

# INGENIERÍA DE MÉTODOS movimientos y tiempos



ECO E EDICIONES

Luis Carlos Palacios Acero



## LUIS CARLOS PALACIOS ACERO

Ingeniero Industrial y Magíster en Investigación Operativa de la Universidad Tecnológica de Pereira, DEA en Organización de Empresas de la Universidad de San Pablo de Madrid España, 2EME DEGRÈ Option Production Ecole D'Organisation Scientifique du Travail, París - Francia, Docente en Postgrados de Administración y pregrados en Ingeniería Industrial, Administración y Creación de Empresas, Director de Ingeniería Industrial Universidad Libre Investigador, Consultor Empresarial.

Ha sido Director Ingeniería Industrial de la Organización Corona, Rector ESATEC, Gerente de Madetal Ltda. y Prodearte Ltda., Director Ejecutivo Diriventas, Presidente ACOPEX, ASEUTEP, SOCIA. Miembro de Juntas Directivas de varias empresas y organizaciones.

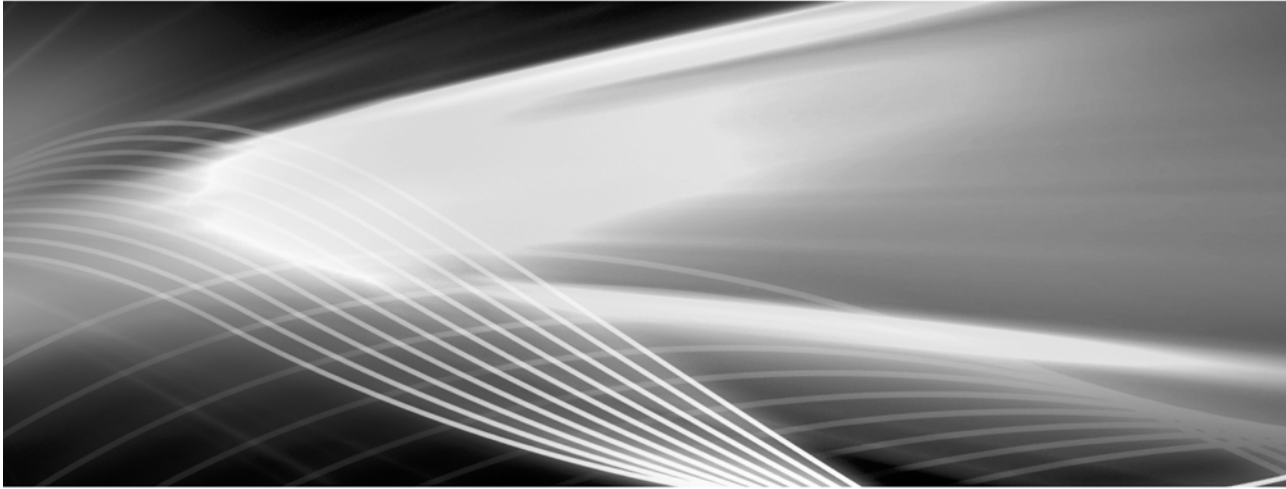
E- mail:

[luiscarlospalacios@hotmail.com](mailto:luiscarlospalacios@hotmail.com)





# **INGENIERÍA DE MÉTODOS** **movimientos y tiempos**



**Luis Carlos Palacios Acero**

Palacios Acero, Luis Carlos

Ingeniería de métodos, movimientos y tiempos / Luis Carlos Palacios Acero. -- Bogotá : Ecoe Ediciones, 2009.

268 p. ; 24 cm.

Incluye bibliografía.

ISBN 978-958-648-624-8

1. Ingeniería de métodos 2. Medición del trabajo 3. Tiempos y movimientos 4. Ingeniería industrial 5. Ingeniería de métodos - Problemas, ejercicios, etc. I. Tít.

658.542 cd 21 ed.

