

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ANÁLISIS, ESTUDIO Y OPTIMIZACIÓN DE LAS LÍNEAS DE EMPAQUE EN
ÁREA DE LÍQUIDOS Y SÓLIDOS DE LANCASCO, S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ROMEO HUMBERTO REGALADO REYES
ASESORADO POR EL ING. JAIME HUMBERTO BATTEN ESQUIVEL

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero Spínola de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Luis Pedro Ortiz de León
VOCAL V	P.A. José Alfredo Ortiz Herincx
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADOR	Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**ANÁLISIS, ESTUDIO Y OPTIMIZACIÓN DE LAS LÍNEAS DE EMPAQUE EN
ÁREA DE LÍQUIDOS Y SÓLIDOS DE LANCASCO, S.A.,**

tema que fue aprobado por la Dirección de la Escuela de Mecánica Industrial,
el 22 de abril de 2008


Romeo Humberto Regalado Reyes



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, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **ANÁLISIS, ESTUDIO Y OPTIMIZACIÓN DE LAS LÍNEAS DE EMPAQUE EN ÁREA DE LÍQUIDOS Y SÓLIDOS DE LANCASCO, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Romeo Humberto Regalado Reyes**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, noviembre de 2010.

/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ANÁLISIS, ESTUDIO Y OPTIMIZACIÓN DE LAS LÍNEAS DE EMPAQUE EN ÁREA DE LÍQUIDOS Y SÓLIDOS DE LANCASCO S. A.**, presentado por el estudiante universitario **Romeo Humberto Regalado Reyes**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, Septiembre 2010.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 12 de octubre de 2010.
REF.EPS.D.642.10.2010

Ingeniero
César Ernesto Urquizú Rodas
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Urquizú Rodas.


Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **“ANÁLISIS, ESTUDIO Y OPTIMIZACIÓN DE LAS LÍNEAS DE EMPAQUE EN ÁREA DE LÍQUIDOS Y SÓLIDOS DE LANCASCO S.A.”** que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Romeo Humberto Regalado Reyes** quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor - Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

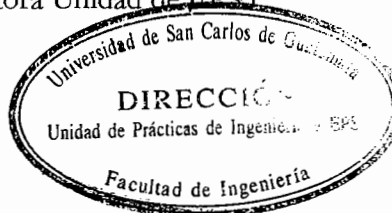
Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”


Inga. Norma Ileana Sarmiento Zecena de Serrano
Directora Unidad de EPS

NISZ/ra





Guatemala, 12 de octubre de 2010.
Ref.EPS.DOC.1021.10.10.

Ingeniera
Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Inga. Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Industrial, **Romeo Humberto Regalado Reyes**, Carné No. **200412368** procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“ANÁLISIS, ESTUDIO Y OPTIMIZACIÓN DE LAS LÍNEAS DE EMPAQUE EN ÁREA DE LÍQUIDOS Y SÓLIDOS DE LANCASCO S.A.”**.

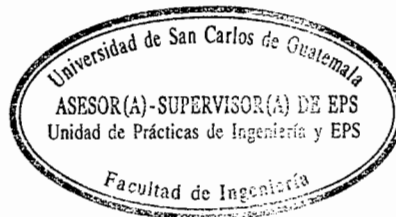
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”


Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Mecánica Industrial



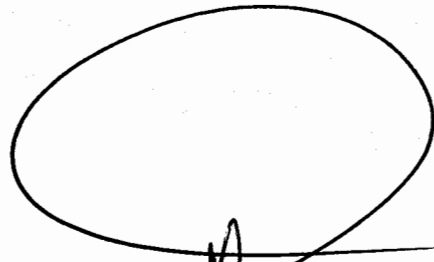
JHBE/ra



DTG. 404.2010.

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 graduación titulado: **ANÁLISIS, ESTUDIO Y OPTIMIZACIÓN DE LAS LÍNEAS DE EMPAQUE EN ÁREA DE LÍQUIDOS Y SÓLIDOS DE LANCASCO, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Romeo Humberto Regalado Reyes**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, 25 de noviembre de 2010.

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

Dios: En primer lugar por bendecirme y proporcionarme los medios necesarios para alcanzar este logro. A nuestra madre Virgen María que siempre ha estado en mi corazón brindándome la calma y la paciencia necesaria para seguir adelante.

Mi Familia: A mi madre y padre por ser mi fuerza motivadora de superación, por ser mi apoyo y ser los guías de mi vida. A mis hermanos por ser mi ejemplo y una de mis fuerzas motivadoras. A mis abuelas, abuelos, tías, tíos, primas, primos y demás familia que siempre apoyaron mi desarrollo.

Mi novia: Por ser mi inspiración durante el desarrollo de mi carrera profesional y ser esa motivación para mi superación y logro de metas profesionales y de vida.

Amigos: A quienes debo mucho por el apoyo incondicional que dieron y siguen dando a mi vida con el solo hecho de participar en ella.

AGRADECIMIENTOS A:

USAC:

Por brindarme la oportunidad, la confianza y los medios para el desarrollo de mi carrera profesional.

Lancasco, S.A.:

Igualmente por brindarme la oportunidad, la confianza y los medios para el desarrollo de mi carrera profesional.

Mi asesor:

Por ser mi guía para el desarrollo final de mi proyecto.

Mis catedráticos:

Que siempre compartieron, no solo el conocimiento científico y de academia, sino que también experiencias y momentos que contribuyen a la motivación y desarrollo profesional de nosotros los estudiantes.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. ASPECTOS GENERALES DE LANCASCO	
1.1 Historia de la empresa Lancasco	1
1.2 Actividades de Lancasco	3
1.3 Misión	4
1.4 Visión	4
1.5 Estructura organizacional	4
1.6 Principales productos	6
1.6.1 Prescripción médica	6
1.6.2 Producto venta libre	8
1.7 Ubicación	10
2. MARCO TEÓRICO	
2.1 Diseño del trabajo o simplificación del método	13
2.1.1 Simplificación del trabajo	14
2.1.2 Medida de trabajo	15
2.2 Productividad	15
2.2.1 Factores que restringen la productividad	16
2.2.2 Criterios para analizar la productividad	17
2.2.3 La dirección en el incremento de la productividad	18
2.2.4 Indicadores importantes de la productividad	19

2.2.4.1	Eficacia	19
2.2.4.2	Eficiencia	20
2.2.5	Tipos de productividad	20
2.2.5.1	Productividad parcial	20
2.2.5.2	Productividad de factor total	21
2.2.5.3	Productividad total	21
2.3	Técnicas para la solución de problemas	21
2.3.1	Técnicas de exploración	21
2.3.1.1	Diagrama de Pareto	22
2.3.1.2	Diagrama de Ishikawa	23
2.3.1.3	Diagrama de Gantt	24
2.3.1.4	Gráficas Pert	25
2.3.2	Técnicas de registro y análisis	26
2.3.2.1	Diagrama de proceso de operación	26
2.3.2.2	Diagrama de flujo del proceso	29
2.3.2.3	Diagrama de proceso hombre-máquina	31
2.3.2.4	Diagrama de recorrido del proceso	32
2.4	Análisis de la operación	33
2.4.1	Enfoques del análisis de la operación	34
2.4.1.1	Propósito de la operación	34
2.4.1.2	Diseño de partes	35
2.4.1.3	Tolerancias y especificaciones	35
2.4.1.4	Material	36
2.4.1.5	Secuencia y proceso de manufactura	36
2.4.1.6	Preparaciones y herramientas	37
2.4.1.7	Manejo de materiales	38
2.4.1.8	Distribución de planta	38
2.4.1.9	Diseño del trabajo	38

2.5	Estudio de tiempos	39
2.5.1	Elementos y preparación para el estudio de tiempos	39
2.5.2	Estudio de tiempos con cronómetro	40
2.5.3	Tiempo observado	41
2.5.4	Tiempo normal	42
2.5.4.1	Fórmulas estadísticas	43
2.5.4.2	Ábaco de Lifson	44
2.5.4.3	Tabla de Westinghouse	45
2.5.4.4	Calificación de desempeño por sistema Westinghouse	45
2.5.4.5	Suplementos	49
2.5.5	Tiempo estándar	52
2.6	Balanceo de líneas	52
2.7	Análisis FODA	58
2.7.1	Definición de análisis FODA	58
2.7.2	Esquema del análisis FODA	58
2.7.3	Definición de la estrategia	60
2.7.3.1	Estrategia mini-mini	60
2.7.3.2	Estrategia mini-maxi	61
2.7.3.3	Estrategia maxi-mini	61
2.7.3.4	Estrategia maxi-maxi	62
2.7.4	La matriz de estrategia	62
2.7.5	La dimensión del tiempo y la matriz FODA	63

3. SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCESO DE EMPAQUE DE SÓLIDOS Y LÍQUIDOS

3.1	Análisis FODA de las líneas de empaque de Lancasco	65
3.1.1	Determinación de factores internos y externos	65
3.1.2	Formación de matriz FODA	66

3.1.3	Determinación de estrategias para optimizar las líneas de empaque	69
3.1.3.1	Estrategia mini–mini	70
3.1.3.2	Estrategia mini–maxi	70
3.1.3.3	Estrategia maxi–mini	70
3.1.3.4	Estrategia maxi–maxi	70
3.2	Sólidos	71
3.2.1	Área de trabajo	71
3.2.2	Línea de blisteadado Hoong A	72
3.2.3	Productividad actual de la línea de blisteadado Hoong A	73
3.2.4	Diagrama de proceso actual de empaque para sólidos	76
3.2.5	Diagrama de flujo de proceso actual de empaque para sólidos	78
3.2.6	Diagrama de recorrido del proceso de sólidos	80
3.2.7	Ritmo de trabajo normal para sólidos	82
3.3	Líquidos	82
3.3.1	Área de trabajo	83
3.3.2	Línea de llenado y empaque de líquidos	84
3.3.3	Productividad actual de la línea de líquidos	86
3.3.4	Diagrama de proceso actual de empaque de líquidos	89
3.3.5	Diagrama de flujo de proceso actual de empaque de líquidos	91
3.3.6	Diagrama de recorrido del proceso de líquidos	93
3.3.7	Ritmo de trabajo normal	95
3.4	Puntos importantes y deficiencias de las líneas de empaque de Lancasco en área de sólidos y líquidos	95
3.4.1	Factores que restringen la productividad	96
3.4.2	Operaciones innecesarias	98
3.4.3	Costo de mano de obra actual	99

4.	ANÁLISIS, ESTUDIO Y OPTIMIZACIÓN DE LAS LÍNEAS DE EMPAQUE EN ÁREA DE LÍQUIDOS Y SÓLIDOS DE LANCASCO	
4.1	Factores propuestos de mejora	101
4.1.1	Costos en mano de obra directa	102
4.1.2	Disminución en el tiempo de empaque de productos	102
4.1.2.1	Establecimiento de estándares de tiempo de empaque de productos farmacéuticos	102
4.2	Sólidos	102
4.2.1	Análisis del área de trabajo	103
4.2.2	Mejoras en línea de blisteadado Hoong A	103
4.2.3	Análisis de operaciones innecesarias y cuellos de botellas observados en la situación actual	104
4.2.4	Estudio de tiempos de método propuesto de los principales productos sólidos de Lancasco	114
4.2.5	Diagramas de proceso de empaque propuesto para sólidos	136
4.2.6	Diagramas de flujo de proceso de empaque propuesto para sólidos	137
4.2.7	Diagrama de recorrido del proceso propuestos para sólidos	138
4.2.8	Productividad obtenida de la línea de blisteadado Hoong A	139
4.2.9	Balance de línea para Hoong A	139
4.3	Líquidos	141
4.3.1	Análisis del área de trabajo	141
4.3.2	Mejoras en línea de llenado y empaque de líquidos	142
4.3.3	Análisis de operaciones necesarias	142
4.3.4	Estudio de tiempos de métodos propuestos	150

4.3.5	Diagramas de proceso de empaque propuestos para líquidos	167
4.3.6	Diagramas de flujo de proceso de empaque propuestos para sólidos	168
4.3.7	Diagrama de recorrido del proceso propuestos para líquidos	169
4.3.8	Productividad obtenida de la línea de empaque de líquidos	170
4.3.9	Balance de línea para líquidos	171
4.3.10	Establecimiento de estándares de tiempo para los productos que se trabajan en la línea de empaque de líquidos	172
4.4	Mejoras obtenidas mediante la aplicación de optimización de líneas de empaque	173
4.5	Análisis de Pareto de situación actual posterior al desarrollo del proyecto	173
4.6	Balance de líneas	175
4.7	Análisis de costos de las líneas de empaque de líquidos y sólidos de Lancasco	175
4.7.1	Sólidos	176
4.7.2	Líquidos	182
	CONCLUSIONES	188
	RECOMENDACIONES	190
	BIBLIOGRAFÍA	191

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Organigrama general de Lancasco, S. A.	5
2. Ubicación de la planta de producción Lancasco, S. A.	11
3. Posición clave de la dirección en el incremento de la productividad	18
4. Diagrama de Pareto	23
5. Diagrama de ISHIKAWA	23
6. Diagrama de GANTT	25
7. Grafica PERT	26
8. Diagrama de proceso de operación	28
9. Diagrama de flujo del proceso	30
10. Diagrama de recorrido del proceso	32
11. Forma esquemática del análisis FODA	59
12. Estructura de matriz FODA	60
13. Esquema de la matriz de estrategia	63
14. Matriz problema contra área de solución	64
15. Esquema de método actual para proceso de empaque de Sólidos	72
16. Diagrama de operaciones actual de empaque para sólidos	77
17. Diagrama de flujo de proceso actual para empaque de sólidos	79
18. Diagrama de recorrido del proceso para empaque de salidos	81
19. Máquina llenadora de líquidos marca Tecnofarma	83
20. Esquema de método actual para proceso de empaque de líquidos	84
21. Diagrama de Ishikawa de situación actual empaque de líquidos	85
22. Diagrama de operaciones de empaque de líquidos	90
23. Diagrama de flujo del proceso de empaque de líquidos	92

24. Diagrama de recorrido de proceso para el empaque de líquidos	94
25. Diagrama de Pareto para las causas que afectan la productividad de las líneas de empaque	97
26. Sistema de aire HVAC en piso técnico	123
27. Distribución de operarios en área de sólidos	125
28. Diagrama de operaciones propuesto para empaque de sólidos	136
29. Diagrama de flujo de proceso propuesto para empaque de sólidos	137
30. Diagrama de recorrido de proceso para sólidos	138
31. Distribución de los operarios en área de líquidos	160
32. Diagrama de operaciones propuesto para empaque de líquidos	167
33. Diagrama de flujo del proceso propuesto para empaque de líquidos	168
34. Diagrama de recorrido de proceso propuesto para empaque de líquidos	169
35. Comportamiento de costos en mano de obra directa en empaque de sólidos Hoong-A, método actual y método propuesto	180
36. Comportamiento del nivel de producción en empaque de sólidos Hoong-A, entre método actual y método propuesto	181
37. Comportamiento de costos en mano de obra directa en empaque líquidos de 240ml/120ml método actual y método propuesto	186
38. Comportamiento del nivel de producción en empaque de líquidos 240ml /120ml, entre método actual y método propuesto	187

TABLAS

I.	Sistema de calificación Westinghouse	48
II.	Suplementos recomendados por la ILO	51
III.	Asignaciones de trabajo específicas	53
IV.	Número de operarios requeridos para cada operación	56
V.	Identificación de la operación más lenta	56
VI.	Ponderación de factores Lancasco, S. A. para análisis FODA	68
VII.	Diagnóstico de situación actual en Lancasco, S. A. abril 2008	69
VIII.	Resultados de tiempos observados para el blisteado de Sólidos	74
IX.	Información para el cálculo del tamaño de muestra sólidos	75
X.	Tamaño de la muestra a tomar para el estudio de tiempos en sólidos	75
XI.	Tiempo observado de operaciones de estudio en proceso de empaque de sólidos, según política actual de la empresa	75
XII.	Resultados de tiempos observados para el llenado de líquidos	87
XIII.	Información para el cálculo del tamaño de la muestra en líquidos	87
XIV.	Tamaño de la muestra a tomar para estudio de tiempos en líquidos	87
XV.	Tiempo observado de operaciones de estudio en proceso de empaque de líquidos, según política actual de la empresa	88
XVI.	Causas que afectan la productividad	97
XVII.	Cálculo para determinar el número de ciclos de estudio necesarios para sólidos	117

XVIII.	Datos para cálculos de número de ciclos para empaque de sólidos	117
XIX.	Resultado del número de ciclos necesarios de estudio en empaque de sólidos	117
XX.	Tabla de valores t-student	118
XXI.	Formato para realizar estudio de tiempos en área de sólidos	119
XXII.	Sistema de Calificación Westinghouse	120
XXIII.	Suplementos recomendados por ILO	121
XXIV.	Calificación de operario 1	126
XXV.	Estudio de tiempos, operación 9, sólidos	128
XXVI.	Estudio de tiempos, operación 10, sólidos	130
XXVII.	Estudio de tiempos, operación 11, sólidos	131
XXVIII.	Estudio de tiempos, operación 12, sólidos	132
XXIX.	Estudio de tiempos, operación 5, sólidos.	133
XXX.	Estudio de tiempos, traslado tarima, sólidos.	134
XXXI.	Estudio de tiempos, tiempo preparación, sólidos	135
XXXII.	Determinación de la operación más lenta en área de sólidos	140
XXXIII.	Cálculo para determinar el número de ciclos de estudio necesarios para líquidos	153
XXXIV.	Datos para cálculos de número de ciclos para empaque de líquidos	153
XXXV.	Resultado del número de ciclos necesarios de estudio en empaque de líquidos	153
XXXVI.	Tabla de valores t-student	154
XXXVII.	Formato para realizar registros de estudio de tiempo en área de líquidos	155
XXXVIII.	Sistema de calificación Westinghouse	156

XXXIX.	Suplementos recomendados por ILO	157
XL.	Estudio de tiempos, operación 9, líquidos	161
XLI.	Estudio de tiempos, operación 10, líquidos	162
XLII.	Estudio de tiempos, operación 11, líquidos	163
XLIII.	Estudio de tiempos, operación 12, líquidos	164
XLIV.	Estudio de tiempos, traslado de tarima, líquidos.	165
XLV.	Estudio de tiempos, tiempo de preparación, líquidos	166
XLVI.	Determinación de la operación más lenta líquidos	171
XLVII.	Análisis de costos para sólidos	177
XLVIII.	Análisis de costos para un mes de empaque de medicamentos Hoong- A con el método actual	178
XLIX.	Análisis de costos para un mes de empaque de medicamentos Hoong-A con el método propuesto	179
L.	Análisis de costos para líquidos	183
LI.	Análisis de costos para un mes de empaque de medicamentos líquidos de 240ml, con el método actual	184
LII.	Análisis de costos para un mes de empaque de medicamentos líquidos de 240ml, con el método propuesto	185

RESUMEN

Este trabajo de graduación fue desarrollado a través del programa del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS). Debido a la falta de métodos establecidos de trabajo en la empresa farmacéutica Lancasco, se han descuidado algunos factores que no permiten que se aprovechen los recursos al máximo, afectando directamente la productividad de las líneas de empaque en área de sólidos y líquidos.

Se toma de referencia para análisis de las líneas de empaque de sólidos y líquidos, el libro de Ingeniería Industrial. Métodos, tiempos y movimientos de Benjamín W. Niebel, 11^a edición. Utilizando la metodología de análisis de operaciones para localizar funciones innecesarias y establecer un mejor método de trabajo en beneficio de la productividad.

