

INGENIERÍA DE MÉTODOS

MOVIMIENTOS Y TIEMPOS

Luis Carlos Palacios Acero

ECO
EDICIONES



Segunda edición

Contenido



INTRODUCCIÓN	13
CAPÍTULO I. VISIÓN HISTÓRICA DE INGENIERÍA DE MÉTODO	19
El profesional del presente milenio	19
Las ingenierías	23
Ingeniero mecánico	23
Ingeniero industrial.....	24
Ingeniería de métodos.....	27
Historia y nacimiento de los estudios de métodos, movimientos y tiempos	30
Frederick winslow taylor (1856 a 1915)	30
Estudio de las condiciones del trabajo	39
Doctrina de taylor	42
Frank bunker gilbreth (1868-1924) y lillian gilbreth	43
Harrington emerson (1853 a 1931)	48
Henri fayol (1841 a 1925) énfasis en la estructura	52
Henry lawrence gantt (1861- 1919) administración: escuela científica	54
George elton mayo (1880 a 1949) movimiento de relaciones humanas	56
Visión para el próximo milenio	57
CAPÍTULO II. LOS MÉTODOS	61
Procedimiento para estudio de métodos.....	61
1. Formulación del problema.....	62
2. Análisis del problema	67
3. Búsqueda de alternativas	69
4. Evaluación de alternativas.....	71
1. Comparación del costo anual total	72
2. Comparación del periodo de amortización del capital.....	73
3. Comparación del interés anual obtenido en la inversión	74

5. Especificación de la solución preferida.....	75
6. Estrategia de aplicación	77
7. Seguimiento.....	79
Simplificación del trabajo	80
1. Mejorar el método de trabajo.....	80
2. Escoger el trabajo para mejorar.....	81
3. Descomponer el trabajo al eliminar desperdicios y mejorar los métodos	85
4. Preguntar en cada detalle:.....	85
5. Componentes de la operación:.....	86
6. Desarrollo del método mejorado.....	87
7. Diseño de métodos de trabajo.....	88
8. Determinar el tiempo estándar.....	92
9. Instrucción y capacitación al operario.....	92
Importancia de la productividad	93
El lenguaje y los símbolos en ingeniería de métodos	95
Otros símbolos	99
Medios de descripción y comunicación usados en ingeniería de métodos	101
Diagrama de precedencia.....	101
Diagrama de flujo o recorrido.....	102
Diagrama del proceso de ensamble	102
Grafica de actividad múltiple	103
Gráfica simo	106
Gráfica mano izquierda mano derecha.....	107
Diagrama de frecuencia de viajes	108
Flujograma	109
Objetivos de los flujogramas:	109
Ventajas:.....	110
Diagrama del proceso del grupo	110
Gráfica gantt	113
Método pert.....	113
Diagrama causa-efecto, espina de pescado o ishikawa	114
Resistencia al cambio y recomendaciones para evitarla	115
Ejercicios	117
CAPÍTULO III. PROCESOS DE MANUFACTURA	121
Introducción.....	121
Definición de manufactura.....	124
Diseño	125
Tipos principales de materiales	126
Procesos de manufactura.....	128
Moldeo	135
Forja 136	
Punzonado	140

Extrusión por impacto	141
Extrusión de plásticos.....	142
Laminado	143
Estirado	144
Molde por soplado (moldeo a presión de aire).....	144
Conformado hidráulico	145
Moldeo rotacional.....	145
Moldeo de materiales reforzados.....	146
Conformado por vacío o termoformado.....	147
Conformado sobre almohadilla de caucho	147
Conformado superplástico.....	147
Estampado.....	148
Corte	149
Dobleces	149
Doblado de tubo.....	150
Abrasión.....	150
Maquinado.....	151
Procesos avanzados de maquinado y nanofabricación.....	152
Procesos de unión.....	154
Ingeniería concurrente o simultánea	157
Manufactura secuencial.....	159
Antecedentes	159
Manufactura integrada por computador	160
Diseño asistido por computador (cad).....	160
Diseño asistido para ingeniería (cae).....	162
Diseño asistido para manufactura (cam).....	164
Estrategias de control de los procesos de manufactura.....	165
Control manual.....	165
Control de lazo cerrado.....	165
Control adaptativo	166
Inteligencia artificial.....	167
Automatización.....	167
Control numérico (cn).....	168
Control numérico básico.....	168
Control numérico por computadora (cnc).....	169
Control numérico directo (dnc).....	169
Controladores lógicos programables (clp).....	170
Programación del control numérico.....	170
Ejercicios.....	172
CAPÍTULO IV. LOCALIZACIÓN O EMPLAZAMIENTO DE EMPRESAS	175
Introducción.....	175
Objetivo.....	176
Localización de las instalaciones	178