A1226227

CEP-Banco de la República-Biblioteca Luis Ángel Arango

Colección: Ingeniería y Arquitectura

Área: Ingeniería

Primera edición: Bogotá, D.C., agosto de 2009

ISBN 978-958-648-624-8

© Luis Carlos Palacios Acero  
E-mail: [luiscarlospalacios@hotmail.com](mailto:luiscarlospalacios@hotmail.com)

© Ecoe Ediciones  
E-mail: [correo@ecoeediciones.com](mailto:correo@ecoeediciones.com)  
[www.ecoeediciones.com](http://www.ecoeediciones.com)  
Carrera 19 No. 63C-32, Pbx. 2481449, fax. 3461741

Coordinación editorial: Alexander Acosta Quintero

Autoedición: Guillermo Peñaloza Martínez

Carátula: Magda Rocío Barrero

Impresión: Editora Litotecnica  
Calle 24A No. 25-54, Tel. 4811824

*Impreso y hecho en Colombia*

*A mi esposa, María del Pilar Consuelo*

*A mis hijos,*

*Carlos Andrés*

*María Camila*

*Manuela*

*Por su apoyo*

*A mis alumnos y colegas*

*Por su valiosa contribución  
y motivación en la realización  
del proyecto.*





# CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	13
<b>CAPÍTULO I</b>	
VISIÓN HISTÓRICA DE INGENIERÍA DE MÉTODOS.....	19
El profesional del presente milenio.....	20
Las Ingenierías.....	24
Ingeniero mecánico.....	24
Ingeniero industrial.....	25
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.....	37
Doctrina de Taylor.....	38
Frank Bunker Gilbreth (1868-1924) y Lilliam Gilbreth.....	39
Harrington Emerson (1853 a 1931).....	41
Henri Fayol (1841 a 1925).....	44
Énfasis en la Estructura. ).....	44
Elton Mayo (1880 a 1949).....	46
Movimiento de relaciones humanas.....	46
Visión para el presente milenio.....	43
EJERCICIOS.....	50
<b>CAPÍTULO II</b>	
LOS MÉTODOS.....	53
Procedimiento para estudio de métodos.....	54
Comparación del interés anual obtenido en la inversión.....	66
Simplificación del trabajo.....	60
Importancia de la productividad.....	77
El lenguaje y los símbolos en ingeniería de métodos.....	78
Otros símbolos.....	83
Medios de descripción y comunicación usados en ingeniería de métodos.....	85
EJERCICIOS POR RESOLVER.....	107

### **CAPÍTULO III**

LOCALIZACIÓN O EMPLAZAMIENTO DE EMPRESAS.....	111
Introducción.....	112
Factores de localización .....	113
Proceso de análisis y evaluación de la localización en planta.....	119
PREGUNTAS.....	123
PROBLEMAS.....	125

### **CAPÍTULO IV**

DISTRIBUCIÓN EN PLANTA.....	127
Introducción .....	128
Justificación .....	129
Definición de la distribución en planta .....	130
Objetivo general.....	131
Tipos de distribución en planta.....	134
Factores que afectan la distribución en planta.....	141
EJERCICIOS.....	157
PROBLEMAS.....	157

### **CAPÍTULO V**

ESTUDIO DE MOVIMIENTOS .....	159
El ser humano.....	160
Diseño del trabajo .....	160
Diseño de los lugares de trabajo y máquinas que se ajusten mejor al operador humano.....	164
Límite de las áreas de trabajo .....	166
Decisiones relativas a la utilización de las personas en un proceso .....	168
Principios de economía de movimientos relacionados con el uso del cuerpo humano.....	168
Principios para distribución del trabajo .....	170
Principios relacionados con el diseño de equipo y lugar de trabajo.....	172
Medio ambiente .....	175
PREGUNTAS Y PROBLEMAS.....	178

## **CAPÍTULO VI**

MEDIDA DEL TRABAJO.....	181
Estudio de tiempos, su importancia.....	182
Tiempo representativo.....	199
Problemas resueltos.....	206
Ciclo.....	207
Saturación.....	216
Resumen.....	217
El método de operación.....	217
La precisión.....	217
La rapidez.....	217
EJERCICIOS POR RESOLVER.....	221