Al analizar el área de empaque de sólidos y líquidos de Lancasco, se ha determinado un mejor método para llevar a cabo los procesos de empaque. El método propuesto que se presenta en el trabajo de graduación, establece estándares adecuados de tiempo y los análisis correspondientes para una mejora mayor en la eficacia, eficiencia y por consiguiente, en la productividad de las líneas de empaque de Lancasco.

Se proyectan los costos utilizando el método actual y el propuesto, y se establece la diferencia en cuanto a mano de obra directa que es uno de los recursos que no se está aprovechando al máximo.

El capítulo uno del trabajo de graduación se enfoca a los aspectos generales de la empresa Lancasco, como su historia, las actividades a las que se dedica, su estructura organizacional, su misión y visión, describiendo también los tipos de productos que fabrica y distribuye.

En el capítulo dos se describe el marco teórico en el que se basa el trabajo de graduación, describiendo distintas herramientas de registro y análisis de información, así como los conceptos que se deben tener claros para comprender el trabajo de graduación en su totalidad.

Dentro del capítulo tres del trabajo de graduación, se describe la situación de la empresa Lancasco respecto a la productividad de sus líneas de empaque, antes de realizar el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), evaluando así las oportunidades de mejora y los aspectos en los que es fuerte la empresa.

Por último, el capítulo cuatro corresponde al proyecto realizado durante la fase de Ejercicio Profesional Supervisado (EPS). Donde se describe las herramientas utilizadas y las áreas en las que se realizaron cambios y la productividad obtenida con el método de trabajo que se propone, mejorando considerablemente la productividad de las líneas de empaque de Lancasco en el área de sólidos y líquidos.

OBJETIVOS

General

Mejorar la productividad de las líneas de empaque de Lancasco en área de sólidos y líquidos.

Específicos

1. Corregir las fallas actuales del proceso de empaque de sólidos y líquidos de Lancasco.
2. Establecer estándares de tiempo para las operaciones de empaque en área de sólidos y líquidos.
3. Establecer un método de trabajo que permita optimizar los recursos que se utilizan para el empaque de medicamentos en la línea de empaque de sólidos y líquidos de Lancasco.
4. Minimizar el costo de mano de obra directa, en la línea de empaque de sólidos y líquidos de Lancasco y minimizar el desperdicio de materiales.

INTRODUCCIÓN

Lancasco, S. A., empresa nacional farmacéutica, ha tenido un gran crecimiento durante el 2007 y 2008, al adquirir la nueva planta de producción de Sanofi Aventis ubicada en la calzada Roosevelt zona 7 de Mixco.

Lancasco ha incrementado su capacidad de producción de medicamentos, adquiriendo equipo de última tecnología y la planta con el diseño adecuado para la fabricación de medicamentos, cumpliendo con los requerimientos de Buenas Prácticas de Manufactura.

Debido al cambio de instalaciones y la adquisición de nuevos equipos, Lancasco no ha establecido un nuevo método de trabajo que permita optimizar el uso de los recursos para bien de la empresa. Por lo que debe capacitarse al personal que trabaja en la planta de empaque y establecer estándares de tiempos con un método de trabajo autorizado y debidamente implementado.

Se ha estudiado el área de empaque de sólidos *Hoong A* para establecer la metodología adecuada de trabajo que permita optimizar los recursos de materiales, mano de obra directa y el tiempo que es uno de los recursos más importantes. Así como aprovechar el factor tecnológico que posee Lancasco para aumentar la productividad de medicamentos sólidos y optimizar procesos.

También se ha evaluado el área de empaque de medicamentos líquidos en la planta de empaque de Lancasco, la cual establece soluciones ideales para la optimización de los recursos de empaque de medicamentos y promete un gran aumento de productividad.

1. ASPECTOS GENERALES DE LANCASCO

1.1 Historia de la empresa Lancasco

El 13 de julio de 1927, don Rafael Felipe Solares Miranda -un hombre emprendedor, ingenioso y con una visión que rebasó los límites de su época- fundó sobre la firme base del más fiel cumplimiento de tres principios morales: ética, honradez y respeto, la primera industria químico-farmacéutica de Guatemala.

LANCASCO surgió como anexo de la Droguería Lanquetín donde Don R. Felipe Solares empezó a trabajar en 1890 y con el tiempo llegó a ser socio. El nombre de la nueva empresa, LANCASCO, se derivó de las primeras sílabas de "Lanquetín, Castaing y Compañía", y estaba ubicada en la 8a Avenida Sur, entre la 9ª y 10ª calle de la Zona 1 de la Ciudad de Guatemala, en los altos de dicha Droguería. La meta que se propuso fue "fabricar productos eficaces y económicos que redundaran en el bienestar y la salud de la sociedad." Por primera vez en Guatemala, don R. Felipe Solares trajo desde Francia máquinas especializadas para fabricar ampollas hipodérmicas, pastillas, jarabes y otros preparados con el noble propósito de tratar diversas enfermedades.

En 1946, debido al rápido crecimiento que experimentaba la empresa, y con la finalidad de lograr una participación mayor en el Mercado, ésta se traslada de la 8a Avenida a un local propio y más amplio - situado en la 4a Calle entre 9a y 10a Avenidas de la Zona 1-, especialmente diseñado para acomodar a esa floreciente industria químico-farmacéutica.

Tras la muerte de don R. Felipe Solares, acaecida en 1957, el licenciado Felipe Solares Echeverría y don Rafael Felipe Solares Riépele, hijo y nieto

respectivamente, reciben el legado de preservar el buen nombre y los valores sobre los que descansa LANCASCO.

El crecimiento fue tal, que en 1962 la Compañía se vio en la necesidad de adquirir un terreno de 20,000 varas cuadradas, localizado en la salida de la carretera al Atlántico, para construir allí una planta de producción más grande y moderna. Posteriormente se adquirieron 10,000 varas cuadradas más.

Actualmente, LANCASCO es una Corporación transnacional liderada por la tercera y cuarta generación de los descendientes de su fundador, apoyados por un competente grupo de ejecutivos, quienes a base de una gran creatividad y sagacidad empresarial, se han encargado no solo de expandir la oferta de productos de LANCASCO, sino de posicionarla como una de las empresas farmacéuticas de mayor prestigio y solidez a nivel centroamericano, ya que cuenta con empresas propias en El Salvador y Honduras y distribuciones en el resto de países del área, así como República Dominicana.

Las instalaciones de Corporación LANCASCO cubren un área de 6,500 metros cuadrados. Cuenta con dos nuevas y modernas plantas. Una es la farmacéutica, donde se fabrican tabletas, cápsulas, grageas, jarabes, soluciones, cremas y ungüentos. La segunda está destinada para Scentia, donde se elaboran productos de higiene y cuidado personal, de perfumería y productos de limpieza.

En la Corporación, el recurso humano está entre los activos más valiosos. El ambiente, respeto y calor humano que prevalece, han creado un clima organizacional envidiable. Los colaboradores, desde su ingreso, reciben la debida capacitación y un trato personalizado para que su integración sea lo más pronta y agradable con el resto del equipo. Los principios con los que su

fundador creó LANCASCO, siguen siendo hoy los pilares sobre los que se basa la cultura de la Corporación: ética, honradez y respeto.

1.2 Actividades de Lancasco

Actualmente, Lancasco ha aumentado su capacidad de producción, gracias a que ha adquirido la planta de producción que utilizaba la empresa transnacional Sanofi Aventis, por el cual existe un pacto entre ambas partes. Es por esto que Lancasco se dedica a la fabricación de sus propios medicamentos y también funciona como empresa manufacturera para otras compañías, lo que ellos llamarían outsourcing, teniendo una fuerte capacidad de producción y sabiendo utilizarla. El proceso de manufactura de Lancasco se basa en el cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura y por el regimiento de normas sanitarias para fabricación de medicamentos. El proceso empieza desde la selección de la materia prima y su aprobación por parte de control de calidad, y sigue al departamento de fabricación donde se somete a su proceso de transformación en el producto semiterminado, el cual, luego de ser analizado y aprobado nuevamente por control de calidad, pasa al departamento de empaque, donde es sometido al empaque secundario y su respectiva presentación, tomando en cuenta aspectos como el número de lote al que se refiere, la fecha de fabricación del producto y la fecha de expiración del mismo. Por lo cual se llevan procesos complejos en los distintos departamentos, ya que Lancasco cuenta con gran diversidad de productos farmacéuticos, lo que hace necesario la buena utilización de los recursos para aprovechar la capacidad de producción.

1.3 Misión

Ser líderes en la detección temprana de tecnologías y oportunidades de mercadeo en los campos de la salud y cuidado personal y en la habilidad de evaluarlas y transformarlas de inmediato en productos y servicios de óptima calidad.

Se propone una nueva misión para Lancasco, S. A., la cual debe indicar con mayor exactitud la razón de ser de la compañía, como sigue:

“Somos una organización que produce medicamentos de calidad para el cuidado de la salud del ser humano”

1.4 Visión

Ser una corporación modelo que proporcione bienestar a la comunidad en los mercados que nos brinden oportunidad de desarrollo, con rentabilidad y permanencia, con ética, honradez y respeto.

La visión general de una organización, debe de reflejar el estado futuro de la misma, por lo que se propone la siguiente misión acorde a la visión actual:

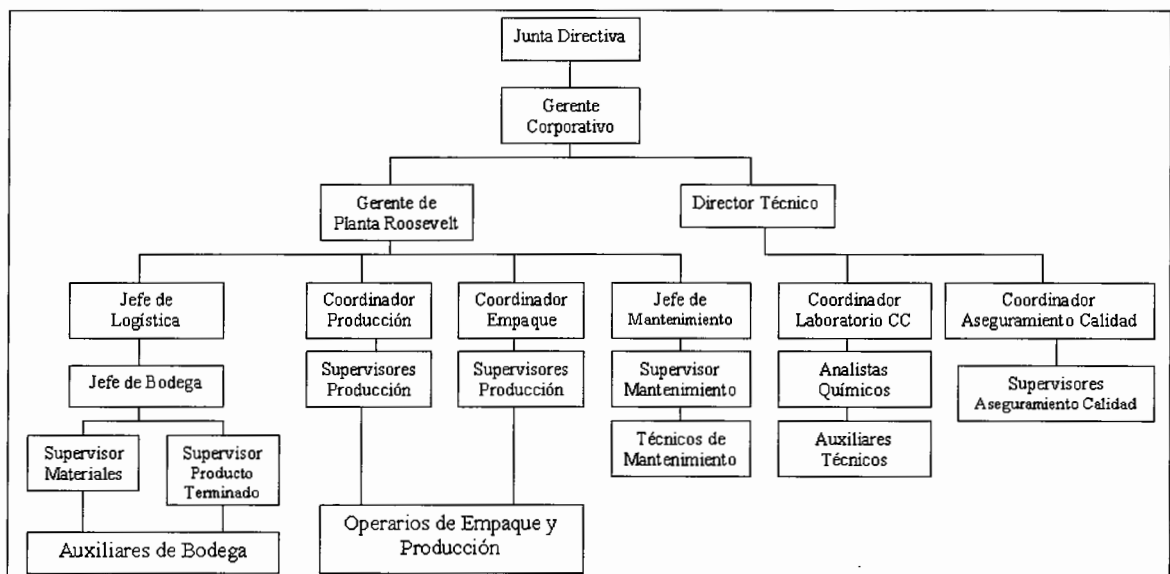
“Ser la corporación modelo más grande de Centro América, que fabrique los productos farmacéuticos de calidad reconocida”.

1.5 Estructura organizacional

Actualmente Lancasco cuenta con una tradicional estructura organizacional del tipo funcional, a nivel de toda la corporación. Debido a los

diferentes sistemas de control y área de trabajo en la planta Roosevelt Lancasco tiene una estructura organizacional funcional pero a menor escala. Siempre con las características de un enfoque directivo de arriba abajo, varios niveles jerárquicos, tareas muy especializadas, descripciones detalladas de las tareas y muchos individuos trabajan de forma independiente debido al tipo de estructura.

Figura 1. Organigrama general de Lancasco, S. A.



Fuente: Investigación de Campo

Todo el personal que labora en Lancasco, está claramente enterado de cuales son las funciones que debe desempeñar para que la empresa progrese. Lancasco cuenta con una fuerte estructura organizacional comandada por competentes ejecutivos que orientan el curso de la organización y establece los objetivos estratégicos y tácticos que debe alcanzar la organización para estar a la vanguardia y mantener su participación en el mercado nacional e internacional. Compitiendo contra las grandes marcas internacionales de productos farmacéuticos.

Es por ello que Lancasco cuenta con el nivel de junta directiva en el rango más alto y pasa luego a gerencia general, de donde se desprenden las distintas gerencias de los diferentes departamentos, como: producción, control de calidad, informática, mercadeo, contabilidad, finanzas, compras, ventas y logística. Gerencias de las cuales, se desprenden las coordinaciones de cada área en donde tienen a su cargo a los supervisores de cada área y estos manejan el nivel operativo de la compañía.

1.6 Principales productos

Lancasco fabrica y distribuye distintos productos medicinales y exporta también a los distintos países de Centro América, expandiendo sus operaciones cada vez más. A continuación se describen los distintos productos de Lancasco dividido bajo los tipos de prescripción médica y de venta libre.

1.6.1 Prescripción médica

En este entorno los profesionales que son los responsables de la salud y vida de la comunidad luego de un largo estudio y educación son los médicos, quien son los únicos profesionales que pueden recetar medicamentos, ya que ellos deben ser muy cuidadosos en la evaluación y selección del tratamiento de las personas enfermas. A continuación, se presentan algunos productos que trabaja Lancasco bajo la prescripción médica, se muestra el nombre comercial y el principio activo del medicamento.

Antibióticos

- Aticef - Ceftriaxona
- Claribac – Claritromicina

- Clanic BID – Amoxicilina + Ácido clavulánico
- Dediacol – Aminosidina / Paromomisinina
- Lanzat – Acitromicina
- Proksi – Ciprofloxacina
- Terabiol – Ampicilina + Sulbactam

Gastrointestinales

- Hulcer - Lansoprazol
- Upral – Omeprazol
- Lactéol Fort – Lactobacillus Acidophilus

Antiinflamatorios y analgésicos

- Desinac – Diclofenáco sódico
- Desinac – Diclofenáco potásico
- Pramol – Tamadol
- Tabalon – Ibuprofeno
- Langesic – Acetaminofén + Dextropropoxifeno

Antihistamínicos

- Sinhistan D – Loratadina + Pseudoefedrina
- Sinhistan – Loratadina
- Tussilan – Guaifenesina / Dextrometorfano

Control de peso

- W control – Sibutramina

Metabólicos

- Adiabets – Glibenclamida
- Adiamet – Metformina HCl
- Colvasten – Atorvastatina

Sistema nervioso

- Ansioter – Bromazepam
- Alzac – Fluoxetina
- Invol – Carbamacepina
- Dormonoct – Loprazolam

Vitaminas

- Calciolan – Calcio + vitamina D
- Materlan – Vitaminas y minerales
- Dolo nervilan – Vitaminas neurotropas (B1, B6, B12) + Diclofenáco
- Nervilan 25,000 y 10,000 – Vitaminas neurotropas (B1, B6, B12)

1.6.2 Productos venta libre

Los medicamentos de venta libre, son definidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como "medicamentos cuya entrega y administración no requieren de la autorización de un facultativo. Pueden existir diferentes categorías para estos medicamentos, de acuerdo con la legislación de cada

país. Asimismo, el lugar de estos productos puede estar limitado a las farmacias o puede darse en establecimientos comerciales".

Estos productos pueden encontrarse en las distintas farmacias de Guatemala y en establecimientos comerciales aprobados.

Los productos que trabaja Lancasco bajo la venta libre son los siguientes, en los cuales se describe el nombre comercial y su principio activo.

- Allegrill 500 – Clorhidrato de tiamina / cafeína
Ayuda al sistema nervioso y al funcionamiento muscular.
- Calamina Vitaminada – Calamina, Dpantenol
Ayuda a aliviar la comezón, el dolor y la molestia por la irritación leve de la piel.
- Enterolan suspensión – Trimetoprim sulfametoxazol
Efectivo para las infecciones urinarias leves e intestinales también para infecciones gastrointestinales, y alternativa para la diarrea.
- Estomalito – Subsalicilato de bismuto
Para tratar la diarrea, también se usa para tratar los síntomas del malestar estomacal, tales como: acidez, indigestión y náuseas.
- Estomal – Loperamida
Para tratamiento de la diarrea aguda y crónica asociada a la enfermedad inflamatoria del intestino

- Expectorante compuesto – Guaifenesina / Dextrometorfano

Para tratar la tos debida a resfriados, a una bronquitis u otras infecciones de los pulmones.

- Expectorante simple – Guaifenesina / Bromhexina

Apoya a los mecanismos naturales del cuerpo para limpiar la mucosidad de las vías respiratorias y ayuda a contrarrestar la tos.

- Laverina extrafuerte – Vitaminas del complejo B, Nicotinamida

- Passiflora compuesta – Pasiflora / Lechuga / Valeriana
Ayuda a controlar el Insomnio.

- Rábano yodado – Extracto de rábanos frescos / Yodo / Hierro

1.7 UBICACIÓN

La planta de producción Lancasco Roosevelt está ubicada fuera de los límites que divide la ciudad capital del municipio de Mixco. Está ubicada al final de la calzada Roosevelt en el kilómetro 15.5 zona 7 de Mixco. A las orillas de la zonas industriales No. 12 y 13 según la clasificación de zonas industriales definidas por el reglamento de localización e instalación industrial de la ciudad de Guatemala.

Figura 2. Ubicación de la planta de producción Lancasco S. A. Roosevelt zona 4 de Mixco



Fuente: CONRED

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Diseño del trabajo o simplificación del método

El diseño de métodos es la técnica que tiene por objetivo aumentar la productividad del trabajo mediante la eliminación de todos los desperdicios de materiales, tiempos y esfuerzos; se puede definir al diseño del trabajo como la función de especificación de las actividades de trabajo de un individuo o grupo en el contexto de una organización.

Su objetivo es aumentar la productividad con los mismos o menores recursos para producir un bien o servicio; además tiende a desarrollar asignaciones de trabajo que satisfagan las necesidades de la organización y la tecnología y que cumplan con los requisitos personales e individuales del trabajador.

El diseño de trabajo es la actividad de diseño que representa el mayor reto (y la más confusa) en un sistema productivo, esto se debe a:

- Con frecuencia hay conflictos entre las necesidades y los objetivos del trabajador y los grupos de trabajo y el proceso de producción.
- La naturaleza exclusiva de cada individuo genera una amplia gama de respuestas de actitud, psicológicas y productivas al realizar una tarea determinada.
- Las características de los trabajos y el trabajo en sí son cambiantes, lo que permite cuestionar los modelos

tradicionales de comportamiento del trabajador, y la eficacia de los métodos tradicionales para el desarrollo del trabajo.

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

2.1.1 Simplificación del trabajo

Esta área tiene por objetivo aplicar un procedimiento sistemático de control de todas las operaciones de un trabajo dado a un análisis meticuloso, con el fin de introducir mejoras para que el trabajo sea más fácil de realizar.

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

- Métodos
- Procesos
- Herramientas
- Equipo
- Habilidades

2.1.2 Medida de trabajo

Esta área comprende lo que puede llamarse levantamiento del trabajo; es decir, en ella se investiga en qué condiciones, bajo qué métodos y en qué tiempo se ejecuta un trabajo determinado, con el objeto de:

- Balancear cargas de trabajo
- Establecer costos estándares
- Implantar sistemas de incentivos
- Programar la producción

2.2 Productividad

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

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

Teóricamente existen tres formas de aumentar la productividad:

- Aumentar la producción y mantener el mismo insumo.
- Reducir el insumo y mantener la misma producción.

