y una calculadora.

MÁQUINAS REGISTRADORAS DE TIEMPO. Hay en el mercado varias máquinas para estudio de tiempos muy versátiles que facilitan la medición exacta de intervalos de tiempo. Estas máquinas pueden ser utilizadas en ausencia del analista para medir el tiempo en que es productiva una instalación. Por ejemplo, en una registradora de ocho canales, dos terminales cualesquiera se pueden conectar a un sensor normalmente abierto que cierra sólo cuando es productiva o efectiva la máquina o actividad. En el papel de gráfica un estilete o trazador registra continuamente el estado de producción de una máquina o instalación. En este modelo se puede registrar la actividad de ocho instalaciones. Se dispone de velocidades de gráfica que varían desde 15 cm por hora hasta 12 m por hora dependiendo de la precisión de medición deseada. Una modificación de este equipo es su uso con control de botones, en la que cada canal se puede utilizar en relación con un elemento de trabajo específico. Esta adaptación es especialmente útil en estudios del tipo de muestreo de trabajo, en los que un profesional desea autoevaluar la distribución de su tiempo.

EQUIPO CINEMATOGRAFICO Y DE VIDEOCINTA. Las cámaras de estos equipos son ideales para registrar los procedimientos del operario y el tiempo transcurrido. Desgraciadamente, en la mayor parte de los casos no es posible emplear estos aparatos debido al costo de las películas y al tiempo que requiere el revelado de éstas. El empleo del equipo de videocinta continuará creciendo debido a la reducción en

costo del equipo de alta calidad y al refinamiento de los sistemas de datos de movimientos fundamentales.

Ambos métodos cinematográficos son especialmente útiles para establecer estándares por medio de una de las técnicas de tiempo de movimientos sintéticos. Al filmar a un operario y estudiar luego los movimientos cuadro por cuadro, el analista puede registrar los detalles exactos del método empleado y asignar valores de tiempo. También es posible establecer estándares proyectando las películas expuestas a la misma velocidad con que se tomaron, y calificar luego la actuación del operario. Todos los hechos necesarios para efectuar un trabajo regular y exacto de calificación o apreciación se pueden obtener observando la película tomada. Luego las mejoras potenciales de métodos se revelarán al ojo de la cámara cinematográfica, que de otra manera no sería posible descubrir con cronómetro o máquina para estudio de tiempos.

TABLERO PORTÁTIL PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS. Cuando se usa el cronómetro es necesario disponer de un tablero conveniente para fijar la forma impresa especial para estudio de tiempos y el cronómetro. Este tablero o paleta tiene que ser ligero, para no cansar el brazo, y suficientemente rígido y resistente para servir de respaldo adecuado a la forma de estudio de tiempos. La madera laminar de un cuarto de pulgada o plástico liso y duro como la baquelita, pueden ser materiales apropiados. El trabajo debe tener apoyos que se adapten al brazo y al cuerpo a fin de que se pueda sostener y escribir cómodamente en él.

El cronómetro se monta generalmente en el extremo superior derecho (en el caso de personas no zurdas), y al lado izquierdo un sujetador de resorte sostiene la forma impresa para estudio de tiempos. Estando de pie en la posición correcta el analista podrá muy bien mirar por encima de su cronómetro y seguir los movimientos del operario, mientras conserva dentro de su campo visual inmediato el cronómetro y la forma de registro para estudio de tiempos.

Para ayudar al analista en la calificación de actuaciones correspondientes a la operación que se estudia, es posible emplear en el tablero un monograma. Este medio permite al analista determinar sintéticamente el tiempo asignado a varios de los elementos de esfuerzo que comprende el estudio. La relación entre el valor sintético para un elemento dado, y el valor medio real que usa el operario, sirve de guía para determinar el factor de actuación. Este monograma es útil para establecer estándares para los therbligs alcanzar, asir, mover, colocar en posición y soltar cuando se ejecuten colectivamente.

EQUIPO AUXILIAR. El analista de tiempos encontrará que para facilitar el cálculo rápido y exacto en los estudios existen equipos adicionales. El más importante de estos instrumentos auxiliares es la calculadora electrónica, por medio de la cual pueden efectuarse correcta y rápidamente operaciones de cálculo del estudio de tiempos como multiplicación, división y proporciones, en una pequeña fracción del tiempo que llevaría hacerlo según los procedimientos aritméticos manuales.

Aun cuando en la mayor parte de los casos las máquinas-herramientas modernas, que cuentan casi siempre con su propia impulsión, indican la velocidad a la que trabajan en un sitio claramente visible, hay ocasiones en las que no es evidente la velocidad de funcionamiento. Además, las velocidades indicadas por el fabricante están basadas en diámetros de poleas que pueden haber sido alterados durante la preparación, o cambiados al efectuar el servicio de mantenimiento o revisión general de una máquina.

EQUIPO DE INSTRUCCIÓN Y ADIESTRAMIENTO. Conviene disponer de dos piezas no costosas de equipo que son útiles en la instrucción y adiestramiento del personal de estudio de tiempos. La primera es un descriptor o señalador de tiempos transcurridos al azar. Este dispositivo se puede programar (por medio de una leva especialmente perfilada) de modo que puedan completarse elementos sucesivos, es este caso de uno a nueve, y de manera que cada uno se efectúe en un periodo conocido. Al

finalizar cada elemento puede sonar un zumbador y encenderse una luz en el tablero. Las duraciones de los elementos son registradas por quien se ejercita a medida que ocurren. La persona en instrucción se guía por las señales luminosas y sonoras del final de cada elemento. El zumbador o la luz pueden quedar inactivos si se desea.

Este ejercicio proporciona práctica en la lectura del cronómetro en puntos terminales y en el registro del tiempo transcurrido. A medida que un operario domina los datos generales para una leva dada, debe cambiar a una leva nueva capaz de generar ciclos elementales mas cortos. Este dispositivo enseña al personal en instrucción la técnica de utilizar el oído y la vista en la identificación de puntos terminales. También da práctica en el manejo de dos o más elementos cortos que ocurren sucesivamente, y son seguidos por un elemento relativamente largo.

3.4.4. División de la operación en elementos

Para facilitar la medición, la operación se divide en grupos de therbligs conocidos por elementos. A fin de descomponer la operación en sus elementos, el analista debe observar al trabajador durante varios ciclos. Sin embargo, si el ciclo es relativamente largo (más de 30 min), el observador debe escribir la descripción de los elementos mientras realiza el estudio. De ser posible, los elementos en los que se va a dividir la operación deben determinarse antes de comenzar el estudio. Los elementos deben dividirse en partes lo más pequeñas posibles, pero no tan finas que se sacrifique la exactitud de las lecturas. Divisiones elementales de aproximadamente 0.04 min son las más pequeñas susceptibles de ser leídas consistentemente por un analista de tiempos experimentado. Sin embargo, se puede registrar con facilidad un elemento tan corto como de 0.02 min.