## **CAPÍTULO VII**

ADMINISTRACIÓN DE LA INGENIERÍA DE MÉTODOS.....	225
EJERCICIOS.....	231

## **CAPÍTULO VIII**

PROBLEMAS ESPECIALES DE INGENIERÍA DE MÉTODOS.....	233
Balanceo de línea de ensamble.....	234
EJERCICIOS POR RESOLVER.....	239
ANEXO A. Formas utilizadas en métodos.....	240
ANEXO B. Talleres de métodos, movimientos y tiempos.....	244
GLOSARIO.....	263
BIBLIOGRAFÍA.....	267

## GRÁFICAS Y CUADROS

Gráfica 1.	VARIABLES QUE AFECTAN EL RENDIMIENTO.....	14
Gráfica 2.	Aplicaciones de los métodos.....	15
Gráfica 3.	Aplicaciones de métodos.....	15
Gráfica 4.	Estudio de métodos y tiempos.....	17
Gráfica 5.	Globalización.....	20
Gráfica 6.	Perspectiva empresarial.....	21
Gráfica 7.	Perspectiva profesional.....	21
Gráfica 8.	Formación profesional.....	22
Gráfica 9.	Actitud profesional.....	23
Gráfica 10.	Profesional ideal.....	23
Gráfica 11.	Ingeniería de transformación.....	24
Gráfica 12.	Tarea del ingeniero mecánico.....	24
Gráfica 13.	Competencias del ingeniero industrial.....	25
Gráfica 14.	Especialidad del ingeniero industrial.....	26
Gráfica 15.	Funciones de la ingeniería de métodos.....	28
Gráfica 16.	Características de la ingeniería de métodos.....	29
Gráfica 17.	Principales investigaciones de Taylor.....	32
Gráfica 18.	Desempeño del trabajador.....	34
Gráfica 19.	Principios de administración científica.....	35
Gráfica 20.	Condiciones del trabajo.....	37
Gráfica 21.	Doctrina de Taylor.....	39
Gráfica 22.	Principios de Emerson.....	44
Cuadro 1.	Influencia del trabajo.....	47
Cuadro 2.	Comportamiento futuro.....	49
Gráfica 23.	Formulación del problema.....	55
Cuadro 3.	Proceso de solución de problemas.....	57
Gráfica 24.	Análisis del problema.....	60
Gráfica 25.	Búsqueda de alternativas.....	62
Gráfica 26.	Evolución de alternativas.....	63
Cuadro 4.	Datos para evaluación de alternativas.....	65
Cuadro 5.	Resultados comparación del período de amortización del capital.....	65
Cuadro 6.	Resultados comparación del interés obtenido en la inversión.....	66

Gráfica 27. Especificación de la solución preferida .....	67
Cuadro 7. Ejemplos de procesos de solución de problemas.....	68
Cuadro.8 Formato para mejora de métodos: .....	75
Cuadro 9. Hoja de normalización .....	76
Cuadro 10. Resumen de símbolos para representar un trabajo.....	80
Cuadro 11. Símbolos que representan un trabajo.....	81
Cuadro 12. Lenguaje y símbolos de ingeniería de métodos .....	82
Cuadro 13. Símbolos de flujogramas identificación de las operaciones en el flujograma .....	84
Gráfica 28. Diagrama de precedencia.....	85
Gráfica 29. Diagrama de flujo o recorrido.....	86
Gráfica 30. Diagrama del proceso de ensamble.....	88
Gráfica 31. Gráfica hombre – máquina.....	89
Gráfica 32. Gráfica simo.....	91
Gráfica 33. Mano izquierda mano derecha.....	92
Gráfica 34. Frecuencia de viajes.....	94
Gráfica 35. Diagrama de flujo del proceso .....	96
Gráfica 36. Diagrama del proceso del grupo.....	98
Cuadro 14. Resumen de los medios de descripción de procesos.....	100
Cuadro 15. Resistencia al cambio y su tratamiento.....	105
Gráfica 37. Factores de localización.....	114
Gráfica 38. Factores de localización cualitativos humanos.....	115
Gráfica 39. Factores de localización productivos .....	116
Gráfica 40. Variables del segmento del mercado .....	117
Gráfica 41. Factores de localización cuantitativos.....	118
Gráfica 42. Factores de diseño de producto.....	119
Gráfica 43. Evaluación de la localización de instalaciones.....	120
Gráfica 44. Método del transporte.....	121
Gráfica 45. Resumen de localización de empresas .....	122
Gráfica 46. Necesidades de distribución en planta.....	129
Cuadro 16. Problemas de distribución en planta .....	132
Cuadro 17. Principios de distribución en planta.....	133
Gráfica 47. Tipos de distribución en planta.....	135
Cuadro 18. Ventajas y desventajas de la distribución por proceso .....	138