- Aumentar la producción y reducir el insumo de manera simultánea.

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

Es decir que la productividad es la relación aritmética entre la cantidad producida y la cuantía de los recursos empleados en la producción.

La productividad puede ser medida según el punto de vista:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción}}{\text{Insumos}}$$

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Resultados Logrados}}{\text{Recursos Empleados}}$$

2.2.1 Factores que restringen la productividad

- Incapacidad de los dirigentes para fijar el ambiente y crear el clima apropiado para el mejoramiento de la productividad.
- Problemas de los reglamentos gubernamentales.

- El tamaño y la obsolescencia de las organizaciones tienen un efecto negativo sobre el aumento de la productividad.
- Incapacidad para medir y evaluar la productividad de la fuerza de trabajo.
- Los recursos físicos, los métodos de trabajo y los factores tecnológicos que actúan tanto en forma individual y combinada para restringir la productividad.

2.2.2 Criterios para analizar la productividad

Se analizan los factores conocidos como las "M" mágicas.

- | | |
|------------------|-----------------------------|
| • Hombres (Men) | • Máquinas |
| • Dinero (Money) | • Medio Ambiente |
| • Materiales | • Mantenimiento Del Sistema |
| • Métodos | • Misceláneos |
| • Mercados | • Manufactura |

Es evidente que cuando mayor sea la productividad, más económica resultarán las operaciones y mayores serán los beneficios a obtenerse.

Un aumento en la productividad generará los siguientes beneficios:

- Los obreros ganan más.
- Las empresas obtienen mayores utilidades.

- Los consumidores obtienen mejores precios.

Temores al promover el aumento de la productividad:

- A lo desconocido.
- A la reducción de empleos.
- Al desempleo.
- A las cargas de trabajo desbalanceadas.
- A la mala distribución de las ganancias con la mayor productividad.

2.2.3 La dirección en el incremento de la productividad

La posición clave de la dirección puede apreciarse en el siguiente diagrama:

Figura 3. Posición clave de la dirección en el incremento de la productividad



Fuente: Benjamín Niebel. Ingeniería Industrial. Métodos, tiempos y movimientos, pág. 15

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

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

La cantidad de productos que se obtienen de una máquina o de un trabajo en un tiempo determinado constituye la medida de la productividad.

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

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

2.2.4 Indicadores importantes de la productividad

La productividad es una medida de trabajo que debe controlarse para garantizar que se están utilizando los recursos de una empresa u organizaron de forma adecuada. Los indicadores importantes de la productividad son la eficacia y eficiencia. A continuación se describe cada uno de esos indicadores.

2.2.4.1 Eficacia

La eficacia se refiere a la realización de las actividades correctas que permitan el cumplimiento de un objetivo. En otras palabras es la obtención de los resultados deseados. En términos de producción la eficacia se puede medir de la siguiente forma:

$$\text{Porcentaje de eficacia} = \frac{\text{Capacidad Usada}}{\text{Capacidad Disponible}} \times 100$$

Donde se puede determinar la capacidad usada de la siguiente manera:

$$\text{Capacidad Usada} = \frac{\text{Capacidad Disponible}}{\text{Tiempo Muerto}}$$

2.2.4.2 Eficiencia

Es la obtención de un resultado deseado con el mínimo de insumos. Es la razón entre la producción real obtenida y la producción estándar esperada.

$$\text{Porcentaje de eficiencia} = \frac{\text{Producción Real}}{\text{Producción Programada}} \times 100$$

2.2.5 Tipos de productividad

La productividad se puede englobar en tres etapas básicas

2.2.5.1 Productividad parcial

Es la razón entre la cantidad producida y un solo tipo de insumo.

- Productividad = PIB / Mano de obra
- Productividad = PIB / Capital

2.2.5.2 Productividad de factor total

Es la razón entre la productividad neta o valor añadido y la suma asociada de los insumos: mano de obra y capital.

- $\text{Productividad} = \text{P.I.B.} / (\text{M.O.} + \text{Capital})$

2.2.5.3 Productividad total

Es la relación entre la producción total y la suma de todos los factores de insumo.

- $\text{Productividad} = \text{Producción} / \text{Insumos}$

2.3 Técnicas para la solución de problemas

Las técnicas para la solución de problemas ayudan a identificar problemas en los objetos de estudio, y ayudan a determinar las oportunidades de mejora en los objetos de estudio. A continuación se presentan las técnicas de solución de problemas, divididas en técnicas de exploración y técnicas de registro y análisis.

2.3.1 Técnicas de exploración

Las técnicas de exploración ayudan a determinar la situación actual del objeto de estudio en términos cuantitativos, es decir, se pueden registrar datos numéricos para el análisis de los procesos e identificar las oportunidades de mejora.

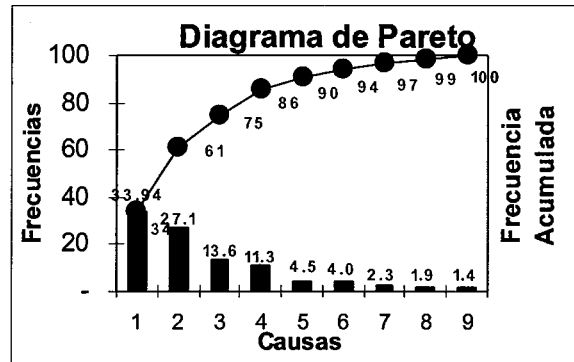
2.3.1.1 Diagrama de Pareto

Los artículos de interés se identifican y miden en una escala común y después se acomodan en orden ascendente, creando una distribución acumulada. Por lo común, 20% de los artículos clasificados representan 80% o más de la actividad total; en consecuencia, la técnica también se conoce como Regla 80–20.

Es un gráfico cuyas barras verticales están ordenadas de mayor a menor importancia, estas barras representan datos específicos correspondientes a un problema determinado, la barra más alta esta del lado izquierdo y la más pequeña, según va disminuyendo de tamaño, se encuentra hacia la derecha.

Ayuda a dirigir mayor atención y esfuerzo a problemas realmente importantes, o bien determina las principales causas que contribuyen a un problema determinado y así convertir las cosas difíciles en sencillas. Este principio es aplicable en cualquier campo, en la investigación y eliminación de causas de un problema, organización de tiempo, de tareas, visualización del antes y después de resuelto un problema, o en todos los casos en que el efecto final sea el resultado de la contribución de varias causas o factores.

Figura 4. Diagrama de Pareto



Fuente: Benjamín Niebel. Ingeniería Industrial. Métodos, tiempos y movimientos, pág. 23

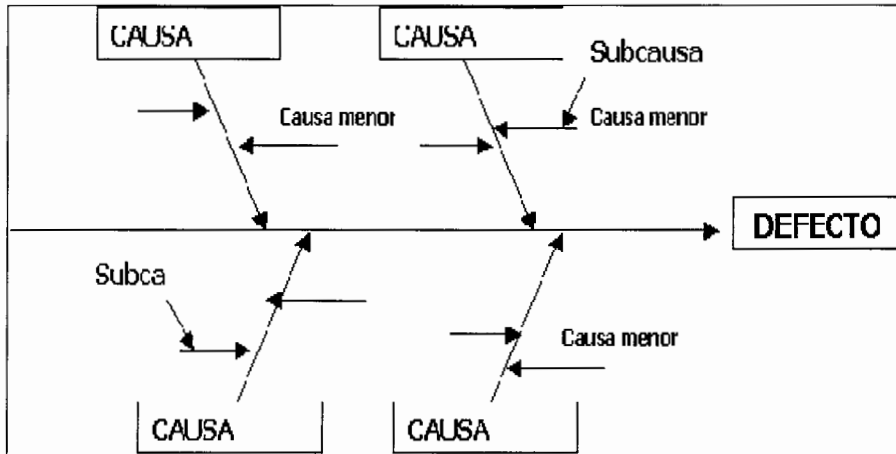
2.3.1.2 Diagrama de Ishikawa

Técnica de análisis de causa y efectos para la solución de problemas, relaciona un efecto con las posibles causas que lo provocan.

Se utiliza para cuando se necesite encontrar las causas raíces de un problema. Simplifica enormemente el análisis y mejora la solución de cada problema, ayuda a visualizarlos mejor y a hacerlos más entendibles, toda vez que agrupa el problema, o situación a analizar y las causas y subcausas que contribuyen a este problema o situación.

Se conoce también por los nombres de: diagrama de espina de pescado o diagrama causa-efecto.

Figura 5. Diagrama de Ishikawa

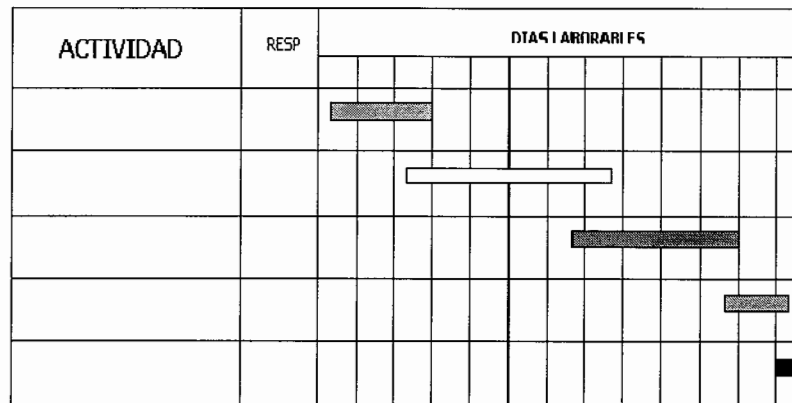


Fuente: Benjamín Niebel. Ingeniería Industrial. Métodos, tiempos y movimientos, pág. 24

2.3.1.3 Diagrama de Gantt

Gráfico que establece el orden y el lapso en que deben ejecutarse las acciones que constituyen un proyecto. Permite vigilar el cumplimiento de un proyecto en el tiempo y determinar el avance en un momento dado. Se conoce también por el nombre de cronograma de actividades

Figura 6. Diagrama de Gantt

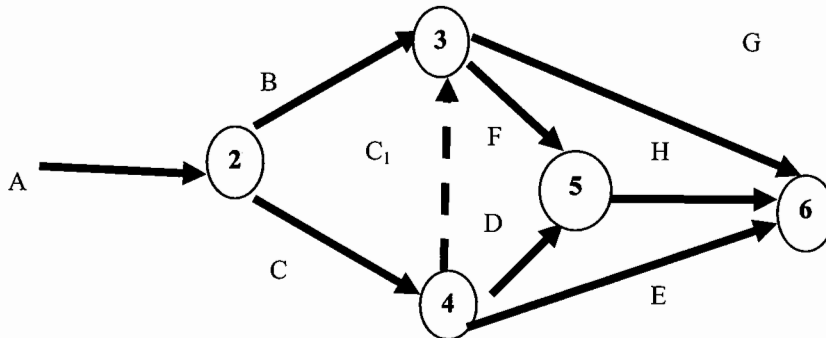


Fuente: Benjamín Niebel. Ingeniería Industrial. Métodos, tiempos y movimientos, pág. 25

2.3.1.4 Gráficas PERT

PERT son las iniciales de Program and Review Technique (Técnica de revisión y evaluación de proyectos). Una gráfica PERT, también conocida como diagrama de redes o ruta crítica, es un método de planeación y control que muestra en forma gráfica la manera óptima de lograr un objetivo predeterminado, por lo general, en términos de tiempo.

Figura 7. Gráfica PERT



Fuente: Benjamín Niebel. Ingeniería Industrial. Métodos, tiempos y movimientos, pág. 27

2.3.2 Técnicas de registro y análisis

Las técnicas de registro y análisis se enfocan más a procesos, para determinar la situación actual e identificar operaciones innecesarias, cuellos de botella o algún otro tipo de problema que este afectando el flujo normal de trabajo o de operaciones. Se enfoca al estudio cuantitativo de las operaciones de los procesos para lograr un objetivo específico. A continuación se presentan distintas técnicas de exploración.

2.3.2.1 Diagrama de proceso de operación

Muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones, holguras y materiales que se usan en un proceso de manufactura o de negocios, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque del producto terminado. El diagrama describe la entrada de todas las componentes y subensambles al ensamble principal. De la misma manera que un plano muestra detalles de diseño como ajustes, tolerancias y especificaciones, el diagrama de proceso de la operación proporciona detalles de manufactura o de negocios a simple vista.

Al construir un diagrama de proceso de la operación se usan dos símbolos: un círculo pequeño, con diámetro de 3/8 pulgadas, que denota una operación, y un cuadrado pequeño, de 3/8 pulgadas por lado, que denota una inspección. Una operación tiene lugar cuando una parte bajo estudio se transforma intencionalmente o cuando se realiza su estudio o la planeación antes de realizar el trabajo productivo. Las operaciones manuales, por lo general, se relacionan con la mano de obra directa, mientras que el análisis de información con frecuencia es una porción de los costos indirectos o gastos. Una inspección tiene lugar cuando la parte se examina para determinar su conformidad con un estándar.

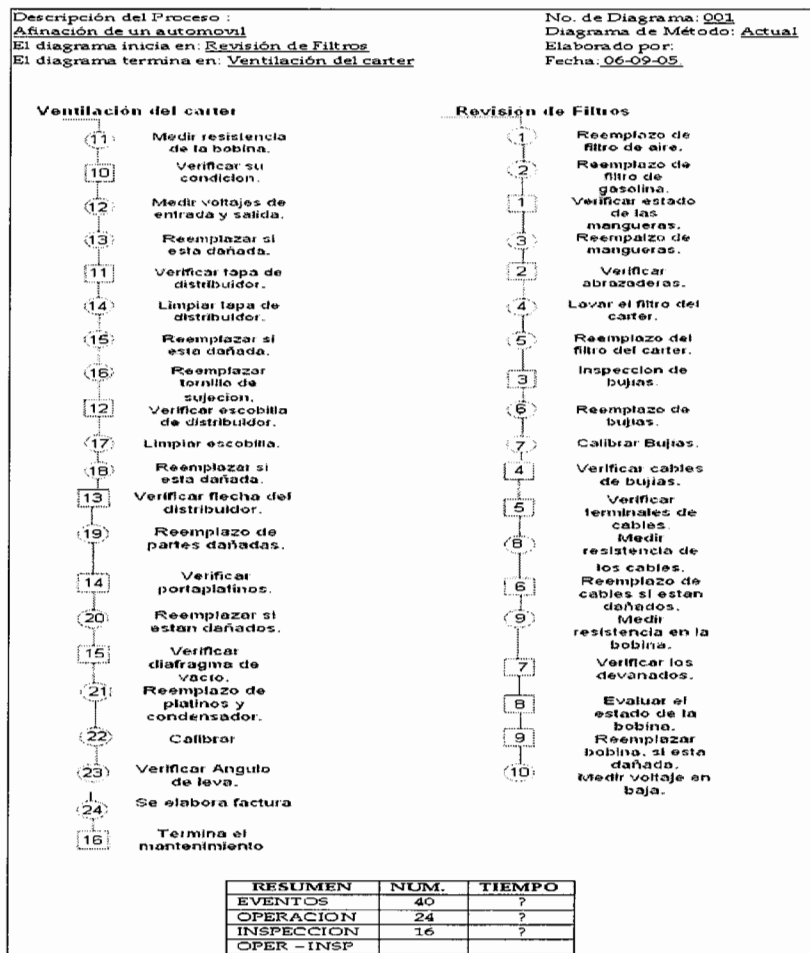
Antes de comenzar la construcción de un diagrama de proceso de la operación, se identifica el diagrama con un título, "diagrama de proceso de la operación" y otra información como número de parte, número de dibujo, descripción del proceso, método actual y propuesto, fecha y nombre de la persona que hace el diagrama. La información adicional puede incluir número de diagrama, planta, edificio y departamento.

Las líneas verticales indican el flujo general del proceso al realizar el trabajo, las horizontales que llegan a las líneas de flujo verticales indican los materiales, ya sea comprados o trabajados, que se usan en el proceso. Los materiales que se desarman o extraen se representan por una línea de materiales horizontal dibujada a la derecha de la línea de flujo vertical, mientras que los de ensamble se muestran con una línea horizontal dibujada a la izquierda de la línea vertical.

Se asignan a cada operación e inspección los valores del tiempo, basados en estimaciones o en mediciones reales.

El diagrama de proceso de la operación terminado ayuda a visualizar el método actual, con todos sus detalles, para que pueda desarrollar procedimientos nuevos y mejores. Muestra el efecto que tendrá un cambio en una operación dada sobre las operaciones precedentes y subsecuentes.

Figura 8. Diagrama de Proceso de Operación



Fuente: Benjamín Niebel. Ingeniería Industrial. Métodos, tiempos y movimientos, pág. 30

2.3.2.2 Diagrama de flujo del proceso

Este contiene mucho más detalle que el diagrama de proceso de la operación. Por lo tanto, es común que no se aplique al ensamblaje completo. Se usa, en principio, para cada componente de un ensamblaje o de un sistema para obtener el máximo ahorro en la manufactura, o en un procedimiento aplicables a una componente o secuencia de trabajo específicos. El diagrama de flujo del proceso es valioso en especial al registrar costos ocultos no productivos, como distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales. Una vez detectados estos períodos no productivos, los analistas pueden tomar medidas, para minimizarlos y, por ende, sus costos.

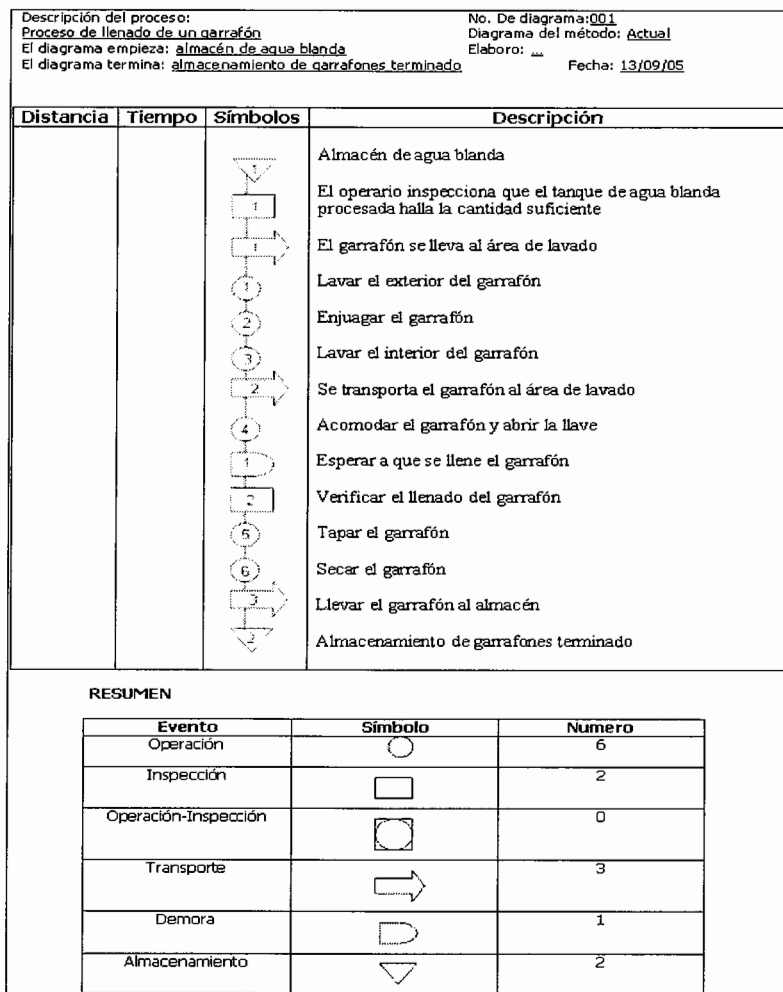
Además de registrar las operaciones e inspecciones, estos diagramas de flujo del proceso requieren símbolos adicionales a los usados en los diagramas de proceso de la operación. Una pequeña flecha significa un transporte, que se puede definir como mover un objeto de un lugar a otro, excepto cuando el movimiento se lleva a cabo durante el curso normal de una operación o inspección. Una "D" mayúscula indica una demora (delay) que ocurre cuando no se permite el procesamiento inmediato de una parte en la siguiente estación de trabajo. Un triángulo equilátero sobre un vértice significa un almacenamiento, que sucede cuando una parte se detiene y se protege contra el movimiento no autorizado.