Para identificar el principio y el final de los elementos y desarrollar consistencia en las lecturas cronométricas de un ciclo a otro, deberá tenerse en consideración tanto el sentido auditivo como el visual. De este modo los puntos terminales de los elementos pueden asociarse a los sonidos producidos, como cuando una pieza terminada cae en su caja o depósito, cuando una herramienta de refrentado penetra en fundición, cuando una broca irrumpe en la pieza que se taladra y cuando un par de micrómetros se dejan en el banco o mesa de trabajo.

Cada elemento debe registrarse en su orden o secuencia apropiados e incluir una división básica del trabajo que termine con un sonido o movimiento distintivo. De esta manera, el elemento llevar la pieza a la mordaza manual del torno y apretar comprendería las divisiones básicas siguientes: Alcanzar la pieza, asir la pieza, mover o trasladar la pieza, ponerla en posición, alcanzar la llave del sujetador, asir la llave del sujetador. El punto final de este elemento se manifestaría por el sonido de la llave de la mordaza al ponerla en el cabezal del torno. El elemento poner la máquina en marcha comprendería: alcanzar palanca, asir la palanca, mover la palanca y soltar la palanca. La rotación de la máquina con los sonidos respectivos identificaría el punto terminal, de modo que las lecturas podrán hacerse exactamente en el mismo punto de cada ciclo.

Los analistas de tiempos de una misma compañía adoptan frecuentemente una división estándar de elementos para determinadas clases de máquinas, con objeto de asegurar uniformidad al establecer puntos terminales. Por ejemplo, todos los trabajos en taladradora de mesa de husillo, pueden dividirse en elementos estándar, así como todo el trabajo de torno es posible descomponerlo en una serie de elementos predeterminados. El tener elementos estándar como base para la división de una operación es de especial importancia en el establecimiento de datos estándar (véase en este capítulo).

Al dividir un trabajo en elementos, el analista debe conservar por separado el tiempo de máquina o de corte, del tiempo de esfuerzo o manipulación. Del mismo

modo, elementos constantes (o sea, aquellos elementos cuyos tiempos no varían dentro de un intervalo de trabajo específico) mantenerse separados de los elementos variables (aquellos cuyos tiempos varían en el intervalo especificado).

Una vez que se realiza la adecuada separación de todos los elementos que constituyen una operación, será necesario que se describa cada elemento con toda exactitud. El final o terminación de un elemento es, automáticamente, el comienzo del que le sigue y suele llamarse punto terminal. La descripción de este punto terminal debe ser tal que pueda ser reconocido fácilmente por el observador. Esto es especialmente importante cuando el elemento de operaciones de corte, la alimentación, la velocidad, la profundidad y la longitud del corte deben anotarse inmediatamente después de la descripción del elemento.

Cuando un elemento se repite, no es preciso describirlo por segunda vez, sino únicamente indicar en el espacio en que debería ir la descripción, el número con que se designó al aparecer por primera vez.

3.4.5. Métodos de toma de tiempos

Existen dos técnicas para anotar los tiempos elementales durante un estudio. En el método continuo se deja correr el cronómetro mientras dura el estudio. En esta técnica, el cronómetro se lee en el punto terminal de cada elemento, mientras las manecillas están en movimiento. En el método continuo se leen las manecillas detenidas cuando se usa un cronómetro de doble acción. También, un instrumento electrónico de estudio de tiempo puede proporcionar un valor numérico inmóvil.

En la técnica de regreso a cero el cronómetro se lee a la terminación de cada elemento, y luego las manecillas se regresan a cero de inmediato. Al iniciarse el

siguiente elemento las manecillas parten de cero. El tiempo transcurrido se lee directamente en el cronómetro al finalizar este elemento y las manecillas se devuelven a cero otra vez. Este procedimiento se sigue durante todo el estudio.

Al comenzar el estudio el analista de tiempos debe avisar al operario que lo va a hacer, y darle a conocer también la hora exacta del día en que se empezará, de modo que el operario pueda verificar el tiempo total. Debe anotarse en la forma impresa la hora en que inició el estudio, inmediatamente antes de poner en marcha el cronómetro.

3.4.6. Número de ciclos a observar

El número de ciclos que deben observarse depende de la duración promedio del ciclo y de la naturaleza de la actividad. Es lógico esperar que la duración de cada uno de los elementos para realizar una operación, varíe de ciclo a ciclo. Esta variación es producto de varios factores:

1. El operario no es una máquina que trabaja a velocidad constante.
2. Variación en la posición de las piezas o herramientas que se utilizan en el ciclo.
3. Errores en las lecturas del analista.

Es estudio de tiempos es un proceso de muestreo y por lo mismo entre mayor sea el número de observaciones, más seguros estaremos de la veracidad de los resultados. A mayor variación en las lecturas de un ciclo o elemento, mayor será el número de observaciones necesarias. Estadísticamente se puede encontrar el número de ciclos que se deben observar (tamaño de la muestra), basándose en las desviaciones o variaciones de las lecturas. Pero esto muchas veces no está de acuerdo con el aspecto económico, ya que un tamaño de muestra demasiado grande (número de observaciones), podría no ser rentable.

3.4.7. Calificación de la actuación del operario

Antes de que el observador abandone la estación de trabajo, tiene que haber dado una calificación justa de la actuación del operario. Es costumbre aplicar una calificación a todo el estudio cuando se trata de ciclos cortos de trabajo respectivo. Sin embargo, cuando los elementos son largos y comprenden movimientos manuales diversos, es más práctico evaluar la ejecución de cada elemento tal como ocurre durante el estudio. La forma impresa para estudio de tiempos tiene sitio, tanto para la calificación global, como para la calificación de elementos individuales.

Puesto que el tiempo real que se requiere para llevar a cabo cada elemento del estudio, depende del alto grado de la habilidad y del esfuerzo del operario, es necesario ajustar al valor normal o estándar el tiempo de un buen trabajador y el de un operario deficiente.

En el sistema de calificación de la actuación, o nivelación, el analista evalúa la eficiencia del operador en términos de su concepto de un operario "normal" que ejecuta el mismo elemento. A esta efectividad o eficiencia se la expresa en forma decimal o en por ciento y se asigna al elemento observado. Un operario normal se define como un obrero preparado, altamente calificado y con gran experiencia, que trabaja en las condiciones que suelen prevalecer en la estación de trabajo a una velocidad o ritmo no muy alto ni muy bajo sino uno representativo del promedio. El trabajador normal sólo existe en la mente del analista de tiempos, y el concepto es el resultado de un exigente entrenamiento y una amplia experiencia en la medición de una gran variedad de trabajos.

El principio básico de la calificación de la actuación de un operario es el saber ajustar el tiempo medio para cada elemento aceptable efectuado durante el estudio, al tiempo que hubiera requerido un operario normal para ejecutar el mismo trabajo. Para hacer una buena labor de calificación de actuación el analista de tiempos debe

despojarse de todo prejuicio y apreciación normal, y de cualquier otro factor variable, y solamente tomar en consideración la cantidad de trabajo que haría el trabajador normal.