Factores de localización	180
1. Humanos	180
2. Productivos	181
3. Características del terreno:.....	182
4. Mercados	182
1. Costos fijos	183
2. Costos variables	184
3. Ingresos	184
Proceso de análisis y evaluación de la localización en planta	185
Programación lineal	187
Simulación.....	187
Preguntas.....	189
Problemas.....	190
CAPÍTULO V. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA.....	191
Introducción.....	191
Justificación.....	194
Definición de la distribución en planta	196
Importancia de la distribución de la planta	197
Objetivo general	197
Principios de la distribución en planta	199
1. Principio de la integración de conjunto	199
2. Principio de la mínima distancia recorrida.....	200
3. Principio de la circulación o flujo de materiales	200
Principio del espacio cúbico	200
Principio de la satisfacción y de la seguridad	200
Principio de la flexibilidad	200
Naturaleza de los problemas	201
Elementos involucrados en la producción.....	202
Tipos de distribución en planta.....	202
Distribución por producto, línea o cadena	203
Exigencias de la producción en cadena	204
Distribución por proceso o funcional.....	206
Distribución por posición fija.....	208
Distribuciones híbridas por células de producción.....	210
Factores que afectan la distribución en planta	210
Factor producto y materiales.....	211
Factor maquinaria.....	214
Factor de personal	218
Factor movimiento.....	221
Factor espera	222
Los servicios	223
Factor edificios	223
Flujos horizontales.....	224

Factores de decisión para usar un edificio	225
Flujos verticales	227
Proceso ascendente y descendente	227
Elevación centralizada y descentralizada	227
Flujo unidireccional y retroactivo	227
Flujo vertical e inclinado	228
Flujo simple o múltiple	228
Proceso con dos edificios - elevado a nivel del suelo	228
Factor de cambio	229
Ejercicios	233
Problemas	233
CAPÍTULO VI. ESTUDIO DE MOVIMIENTOS	235
El ser humano.....	235
Prevención, seguridad y salud laboral	237
Clasificación de riesgos	240
Riesgos materiales	240
Riesgos higiénicos y contaminantes físicos	240
Riesgos higiénicos	241
Riesgos ergonómicos y organizativos	242
Diseño del trabajo.....	242
Diseño de los lugares de trabajo y máquinas que se ajusten mejor al operador humano	246
Límite de las áreas de trabajo	249
Decisiones relativas a la utilización de las personas en un proceso.....	251
Principios de economía de movimientos relacionados con el uso del cuerpo humano	252
Principios para distribución del trabajo.....	257
Principios relacionados con el diseño de equipo y lugar de trabajo	261
Medio ambiente.....	267
Accidentes de trabajo.....	267
Enfermedades profesionales relacionadas con el trabajo	268
Conocimientos médicos y técnicos.....	268
Prevención de accidentes industriales	272
Preguntas y problemas.....	274
CAPÍTULO VII. MEDIDA DEL TRABAJO	277
Estudio de tiempos y su importancia	277
Objetivos	279
Métodos de medición.....	280
1. Deducción de experiencias anteriores	280
2. Muestreo de trabajo	282
1) Estudio de razones o proporciones elementales.....	285
2) Estudio de muestreo de desempeño	288

3) Estudio de establecimiento de estándares de tiempo	289
3. Datos estándar	291
4. Tiempos predeterminados	292
Estudio de tiempos con cronómetro.....	295
Definición	295
Aplicaciones	296
Equipo para el estudio de tiempos.....	296
Factores en la realización del estudio de tiempos	298
60 O 100 es calificación normal	302
Recolectar la información.....	303
Tiempo representativo	304
1. Media aritmética.....	304
2. Método modal	305
3. Método gráfico	305
Calcular el tiempo normal.....	306
Calcular el tiempo estándar.....	306
Aplicar los suplementos o tolerancias	308
Suplementos por necesidades personales.....	308
Suplementos por fatiga	308
Suplementos por retrasos involuntarios.....	309
Suplementos por cargas en los brazos y en la espalda	309
Suplementos por cm. De pendiente por metro.....	310
Suplemento por subir y bajar escaleras	310
Subir escalera corriente.....	311
Manejo de vehículos	311
Levantar cargas.....	311
Trabajo intelectual	311
Suplementos por calor y humedad	312
Problema resuelto	312
Valor punto o punto bedaux.....	312
Ciclo	313
Trabajo limitado o tiempo de máquina	313
Operación máquina funcionando	314
Saturación	314
Valor punto o punto bedaux.....	314
Ejercicios	316
Ciclo	318
Trabajo limitado o tiempo de máquina	319
Operación máquina parada	319
Operaciones máquina funcionando	320
Saturación.....	321
Resumen.....	323
Calificación óptima	324
Ejercicios por resolver.....	327