Cuadro 19. Ventajas de los tipos de distribución en planta.....	140
Gráfica 48. Factores de influencia de la distribución en planta .....	141
Cuadro 20. Hoja de comprobación de la distribución en planta.....	156
Cuadro 21. Habilidades y limitantes de las personas y las máquinas .....	161
Gráfica 49. Diseño del trabajo.....	162
Cuadro 22. Función de apoyo al ser humano .....	164
Cuadro 23. Grado de automatización .....	165
Cuadro 24. Datos antropométricos.....	165
Gráfica 50. Areas de trabajo.....	166
Cuadro 25. Plano horizontal.....	167
Cuadro 26. Plano vertical.....	168
Gráfica 51. Estudio de tiempos .....	185
Gráfica 52. Administración ingeniería de métodos .....	226

# Introducción

¿Qué objetivos se persiguen con los estudios de métodos, movimientos y tiempos y por qué se tratan conjuntamente?

Por su especialidad, se espera del ingeniero industrial su eficiencia, eficacia y productividad en el mejoramiento de los rendimientos en los centros de trabajo. Pero, las causas que afectan los rendimientos en los resultados, son muy variadas; por consiguiente, descubrirlas, modificarlas, combinarlas o eliminarlas, con el fin de mejorar los resultados, representa la tarea permanente del ingeniero industrial puesto al servicio de una organización.

Tal dedicación debe ser conocida y entendida por los profesionales y aspirantes de esta rama de la ingeniería, para tener éxito en su ejercicio.

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

- Procedimientos de ejecución.
- Equipo y herramientas utilizadas.
- Localización de los lugares con los que deben interrelacionarse.
- Puestos de trabajo.
- Preparación de las actividades.
- Abastecimientos oportunos.
- Tipo de dirección.
- Calidad de los ejecutantes.
- Movimientos.
- Ambiente.
- Retribuciones percibidas.

En la anterior lista aparece la causa “procedimientos de ejecución” entendiendo por tal, la forma como el ejecutante realiza la labor asignada. Esta consideración de la forma de trabajar para fijar una manera tal que asegure resultados mejores, es pues el objetivo del estudio de métodos de trabajo.