3.4.8. Tolerancias

Los márgenes o tolerancias constituyen un factor de mucha importancia en el diseño de un proceso de manufactura. Ya que el operario por un sin número de situaciones, ya sea de orden personal o por fallas mecánicas, tiende a perder cierta cantidad de tiempo, siendo por esto necesario que el analista se percate dónde está la falla o error para tratar de reducir esta pérdida a un tiempo mínimo. Esto con el fin de elevar la eficiencia del proceso de producción.

Sin embargo, siempre se tendrán tolerancias, porque los operarios, en la medida en que incrementan la cantidad de trabajo, más se cansarán; por lo que necesitan un margen de tiempo para reponerse. Es necesario mencionar que mientras más agotador sea el trabajo que se está realizando, más rápido será el cansancio adquirido y más tardará su recuperación, por lo que éste debe ser satisfecho, ya que de no ser así, más alto será el porcentaje de errores que cometa, lo que puede ser perjudicial al proceso de producción.

Las tolerancias se aplican en varias actividades y situaciones de cualquier proceso, las más importantes son: tolerancias por retrasos inevitables, retrasos evitables, tolerancias por fatiga y actividades personales

3.4.9. Tiempo estándar

El tiempo estándar para una operación determinada, es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, y trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación. Este tiempo se determina, sumando todos los tiempos elementales asignados, de los elementos que comprenden el estudio de tiempos. Los tiempos elementales asignados, se determinan multiplicando el tiempo medio elemental transcurrido, por un factor de conversión. Luego tenemos:

$$T_a = T_m F_c$$

Donde:

T_a = Tiempo elemental asignado.

T_m = Tiempo medio elemental.

F_c = Factor de conversión que se obtiene multiplicando el factor de calificación de la actuación, por uno más la tolerancia aplicada.

3.4.10. Datos estándares

Los datos de tiempo estándar en su mayor parte son estándares de tiempo elementales tomados de estudios de tiempos que han demostrado ser satisfactorios. Estos estándares elementales se clasifican y archivan de modo que puedan ser encontrados fácilmente cuando sea necesario. Del mismo modo que un ama de casa consulta su libro de cocina para determinar en qué tiempo debe preparar la mantequilla y el azúcar, durante cuántos minutos batir la mezcla y, luego, qué tiempo deberá hornear un pastel, el analista consultará sus datos estándares para determinar en qué tiempo un operario normal debe tomar una pieza fundida pequeña y colocarla en una plantilla, cerrar ésta y asegurar la pieza con un sujetador de acción rápida, avanzar el husillo de la taladradora y realizar el resto de los elementos necesarios para manufacturar la pieza.

Los datos estándares pueden ser de varios niveles de perfeccionamiento: movimiento, elemento y tarea. Cuando más perfeccionado o refinado sea el elemento de dato estándar, tanto más amplio será su intervalo de uso. Los datos estándares de movimiento tienen así la mayor aplicación, pero toma más tiempo desarrollar un estándar que cuando se usan datos estándares de elemento o tarea. Los datos estándares de elemento tienen amplia aplicación y permiten el desarrollo de estándares más rápido que si se usan datos de movimiento.

La aplicación de los datos de tiempo estándar es, fundamentalmente, una extensión de la misma clase de proceso que se empleó para llegar a los tiempos asignados, mediante el estudio de cronómetros. Cuando se habla de datos estándares en la actualidad, uno se refiere a todos los estándares tabulados de elementos, gráficas o diagramas, nomogramas y tablas que se recopilan para poder efectuar la medida de un trabajo específico, sin necesidad de un instrumento de medición de tiempo, como un cronómetro.

Los estándares para trabajos nuevos generalmente pueden calcularse con más rapidez por medio de datos de tipo estándar que por medio de un estudio cronométrico. La rapidez con que se establecen los estándares mediante los datos mencionados permite el establecimiento de estándares para operaciones de mano de obra indirecta, lo cual suele ser poco práctico si se hace por métodos de cronómetro. Típicamente, un analista de medición del trabajo establecería 5 tasas por día si utilizara métodos cronométricos, pero podría establecer 25 tasas diarias con la técnica de datos estándares. El empleo de los datos de tipo estándar permite establecer estándares de tiempo para una amplia variedad de trabajos.

3.4.11. Sistemas de tiempos predeterminados

Desde la época de Taylor, en la administración industrial se ha advertido la conveniencia de tener tiempos estándares asignados a las diversas divisiones básicas de una actividad u operación. Nunca ha sido una cuestión de necesidad, sino una controversia de cómo valores de tiempo pueden ser asignados prácticamente a diversas divisiones básicas. En años recientes se ha visto un considerable progreso en la asignación de valores de tiempo confiables a elementos básicos de trabajo. Estos valores de tiempo se refieren a tiempos de movimientos básicos. También se les conoce como tiempos sintéticos o predeterminados.

Los tiempos de movimientos básicos son una reunión de tiempos estándares válidos asignados a movimientos fundamentales y grupos de movimientos que no pueden ser evaluados precisamente con los procedimientos ordinarios de estudio de tiempos con cronómetro. Son el resultado de estudiar una gran muestra de operaciones diversificadas con un dispositivo de medición de tiempo, como una cámara de cine o video grabación capaces de medir lapsos muy pequeños. Los valores de tiempo son sintéticos en tanto que a menudo son resultado de combinaciones lógicas de therbligs. Por ejemplo, los analistas han establecido una serie de valores de tiempo para diferentes categorías de asir. Los "therbligs" buscar, seleccionar y alcanzar pueden ser parte del tiempo de asir o coger. Los valores de tiempo son básicos en el sentido de que refinamientos posteriores no sólo son difíciles sino imprácticos. Por tanto, los tiempos de movimientos básicos frecuentemente se denominan también tiempos de movimientos básicos sintéticos.

En la actualidad, los analistas de métodos en activo pueden obtener información de muchas fuentes para establecer valores sintéticos. Es esencial un gran entrenamiento especializado antes de poner en práctica la aplicación de cualesquiera de las técnicas que serán analizadas

3.4.12. La técnica "modapts"

MODAPTS (Arreglo modular de estándares de tiempos predeterminados). La unidad básica en "MODAPTS" es el simple movimiento de un dedo. Todas las demás actividades son expresadas en términos de este movimiento del dedo o módulo. Sólo hay ocho valores diferentes: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 17, 30 MODS o arreglos modulares. Estos ocho valores MOD son aplicados a 21 tipos de actividades derivados del movimiento de los dedos, extremidades, cuerpo y ojos.

Los elementos de "MODAPTS" se presentan en tres grupos: elementos de movimiento, elementos terminales y elementos de apoyo. Existen elementos tanto para los objetos pequeños/ligeros como para los objetos grandes/pesados.

En "MODAPTS" la primera identificación es para el tipo de movimiento y la segunda etiqueta es la que indica lo que sucede al final del movimiento o actividad terminal. Hay dos categorías de actividades terminales: obtención del control y cosas al destino. Cada categoría tiene tres diferentes valores MOD, los cuales se seleccionan con base en el tipo de actividad terminal. La unidad de tiempo usada por "MODAPTS" se llama un MOD ("MODAPTS" contiene algunos valores fraccionarios pero no muchos). Quienes lo crearon hicieron todo lo posible por evitar los valores fraccionarios con el propósito de hacer que el sistema fuera simple de memorizar y aplicar.