CAPÍTULO VIII. ADMINISTRACIÓN DE LA INGENIERÍA DE MÉTODOS	331
Hoja resumen de tiempos	339
CAPÍTULO IX. PROBLEMAS ESPECIALES DE INGENIERÍA DE MÉTODOS	341
Balanceo de línea de ensamble	341
Objetivo	341
Información para equilibrar una operación de una planta	342
Balanceo de la línea de ensamble	343
Ejercicios para resolver	345
ANEXO A: FORMATOS UTILIZADOS EN MÉTODOS	347
ANEXO B: TALLERES, MÉTODOS, MOVIMIENTOS Y TIEMPOS	351
GLOSARIO	365
BIBLIOGRAFÍA	369

En el Complemento Virtual del SIL (Sistema de Información en Línea) podrá encontrar archivos que complementan la lectura del libro tomando como fundamento la Ingeniería de métodos y tiempos.



INTRODUCCIÓN



Ingeniería de métodos, movimientos y tiempos

¿Cuáles son los objetivos que se persiguen al estudiar la ingeniería de métodos, movimientos y tiempos, y por qué se relacionan entre sí?

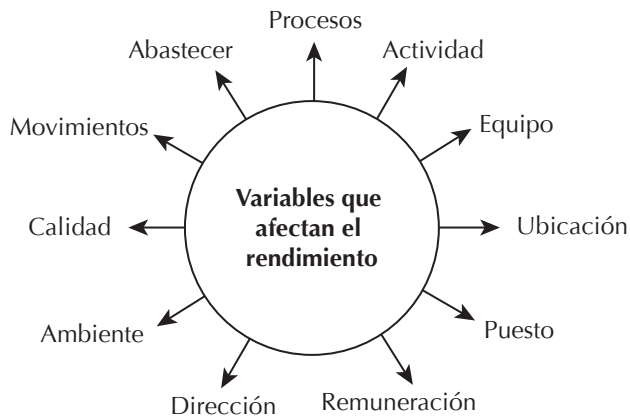
Profesionalmente se espera del ingeniero industrial cierta eficiencia, eficacia y productividad en el mejoramiento de los rendimientos en los centros de trabajo. Sin embargo, existen causas que los afectan, deteriorando los resultados. Sus causas son muy variadas, descubrirlas, modificarlas, combinarlas o eliminarlas, es la tarea permanente del ingeniero industrial puesto al servicio de una organización. Para tener éxito en su ejercicio, los profesionales y aspirantes de ésta rama de la ingeniería deberían conocer y entender estos posibles problemas.

Dentro de las variantes que pueden afectar el rendimiento, encontramos:

- Deficiencia y cambios frecuentes del diseño.
- Desperdicio de materiales.
- Normas incorrectas de calidad.
- Mala localización, disposición y utilización del espacio.
- Inadecuada manipulación de los materiales.
- Interrupciones al pasar de una operación a otra.
- Procedimientos y métodos de ejecución inadecuados.

- Averías frecuentes de máquinas, equipos y herramientas utilizadas.
- Diseños inadecuados de puestos de trabajo.
- Falta de preparación de las actividades a realizar.
- Abastecimientos inoportunos.
- Absentismo y falta de puntualidad.
- Dirección incorrecta.
- Mala calidad de los ejecutantes.
- Riesgos de accidentes y lesiones profesionales.
- Ambiente conflictivo.
- Bajas retribuciones percibidas.

Esta lista de causas de ineficiencias y desperdicios, es el inicio para identificar cuál es la mejor manera de asegurar mejores resultados. Este es el objetivo del estudio de ingeniería de métodos, movimientos y tiempos de trabajo.



Gráfica 1. Variables que afectan el rendimiento

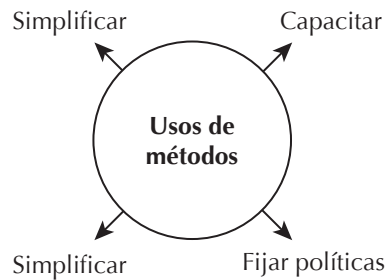
Fuente: elaboración propia

Debido a que en países en vía de desarrollo, son comunes las ineficiencias laborales, las cuales pueden percibirse en la totalidad de un proceso o en partes del mismo; en todo tipo de actividad (industrial, comercial, oficial o servicios). Se puede afirmar que gran parte de los problemas enfrentados por los ingenieros industriales tienen relación con esa gran fuente de ineficiencia que es, la forma de hacer la labor. Para mejorar se debe:

- Aprovechar experiencias pasadas de industriales y de investigadores.
- Provocar y ordenar la aplicación del sentido común de los participantes.