**GRÁFICA 1. VARIABLES QUE AFECTAN EL RENDIMIENTO**

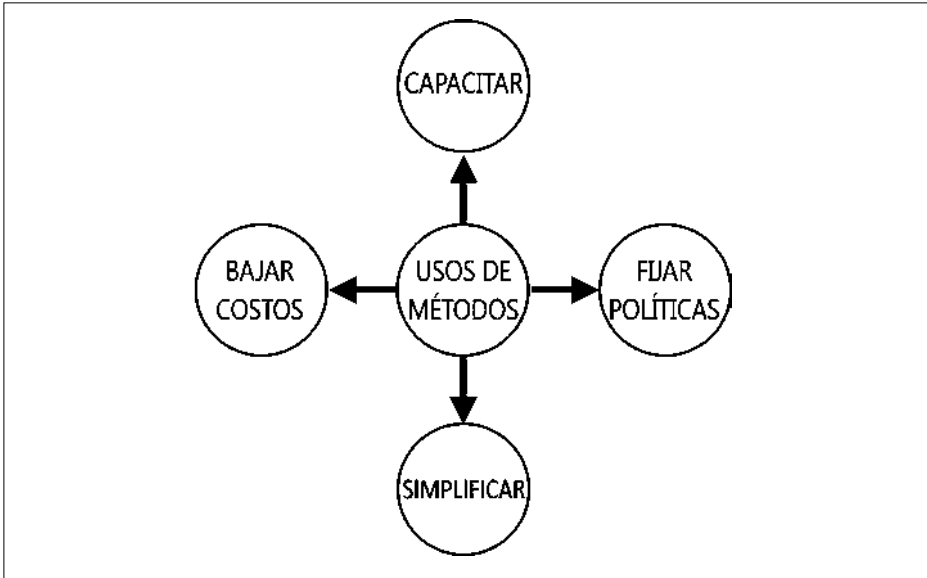
Debido a que en medios como el nuestro es común encontrar formas ineficientes de trabajo, ya en la totalidad de un proceso, ya en partes del mismo, y esto en todo tipo de actividad (industrial, comercial, oficial, de servicios), no es ninguna sorpresa afirmar que gran parte de los problemas que enfrentan acá 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 de estudios anteriores de industriales y de investigadores.
- Provocar y ordenar la aplicación del sentido común de los participantes.
- Buscar causas de métodos ineficientes.
- Eliminarlas.
- Diseñar nuevos métodos.
- Sustituir y prevenir las dificultades inherentes a la implantación de los cambios.

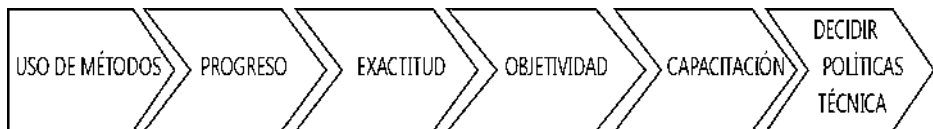
Todo lo anterior viene a ser el contenido propio del ciclo "métodos de trabajo".

El estudio de métodos comprende las técnicas y teorías modernas para lograr cambios.



**GRÁFICA 2. APLICACIONES DE LOS MÉTODOS**

Se utilizan, en Ingeniería Industrial, para apoyar el progreso, la exactitud, objetividad y capacitación de los empleados. Sirve igualmente, para tomar decisiones inteligentes en lo referente a la mejor política, técnica o curso de acción, haciendo énfasis en principios y prácticas o teorías y aplicación.

**GRÁFICA 3. APLICACIONES DE MÉTODOS**

Su enfoque es de ingeniería y de diseño para generar reducción de costos y simplificación del trabajo. Se debe familiarizar con la estadística, el muestreo, la investigación, los movimientos y los tiempos.

Los métodos de trabajo, presentes en toda actividad humana, sirven para diferenciar la habilidad, ingenio y bienestar de los ejecutantes. Ellos han sido los destinatarios de los esfuerzos e innovaciones de la ciencia, 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 consideremos, nos lo demuestra: el transporte, la comunicación, las diversiones, la educación, la guerra, la industria,.... sirven como ilustración.

En el caso particular de la industria, nuevamente tenemos la fuerza diferenciadora de los métodos, que en el tiempo (artesanado, fábricas del comienzo de la revolución industrial, fábricas modernas) y en el espacio (la industria en países desarrollados y en países menos desarrollados) ¿qué diferencia nuestra siderurgia nacional de otras grandes siderúrgicas? No se diferencian en propósitos, ni en tipo de actividad, sino en la forma de desarrollo de esa actividad. Unas con inconvenientes de producción, otras con procedimientos estancados, pareciera como si la velocidad en la superación de los obstáculos de la producción estuviera determinando su prosperidad.

Recordemos aquí, como ilustración, el trabajo de Frank Gilbreth en el mejoramiento de los métodos y movimientos para la construcción de edificios. Desde que se inició en el oficio, Frank notó que cada albañil tenía su propio método de trabajo y que no había dos que hicieran el trabajo exactamente de igual forma. Estas observaciones pusieron a Gilbreth en el camino de encontrar la mejor forma de ejecutar dicha tarea. Los cambios creados por Gilbreth aumentaron la cantidad de trabajo que podía ejecutar un albañil en la jornada. El ritmo máximo de producción antes de las mejoras era de 120 ladrillos / hora hombre, mientras que después fue de 350 ladrillos /hora hombre, en promedio.