La tarea más difícil fue la determinación del valor MOD correcto para cada movimiento. Esto se consiguió al asignar primero todos los valores razonables a cada movimiento para luego encontrar y seleccionar el que producía resultados satisfactorios.

Cada movimiento en "MODAPTS" se identifica con un código de dos partes. La primera parte es una letra del alfabeto y la segunda parte es un número.

3.4.13. Muestreo del trabajo

El muestreo del trabajo es una técnica que se utiliza para investigar las proporciones del tiempo total dedicadas a las diversas actividades que componen una tarea, actividad o trabajo. Los resultados del muestreo sirven para determinar tolerancias o márgenes aplicables al trabajo, para evaluar la utilización de las máquinas y para establecer estándares de producción. Esta misma información se puede obtener mediante procedimientos de estudios de tiempos. El muestreo de trabajo es un método que con frecuencia proporcionará la información con mayor rapidez y a un costo considerablemente menor que por técnicas cronométricas.

Al llevar a cabo un estudio de muestreo de trabajo el analista realiza un número de observaciones comparativamente grande a intervalos al azar. La relación del número de observaciones de un cierto estado de actividad al número total de observaciones efectuadas, dará aproximadamente el porcentaje de tiempo que el proceso está en ese estado de actividad. Por ejemplo, si 1,000 observaciones a intervalos casuales en un período de varias semanas demostraron que un cierto torno automático estaba trabajando en 700 ocasiones y que en 300 de ellas estaba inactivo por diversas razones, sería entonces razonablemente cierto que el tiempo muerto de la máquina es de 30% del día de trabajo, o sea, 2.4 horas, y que el funcionamiento efectivo de la máquina sería de 5.6 horas por día. La aplicación del muestreo de trabajo fue realizada por primera vez por L. H. C. Tippett en la industria textil de Gran Bretaña. Posteriormente, con el nombre de estudio de relación de demora recibió considerable atención en Estados Unidos. La exactitud de los datos determinados por muestreo de trabajo depende del número de observaciones, y a menos que el tamaño de la muestra sea de la magnitud suficiente, ocurrirán resultados inexactos e incorrectos.

3.4.14. Implantación del método propuesto

En el procedimiento de estudio de los métodos y medición del trabajo, el paso que sigue al del diseño y elaboración es el de lograr la aceptación del método propuesto. Esta etapa es tan importante como cualquiera de las precedentes, puesto que un método que no se acepta tampoco será implantado.

El analista debe recordar que todo ser humano resiente naturalmente, casi siempre, el que otros traten de influir en su modo de pensar. Cuando alguien se acerca con una idea nueva, la primera reacción es por instinto la de ponerse a la defensiva. Se cree que es necesario proteger la propia individualidad y preservar nuestro ego. Y en todos los casos ser lo suficientemente egoísta o egotista para considerar con convicción que nuestras ideas son mejores que las de los demás. Es natural que se reaccione así, aun si la nueva idea redundara en provecho propio. Si la idea tiene algún mérito, uno resiente no haberla pensado primero.

Algunas técnicas que usa frecuentemente el analista para ayudar a obtener la aceptación de sus ideas son: instalar la idea en la mente de otra persona, no dar muestras de estar ansioso de que se acepte una idea y presentar objeciones contra su propia idea.

La exposición del método propuesto debe hacer hincapié en las economías. Las economías de material (tanto directo como indirecto) y los ahorros en mano de obra directa e indirecta, deben ser realizados en el estudio que presente el analista. La segunda parte más importante de la presentación es la que estudia la amortización del capital invertido.

Una vez que se ha presentado convenientemente el método propuesto y logrado su aceptación, lo que sigue es su implantación. Esta fase, como la de presentación, exige habilidad en la venta. Durante la etapa de implantación, el analista de éxito

continuamente estará tratando de vender su método a ingenieros y técnicos en su propio nivel, a directivos y supervisores, al personal laborante y a sus representantes sindicales. La actividad del analista de métodos durante la presentación y la implantación del método propuesto se concretará a lograr su adopción, tanto por parte del personal de jerarquía superior como del intermedio y el de rango inferior.

3.5. Sistemas de salarios con incentivos

Los factores principales en la creación de trabajadores altamente productivos y satisfechos son las recompensas y el reconocimiento por desempeño efectivo. La recompensa debe ser significativa para un trabajador, tanto de tipo económico como psicológico, o de ambos tipos. La experiencia ha demostrado que los trabajadores no aportarán un esfuerzo extra o sostenido a menos que se les ofrezcan incentivos, del tipo directo o indirecto. Por muchos años los incentivos se han venido usando, en una forma u otra, en negocios y empresas industriales. En la actualidad, debido a la creciente necesidad que existe en los negocios e industrias de incrementar la productividad para contener la espiral inflacionaria y mejorar su posición en el mercado mundial, las ventajas del pago de incentivos en los salarios no deberán ser desestimadas. Únicamente cerca del 25% de los trabajadores de fábricas o plantas industriales se encuentran ahora dentro de un plan de incentivos. Si esta cifra se duplicara en los siguientes años mediante las implantaciones e instalaciones adecuadas, la mejoría en la productividad podría ser notabilísima.

Siendo los beneficios marginales o prestaciones cada vez más significativos (hoy día, en promedio, son cerca del 30% del importe de la mano de obra directa), es importante que estos costos se repartan entre un mayor número de unidades de producción.

En general, todos los planes de pago de incentivos que tienden a incrementar el rendimiento del trabajador, quedarán en alguna de las siguientes clases: planes económicos directos, planes económicos indirectos, y planes no económicos. Antes de que el analista diseñe un plan de pago de incentivos para una empresa determinada, es aconsejable que revise los puntos fuertes y débiles de planes anteriores.

3.5.1. Sistemas económicos directos

Los planes económicos directos son aquellos en los que la remuneración al trabajador va de acuerdo con su rendimiento. En esta categoría están incluidos los planes de incentivos individuales y los de grupos. En el tipo de plan individual, la retribución a cada trabajador está basada en su actuación productiva durante el periodo de que se trate. Los planes de grupos se aplican a dos o más personas que trabajen en equipo, y en operaciones de que alguna manera dependen unas de otras. En estos planes, la compensación monetaria a cada trabajador depende de la tasa salarial base y de la actuación del grupo en el tiempo en cuestión.

El incentivo para trabajos de esfuerzo individual extraordinario o prolongado es menor en los planes de grupos que en los individuales. Por lo tanto, ha habido tendencia en la industria a favorecer los métodos de incentivos individuales. Además de originar una más baja productividad global, los planes de grupos tienen otros inconvenientes: conflictos personales debidos a la falta de uniformidad de la producción y a la uniformidad de las percepciones salariales, y dificultades en justificar diferencias en salarios básicos para las diversas oportunidades dentro del grupo.