Lo mismo que el diagrama de proceso de la operación, este diagrama se identifica con un título, "diagrama de flujo del proceso", y se acompaña de información que incluye número de parte, número de dibujo, descripción del proceso, método actual o propuesto, y el nombre de la persona que lo realiza. Otros datos, como planta, edificio o departamento, número de diagrama,

cantidad y costo pueden ser valiosos para identificar por completo el trabajo al que se refiere el diagrama.

Para cada evento del proceso, el analista asienta su descripción, marca el símbolo adecuado e indica los tiempos de proceso o demora y las distancias de los transportes. Después conecta los símbolos de los eventos sucesivos con líneas hacia abajo.

Figura 9. Diagrama de flujo del proceso



Fuente: Benjamín Niebel. Ingeniería Industrial. Métodos, tiempos y movimientos, pág. 34

2.3.2.3 Diagrama de proceso hombre-máquina

Se usa para estudiar, analizar y mejorar una estación de trabajo a la vez. El diagrama muestra la relación de tiempo exacta entre el ciclo de trabajo de una persona y el de la máquina. Estas características pueden ayudar a lograr una utilización más completa tanto del trabajador como de la máquina y un mejor balance del ciclo de trabajo.

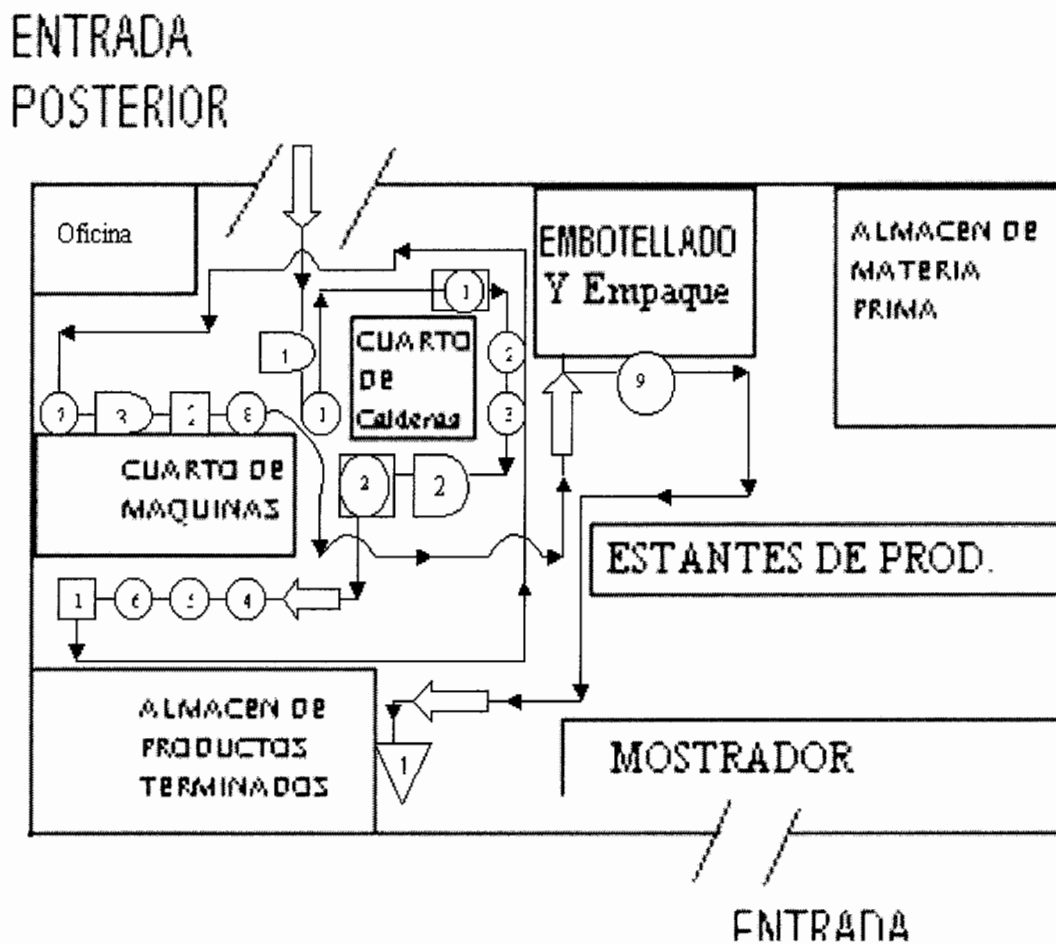
La costumbre de que un empleado opere más de una máquina se conoce como acoplamiento de máquinas. Este diagrama siempre se hace a escala, entonces el analista elige la distancia en pulgadas que representa una unidad de tiempo, de manera que el diagrama sea claro. Mientras mas largo sea el ciclo de la operación, más corta será la distancia por décimo de minuto. Una vez establecidos los valores exactos por la distancia, en pulgadas por unidad de tiempo, se inicia la gráfica. El lado izquierdo muestra las operaciones y e tiempo que usa el trabajador, a la derecha se colocan los tiempos de trabajo y ociosos de la máquina ó máquinas. Una línea continua vertical representa el tiempo de trabajo del empleado. Una discontinuidad en esta línea significa tiempo ocioso. De manera similar, una línea continua bajo el nombre de cada máquina indica tiempo de operación y las discontinuidades designan tiempo ocioso de la máquina. Una línea punteada en la columna de una máquina señala tiempo de carga y descarga de la máquina, durante el cual no está ociosa y tampoco productiva.

El diagrama del proceso hombre-máquina terminado muestra con claridad las áreas de ocurrencia de tiempo ocioso de la máquina y el trabajador.

2.3.2.4 Diagrama de recorrido del proceso

Es un método gráfico del diagrama del flujo del proceso en el cual se describe todo el recorrido de un proceso de transformación de materia prima en un producto terminado.

Figura 10. Diagrama de recorrido del proceso



Fuente: Benjamín Niebel. Ingeniería Industrial. Métodos, tiempos y movimientos, pág. 38

2.4 Análisis de la operación

La metodología del análisis de operaciones ayuda a cumplir los siguientes objetivos:

- Mejorar métodos.
- Aplicar las interrogantes: por qué, cómo, cuándo, dónde, quién, de tal forma que en base a esto se puedan identificar los procesos y métodos que se puedan mejorar, con el fin de mejorarlos. Todo esto con el fin de poder brindarle un ahorro a la empresa en muchos aspectos.
- Realizar un estudio, enfocándose en: el diseño, materiales, tolerancia, procesos y herramientas, y en base a esto poder plantear la interrogante: cómo.
- Estudiar los elementos productivos e improductivos de una operación.
- Dirigir la atención del operario y el diseño del trabajo preguntando *quién*.
- Realizar un estudio en la distribución de planta preguntando *dónde*.
- Realizar arreglos, ya sea: simplificando, eliminando, combinando y arreglando las operaciones. Con el propósito de poder detectar los posibles cambios en cada uno de ellos. Ya sea haciéndolos más eficientes, productivos, o en su defecto poder eliminar procesos innecesarios.

2.4.1 Enfoques del análisis de la operación

Cuando se usan los nueve enfoques primarios de análisis al estudiar cada operación, la atención se centra en las partes que tienen más oportunidad de producir mejoras. Sin embargo, no todos estos enfoques se aplican a cada actividad de un diagrama de flujo; pero, en general, debe considerarse más de uno. El método de análisis recomendado es tomar cada paso del método actual y analizarlo, tomando en cuenta todos los puntos clave, con un enfoque claro y específico en las mejoras. Se sigue este mismo procedimiento en las subsecuentes operaciones, inspecciones, movimientos, almacenamientos, etc. Una vez analizando cada elemento se estudia el producto completo y se consideran de nuevo todos los puntos de análisis en busca de todas las posibilidades de mejora. Lo normal es que en todas las plantas surja un número ilimitado de oportunidades para mejorar los métodos. Con el fin de lograr los ahorros máximos, deben estudiarse con cuidado las operaciones individuales y colectivas como se describió. Siempre que los ingenieros competentes y analistas del ramo sigan este procedimiento, se obtendrán resultados benéficos.

2.4.1.1 Propósito de la operación

Quizá sea el más importante de los nueve puntos del análisis de la operación. La mejor manera de simplificar una operación es formular una manera de obtener los mismos resultados o mejores sin costo adicional. La regla elemental de un analista es tratar de eliminar o combinar una operación antes de intentar mejorarla.

En la actualidad se lleva a cabo mucho trabajo innecesario. Las tareas no deben simplificarse o mejorarse sino, eliminarse por completo. No tienen que

capacitarse personal, no habrá costos mayores en la instalación del nuevo método ya que se haya eliminado una operación innecesaria.

Las operaciones innecesarias a menudo aparecen por el desempeño inadecuado de la operación anterior, desarrollando la necesidad de una operación extra para corregirle trabajo anterior.

2.4.1.2 Diseño de partes

Los ingenieros de métodos con frecuencia piensan que una vez aceptado el diseño, su único recurso es planear su manufactura económica. Aun cuando es difícil introducir un pequeño cambio en el diseño, un buen ingeniero de métodos debe revisar todos los diseños en busca de mejoras posibles.

Para esto deben tomarse en cuenta los siguientes puntos.

- Simplificar los diseños para reducir el número de partes.
- Reducir el número de operaciones y distancias.
- Utilizar mejores materiales.
- Liberar tolerancias y apoyar la exactitud en la operación clave.
- Diseñar para la clasificación y el ensamble.

2.4.1.3 Tolerancias y especificaciones

Se refiere a las tolerancias y especificaciones que se relacionan con la calidad del producto, su habilidad para satisfacer una necesidad dada. Mientras las tolerancias y las especificaciones siempre se toman en cuenta

al revisar el diseño, en general, esto no es suficiente. Debe estudiarse independientemente de otros enfoques del análisis de la operación.

El analista debe estar pendiente de especificaciones demasiado liberadas lo mismo que de las restrictivas. Cerrar una tolerancia a menudo facilita una operación de ensamble u otro paso subsiguiente.

2.4.1.4 Material

¿Qué material debe usar? Es la pregunta que el ingeniero, debe formular en este punto. Y para su análisis debe desarrollar los siguientes puntos:

- Encontrar un material menos costoso.
- Encontrar materiales que sean más fáciles de procesar.
- Usar materiales de manera más económica.
- Usar materiales de desecho.
- Usar materiales y suministrar materia más económica.
- Estandarizar los materiales.
- Encontrar el mejor proveedor respecto a precio y disponibilidad.

2.4.1.5 Secuencia y proceso de manufactura

El ingeniero de métodos debe entender que el tiempo dedicado al proceso de manufactura se divide en dos pasos: plantación y control de inventarios.

Para perfeccionar el proceso de manufactura, el analista debe considerar lo siguiente:

- Reorganización de las operaciones.
- Mecanizado de las operaciones manuales.
- Utilización de instalaciones mecánicas más eficientes.
- Operación más eficiente de las instalaciones mecánicas.
- Fabricación cerca de la forma final.
- Uso de robots.

Se lleva un cierto proceso de manufactura el cuál se debe cuidar para la óptima utilización de todos los recursos. Cada vez que los operadores realizan su actividad constantemente, ellos adquieren más práctica y por lo tanto sus actividades las realizan con un mayor grado de rapidez.

2.4.1.6 Preparaciones y herramientas

Uno de los elementos más importantes de todas las formas de trabajo es herramientas y preparación de su economía. La cantidad de herramientas que proporciona las mayores ventajas depende de:

- La cantidad de producción
- Lo repetitivo del negocio
- La mano de obra
- Los requerimientos de entrega
- El capital necesario
- Reducción de tiempos de preparación
- Uso de toda la capacidad de la máquina
- Uso de herramientas más eficientes.

2.4.1.7 Manejo de materiales

El manejo de materiales incluye movimiento, tiempo, lugar, cantidad y espacio. Primero, el manejo de material debe asegurar que las partes, la materia prima y los materiales en el proceso se muevan periódicamente de un lugar a otro mediante:

- Reducción del tiempo dedicado a recoger el material.
- Usar equipo mecanizado o automático.
- Utilizar las instalaciones de manejo de materiales existentes.
- Manejar los materiales con más cuidado.
- Considerar la aplicación de códigos de barras para los inventarios y actividades relacionadas.

2.4.1.8 Distribución de planta

El objeto principal de la distribución de planta es desarrollar un sistema de producción que permita la manufactura del número deseado de productos, con la calidad deseada al menor costo, mediante el estudio de:

- Tipos de distribución
- Gráficas de recorrido
- Plantación del sistema de la distribución de Muther
- Distribución de planta asistida por computadora

2.4.1.9 Diseño del trabajo

Debido al nuevo reglamento (como OSHA) y preocupación por la salud, las técnicas de diseño del trabajo manual y los principios de la economía de

movimiento que integran a la ergonomía, diseño de herramientas, condiciones de trabajo y ambientales

2.5 Estudio de tiempos

Es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número de observaciones, el tiempo para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido.

2.5.1 Elementos y preparación para el estudio de tiempos

Es necesario que, para llevar a cabo un estudio de tiempos, el analista tenga la experiencia y conocimientos necesarios y que comprenda en su totalidad una serie de elementos que a continuación se describen para llevar a buen término dicho estudio.

Selección de la operación. ¿Qué operación se va a medir? Su tiempo, en primer orden es una decisión que depende del objetivo general que se persigue con el estudio de la medición. Se pueden emplear criterios para hacer la elección:

- El orden de las operaciones según se presentan en el proceso.
- La posibilidad de ahorro que se espera en la operación. Relacionado con el costo anual de la operación que se calcula mediante la siguiente ecuación:
- Costo anual d operación = (actividad anual)(tiempo de operación)(salario horario) Según necesidades específicas.

Selección del operador. Al elegir al trabajador se deben considerar la habilidad, deseo de cooperación, temperamento y experiencia.

2.5.2 Estudio de tiempos con cronómetro

El estudio de tiempos es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número limitado de observaciones, el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido.

Un estudio de tiempos con cronómetro se lleva a cabo cuando:

- Se va a ejecutar una nueva operación, actividad o tarea.
- Se presentan quejas de los trabajadores o de sus representantes sobre el tiempo de una operación.
- Se encuentran demoras causadas por una operación lenta, que ocasiona retrasos en las demás operaciones.
- Se pretende fijar los tiempos estándar de un sistema de incentivos.
- Se encuentran bajos rendimientos o excesivos tiempos muertos de alguna máquina o grupo de máquinas.

Los pasos para la realización del estudio de tiempos son:

- Preparación
 - Se selecciona la operación

- Se selecciona al trabajador
- Se realiza un análisis de comprobación del método de trabajo.
- Se establece una actitud frente al trabajador.
- Ejecución
 - Se obtiene y registra la información.
 - Se descompone la tarea en elementos.
 - Se cronometra.
 - Se calcula el tiempo observado.
- Valoración
 - Se valora el ritmo normal del trabajador promedio.
 - Se aplican las técnicas de valoración.
 - Se calcula el tiempo base o el tiempo valorado.
- Suplementos
 - Análisis de demoras
 - Estudio de fatiga
 - Cálculo de suplementos y sus tolerancias
- Tiempo estándar
 - Error de tiempo estándar
 - Cálculo de frecuencia de los elementos
 - Determinación de tiempos de interferencia
 - Cálculo de tiempo estándar

2.5.3 Tiempo observado

El tiempo observado se define como la medida de tiempo que registra el analista de tiempos al momento de efectuar el estudio de la operación o proceso.

2.5.4 Tiempo normal

La definición de tiempo normal se describe como el tiempo requerido por el operario normal o estándar para realizar la operación cuando trabaja con velocidad estándar, si ninguna demora por razones personales o circunstancias inevitables.

Mientras el observador del estudio de tiempos está realizando un estudio, se fijará, con todo cuidado, en la actuación del operario durante el curso del mismo. Muy rara vez esta actuación será conforme a la definición exacta de los que es la " normal ", o llamada a veces también "estándar". De aquí se desprende que es esencial hacer algún ajuste al tiempo medio observado a fin de determinar el tiempo que se requiere para que un individuo normal ejecute el trabajo a un ritmo normal. El tiempo real que emplea un operario superior al estándar para desarrollar una actividad, debe aumentarse para igualarlo al del trabajador normal; del mismo modo, el tiempo que requiere un operario inferior estándar para desarrollar una actividad, debe aumentarse para igualarlo al del trabajador normal; del mismo modo, el tiempo que requiere un operario inferior al estándar debe reducirse al valor representativo de la actuación normal. Sólo de esta manera es posible establecer un estándar verdadero en función de un operario normal.

La longitud del estudio de tiempos dependerá en gran parte de la naturaleza de la operación individual. El número de ciclos que deberá observarse para obtener un tiempo medio representativo de una operación determinada depende de los siguientes procedimientos:

- Por fórmulas estadísticas
- Por medio del ábaco de Lifson
- Por medio del criterio de las tablas Westinghouse

Estos procedimientos se aplican cuando se pueden realizar gran número de observaciones, pues cuando el número de éstas es limitado y pequeño, se utiliza para el cálculo del tiempo normal representativo la medida aritmética de las mediciones efectuadas.

2.5.4.1 Determinación de números de ciclos por fórmulas estadísticas

Determinación de las observaciones necesarias por fórmulas estadísticas, el número N de observaciones necesarias para obtener el tiempo de reloj representativo con un error de e%, con riesgo fijado de R%. Se aplica la siguiente fórmula:

$$N = \left(\frac{K \cdot \sigma}{e \cdot \bar{x}} \right)^2 + 1$$

Siendo K = el coeficiente de riesgo cuyos valores son:

K = 1, para riesgo de error de 32%

K = 2, para riesgo de error de 5%

K = 3, para riesgo de error de 0.3%

La desviación típica de la curva de la distribución de frecuencias de los tiempos de reloj obtenidos σ es igual a:

$$\sigma = \frac{\sum f(X_i - \bar{x})^2}{n}$$

Siendo:

X_i = los valores obtenidos de los tiempos de reloj

\bar{x} = la media aritmética de los tiempos del reloj

N = frecuencia de cada tiempo de reloj tomado

n = número de mediciones efectuadas

e = error expresado en forma decimal

2.5.4.2 El ábaco de Lifson

Es una aplicación gráfica del método estadístico para un número fijo de mediciones $n = 10$. La desviación típica se sustituye por un factor B , que se calcula:

$$B = \frac{S - I}{S + I}$$

Siendo

S = tiempo superior

I = tiempo inferior

2.5.4.3 Determinación de números de ciclos por tablas de Westinghouse

La tabla Westinghouse obtenida empíricamente, da el número de observaciones necesarias en función de la duración del ciclo y del número de piezas que se fabrican al año. Esta tabla sólo es de aplicación a operaciones muy representativas realizadas por operarios muy especializados. En caso de que éstos no tengan la especialización requerida, deberá multiplicarse el número de observaciones obtenidas por 1.5

2.5.4.4 Calificación del desempeño por sistema Westinghouse

El desempeño estándar se define como el nivel de desempeño logrado por un operario con amplia experiencia que trabaja en las condiciones acostumbradas a un paso no muy rápido ni muy lento, pero representativo de uno que se puede mantener durante todo el día.