Pero, no se trata acá de justificar la importancia de una formación en análisis y mejora del trabajo; lo que más nos importa y a lo que nos dedicaremos a continuación, será a dar algunas indicaciones sobre la metodología a usar frente a este tipo de problemas.

El origen del problema puede presentarse bajo distintos aspectos, entre ellos:

- Suficiente agudeza para descubrir métodos deficientes calificados como buenos por los encargados de hacerlos.
- Necesidad de eliminar inconveniencias en una actividad.
- Aumentar el ritmo de producción.
- Mejorar las condiciones de trabajo del trabajador.
- Diseñar métodos de nuevas actividades.

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 a esa nueva forma de trabajar. Entre las razones que justifican la complementación de un estudio de métodos con uno de tiempos, están:

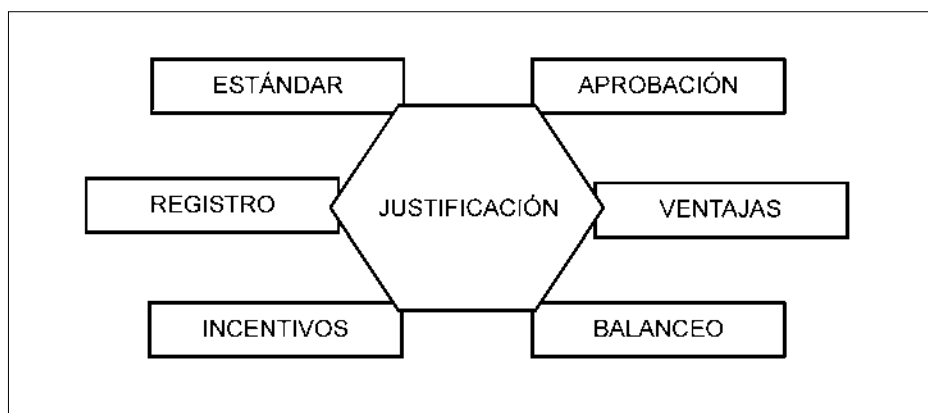
Generalmente las reformas deben ser aprobadas por los jefes del proponente, para dar su aprobación; los jefes comparan las ventajas derivadas del cambio, con el costo que dicho cambio conlleva.

Para determinar las ventajas del nuevo método es necesario, entre otros datos, tener la diferencia de duración del trabajo antes y después de la reforma.

Este tiempo unitario ahorrado se relaciona, con aumento de producción, con reducción de mano de obra, o con balanceo de velocidad respecto a otra actividad dependiente.

Con frecuencia, las empresas tienen organizado un sistema de estándares para diversas aplicaciones: programación, incentivos, control, presupuestos.

#### GRÁFICA 4. ESTUDIO DE MÉTODOS Y TIEMPOS



Si el método de trabajo, en una o varias actividades, llega a cambiarse 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. Éstas, entre otras razones, hacen conveniente tratar estos temas en forma tan relacionada.

¿Será condición indispensable saber la cuantía de las mejoras que se hacen, para realmente mejorar? No. Cuántas actividades realizamos u observamos cargadas de ineficiencias y vamos mejorándolas con el sentimiento de ir haciéndolas más fáciles, menos fatigantes, más rápidas, más precisas. No es indis-

pensable 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.

No caer pues, en la exageración de sostener que solamente se pueden hacer cambios cuando se han hecho minuciosos estudios de métodos, movimientos y tiempos, ha de ser una resolución de los encargados de mejorar los rendimientos del trabajo.

Pero tampoco caer en el costoso y común, entre nosotros, extremo opuesto de tomar los cambios como problema secundario y solucionarlo superficialmente; la prueba 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 estancadas por tantos años estancadas y estas diferencias van hasta 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, dentro de 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.