Desde luego también es cierto que los planes de grupos ofrecen ventajas sobre los de incentivos particulares siendo las más notables las siguientes: facilidad de implantación debida a la menor dificultad en medir la productividad de un grupo que un

individuo; y reducción de los costos administrativos por la disminución del papeleo, menor necesidad de verificación de inventarios e inspección durante el proceso.

En general, son de esperar mayores tasas de producción y menor costo unitario del producto al emplear planes de incentivos individuales. Si su implantación es práctica el sistema de incentivos individuales será preferible al sistema de grupos. Por otra parte, el método de grupos tiene más aplicación donde es difícil medir la productividad personal, y donde el trabajo de cada trabajador es variable y suele ser ejecutado frecuentemente en cooperación con otros en forma de cuadrilla. Por ejemplo, donde cuatro trabajadores laboran juntos en una prensa de extrusión para conformar barras de latón, pero un plan de grupos sería conveniente.

La mayoría de los planes individuales pueden quedar en dos clasificaciones de los planes económicos directos. Tales clasificaciones según los planes específicos representativos son como sigue:

1. El trabajador participa en todas las ganancias que provienen de exceder el estándar.
 - a. Trabajo por pieza o destajo.
 - b. Plan de horas estándares.
 - c. Plan de Taylor: destajo diferencial.
 - d. Plan de Merrick: destajo múltiple.
 - e. Trabajo por día medido.
2. El trabajador comparte las utilidades de la empresa.
 - a. Plan de Halsey.
 - b. Plan de Badaux: sistema de puntos.
 - c. Plan de Rowan.
 - d. Plan de Emerson.
 - e. Planes de participación en las economías de costos.
 - f. Participación de utilidades.

Existen varios planes en los que se han establecido empíricamente las relaciones entre la producción y las utilidades, y según diferentes niveles de actuación, estos planes pueden adjudicar al trabajador la percepción de la totalidad o una parte de las ganancias. Los planes con estas características se han incluido, para simplificar, en el grupo de compartición de utilidades con la empresa.

3.5.2. Sistemas económicos indirectos

Para muchas personas, la palabra compensación es sinónimo de salario. Cualquier otro ingreso que proporcione la organización se considera con frecuencia como algo de importancia muy secundaria, haciendo que el término prestación se relegue a los aspectos suplementarios. En realidad, la tendencia ha sido, claramente, a experimentar una expansión de las prestaciones y los servicios, que han crecido más, proporcionalmente hablando, que los sueldos y los salarios, durante los últimos veinte años. Es cierto que en Latinoamérica la mayor proporción de la compensación aún corresponde a sueldos y salarios, pero en ciertas naciones industrializadas, como en Estados Unidos, las prestaciones ya constituyen 37% del total de las compensaciones, y la tendencia es, a todas luces, igual en América Latina.

Una lista tentativa de algunos de los servicios y prestaciones que las empresas proporcionan a sus colaboradores, al margen de las prestaciones de ley, convencerá a los escépticos que suponen que las prestaciones sólo absorben un mínimo porcentaje de los recursos de la organización. Entre los servicios más comúnmente proporcionados se cuentan los seguros de vida contratados a nivel de grupo, seguros contra accidentes, seguros médicos paralelos al Seguro Social, servicios dentales, planes para la adquisición de acciones, planes de impulso a las actividades deportivas, prestaciones especiales para los periodos de vacaciones, prestaciones por nacimiento de un hijo, matrimonio, muerte de un pariente próximo y otros acontecimientos sociales; servicios

de alimentos en un establecimiento de la empresa, ayudas para la preparación académica de los empleados o sus hijos y guarderías para los empleados con niños pequeños. Esta lista es sólo parcial; prácticamente toda organización de mediano o gran tamaño puede incluir varias prestaciones y servicios adicionales.

Es conveniente destacar que las prestaciones y servicios incluyen una amplia gama de renglones adicionales a la compensación salarial. Al contrario de lo que ocurre en el caso de los sueldos y salarios, que se vinculan directamente con el desempeño, las prestaciones y servicios se conceden por el mero hecho de pertenecer a la organización, lo cual significa una diferencia de importancia radical.

Al margen de las compensaciones indirectas que determine cada organización existen determinadas obligaciones legales, que ya varían de país a país y de una a otra zona dentro de una sola nación.

3.5.3. Sistemas no económicos

Los incentivos no económicos comprenden todas aquellas recompensas o retribuciones que no tienen relación con los salarios y que, sin embargo, levantan la moral del trabajador en grado tal que se hace evidente el aumento en esfuerzo y empeño. En esta categoría se tienen aquellas políticas de empresa que fomentan el desarrollo de conferencias periódicas acerca de prácticas de taller, círculos de control de calidad, conversaciones frecuentes entre el supervisor y el operario, ubicación apropiada del trabajador, innovaciones y mejoras a las técnicas de trabajo, premiación de sugerencias en forma no económica, mantenimiento de condiciones laborales ideales, publicación de los registros de actuación individuales en la producción, y muchas otras prácticas que utilizan supervisores, gerentes y directores concienzudos y de visión. Todos estos

planteamientos están encaminados a motivar mejorando el entorno de trabajo. Frecuentemente se denominan planes de la vida de trabajo.

3.5.4. Características de un buen sistemas de salarios con incentivos

Ciertamente la mayoría de las empresas que utilizan planes de incentivos están en favor de su continuación y creen que sus planes están incrementando la tasa de producción, abatiendo los costos totales por unidad, reduciendo los costos de supervisión y elevando los ingresos de sus empleados.

Antes de implantar un programa de incentivos, la empresa debe efectuar investigaciones en sus factorías para estar segura de que se tienen las condiciones necesarias para implementar un plan de incentivos. En primer lugar, se debe introducir una política de estandarización de métodos a fin de que pueda lograrse una medición válida de trabajo. Si cada operario sigue sus propias pautas en la realización de su trabajo, y la secuencia de elementos no ha sido estandarizada, entonces la organización industrial no estará en condiciones de admitir la implantación de un sistema de incentivos en salario.

La programación del trabajo se debe manejar de modo que exista siempre un conjunto de órdenes de trabajo para cada operario, y se reduzcan así al mínimo las oportunidades de que quede sin nada que hacer. Por supuesto, lo anterior implica que se tengan las existencias adecuadas del material, y que las máquinas y las herramientas cuenten con el debido mantenimiento. Asimismo, los salarios base establecidos deben ser justos y tener la suficiente amplitud entre clases de trabajo para tener en cuenta los puestos en que se requiere más destreza, esfuerzo y responsabilidad. De preferencia, los

salarios base se deben establecer mediante un adecuado programa de evaluación del trabajo.

Por último se deben desarrollar estándares de actuación apropiados antes de que se implante un plan de incentivos. En ningún caso las tasas salariales se deben fijar por juicio personal o registros antiguos de actuación laboral. Para estar seguros de que son correctos, debe utilizarse alguna forma de medición del trabajo basada en los métodos de estudio de tiempos o de muestreo.