Uno de los sistemas de calificación más antiguos y con mayor aplicación fue desarrollado por la Westinghouse Electric Corporation. Este método considera cuatro factores para evaluar el desempeño del operario: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia.

La habilidad se define como el nivel de competencia para seguir un método dado. La habilidad de un operario es el resultado de la experiencia y las aptitudes inherentes de coordinación natural y ritmo.

El sistema de calificación de Westinghouse enumera seis grados o clases de habilidad que representan un grado de competencia aceptable para la evaluación: malo, aceptable, promedio, bueno, excelente y superior. El observador evalúa la habilidad desplegada por el operario y la clasifica en una de estas seis clases.

El esfuerzo es definido como una demostración de voluntad para trabajar con efectividad. El esfuerzo es representativo de la velocidad con la que se aplica la habilidad, y el operario puede controlarla en un grado alto. Al evaluar el esfuerzo del operario, el observador debe tomar en cuenta sólo el esfuerzo efectivo.

Las seis clases de esfuerzo para asignar calificaciones son: malo, aceptable, promedio, bueno, excelente y excesivo.

Las condiciones a las que se refiere este procedimiento de calificación del desempeño afectan al operario y no a la operación. Los analistas califican las condiciones como normal o promedio en la mayoría de los casos, ya que las condiciones se evalúan con una comparación con la forma en que es usual encontrarlas en la estación de trabajo. Los elementos que afectan las condiciones de trabajo incluyen temperatura, ventilación, luz y ruido. Entonces, si la temperatura en una estación de trabajo dada es 60° F, pero es costumbre mantenerla entre 68° F y 74 °F, las condiciones se califican más bajo de lo normal. Los factores que afectan la operación, como herramientas o materiales en malas condiciones, no se toman en cuenta la aplicar el factor de desempeño para las condiciones de trabajo.

Las seis clases generales de condiciones son: ideal, excelente, bueno, promedio, aceptable y malo.

El último de los cuatro factores que influyen en la calificación del desempeño es la consistencia del operario. A menos que el analista use el método de regreso a cero, o realice y registre las restas sucesivas durante el estudio, la consistencia del operario debe evaluarse mientras está trabajando. Los valores de tiempos elementales que se repiten constantemente tendrán una consistencia perfecta. Esta situación ocurre rara vez, pues siempre tiene a haber una dispersión debida a muchas variables, como la dureza de los materiales, el filo de la herramienta de corte, los lubricantes, la habilidad y esfuerzo del operario, las equivocaciones en las lecturas de cronómetro y los elementos extraños.

Las seis clases de consistencia son: perfecta, excelente, buena, promedio, aceptable y mala. En la tabla I, se muestran los valores para la calificación por Westinghouse de habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia.

Tabla I. Sistema de calificación Westinghouse

CALIFICACIÓN POR SISTEMA WESTINGHOUSE		
Sistema de calificación de habilidades de Westinghouse		
0.15	A1	Superior
0.13	A2	Superior
0.11	B1	Excelente
0.08	B2	Excelente
0.06	C1	Bueno
0.03	C2	Bueno
0	D	Promedio
-0.05	E1	Aceptable
-0.1	E2	Aceptable
-0.16	F1	Malo
-0.22	F2	Malo
Sistema de calificación de esfuerzo de Westinghouse		
0.13	A1	Superior
0.12	A2	Superior
0.1	B1	Excelente
0.08	B2	Excelente
0.05	C1	Bueno
0.02	C2	Bueno
0	D	Promedio
-0.04	E1	Aceptable
-0.18	E2	Aceptable
-0.12	F1	Malo
-0.17	F2	Malo
Sistema de calificación de condiciones de Westinghouse		
0.06	A	Ideal
0.04	B	Excelente
0.02	C	Bueno
0	D	Promedio
-0.03	E	Aceptable
-0.07	F	Malo
Sistema de calificación de consistencia de Westinghouse		
0.04	A	Perfecta
0.03	B	Excelente
0.01	C	Buena
0	D	Promedio
-0.02	E	Aceptable
-0.04	F	Mala

Fuente: Benjamín Niebel. Ingeniería Industrial. Métodos, tiempos y movimientos, pág. 415

Una vez que se ha asignado una calificación de habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia de la operación y se han establecido los valores numéricos, se debe determinar el factor de desempeño global mediante la suma aritmética de los cuatro valores y agregando la unidad a esa suma.

El factor de desempeño sólo se aplica a los elementos de esfuerzo o los realizados en forma manual; todos los elementos controlados por máquinas se califican con 100%.

2.5.4.5 Suplementos

Después de calcular el tiempo normal, debe realizarse un paso más para llegar a un estándar justo. Este último paso es agregar un suplemento para tomar en cuenta las muchas interrupciones, demoras y disminuciones en el paso causadas por fatiga en toda tarea asignada. Los analistas deben proporcionar un suplemento si el estándar obtenido ha de ser justo y fácil de cumplir por un trabajador promedio a un paso normal y constante.

Los suplementos constantes que deben tomarse en cuenta son:

- Necesidades personales
- Fatiga básica

Respecto a las necesidades personales, incluyen suspensiones del trabajo para mantener el bienestar del empleado. Las condiciones generales de trabajo y el tipo de tarea influyen en el tiempo necesario para las demoras personales.

No existe una base científica para asignar un porcentaje numérico; sin embargo, la verificación detallada de la producción ha demostrado que un suplemento de 5% para tiempo personal, o cerca de 24 minutos en 8 horas, es adecuado en condiciones de trabajo de un taller típico.

Respecto a la fatiga básica, es una constante que toma en cuenta la energía consumida para llevar a cabo el trabajo y aliviar la monotonía. Se considera adecuado asignar 4% del tiempo normal para un operario que hace trabajo ligero, sentado, en buenas condiciones sin exigencias especiales de sus sistemas motrices o sensoriales.

Entonces la mayor parte de los operarios tienen 9% de suplemento inicial básico, al que se pueden agregar otros suplementos, si es necesario.

Los suplementos por fatiga variable se pueden dividir en distintos puntos:

- Postura anormal
- Fuerza muscular
- Condiciones atmosféricas
- Nivel de ruido
- Niveles de iluminación
- Tensión mental
- Monotonía
- Tedio

A continuación en la tabla II, se muestra los valores que se asignan para cada suplemento indicado por la Organización Internacional de Trabajo.

Tabla II. Suplementos recomendados por ILO

SUPLEMENTOS RECOMENDADOS POR ILO (Organización Internacional del Trabajo)	
SUPLEMENTOS CONSTANTES	
Suplemento personal	5
Suplemento por fatiga básica	4
SUPLEMENTOS VARIABLES	
Por estar de pie	2
Por posición anormal	
Un poco incómoda	0
Incómoda	2
Muy incómoda	7
USO DE LA FUERZA O ENERGÍA MUSCULAR (levantar, halar o empujar Lbs)	
5	0
10	1
15	2
20	3
25	4
30	5
35	7
40	9
45	11
50	13
60	17
70	22
MALA ILUMINACIÓN	
Un poco debajo de la recomendada	0
Bastante menor que la recomendada	2
muy inadecuada	5
CONDICIONES ATMOSFÉRICAS (CALOR, HUMEDAD) 0-100	
ATENCIÓN REQUERIDA	
Trabajo bastante fino	0
Trabajo fino y preciso	2
Trabajo muy fino y muy preciso	5
NIVEL DE RUIDO	
Continuo	0
Intermitente - fuerte	2
Intermitente - muy fuerte	5
Tono alto fuerte	5
ESTRÉS MENTAL	
Proceso bastante complejo	1
Atención compleja o amplia	4
Muy compleja	8
MONOTONÍA	
Nivel bajo	0
Nivel medio	1
Nivel alto	4
TEDIO	
Algo tedioso	0
Tedioso	2
Muy tedioso	5

Fuente: Benjamín Niebel. Ingeniería Industrial. Métodos, tiempos y movimientos, pág. 437

2.5.5 Tiempo estándar

El objetivo fundamental de todos los suplementos es agregar tiempo suficiente al tiempo normal de producción para que el trabajador promedio cumpla con el estándar cuando tiene un desempeño estándar. Para determinar el estándar, se añade un porcentaje al tiempo normal, de forma que el suplemento se base sólo en un porcentaje del tiempo productivo. También es costumbre indicarlo como un multiplicador, para que el tiempo normal se ajuste al tiempo estándar.

$$TE = TN + TN \times \text{Suplemento}$$

$$TE = TN (1 + \text{Suplemento})$$

Donde,

TE = Tiempo estándar.

TN = Tiempo normal.

2.6 Balanceo de líneas

El problema referente a determinar el número ideal de trabajadores que deben asignarse a una línea de producción es análogo al de determinar el número de operarios asignados a una estación de trabajo; el diagrama de flujo de proceso resuelve ambos problemas (Ver sección 2.3.2.2). Quizá la situación más elemental de balanceo de líneas, que surge con frecuencia, es aquella en la que varios operarios, cada uno realizando operaciones consecutivas, trabajan como una unidad. En este caso, la tasa de producción depende del operario más lento. Por ejemplo, suponga que se tiene una línea de cinco trabajadores

que ensamblan monturas de hule fijadas con adhesivo antes del proceso de curado. Las asignaciones de trabajo específicas pueden ser las siguientes:

Tabla III. Asignaciones de trabajo específicas

Operario	Minutos estándar para realizar la operación	Tiempo de espera según el operario mas lento	Minutos estándar permitidos
1	0.52	0.13	0.65
2	0.48	0.17	0.65
3	0.65	-	0.65
4	0.41	0.24	0.65
5	<u>0.55</u>	0.1	<u>0.65</u>
TOTALES	2.61		3.25

Fuente: Benjamín Niebel. Ingeniería Industrial. Métodos, tiempos y movimientos, pág. 56

Como se puede observar en la tabla III, el operario 3 establece el paso. La eficiencia de esta línea se puede calcular como la razón de los minutos estándar reales totales entre los minutos estándar permitidos totales, es decir:

$$E = (\sum ME / \sum MP) \times 100 = (2.61 / 3.25) \times 100 = 80\%$$

Donde:

E = eficiencia

ME = minutos estándar por operación

MP = minutos estándar permitidos por operación.

Algunos analistas prefieren considerar el porcentaje de tiempo ocioso (% inactividad):

$$\% \text{ de inactividad} = 100 - E = 20\%$$

En situaciones de la vida real similares a este ejemplo; existe la oportunidad de obtener ahorros significativos. Si un analista puede ahorrar 0.10

minutos para el operario 3, el ahorro neto por ciclo no será 0.10 minutos, sino 0.10×5 , o sea, 0.50 minutos.

Sólo en las situaciones más inusuales la línea tendrá un balance perfecto: es decir, en la que los minutos estándar para realizar cada operación son idénticos para cada miembro del equipo. Los “minutos estándar para realizar una operación” en realidad no constituyen un estándar. Lo es sólo para el individuo que lo establece. Así, en el ejemplo anterior, donde el operario 3 tiene un tiempo estándar de 0.65 minutos para realizar la primera operación, otro analista de medición del trabajo pudo haber obtenido una cifra menor de 0.61 minutos o una mayor de 0.69 minutos. El intervalo de valores de estándares establecidos por diferentes analistas de medición del trabajo para la misma operación puede ser aún mayor que el sugerido por el ejemplo anterior. Lo importante es que aunque el estándar sea 0.61, 0.65 o 0.69 minutos, un operario consciente no debe tener dificultad para cumplirlo. De hecho, el trabajador quizá lo mejore si toma en cuenta el desempeño de los operarios en la línea que tienen menor contenido de trabajo en sus asignaciones. Los operarios que tienen un tiempo de espera debido a la producción del operario más lento no suelen observarse como en espera. Más bien, reducen el paso de sus movimientos para usar los minutos estándar establecidos por ese operario.

El número de trabajadores necesarios para lograr la tasa de producción requerida es igual a:

$$N = R \times \sum MP = R \times (\sum ME / E)$$

Donde:

N = número de operarios necesarios en la línea,

R = tasa de producción deseada.

Por ejemplo, suponga que se tiene un nuevo diseño y debe establecerse su línea de ensamble. Intervienen ocho operaciones diferentes. La línea debe producir 700 unidades por día (ó $700 / 480 = 1.458$ unidades por minuto) y como se quiere minimizar el espacio de almacén, no deben producirse mucho mas de 700 unidades diarias. Los minutos estándar de las ocho operaciones basados en datos existentes se muestran en la tabla IV. Para planear esta línea de ensamble con el arreglo más económico, se estima el número de operarios requerido para un nivel de eficiencia dado (idealmente, 100%) como sigue:

$$N = 1.458 \times (1.25+1.38+2.58+3.84+1.27+1.29+2.48+1.28) / 1.00$$

$$N = 22.4$$

Con una eficiencia más realista de 95%, el número de operarios se convierte en $22.4 / 0.95 = 23.6$.

Debido a que es imposible tener seis décimos de operario, lo razonable será establecer la línea con 24 trabajadores. Un enfoque alternativo, sin restricciones de los sindicatos, puede ser el empleo de trabajadores de tiempo parcial.

El siguiente paso es estimar el número de operarios para cada una de las ocho operaciones. Las 700 unidades de trabajo requieren un día, por lo tanto, será necesario producir una unidad en alrededor de 0.685 minutos ($480 / 700$).

El número de operarios requerido para cada operación se estima dividiendo los minutos permitidos para producir una pieza entre los minutos estándar de cada operación, como sigue:

Tabla IV. Número de operarios requerido para cada operación

Operación	Minutos estándar para realizar la operación	Minutos estándar / unidades	Minutos /	Número de operarios
1	1.25	1.82		2
2	1.38	2.01		2
3	2.58	3.77		4
4	3.84	5.61		6
5	1.27	1.85		2
6	1.29	1.88		2
7	2.48	3.62		4
8	<u>1.28</u>	1.87		<u>2</u>
TOTALES	15.37			24

Fuente: Benjamín Niebel. Ingeniería Industrial. Métodos, tiempos y movimientos, pág. 58

Para identificar la operación más lenta, se divide el número estimado de operarios entre los minutos estándar para cada una de las ocho operaciones. Los resultados se muestran en la tabla V:

Tabla V. Identificación de la operación más lenta

Operación	Minutos estándar para realizar la operación
1	0.625
2	0.69
3	0.645
4	0.64
5	0.635
6	0.645
7	0.62
8	0.64

Fuente: Benjamín Niebel. Ingeniería Industrial. Métodos, tiempos y movimientos, pág. 58

Así, la operación 2 determina la producción de la línea. En este caso es:

$$\text{Producción} = 2 \text{ trabajadores} \times 60 \text{ minutos} / 1.38 \text{ minutos estándar}$$

$$\text{Producción} = 87 \text{ piezas por hora, ó } 696 \text{ piezas por día}$$

Si esta tasa de producción es inadecuada, será necesario aumentar la producción del operario 2. Esto se puede lograr mediante:

1. Uno o ambos operarios de la segunda operación trabajando tiempo extra para acumular un pequeño inventario en esta estación de trabajo.
2. La utilización de los servicios de un tercer trabajador de tiempo parcial en la estación de trabajo 2.
3. La reasignación de parte del trabajo de la operación 2 a la estación 1 o a la 3 (sería preferible asignar más trabajo a la operación 1).
4. La mejora del método en la operación 2 para disminuir el tiempo de ciclo en esa estación de trabajo.

En el ejemplo anterior, dados el tiempo de ciclo y los tiempos de operación, un analista puede determinar el número de operarios necesarios para cada operación de modo que se cumpla con un programa de producción deseado. El problema de asignación de trabajo a una línea de producción también puede minimizar el número de estaciones de trabajo, dado el tiempo de ciclo deseado; o con el número de estaciones de trabajo, se pueden asignar los elementos de trabajo a las estaciones, dentro de las restricciones establecidas para minimizar el tiempo de ciclo.

Una estrategia importante para balancear la línea de ensamble es compartir los elementos de trabajo. Dos operarios o más con algún tiempo ocioso en su ciclo de trabajo pueden compartir el trabajo de otra estación para lograr mayor eficiencia en toda la línea.

2.7 Análisis FODA

2.7.1 Definición de análisis FODA

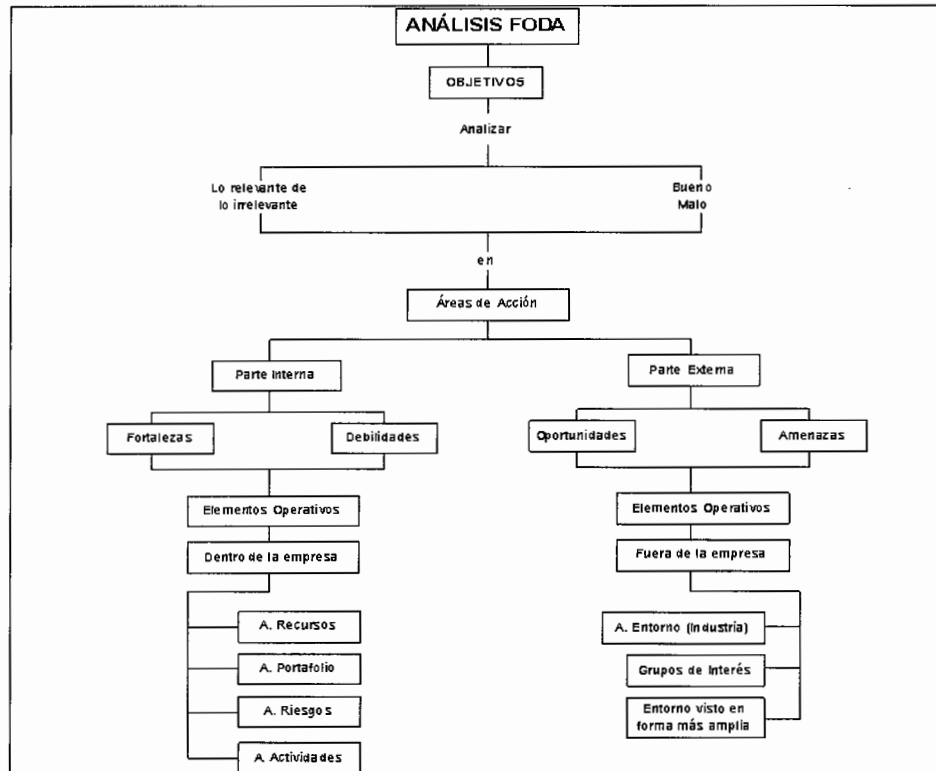
El Análisis FODA o Análisis DAFO, es una metodología de estudio de la situación competitiva de una empresa en su mercado y de las características internas de la misma, a efectos de determinar sus Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas; las debilidades y fortalezas son internas a la empresa; las amenazas y oportunidades son externas, y se presentan en su entorno. Durante la etapa de planificación estratégica y a partir del análisis FODA se debe contestar cada una de las siguientes preguntas:

- ¿Cómo se puede aprovechar cada fortaleza?
- ¿Cómo se puede explotar cada oportunidad?
- ¿Cómo se puede detener cada debilidad?
- ¿Cómo se puede defender de cada amenaza?