- Buscar causas de métodos ineficientes.
- Eliminar ineficiencias.
- Diseñar nuevos métodos.
- Automatizar, crear e innovar.
- Sustituir y prevenir las dificultades inherentes a la implantación de los cambios.

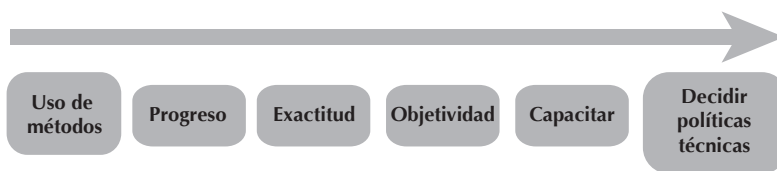
Estas mejoras, logradas mediante el estudio de ingeniería de métodos, movimientos y tiempos, es lo que permite lograr los cambios.



Gráfica 2. Aplicaciones de los métodos

Fuente: elaboración propia

En Ingeniería Industrial son utilizadas la exactitud, objetividad y capacitación de los empleados para contribuir al progreso empresarial. Estas características son útiles también para tomar decisiones inteligentes en lo referente a la mejoría de la política, la técnica o curso de acción, con énfasis en principios y prácticas o teorías de aplicación.



Gráfica 3. Aplicaciones de métodos

Fuente: elaboración propia

El trabajo de ingeniería, simplificación, automatización, innovación, diseño de procesos y tiempos, es el que genera eficiencia, eficacia, productividad y reducción de costos. Generalmente se acompaña con estadísticas, muestreo e investigación.

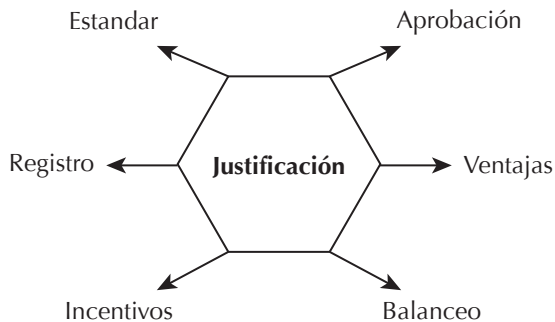
Los métodos y procesos de trabajo, presentes en toda actividad humana, pueden ser útiles para diferenciar la habilidad, ingenio y bienestar de las personas, porque son ellos los destinatarios de las mejoras, causando con ello grandes cambios en

la historia del mundo; cambios que han ido mejorando los niveles de vida de las personas. Cualquier actividad que se estudie, nos lo demuestra: el transporte, la comunicación, las diversiones, la educación, la guerra, la industria, la construcción, entre otras, sirven como ilustración.

En el caso particular de la industria, cuya vida hay que proyectarla hacia el desarrollo futuro pero que se entiende mejor con la fuerza diferenciadora de la historia de los métodos, que en la época artesanal o fábricas del comienzo de la revolución industrial y en la modernidad de la industria en países desarrollados, no se diferencian en propósitos, ni en tipo de actividad, sino en la forma de desarrollar la actividad. Unas con inconvenientes de producción y otras con procedimientos estancados, pareciera como si la velocidad en la superación de los obstáculos de la producción determinara su prosperidad.

El estudio de tiempos generalmente acompaña al de métodos, no porque una mejora en los procedimientos sea imposible de hacer, si no se complementa con un estudio de tiempos. Entre las razones que justifican la complementación de un estudio de métodos con uno de tiempos se encuentran las siguientes:

- Las reformas deben ser aprobadas por los jefes del proponente, quienes comparan las ventajas derivadas del cambio con el costo que esto conlleva.