Una vez satisfechos estos requisitos y que la empresa haya aceptado cabalmente un sistema de pago de incentivos, la compañía estará en condiciones de diseñar el sistema más conveniente.

3.6. Entrenamiento de personal

El primer paso en el entrenamiento es determinar qué tipo de capacitación se requiere. La evaluación de las necesidades de capacitación de individuos que son nuevos en sus puestos es relativamente sencilla. La tarea principal es determinar lo que comprende el puesto y dividirlo en subtareas, cada una de las cuales deberá ser aprendida posteriormente por el nuevo empleado. Sin embargo, el evaluar las necesidades de capacitación de los empleados actuales puede ser más complejo. En este caso, generalmente la necesidad de capacitación deriva de problemas (como un exceso de desperdicio), por lo que se tiene la tarea adicional de decidir si la capacitación es en realidad la solución. Con frecuencia, por ejemplo, el desempeño ha bajado debido a que los criterios de ejecución no son claros o porque la persona simplemente no está motivada.

Las dos técnicas principales para determinar los requerimientos de capacitación son el análisis de la tarea y el análisis del desempeño. Aproximadamente el 19% de los empleadores encuestados en un estudio dijeron que utilizaban el análisis de la tarea (un análisis de los requerimientos del puesto) para determinar la capacitación requerida. El análisis del trabajo resulta especialmente apropiado para determinar las necesidades de capacitación de los empleados que son nuevos en sus puestos. Aproximadamente la mitad de las empresas encuestadas dijeron que utilizaban el análisis del desempeño para determinar los requerimientos de la capacitación; esto básicamente comprende evaluar el desempeño de los empleados actuales para determinar si la capacitación podría reducir problemas en la ejecución como el exceso de desperdicio o una baja producción. Otras técnicas al parecer utilizadas para identificar las necesidades de capacitación son a saber, informes de los supervisores, registros de personal, solicitudes de la gerencia, observaciones, pruebas de conocimiento del puesto y cuestionarios.

Hasta cierto punto, el programa de capacitación reflejará también los planes generales de personal de la empresa, planes que en sí mismos derivan de las metas de la organización. Por lo tanto, la meta de una cadena de tiendas departamentales de duplicar sus establecimientos en el sur significa que deberán trazarse planes para contratar personal para estos nuevos locales; estos planes a su vez requerirán que se seleccione y capacite a los empleados para las aperturas de los nuevos establecimientos.

EL PROCESO BÁSICO DE LA CAPACITACIÓN. El propósito de la evaluación es determinar si existe una deficiencia en el desempeño que pueda ser corregida mediante la capacitación. Posteriormente, si se identifican una o más deficiencias que se puedan eliminar, es necesario fijar objetivos de capacitación; en este punto se especifica en términos y observables el desempeño que se espera obtener de los empleados que serán capacitados. En el paso de capacitación se escogen las técnicas reales de capacitación y se lleva a cabo el entrenamiento. Finalmente, debe haber un paso de evaluación. Es

aquí donde se comparan los desempeños de antes y después de la capacitación de los empleados, y por tanto se evalúa la eficacia del programa.

3.6.1. Introducción del nuevo empleado a la empresa

Una vez que se ha reclutado con éxito y seleccionado a los empleados, el siguiente paso es inducirlos. Para que ocurra la motivación, los empleados deben creer que el esfuerzo producirá recompensas; y es mediante la inducción que se les proporciona el conocimiento que necesitan para desempeñar satisfactoriamente sus tareas y obtener esas recompensas.

¿Por qué utilizar la inducción? Piense por un momento en cómo se sintió durante su primer día en un empleo. Si es como la mayoría de las personas, estuvo un poco tenso y su nivel de ansiedad probablemente fue mayor que lo habitual. Recuerde qué aliviado se sintió cuando algunos de los compañeros lo invitaron a comer. Este tipo de “nervios del primer día” son normales en los nuevos empleados.

La inducción a los empleados está dirigida a minimizar esos problemas. Su propósito es presentar al nuevo empleado a la organización y viceversa, ayudarles a familiarizarse e integrarse entre sí.

Problemas de ingreso. Existen tres razones principales para ese nerviosismo de los primeros días. Una es que cualquier situación nueva presenta un cambio, y cuanto más diferentes sean las cosas, más cambio e incertidumbre tendrá que enfrentar la persona.

Las expectativas poco realistas son un segundo problema. Los nuevos empleados con frecuencia tienen expectativas poco realistas sobre las ventajas de sus

nuevos empleos y normalmente quedan impactados por la realidad de obtener menos de lo que habían negociado. Hall llama a esto el shock de la realidad, condición causada por la incompatibilidad entre lo que los empleados esperan en sus nuevos empleos (en términos de retos, por ejemplo) y las realidades que enfrentan (quizás en términos de un primer empleo aburrido).

Finalmente, la sorpresa puede producir ansiedad. La primera sorpresa surge con frecuencia cuando no se cumplen las expectativas sobre el trabajo, como cuando las expectativas poco realistas referentes al reto que implica el empleo chocan con un puesto que no exige mucho. La sorpresa podría surgir también cuando no se cumplen las expectativas sobre uno mismo, o cuando las características del empleo, como la necesidad de trabajar hasta tarde, no se habían anticipado.

Es importante que los empleados al ingresar a la empresa, reciban toda la información necesaria; la inducción y la socialización ayudaran a resolver las inquietudes que puedan tener.

La socialización cumple con varios propósitos. Reduce la ansiedad de los nuevos empleados al familiarizar a la persona con lo que se espera de ella en términos de actitudes, valores y conductas. Ayuda a asegurar una conducta consistente y predecible al moldear las actitudes y valores de los empleados de acuerdo con las de la empresa. Reduce la necesidad de políticas, procedimientos y reglas, al punto en que los empleados saben cómo actuar y lo hacen. Al hacer que el nuevo empleado se sienta como de la familia puede incrementar el compromiso de la persona con la organización, y en ese sentido podría fortalecer la moral, reducir la rotación de personal y producir un desempeño superior al que podría ocurrir en su ausencia. Por lo tanto, la socialización es un proceso importante de personal.

Técnicas de inducción y socialización. La inducción significa proporcionar a los nuevos empleados la información básica sobre la empresa, información que necesitan para desempeñar satisfactoriamente sus labores. La inducción en realidad es un componente del proceso de socialización que utiliza la empresa con sus nuevos miembros, un proceso continuo que involucra el inculcar en todos los empleados las actitudes, estándares, valores y patrones de conducta prevalecientes que espera la organización y sus departamentos. Si se maneja adecuadamente la inducción inicial puede ayudar a reducir el nerviosismo de los primeros días, así como el shock de la realidad que la persona podría experimentar.

Los programas de inducción van desde breves introducciones informales hasta programas formales y extensos. En el segundo caso, generalmente se proporcionan al empleado un manual o materiales impresos que cubren cuestiones tales como los horarios, revisiones del desempeño, ingreso en la nómina y vacaciones, así como un recorrido por las instalaciones. En el manual de orientación con frecuencia hay información adicional: prestaciones a los empleados, políticas de personal, la rutina diaria del empleado, organización y operaciones de la compañía, así como medidas y regulaciones de seguridad.