2.7.2 Esquema del análisis FODA

La forma esquemática del análisis FODA está fácilmente identificada mediante la figura 11. En él se puede apreciar las áreas de acción en el análisis y la oportunidad en la búsqueda de la información necesaria y pertinente para obtener una base de trabajo que coadyuve con la generación de estrategias capaces de cumplir los objetivos organizacionales de la empresa

Figura 11. Forma esquemática del análisis FODA



Fuente: Roberto Hernández Sampieri. Metodología de la investigación, pág. 706

Al tener bien claro que es lo más relevante en el esquema del análisis FODA, se procede a enumerar todas las FODA en un primer plano. Esto permite determinar los principales elementos de fortalezas, oportunidades, amenazas y debilidades, lo que implica ahora hacer un ejercicio de mayor concentración en donde se determine, teniendo como referencias a la misión y la visión de la organización, cómo afecta cada uno de los elementos de FODA.

Después de obtener una relación lo más exhaustiva posible, se ponderan y ordenan por importancia cada uno de los FODA a efecto de escoger los que revisten mayor importancia para la organización.

Figura 12. Estructura de matriz FODA

Fortalezas: F1 F2 ... Fn	Debilidades: D1 D2 ... Dr
Oportunidades: O1 O2 ... Os	Amenazas: A1 A2 ... As

Fuente: Roberto Hernández Sampieri.
Metodología de la investigación, pág. 706

2.7.3 Definición de la estrategia

La matriz FODA indica cuatro estrategias alternativas conceptualmente distintas. En la práctica, algunas de las estrategias se interceptan o pueden ser llevadas a cabo de manera concurrente y de manera concertada. Pero para propósitos de discusión, el enfoque estará sobre las interacciones de los cuatro conjuntos de variables.

2.7.3.1 Estrategia mini-mini

En general, el objetivo de la estrategia DA (Debilidades vs. Amenazas), es el de minimizar tanto las debilidades como las amenazas. Una empresa que estuviera enfrentada sólo con amenazas externas y con debilidades internas, pudiera encontrarse en una situación totalmente precaria. De hecho, tal institución tendría que luchar por su supervivencia o llegar hasta su liquidación.

Pero existen otras alternativas. Por ejemplo, esa empresa podría reducir sus operaciones buscando ya sea sobreponerse a sus debilidades o para esperar tiempos mejores, cuando desaparezcan esas amenazas. A menudo esas son falsas esperanzas porque la empresa no puede parar sino la competencia se lleva todo el mercado. Sin embargo, cualquiera que sea la estrategia seleccionada, la posición DA se deberá siempre tratar de evitar.

2.7.3.2 Estrategia mini-maxi

La segunda estrategia, DO (Debilidades vs. Oportunidades), intenta minimizar las debilidades y maximizar las oportunidades. Una organización podría identificar oportunidades en el medio ambiente externo pero tener debilidades organizacionales que le eviten aprovechar las ventajas del mercado. Por ejemplo, a una universidad se le podría presentar la oportunidad de una gran demanda por sus egresados, pero su capacidad instalada podría ser insuficiente. Una estrategia posible sería adquirir esa capacidad con instalaciones tecnológicas. Una táctica alternativa podría ser obtener mayor presupuesto para construir las instalaciones necesarias. Es claro que otra estrategia sería el no hacer absolutamente nada y dejar pasar la oportunidad y que la aproveche la competencia, pero esto, lógicamente, no se puede permitir.

2.7.3.3 Estrategia maxi-mini

Esta estrategia FA (Fortalezas vs. Amenazas), se basa en las fortalezas de la institución que pueden copar con las amenazas del medio ambiente externo. Su objetivo es maximizar las primeras mientras se minimizan las segundas. Esto, sin embargo, no significa necesariamente que una organización fuerte tenga que dedicarse a buscar amenazas en el medio

ambiente externo para enfrentarlas. Por el contrario, las fortalezas de una institución deben ser usadas con mucho cuidado y mucha discreción.

2.7.3.4 Estrategia maxi-maxi

A cualquier empresa le agradecería estar siempre en la situación donde pudiera maximizar tanto sus fortalezas como sus oportunidades, es decir aplicar siempre la estrategia FO (Fortalezas vs. Oportunidades) Tales organizaciones podrían tomar sus fortalezas, utilizando recursos para aprovechar la oportunidad del mercado para sus productos y servicios. Por ejemplo, una empresa constructora con su prestigio ampliamente reconocido como una de sus grandes fortalezas, podría aprovechar la oportunidad de la gran demanda externa por viviendas bien construidas y con acabados bien terminados. Las empresas exitosas, aún si ellas han tenido que usar de manera temporal alguna de las tres estrategias antes mencionadas, siempre harán lo posible por llegar a la situación donde puedan trabajar a partir de las fortalezas para aprovechar las oportunidades. Si tienen debilidades, esas instituciones lucharán para sobreponerlas y convertirlas en fortalezas. Si encaran amenazas, ellas las coparán para poder enfocarse en las oportunidades

2.7.4 La matriz de estrategia

La matriz de estrategia se elabora en función del Análisis FODA, las intersecciones declaran estrategias que permitan el logro de los objetivos organizacionales. A continuación el esquema de la matriz de estrategia:

Figura 13. Esquema de la matriz de estrategia

FACTORES INTERNOS FACTORES EXTERNOS	Lista de Fortalezas F1. F2. ... Fn.	Lista de Debilidades D1. D2. ... Dr.
Lista de Oportunidades O1. O2. ... Op.	FO (Maxi-Maxi) <i>Estrategia para maximizar tanto las F como las O.</i> 1. XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX (O1, O2, F1, F3 ...)	DO (Mini-Maxi) <i>Estrategia para minimizar las D y maximizar las O</i> 1. XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX (O1, O2, D1, D3, ...)
Lista de Amenazas A1. A2. ... Aq.	FA (Maxi-Mini) <i>Estrategia para maximizar las fortalezas y minimizar las amenazas</i> 1. XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX (F1, F3, A2, A3, ...)	DA (Mini-Mini) <i>Estrategia para minimizar tanto las A como las D</i> 1. XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX (D1, D3, A1, A2, A3, ...)

Fuente: Roberto Hernández Sampieri.
Metodología de la investigación, pág. 706

2.7.5 La dimensión del tiempo y la matriz FODA

Hasta ahora, los factores que se incorporan en la Matriz FODA corresponden al análisis en un punto particular del tiempo. Pero tanto el medio ambiente externo como el interno, son dinámicos; algunos factores cambian fuertemente con el tiempo, otros cambian muy poco. Debido a este carácter dinámico del medio ambiente, el planificador diseñador de estrategias debe preparar varias matrices FODA en diferentes puntos del tiempo. Así, se podría empezar con un Análisis FODA del pasado, continuar con un Análisis FODA del Presente y, quizás más importante, hacer varios análisis FODA en diferentes tiempos del futuro.

Posteriormente, y esto será materia de otra herramienta de gestión como es el Planeamiento Estratégico, se identifican dos matrices más. Las mismas que se mencionan tangencialmente como ejemplo para solucionar problemas.

Figura 14. Matriz problema contra área de solución.

Matriz Problema vs Areas de Solución(*)					
Area de Solución	Problema				Totales
	1	2	3	4	
Infraestructura				X	1
Soporte Tecnológico		X	X		2
Personal	X	X		X	3
Organización y Métodos	X	X	X		3
Gestión	X	X		X	3

**Fuente: Roberto Hernández Sampieri.
Metodología de la investigación, pág. 706**

3 SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCESO DE EMPAQUE DE SÓLIDOS Y LÍQUIDOS

3.1 Análisis FODA de las líneas de empaque de Lancasco

La realización del diagnóstico inicial de las líneas de empaque de Lancasco fue realizado mediante la metodología del análisis FODA, donde se evaluaron los factores internos y externos que afectan los procesos de empaque de medicamentos sólidos y líquidos. La realización del diagnóstico inicial permitirá establecer los puntos de mayor interés en los que se enfocará la mejora propuesta.

3.1.1 Determinación de factores internos y externos

Como factores internos se identifican las fortalezas y debilidades que posee Lancasco en las líneas de empaque de líquidos y sólidos.

Como fortalezas presenta:

- Operarios con experiencia.
- Proceso parcialmente automatizado (para empaque primario).
- Conocimientos de los distintos materiales de empaque.
- Operarios responsables.
- Capacidad de mantener inventario de materia prima para seis meses.
- Capacidad de producción adecuada en base a pronósticos de venta.

Como debilidades posee:

- Falta de un método trabajo adecuado.
- Falta de estándares de tiempo.
- Falta de capacitación a operarios en temas de productividad.
- Falta de monitoreo de operaciones.
- Costos elevados en mano de obra directa.
- Falta de diagramas y documentación de un método eficiente de trabajo.

Como factores externos se identifican las oportunidades y amenazas que afectan ya sea directa o indirectamente al proceso de empaque, en cuanto a costo, calidad, etc.

Como amenazas se identifican:

- Fuerte competencia en el mercado farmacéutico.
- Variación del precio de venta en el mercado. (debido al actual dinamismo del mercado).
- Incremento en costos de materiales y materias primas debido a la actual crisis económica que se vive a nivel global.
- Fenómenos naturales que afectan el abastecimiento de materiales provenientes de otros países.
- Pérdida de mercado al quedar desabastecidos, debido al nivel de sobre ventas contra la falta de exactitud de pronósticos de venta.

Como oportunidades se pueden identificar las siguientes:

- Encontrar nuevas fuentes de abastecimiento con mayor calidad y mejor precio.
- Aumentar en la participación del mercado farmacéutico Institucional.

- Establecimiento de alianzas estratégicas con empresas nacionales.

3.1.2 Formación de matriz FODA

Para determinar el diagnóstico actual de la situación en las que se encontraban las líneas de empaque de Lancasco, se determinaron de primero los factores internos y externos que afectaban el proceso de empaque. Esto con el fin de formar la matriz FODA y evaluar la situación. Para ello se acomodan todos los factores internos, como las fortalezas y debilidades en el lado superior de la matriz, y también se determinan los factores externos en el lado izquierdo de la misma, dejando un espacio central para realizar el análisis de la estrategia que debe utilizarse y los aspectos que hay que mejorar. Es decir, lograr que esas debilidades que se tienen se vuelvan fortalezas, y también que esas amenazas que afectan el objeto de estudio, se vuelvan oportunidades de mejora para convertirlas igualmente en una fortaleza más. En la tabla VII se ilustra la matriz FODA obtenida del diagnóstico inicial de las líneas de empaque de Lancasco.

Para clasificar los distintos aspectos del análisis FODA se clasificaron, ponderaron y ordenaron por importancia los principales factores de la organización. Como se muestra en la tabla VI, donde la empresa define los aspectos dominantes de sus procesos asignándole la ponderación que según sus políticas y trayectoria tiene mayor importancia para la generación de valor. Estos aspectos fueron considerados en la evaluación del análisis FODA de la organización, a efecto de escoger los que revisten mayor importancia y aplicabilidad.

Tabla VI. Ponderación de factores Lancasco, S. A. para análisis FODA

PONDERACIÓN DE FACTORES PARA LANCASCO, S. A.				
Factores internos	Nivel de importancia para la organización			
	25%	50%	75%	100%
<u>Recurso Humano</u>				
Capacidad				x
Innovación				x
Responsabilidad				x
Edad			x	
Sexo	x			
Disponibilidad			x	
<u>Procesos Internos</u>				
Limpieza				x
Capacitación al personal				x
Trazabilidad				x
Cumplimiento				x
Conocimiento				x
Factores externos	Nivel de importancia para la organización			
	25%	50%	75%	100%
<u>Mercado</u>				
Crecimiento				x
Competencia				x
Alianzas			x	
Capacitación externa		x		
Consultorias	x		x	
Proveedores comprometidos		x		
Control en la cadena de valor		x		

Fuente: Investigación de campo, Lancasco, S. A.

Posterior a la ponderación de los factores que afectan a Lancasco, se tiene como resultado la tabla VII en donde se refleja el diagnóstico de la situación actual de empaque de medicamentos sólidos y líquidos de Lancasco S. A.

Tabla VII. Diagnóstico de la situación actual en Lancasco

FODA (LÍNEAS DE EMPAQUE DE LANCASCO, S. A.)		FACTORES INTERNOS				
		Fortalezas		Debilidades		
		F1	Operarios con experiencia	D1	Falta de un método de trabajo	
		F2	Proceso parcialmente automatizado	D2	Falta de estándares de tiempo de empaque.	
		F3	Conocimiento de los distintos materiales de empaque	D3	Falta de capacitación a operarios	
		F4	Operarios responsables	D4	Falta de monitoreo de operaciones.	
		F5	Capacidad de mantener inventario de Materias primas para 6 meses.	D5	Costos elevados en Mano de Obra Directa.	
F6	Capacidad de Producción adecuada.	D6	Falta de documentación, diagramas, balances de líneas, etc. De un método eficiente de trabajo.			
FACTORES EXTERNOS	Oportunidades		FO (MAXI - MAXI)		DO (MINI - MAXI)	
	O1	Encontrar nuevas fuentes de abastecimiento con mayor calidad y mejor precio.	Disminución del costo directo de producción por medio de la búsqueda de proveedores con mejor calidad, precio y experiencia en el manejo de materias primas farmacéuticas.(F5, F6, O1)	Estudio de un método de trabajo adecuado y elaboración de un estudio de tiempos para establecer estándares que permitan el aumento de la productividad en el área de empaque de medicamentos. (D1, D2, D5, O2)		
	O2	Aumentar en la participación del mercado farmacéutico Institucional.				
	O3	Establecimiento de alianzas estratégicas con empresas nacionales.				
	Amenazas		FA (MAXI-MINI)		DA (MINI - MINI)	
	A1	Fuerte competencia en el mercado farmacéutico.	Establecer alianzas estratégicas con los principales proveedores de la cadena de abastecimiento en base a contratos, para asegurar el abastecimiento de materiales y mantener el costo de adquisición durante el tiempo del contrato. (F5, F6, A1, A2, A3, A4, A5)	Establecer un plan de monitoreo de operaciones, para dar seguimiento a la implementación de un nuevo método de trabajo con estándares de tiempo de adecuados, para mantener constante el costo de mano de obra directa en el empaque de medicamentos. (D1, D2, D4, D5, A1, A2)		
	A2	Variación del precio de venta en el mercado				
A3	Incremento en costos de materiales y materias primas debido a la actual crisis económica que se vive a nivel global.					
A4	Fenómenos naturales que afectan el abastecimiento de materiales provenientes de otros países					
A5	Pérdida de mercado al quedar desabastecidos, debido al nivel de sobre ventas contra la falta de exactitud de pronósticos de venta.					

Fuente: Investigación de campo, Lancasco, S. A.

3.1.3 Determinación de estrategias

Es indispensable recordar que el diagnóstico actual resalta un problema en el uso del recurso humano y la falta de métodos de trabajo que deben establecerse para seguir un procedimiento adecuado para optimizar el uso del personal, de materiales y de aumentar la productividad en mano de obra directa. También capacitar al personal operativo para que tengan en cuenta la importancia de seguir un método de trabajo adecuado. Es por ello que las estrategias a la que va enfocada el proyecto de EPS son la estrategia DO y la estrategia DA. En este caso es realizar los estudios pertinentes para poder aumentar la productividad de las líneas de empaque, mediante la implementación de un método efectivo y eficiente de trabajo y la estandarización de los tiempos de empaque. Las otras dos estrategias FO y FA,

serán recomendadas al área gerencial de Lancasco para que evalúen su implementación.

3.1.1.1 Estrategia FO (MAXI – MAXI)

Disminución del costo directo de producción por medio de la búsqueda de proveedores con mejor calidad, precio y experiencia en el manejo de materias primas farmacéuticas.(F5, F6, O1)

3.1.1.2 Estrategia DO (MINI – MAXI)

Estudio de un método de trabajo adecuado y elaboración de un estudio de tiempos para establecer estándares que permitan el aumento de la productividad en el área de empaque de medicamentos. (D1, D2, D5, O2)

3.1.1.3 Estrategia FA (MAXI – MINI)

Establecer alianzas estratégicas con los principales proveedores de la cadena de abastecimiento con base en contratos, para asegurar el abastecimiento de materiales y mantener el costo de adquisición durante el tiempo del contrato. (F5, F6, A1, A2, A3, A4, A5)

3.1.1.4 Estrategia DA (MINI – MINI)

Establecer un plan de monitoreo de operaciones, para dar seguimiento a la implementación de un nuevo método de trabajo con estándares de tiempo de adecuados, para mantener constante el costo de mano de obra directa en el empaque de medicamentos. (D1, D2, D4, D5, A1, A2)

3.2 Sólidos

La línea de empaque que trabaja con sólidos en Lancasco es llamada *Hoong A* debido al nombre de la máquina que se utiliza para realizar el empaque primario del medicamento sólido del lado de la planta de fabricación, para que seguidamente se traslade a la sección de empaque secundario por medio de una banda transportadora. Esta máquina es una blisteadora que puede trabajar diferentes presentaciones de un medicamento sólido, aunque la presentación común es de 30 o 40 cápsulas o comprimidos por ciclo.

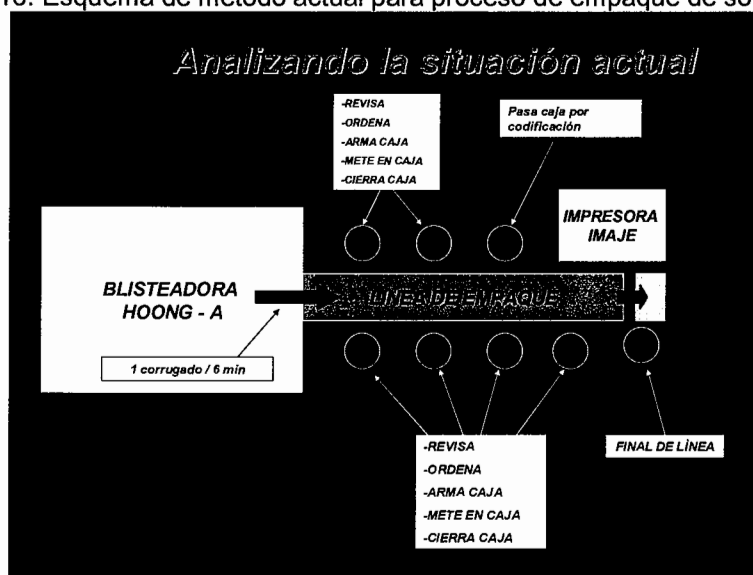
3.2.1 Área de trabajo

El área de trabajo está diseñada acorde a las funciones de una planta de manufactura farmacéutica, teniendo en cuenta la importancia de las Buenas Prácticas de Manufactura para poder fabricar un producto de calidad y que satisfaga las necesidades de los consumidores. Es por ello que se encuentra aislada la planta de fabricación y la planta de empaque, aunque necesariamente deben estar vinculadas para poder trasladar el producto semiterminado al área de empaque, luego de su empaque primario. El área de trabajo *Hoong A* cuenta con iluminación adecuada y con ventilación adecuada para el trabajo que se realiza. También cuenta con área de empaque manual donde el producto es pasado por una banda transportadora para que sea empacado por el personal operario y puesto en su empaque final para luego trasladarlo a bodega de producto terminado media vez sea aprobado por el área de control de calidad.

3.2.2 Línea de blisteado Hoong A

A continuación se muestra en la figura 15 la forma actual en que trabajan el empaque secundario de medicamentos sólidos, como lo son los comprimidos y cápsulas. El esquema está enfocado desde una vista de planta, donde los círculos representan a la cantidad de personas que trabajan en la línea de empaque (en este caso son 8, pero llegan a trabajar hasta 10 personas), otra persona trabaja la máquina blisteadora y el cuadro que se encuentra al final de la línea de empaque, es una caja en donde se acumula todo el producto que no se logra empaquetar durante su paso.