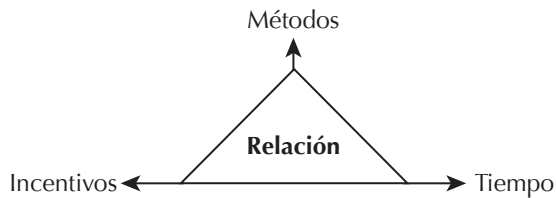
Gráfica 4. Estudio de métodos y tiempos

Fuente: elaboración propia

- Para determinar las ventajas del nuevo método es necesario tener, entre otros datos, la diferencia de duración del trabajo antes y después de la reforma.
- Este tiempo ahorrado se relaciona con aumento de producción, reducción de mano de obra o balanceo de velocidad respecto a otra actividad dependiente.
- Con frecuencia, las empresas tienen organizado un sistema de estándares para diversas aplicaciones como programación, incentivos, control y presupuestos.
- Si el método de trabajo, en una o varias actividades, cambia, es necesario que la nueva duración quede registrada dentro de los estándares; de otra manera, la utilización que se hiciera del antiguo estándar, no correspondería a la realidad.

- Hay una relación estrecha entre métodos de trabajo, tiempo unitario de producción e incentivo. En empresas que tienen sistemas de incentivos, hay que asegurar que tan pronto se efectúe un cambio notable en el método de trabajo se haga un ajuste en el estándar y simultáneamente en la tarifa de pago del incentivo.

¿Será condición indispensable saber la cuantía de las mejoras que se hacen, para realmente mejorar? No.



Gráfica 5. Relación

Fuente: *elaboración propia*

Al identificar actividades cargadas de ineficiencias es ideal mejorarlas para hacerlas más fáciles, rápidas y precisas, y a la vez, menos fatigantes. No hay necesidad de esperar la compra de un cronómetro para eliminar las operaciones innecesarias, ni esperar a que se entrene el personal de una empresa en el uso del cronómetro para quitar transportes de materiales o productos, demoras, almacenamientos y manipulaciones de mercancías. Es bueno recordar que el momento para hacer los cambios llega en el mismo instante en que se comprende que una actividad necesaria se está haciendo mal, sea por su mismo procedimiento o por culpa de los elementos que la influyen.

Es importante no caer en la exageración de sostener que solamente se pueden hacer cambios cuando se han hecho minuciosos estudios de métodos, movimientos y tiempos, ya que debería ser una resolución que provenga de los encargados de mejorar los rendimientos del trabajo. Tampoco hay que tomar los cambios como problema secundario y solucionarlos superficialmente. La prueba de lo complicado de esta ligereza la encontramos en las enormes distancias que separan las técnicas de operación en las empresas de avanzada de las técnicas en las empresas por tantos años estancadas, diferencias que se identifican hasta en las operaciones más simples.

Es finalmente, una experiencia válida para ejercitar la observación, el criterio analítico y objetivo, y el mejoramiento continuo de todas las actividades del ser humano, mantener un ambiente de buenas relaciones, que ofrezca la mayor seguridad y comodidad para las personas así, como la garantía de no afectar el medio ambiente.

INGENIERÍA DE MÉTODOS

MOVIMIENTOS Y TIEMPOS



En todo centro de trabajo, mejorar el rendimiento de los procesos para incrementar la productividad y eficiencia es una constante. Sin embargo, variables relacionadas con el equipo humano, la fabricación de productos, el clima organizacional, las instalaciones y las tecnologías utilizadas pueden afectar negativamente los resultados esperados. Descubrir estas fuentes de ineficiencias y desperdicios

con el fin de corregirlos, estandarizarlos y medirlos para contribuir al progreso empresarial es el objetivo de *Ingeniería de métodos, movimientos y tiempos*.

Incluye

- Procesos de manufactura (moldeo, forja, punzonado, extrusión, laminado, estirado, estampado, corte, etc.).
- Emplazamiento de empresas y distribución en planta.
- Problemas especiales de la ingeniería de métodos.

Esta nueva edición consta de nueve capítulos en los que se ofrece, por medio de un lenguaje sencillo y varios apoyos visuales, un resumen histórico de la ingeniería de métodos, los métodos de producción, las herramientas técnicas para fabricar objetos, el emplazamiento de empresas, la distribución en planta, los movimientos ergonómicos adecuados en el sitio de trabajo, la medida estándar del trabajo y la administración de la ingeniería de métodos. Cada capítulo cuenta con ejercicios, talleres y casos sobre el tema.

Ingeniería de métodos, movimientos y tiempos es un texto de referencia útil para estudiantes, docentes y profesionales de Ingeniería Industrial y Administración de Empresas, así como para gerentes, directores de producción y consultores interesados en rendimiento empresarial.

Colección: Ingeniería y salud en el trabajo

Área: Ingeniería industrial

ECOE
EDICIONES



www.ecoediciones.com

ISBN 978-958-771-342-8



9 789587 713428

e-ISBN 978-958-771-343-5