3.6.2. Presentación de la información

La manera de presentar la información cuando se va a dar adiestramiento a un empleado, es determinante para el aprendizaje. Algunas reglas que ayudan a una buena presentación de la información son las siguientes:

1. Nunca trate de explicar todo al mismo tiempo.
2. Explique lentamente los detalles.
3. Nunca haga obvia su impaciencia, domínela de manera que nadie la note.

4. Utilice lenguaje común para que el empleado comprenda, si usa lenguaje técnico probablemente el empleado no entenderá y tampoco hará preguntas por miedo a parecer un ignorante.

3.6.3. Objetivos del entrenamiento

Fijar objetivos del entrenamiento concretos y evaluables es la base que debe producirse a partir de haber determinado las necesidades de entrenamiento.

Los objetivos de comportamiento bien escritos especifican lo que podrá lograr el empleado después de concluir con éxito el programa de entrenamiento. Por lo tanto, ofrecen un centro de atención para los esfuerzos tanto del empleado como del instructor, así como un punto de referencia para evaluar los logros del programa de entrenamiento.

Principios básicos del entrenamiento. Los elementos fundamentales de un entrenamiento efectivo, son los mismos que se necesitan para dominar las operaciones necesarias para un torno, una prensa, un soldador o una máquina de coser. El programa de entrenamiento no puede darnos una medida completa de la efectividad a menos que se haga un buen uso de la información disponible en el aprendizaje de los operarios.

3.6.4. Curva de aprendizaje

Está bien establecido que el tiempo que le lleva a una persona ejecutar una tarea dependerá entre otros factores, de la experiencia del operario, y de que se relacionen la velocidad de ejecución y el número de repeticiones siguiendo una curva (eje X = número de repeticiones, eje Y = tiempo de operación)

Algunos observadores dicen detectar un aprendizaje notable incluso para tareas de ciclo corto después de 1,000 o más repeticiones. Parece que la pendiente de la curva en cualquier punto depende de la inteligencia, motivación y edad. Las organizaciones, que son grupos de individuos, parecen también presentar las mismas características de aprendizaje pero en forma más predecible.

Aspectos de la curva de aprendizaje. El proceso de aprendizaje de una organización no es más automático que el de un individuo y, como sucede con el individuo, parece que el factor más importante es la motivación, que surge de la creencia de que algo se puede aprender y que es deseable que se aprenda. Una organización que crea tener necesidad para mejorar, posiblemente no tendrá ningún aprendizaje marcado.

Aparte de esta apatía, hay otros factores que bloquean el aprendizaje:

- a) La falta de continuidad. Si un proceso se repite, luego se detiene y se reinicia después de una pausa, el tiempo medio aumentará inmediatamente después de la pausa.
- b) Restricciones en la producción. Algunas circunstancias pueden suscitar restricciones en la producción, por ejemplo, la operación de ciertos esquemas de incentivos, la existencia de una política de precios a costo alzado y la creencia o conocimiento de que el trabajo llega a su fin.

3.6.5. Métodos de entrenamiento

Después de determinar las necesidades del entrenamiento los empleados (en particular las tareas y habilidades para las que requieren entrenamiento y el conocimiento que necesitan) y de fijar los objetivos del entrenamiento, se puede proceder al entrenamiento real. La técnica de entrenamiento que se utilice (entrenamiento en el puesto, aprendizaje programado u otros) dependerá de varios

aspectos, como la naturaleza de las tareas y la experiencia que hay que obtener, el número de empleados a capacitar y los recursos de la empresa.

Entrenamiento en el puesto. Prevé que una persona aprenda una responsabilidad mediante su desempeño real. Casi todos los empleados, desde el encargado del correo hasta el presidente de la compañía, reciben algo de entrenamiento en el puesto cuando ingresan a la empresa. Esto es por lo que lo llaman el método más común, más ampliamente aceptado y más necesario para capacitar a los empleados en las habilidades esenciales para lograr un desempeño aceptable en el puesto. En muchas compañías este tipo de entrenamiento es la única clase de capacitación disponible y generalmente incluye la asignación de los nuevos empleados a los trabajadores o los supervisores experimentados que se encargan del entrenamiento real.

Existen varios tipos de entrenamiento en el puesto. Probablemente la más conocida es el método de asesoramiento o sustituto, en el que el empleado recibe el entrenamiento en el puesto de parte de un trabajador experimentado o el supervisor mismo. En los niveles más bajos, el asesoramiento podría incluir solamente el que los nuevos trabajadores adquirieran la experiencia para manejar la máquina observando al supervisor. Sin embargo, esta técnica se utiliza también con frecuencia en los niveles de alta gerencia. Por ejemplo, la posición del asistente se utiliza frecuentemente para capacitar y desarrollar a los futuros gerentes de alto nivel de la compañía. La rotación de puestos, en la que el empleado (generalmente una persona que se entrena en administración) pasa de un puesto a otro en intervalos planeados, es otra técnica de entrenamiento en el puesto. En el mismo sentido, las asignaciones especiales proporcionan a los ejecutivos de bajo nivel la experiencia de primera mano en el trabajo con problemas reales.

Entrenamiento por instrucciones del puesto. Muchos empleos representan una secuencia lógica de pasos y se enseñan mejor de esta manera, paso por paso. Este

aprendizaje paso por paso se conoce como entrenamiento por instrucciones del puesto. Incluye el hacer una lista de todos los pasos necesarios en el puesto, cada uno en su secuencia apropiada. Junto a cada paso, se lista también un punto clave correspondiente (si lo hay). Los pasos muestran qué se debe hacer, mientras que los puntos clave muestran cómo se tiene que hacer y por qué.

Pláticas. Simplemente dar pláticas o conferencias a los nuevos empleados puede tener varias ventajas. Es una manera rápida y sencilla de proporcionar conocimientos a grupos grandes de personas en entrenamiento, como cuando hay que enseñar al equipo de ventas las características especiales de algún nuevo producto. Aunque en estos casos también se pueden utilizar materiales impresos como libros y manuales, podría representar gastos considerables de impresión y no permiten el intercambio de información en las preguntas que surgen durante las pláticas. Por lo tanto, es posible utilizar una plática como parte integral de un programa de entrenamiento, en el que la práctica real requerida para aprender las nuevas habilidades derivarían de una técnica de entrenamiento como la directa en el trabajo.

Técnicas audiovisuales. La presentación de información a los empleados mediante técnicas audiovisuales como películas, circuito cerrado de televisión, cintas de audio o cintas de vídeo puede resultar muy eficaz y en la actualidad estas técnicas se utilizan con mucha frecuencia.