Figura 15. Esquema de método actual para proceso de empaque de sólidos



Fuente: Investigación de campo, Lancasco S. A.

Operaciones del método actual:

1. Blisteadado
2. Revisión
3. Metido en caja y cerrado.
4. Codificado
5. Final de Línea

Durante la observación de estas operaciones, se determinó que falta coordinación y flujo del producto para que las operaciones se lleven a cabo de forma eficiente.

Falta capacitación a los operarios con base en productividad, eficacia y eficiencia.

Todos los operarios de la línea de empaque *Hoong A* trabajan individualmente, cada quien realiza las primeras tres operaciones, lo que retrasa el proceso. Se desperdicia la eficiencia con que trabaja la blisteadora, ya que esta opera a cierta velocidad pero no existe un método adecuado que permita aprovechar esa eficiencia y disminuir los tiempos de empaque para lograr disminuir de igual manera el costo de mano de obra directa, el cual podrá optimizarse al establecer un método productivo de trabajo y que los operarios entiendan la importancia de disminuir los desperdicios.

Es por eso necesario establecer la metodología adecuada de las operaciones a través del análisis de las mismas para determinar las funciones que deben de cumplir los operarios y empaquadores. Es por ello que a continuación se muestra el análisis de las operaciones, como deberían de realizarse para aumentar la productividad de la línea de empaque de sólidos *Hoong A*.

3.2.3 Productividad actual de la línea de blisteadado Hoong A

Actualmente, no se ha sido productivo en el área de empaque de sólidos, debido a la falta del método de trabajo y falta de capacitación al personal.

Por medio de métodos estadísticos se logra determinar el tiempo observado del proceso semiautomatizado de blisteado. Calculando de primero el número de ciclos necesarios para tener un nivel de confianza del 95%, según la distribución *student*, utilizada para muestras menores a 30 ciclos. Con esta distribución se calcula la desviación estándar de un estudio piloto de determinado con tamaño de muestra menor a 30, con este resultado y la media de los datos se determina el número de ciclos según distribución t student. (k=2, para 95% de confianza).

(Ver sección 2.5.4.1)

Tabla VIII. Resultados de tiempos observados para el blisteado de sólidos

CÁLCULO PARA DETERMINAR NÚMERO DE CICLOS NECESARIOS				
No.	Tiempo Observado	Media (\bar{X})	Diferencia ($\bar{X} - X_i$) ²	Desviación Estándar $\sqrt{(\bar{X} - X_i)^2/n-1}$
1	2.86	2.57	0.085264	0.215
2	2.35		0.047524	
3	2.70		0.017424	
4	2.82		0.063504	
5	2.54		0.000784	
6	2.38		0.035344	
7	2.82		0.063504	
8	2.50		0.004624	
9	2.41		0.024964	
10	2.30		0.071824	

Fuente: Investigación de campo, Lancasco, S. A.

Tabla IX. Información para el cálculo del tamaño de la muestra

DATOS	
t	2.262
s	0.215
	2.568
k	0.05

Fuente: Investigación de campo, Lancasco, S. A.

Tabla X. Tamaño de la muestra a tomar para estudio de tiempos

$N = (ts / k)^2$	14.30242
--------------------	----------

Fuente: Investigación de campo, Lancasco, S. A.

Da como resultado del número de ciclos a evaluar con un 95% de confianza (k=2).

Tabla XI. Tiempo observado inicial de operaciones de estudio en el proceso de empaque de sólidos en minutos, según política actual de la empresa (Ver figura 15)

N	Operación 9	Operación 10	Operación 11	Operación 12	Operación 13	Inspección 3
	Blisteadado	Revisión	Metido en Caja	Codificado	Almacenamiento	Inspección Final
1	2.9	1.3	1.5	1.9	1.3	2.0
2	2.9	1.4	1.6	1.9	1.2	2.0
3	2.8	1.3	1.5	1.8	1.2	2.0
4	2.9	1.4	1.6	1.8	1.2	2.1
5	2.8	1.3	1.5	1.8	1.2	2.0
6	2.8	1.4	1.5	1.8	1.2	2.0
7	2.8	1.4	1.5	1.8	1.2	2.0
8	2.9	1.3	1.5	1.8	1.2	2.0
9	2.7	1.4	1.5	1.8	1.2	2.0
10	2.9	1.4	1.6	1.8	1.2	2.0
11	2.9	1.3	1.5	1.8	1.2	2.0
12	2.8	1.3	1.5	1.8	1.2	2.0
13	2.9	1.3	1.5	1.8	1.2	2.0
14	2.9	1.3	1.5	1.7	1.2	2.0
Media	2.8	1.3	1.5	1.8	1.2	2.0

Fuente: Investigación de campo, Lancasco, S. A.

Actualmente, un corrugado de 126 unidades de 30 sólidos por unidad se empaca aproximadamente en 10.60 minutos. Esas 126 unidades se vuelven la cantidad efectiva de trabajo. Este proceso puede mejorarse con base en la información obtenida en el capítulo 4 con el método propuesto. En la actualidad se desperdicia la eficiencia de trabajo de la blisteadora como también del material y producto, cuando el mismo pasa por la banda transportadora sin ser empacado en su totalidad. Este cae en un recipiente plástico puesto en el piso

al final de la línea, este golpe daña el aluminio al momento del impacto y empieza a haber mayor desperdicio de material.

Entonces, la productividad actual con base en cantidad producida de la línea de empaque de sólidos Hoong A en el tiempo transcurrido de trabajo, es de:

$$\text{Productividad} = \text{Producción} / \text{Tiempo de empaque}$$

$$\text{Productividad} = 126 \text{ unidades} / 10.60 \text{ minutos}$$

$$\text{Productividad} = 11.89, \text{ aproximadamente } 12 \text{ unidades por minuto}$$

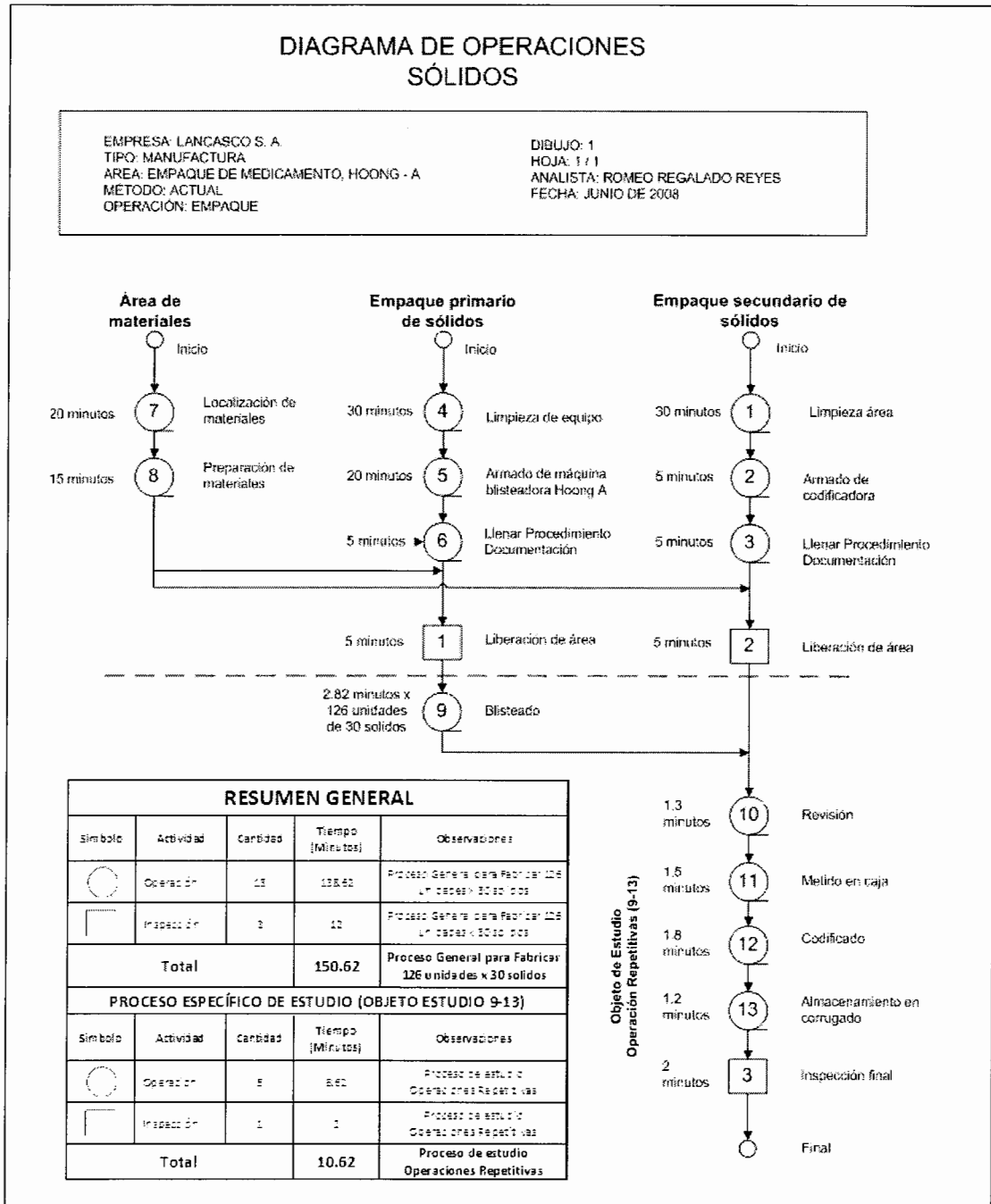
El método de trabajo actual no es productivo, por lo que en el capítulo 4, al proponer el nuevo método, se podrá observar el ahorro significativo que se obtiene simplemente implementando un nuevo método que coordine las operaciones de empaque secundario, haciendo el método más efectivo.

3.2.4 Diagrama de proceso actual de empaque para sólidos

A continuación se presenta el diagrama de operaciones del método actual para el empaque de medicamentos sólidos en el área de blisteado *Hoong A*. En algunas operaciones se muestra el tiempo estimado para cada una de ellas, por parte de la organización, los cuales no serán modificados. En cuanto al objeto de estudio, que serán las operaciones número 9,10,11,12 y 13, junto con la inspección número 3 el tiempo de ciclo para un corrugado de 126 unidades es de 10.60 minutos. Este tiempo fue calculado por medio del método de observación directa, este representa el tiempo cronometrado sin tomar en cuenta el tiempo normal y tiempo estándar, debido a que se obtendrá primero el tiempo observado de trabajo, para luego compararlo con el método observado del método propuesto y ahí establecer los estándares de tiempo adecuado para

las operaciones de empaque de medicamentos sólidos en el área de blisteado Hoong A. (Ver figura No. 16).

Figura 16. Diagrama de operaciones actual de empaque para sólidos



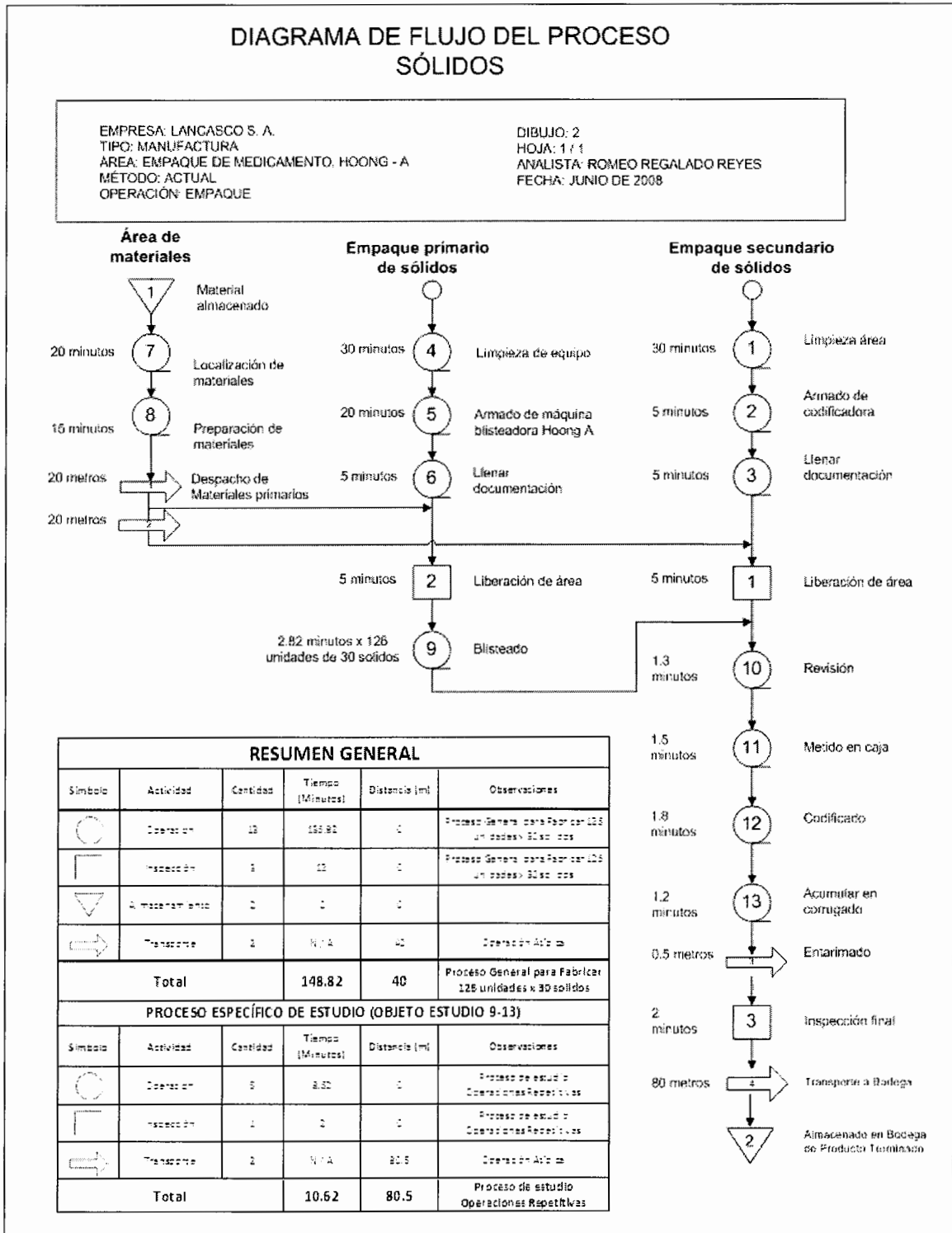
Fuente: Investigación de campo, Lancasco, S. A.

3.2.5 Diagrama de flujo de proceso actual de empaque para sólidos

A continuación se presenta el diagrama de flujo del proceso del método actual para el empaque de medicamentos sólidos en el área de blisteado *Hoong A*. En algunas operaciones se muestra el tiempo estimado para cada una de ellas, por parte de la organización, los cuales no serán modificados. En cuanto al objeto de estudio, que serán las operaciones número 9,10,11,12 y 13, junto con la inspección número 3, el tiempo fue calculado por medio del método de observación directa, este representa el tiempo cronometrado sin tomar en cuenta el tiempo normal y tiempo estándar, debido a que se comparará primero el tiempo observado de trabajo, para luego compararlo con el método observado del método propuesto y ahí establecer los estándares de tiempo adecuado para las operaciones de empaque de medicamentos sólidos en el área de blisteado *Hoong A*. (Ver sección 4.2.4)

El tiempo observado en las operaciones repetitivas de empaque será el objeto de estudio, ya que es ahí donde tiene mayor participación el recurso humano durante el proceso de empaque primario y secundario. Es ahí donde se necesita la mejora para que el producto pueda llegar a bodega de producto terminado en un menor tiempo y a un menor costo de producción.

Figura 17. Diagrama de flujo del proceso actual para empaque de sólidos



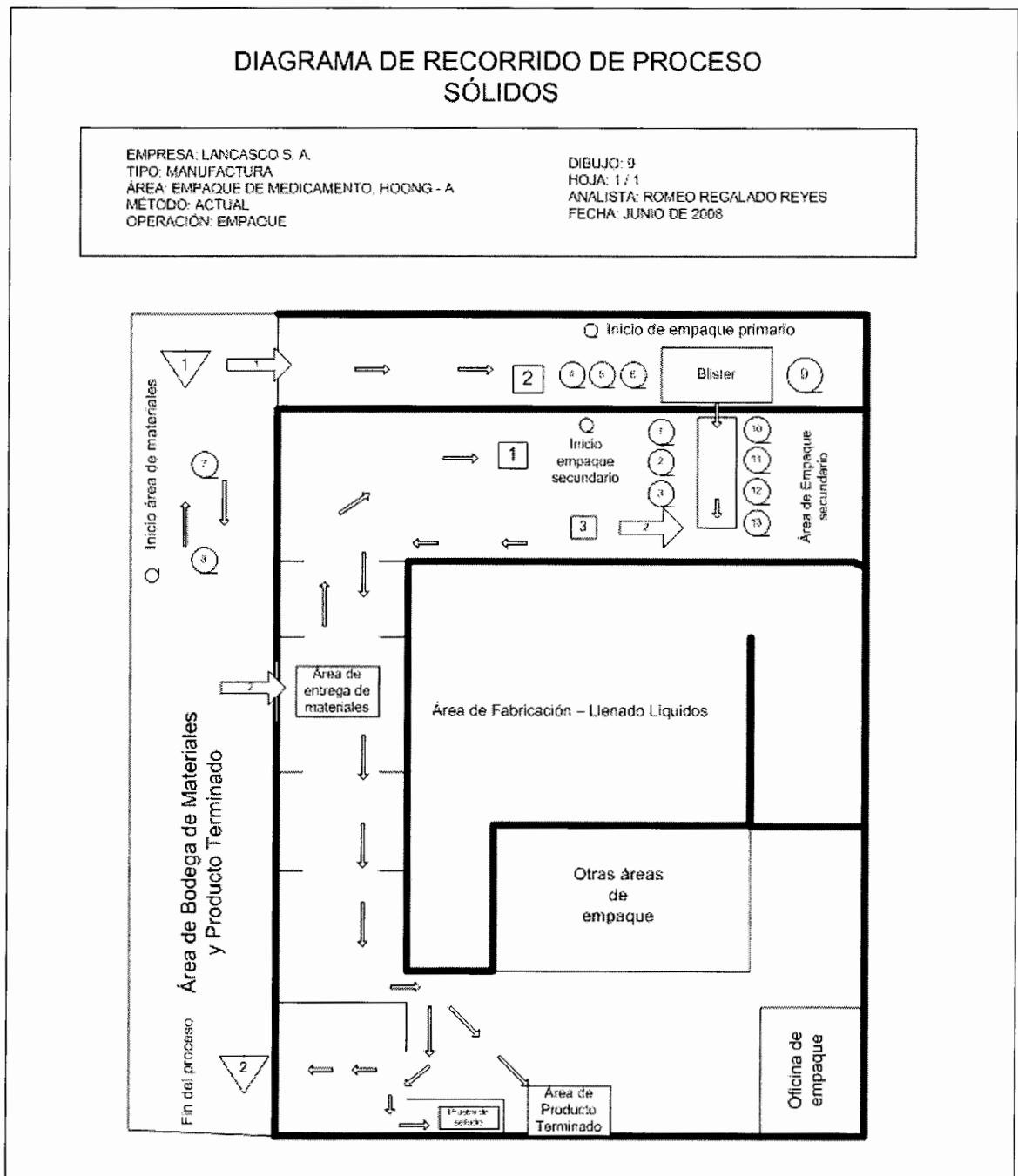
Fuente: Investigación de campo, Lancasco S. A.