Los audiovisuales son más costosos que las pláticas convencionales pero ofrecen algunas ventajas únicas. Por lo tanto, habrá que considerar su uso en las siguientes situaciones. Primero, los audiovisuales pueden ser muy útiles cuando existe la necesidad de ilustrar la forma en que se debe seguir una secuencia en el tiempo, como es el caso de la enseñanza para soldar alambres o reparar teléfonos, detener la acción, la repetición instantánea y las posibilidades de cámara lenta o cámara rápida. Segundo, cuando exista la necesidad de exponer a las personas en entrenamiento a sucesos que no

se pueden demostrar fácilmente durante las pláticas, como un recorrido visual por una fábrica o una cirugía a corazón abierto. Tercero, habrá que utilizarlos cuando el entrenamiento se llevara a cabo a nivel de toda la organización y es demasiado costoso trasladar a los empleados de un lugar a otro.

Telecapacitación. Las compañías en la actualidad experimentan también con la telecapacitación, mediante la cual un instructor se encuentra en una locación central y desde allí puede capacitar a grupos de empleados en otros lugares mediante conexiones o enlaces de televisión.

Entrenamiento vestibular o simulado. Es una técnica en la que los empleados aprenden en el equipo real o simulado que utilizarán en su empleo, pero en realidad son instruidos fuera del empleo. Por tanto, el entrenamiento vestibular busca obtener las ventajas del entrenamiento en el trabajo sin colocar realmente en el puesto a la persona en entrenamiento. Esta técnica es casi una necesidad en los empleos donde resulta demasiado costoso o peligroso entrenar a los empleados directamente en el puesto. Por lo tanto, es útil para instruir a los nuevos obreros de línea de ensamblaje, ya que el ponerlos a trabajar directamente podría bloquear la producción. En el mismo sentido, cuando lo que está en juego es la seguridad (como sucede con los pilotos) podría tratarse de la única alternativa práctica.

Instrucción con apoyo de computadoras. Muchas empresas utilizan en la actualidad las computadoras para facilitar el proceso de entrenamiento. Los sistemas de instrucción con apoyo de computadoras (IAC) como el Plato de control data tienen varias ventajas. Ofrecen instrucción individualizada a un ritmo propio, fácil de utilizar y los capacitandos reciben retroalimentación inmediata con respecto a su esfuerzo. Los IAC ofrecen también control en cuanto a que las pruebas se efectúan en la computadora para que la gerencia pueda vigilar los progresos y necesidades de cada persona en entrenamiento. Un programa de entrenamiento IAC también se puede modificar

fácilmente para reflejar las innovaciones tecnológicas en el equipo para que se entrene al empleado. Esta instrucción tiende también a ser más flexible en cuanto a que los que se encuentran en entrenamiento generalmente pueden utilizar la computadora en casi cualquier momento que deseen y por lo tanto recibir su entrenamiento cuando prefieran. Los sistemas de instrucción con apoyo computarizado como el plato pueden contar también con capacidades de simulación. Específicamente, es posible diseñar el sistema para simular tareas difíciles o complejas y para cuestionar a los empleados con preguntas de qué sucedería si, como, si la velocidad del viento en tierra es de 80 nudos, entonces ¿qué sucedería si usted disminuyera la velocidad del avión por debajo de su velocidad mínima de vuelo?



CONCLUSIONES

1. La ingeniería de métodos es muy importante en estos tiempos, debido a que cada día se necesita que las actividades o procesos que se lleven a cabo con mayor exactitud, en cuanto a tiempo, eficiencia y optimización de costos.
2. La toma de decisiones implica, en muchas ocasiones, intereses económicos. Es allí donde juega un papel importante la ingeniería de métodos, porque ayuda a presentar alternativas de decisión, que bien evaluadas proporcionan la aceptación o rechazo de las mismas.
3. Con la aplicación de los conceptos del curso de ingeniería de métodos se puede aumentar la productividad.
4. Es importante que todas las personas involucradas en la empresa conozcan los objetivos de la misma.
5. Siempre que se desee elegir un método, cuando se tienen varias opciones, se deben analizar los costos que cada una implica, tratando de elegir la que represente menor costo y mejor resultado. El método que se elija tiene que ser factible dentro de la cultura empresarial que se quiera implantar.
6. Para que un método produzca buenos resultados se debe principiar por registrar bien la información, incluyendo hasta el mínimo detalle ya que con esta labor, la técnica que se aplique tendrá mayores posibilidades de tener mejores resultados en su aplicación.

RECOMENDACIONES

1. Que el estudiante de ingeniería de la Universidad de San Carlos se apoye de otros textos recomendados en el curso Ingeniería de Métodos para fortalecer sus conocimientos.
2. La computadora es una herramienta fundamental para poner en práctica el curso Ingeniería de Métodos, por lo cual es necesario que se tengan programas actualizados para proporcionar mejores técnicas de solución y fácil comprensión en dicho curso.
3. En el curso Ingeniería de Métodos se deben recalcar los elementos de costos para la evaluación de opciones de métodos ya que ésto es básico para elevar la productividad de la técnica aplicada.
4. Que las empresas tomen en cuenta lo importante que es apoyarse en los métodos que proporcionan ayuda en la toma de decisiones, para obtener mejores resultados en todos los aspectos relacionados con las mismas.

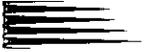
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. RAYSCH, Edwar. **Elementos de administración de oficinas.** (México: Editorial Herrero Hermanos, cuarta edición, 1,992). P. 122.
2. Ibid., p. 128.
3. KOONTZ, Harold. **Administración una perspectiva global.** (Editorial Mc Graw Hill, decima edición, 1,994). P. 78.
4. Ibid., p. 53.
5. NIEBEL, Benjamin. **Ingeniería Industrial.** (México: Editorial alfaomega, novena edición, 1,996). p. 472.
6. Ibid., p. 479.
7. LOCKYER, Keith. **La producción industrial.** (Grupo Alfaomega, 1,995). P. 233.



BIBLIOGRAFÍA

1. ALVAREZ G., Glenda. **Administración salarial en el proceso de manufactura de clase de clase mundial a nivel operativo.** Tesis de Mecánica Industrial, USAC, 1,995.
2. CROSBY, Philip. **Calidad para el siglo XXI.** Editorial Mc Graw Hill, 1,992.
3. DESSLER, Garry. **Administración de personal.** Editorial Prentice-Hall Hispanoamericana, 1,996.
4. HODSON, William. **Manual del ingeniero industrial.** Editorial Mc Graw Hill, cuarta edición, 1,996.
5. KOONTZ, Harold. **Administración una perspectiva global.** Editorial Mc Graw Hill, decima edición, 1,994.
6. LOCKYER, Keith. **La producción industrial.** Grupo Alfaomega, 1,995.
7. LUTHANS. **Introducción a la administración.** Editorial Mc Graw Hill, 1,992.
8. NIEBEL, Benjamin. **Ingeniería Industrial.** México: Editorial alfaomega, novena edición, 1,996.
9. RAYSCH, Edwar. **Elementos de administración de oficinas.** México: Editorial Herrero Hermanos, cuarta edición, 1,992.
10. RIGGS, James. **Sistemas de producción, planeación, análisis y control.** Editorial Limusa, 1,994.



7
4
5



1