3.2.6 Diagrama de recorrido del proceso de sólidos

A continuación se presenta el diagrama de recorrido del proceso del método actual para el empaque de medicamentos sólidos. Se detallará en algunos espacios las operaciones correspondientes al área de empaque primario y secundario, indicando los transportes y el almacenamiento en bodega de producto terminado.

El análisis debe centrarse en las operaciones 9, 10, 11, 12 y 13, como en la inspección 3, ya que es en esa parte donde el proceso se torna complicado y en desorden por la falta de un método específico de trabajo y la falta de estándares de tiempo que permitan estimar y programar con certeza y precisión los trabajos referentes a empaque de medicamentos. En esas operaciones, existen alrededor de 7 a 10 personas realizando ese proceso de empaque, en el cual, actualmente cada persona realiza las operaciones de revisión y metido en caja, mientras que otras realizan también las de revisión y metido en caja además de las operaciones de codificación y de acumulamiento en corrugado.

Figura 18. Diagrama de recorrido de proceso para empaque de sólidos



Fuente: Investigación de campo, Lancasco S. A.

3.2.7 Ritmo de trabajo normal para sólidos

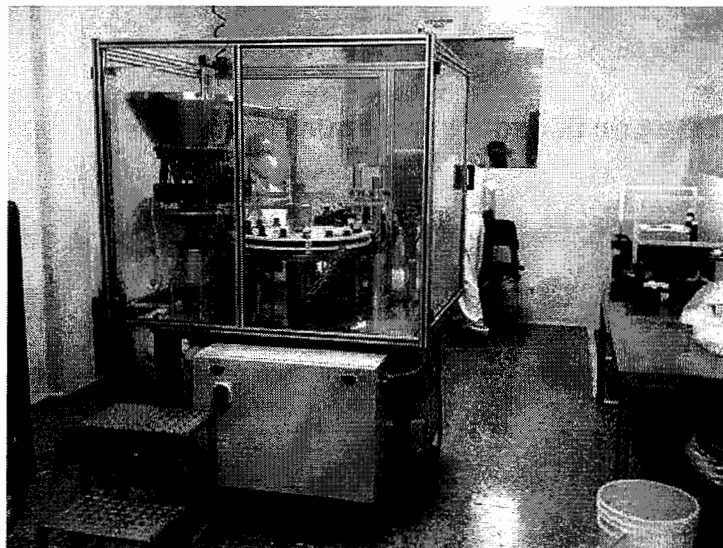
Para el caso de empaque secundario de sólidos, el ritmo de trabajo es definido por la operación más lenta que es la inspección 3 del proceso de empaque de sólidos, como se muestra en la tabla XI. Esta operación es la más lenta del proceso y por consiguiente es la que define el ritmo actual de empaque de sólidos. La operación más lenta para el empaque primario de sólidos es el blisteadado con 2.8 minutos por producto de 30 comprimidos.

3.3 Líquidos

La línea de empaque que trabaja con líquidos en Lancasco es llamada *Empaque de Líquidos*. La máquina que se utiliza para realizar el empaque primario del medicamento líquido del lado de la planta de fabricación es la llenadora Tecnofarma, para que seguidamente pase al lado de empaque secundario por medio de una banda transportadora. Esta máquina es una llenadora automatizada que trabaja con presentaciones de 60, 120, 240 y 360 ml. aunque la más común que se trabaja en Lancasco es de 240 y 120 ml.

La máquina se encuentra en óptimas condiciones, debido al mantenimiento preventivo que se le brinda a la misma. En la figura 19 se muestra una fotografía de la máquina llenadora Tecnofarma.

Figura 19. Máquina llenadora de líquidos marca Tecnofarma



Fuente: Investigación de campo, Lancasco, S. A.

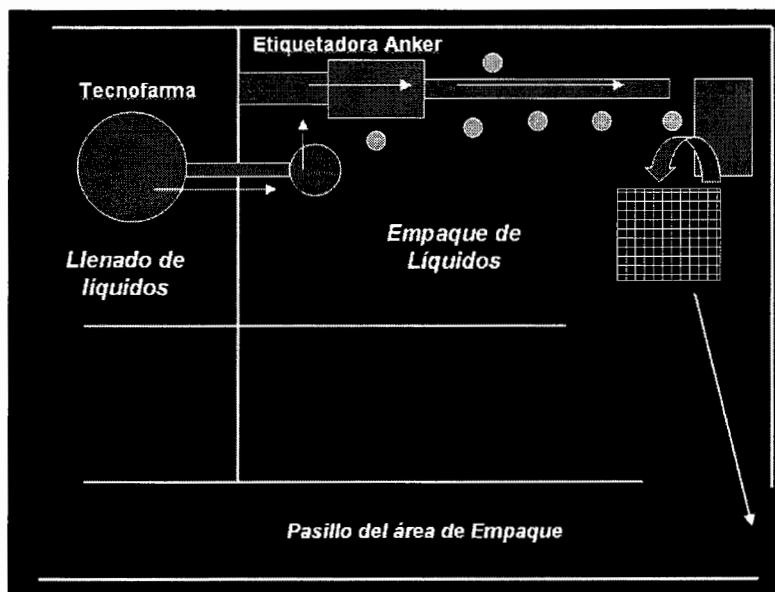
3.3.1 Área de trabajo

El área de trabajo está diseñada acorde a las funciones de una planta de manufactura farmacéutica, teniendo en cuenta la importancia de las Buenas Prácticas de Manufactura para poder fabricar un producto de calidad y que satisfaga las necesidades de los consumidores. Es por ello que se encuentra aislada la planta de fabricación y la planta de empaque, aunque necesariamente deben estar vinculadas para poder trasladar el producto semiterminado al área de empaque, luego de su empaque primario. El área de trabajo *empaque de líquidos* cuenta con iluminación adecuada y con ventilación adecuada para el trabajo que se realiza. También cuenta con área de empaque manual donde el producto es pasado por una banda transportadora para que sea empacado por el personal operario y puesto en su empaque final para luego trasladarlo a bodega de producto terminado media vez sea aprobado por el área de control de calidad. En el siguiente punto se muestra de forma

generalizada la distribución del proceso de empaque de líquidos en el área de trabajo.

3.3.2 Línea de llenado y empaque de líquidos

Figura 20. Esquema básico de Método actual para proceso de empaque de líquidos



Fuente: Investigación de campo, Lancasco S. A.

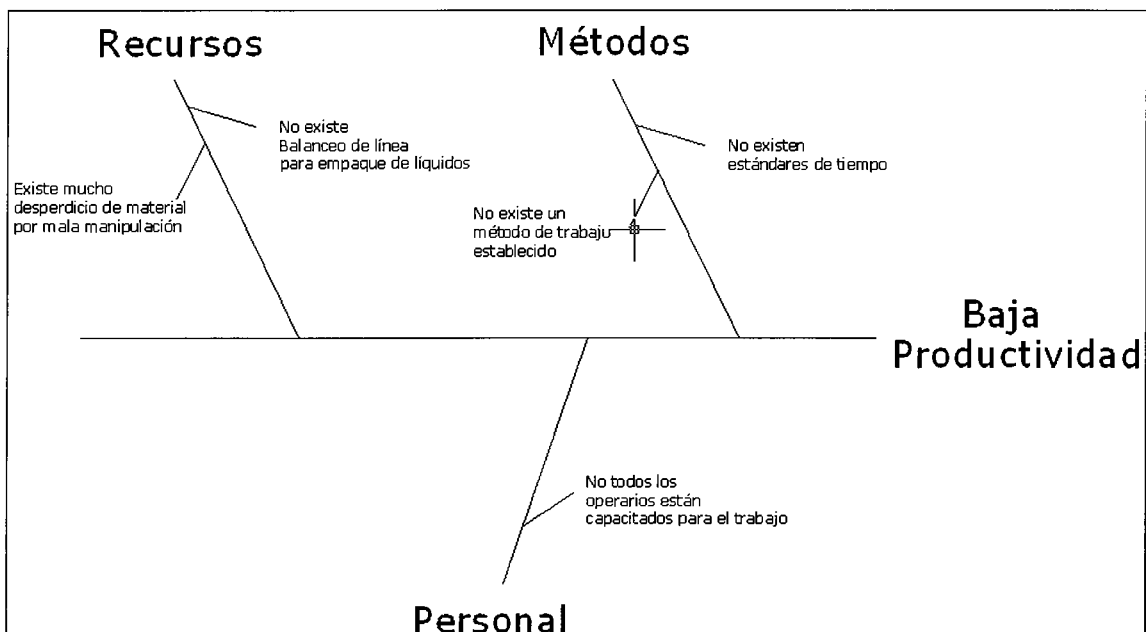
Operaciones del método actual:

1. Llenado y tapado
2. Etiquetado
3. Armado y metido en caja
4. Tapado de caja
5. Final de línea

El proceso de empaque inicia en la llenadora *Tecnofarma*, donde el líquido es llenado en su envase primario de la presentación que se trabaje, normalmente 240 o 120 ml. Luego de ser llenado y tapado, pasa por medio de una banda transportadora al área de empaque, donde es etiquetado y medido en caja para ser empacado en el corrugado final y trasladarlo a bodega de producto terminado, posterior a la aprobación de control de calidad.

Para analizar la situación y establecer que elementos afectan la productividad de la línea de empaque se utilizó el diagrama de Ishikawa para poder observar las causas que originan la baja productividad de la línea de empaque de líquidos. Este proceso se llevo por medio de la observación y estudio del área de trabajo.

Figura 21. Diagrama de Ishikawa de situación actual para empaque de líquidos



Fuente: Investigación de campo, Lancasco, S. A.

Debido a estas causas, las desventajas que se detectaron en la situación actual para el empaque de líquidos son las siguientes:

- No existe un método de trabajo establecido que fije estándares de tiempo.
- El personal conoce pero no está relacionado con estándares de tiempo, debido a poca capacitación.
- Actualmente existe bastante desperdicio de material de empaque secundario en área de líquidos.

3.3.3 Productividad actual de la línea de líquidos

Actualmente no se ha sido productivo en el área de empaque de líquidos, debido a la falta del método de trabajo y falta de capacitación al personal.

Por medio de métodos estadísticos se logra determinar el tiempo observado del proceso semiautomatizado de llenado. Calculando de primero el número de ciclos necesarios para tener un nivel de confianza del 95%, según la distribución t student, utilizada para muestras menores a 30 ciclos. Con esta distribución se calcula la desviación estándar de un estudio piloto de determinado tamaño de muestra menor a 30 y con este resultado y la media de los datos se determina el número de ciclos según distribución t student. ($k=2$, para 95% de confianza).

(Ver sección 2.5.4.1)

Tabla XII. Resultados de tiempos observados para el llenado de líquidos

CÁLCULO PARA DETERMINAR NÚMERO DE CICLOS NECESARIOS				
No.	Tiempo observado	Media	Diferencia	Desviación estándar
		(\bar{X})	$(\bar{X} - Xi)^2$	$v(\bar{X} - Xi)^2/n-1)$
1	2.30	2.56	0.069169	0.205
2	2.32		0.059049	
3	2.45		0.012769	
4	2.40		0.026569	
5	2.43		0.017689	
6	2.65		0.007569	
7	2.70		0.018769	
8	2.73		0.027889	
9	2.80		0.056169	
10	2.85		0.082369	

Fuente: Investigación de campo, Lancasco, S. A.

Tabla XIII. Información para el cálculo del tamaño de la muestra en líquidos

DATOS	
t	2.262
s	0.205
	2.563
k	0.05

Fuente: Investigación de campo, Lancasco, S. A.

Tabla XIV. Tamaño de la muestra a tomar para estudio de tiempos en líquidos.

$N = (ts / k)^2$	13.08606
-------------------	----------

Fuente: Investigación de campo, Lancasco, S. A.

Da como resultado del número de ciclos a evaluar con un 95% de confianza (k=2).

Tabla XV. Tiempo observado inicial de operaciones de estudio en el proceso de empaque de líquidos en minutos, según política actual de la empresa. (Ver figura 15)

N	Operación 9	Operación 10	Operación 11	Operación 12	Operación 13	Inspección 3
	Llenado	Etiquetado	Revisión	Metido / Cerrado de caja	Almacenamiento	Inspección Final
1	1.5	1.2	1.4	1.1	2.4	2.0
2	1.1	1.1	1.4	1.2	2.4	2.0
3	1.2	1.1	1.4	1.2	2.4	2.0
4	1.3	1.1	1.4	1.2	2.4	2.1
5	1.3	1.1	1.4	1.2	2.4	2.0
6	1.3	1.1	1.4	1.2	2.4	2.0
7	1.2	1.1	1.4	1.2	2.4	2.0
8	1.2	1.2	1.5	1.2	2.4	2.0
9	1.3	1.2	1.4	1.2	2.4	2.0
10	1.2	1.2	1.4	1.2	2.4	2.0
11	1.2	1.2	1.4	1.2	2.4	2.0
12	1.2	1.1	1.4	1.2	2.4	2.0
13	1.2	1.1	1.5	1.2	2.4	2.0
14	1.2	1.2	1.4	1.2	2.4	2.0
Media	1.2	1.1	1.4	1.2	2.4	2.0

Fuente: Investigación de campo, Lancasco, S. A.

Actualmente, un corrugado de 80 unidades se empaqa aproximadamente en 9.3 minutos. Esas 80 unidades se vuelven la cantidad efectiva de trabajo. Proceso el cual puede mejorarse en base a la información obtenida en el capítulo 4 con el método propuesto. Actualmente se desperdicia la eficiencia de trabajo de la llenadora como también se desperdicia material y producto, cuando el producto que pasa por la banda transportadora no logra ser empacado.

Entonces, la productividad actual con base en cantidad producida de la línea de empaque de líquidos es de:

$$\text{Productividad} = \text{Producción} / \text{Tiempo de empaque}$$

$$\text{Productividad} = 80 \text{ unidades} / 9.3 \text{ minutos}$$

$$\text{Productividad} = 8.6, \text{ aproximadamente } 9 \text{ unidades por minuto}$$

El método de trabajo actual no es productivo, por lo que en el capítulo 4, al proponer el método propuesto, se podrá observar el ahorro significativo que se obtiene simplemente implementando un nuevo método de trabajo más efectivo.

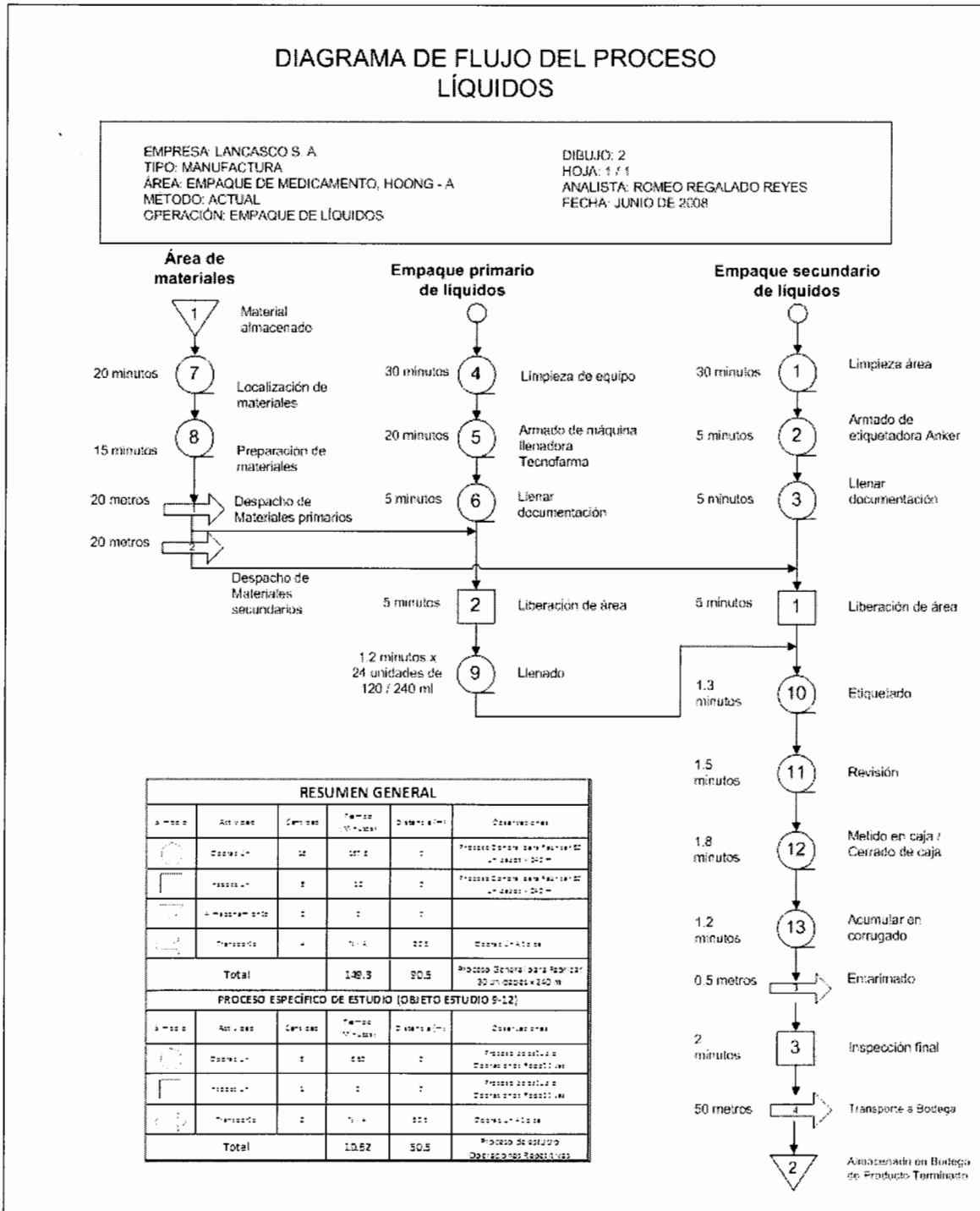
3.3.4 Diagrama de proceso actual de empaque de líquidos

A continuación se presenta el diagrama de operaciones del método actual para el empaque de medicamentos líquidos de 120/240 mililitros, en el área de empaque de líquidos. En algunas operaciones se muestra el tiempo estimado para cada una de ellas, por parte de la organización, los cuales no serán modificados. En cuanto al objeto de estudio, que serán las operaciones número 9, 10, 11, 12 y 13, junto con la inspección número 3 el tiempo fue calculado por medio del método de observación directa, este representa el tiempo cronometrado sin tomar en cuenta el tiempo normal y tiempo estándar, debido a que se comparará primero el tiempo observado de trabajo, para luego compararlo con el método observado del método propuesto y ahí establecer los estándares de tiempo adecuado para las operaciones de empaque de medicamentos líquidos en el área de empaque de líquidos.

3.3.5 Diagrama de flujo de proceso actual de empaque de líquidos

A continuación se presenta el diagrama de flujo del proceso del método actual para el empaque de medicamentos líquidos en el área de empaque de líquidos. En algunas operaciones se muestra el tiempo estimado para cada una de ellas, por parte de la organización, los cuales no serán modificados. En cuanto al objeto de estudio, que serán las operaciones número 9, 10, 11, 12 y 13, junto con la inspección número 3, el tiempo fue calculado por medio del método de observación directa, este representa el tiempo cronometrado sin tomar en cuenta el tiempo normal y tiempo estándar, debido a que se comparará primero el tiempo observado de trabajo, para luego compararlo con el método observado del método propuesto y ahí establecer los estándares de tiempo adecuado para las operaciones de empaque de medicamentos líquidos.

Figura 23. Diagrama de flujo del proceso de empaque de líquido

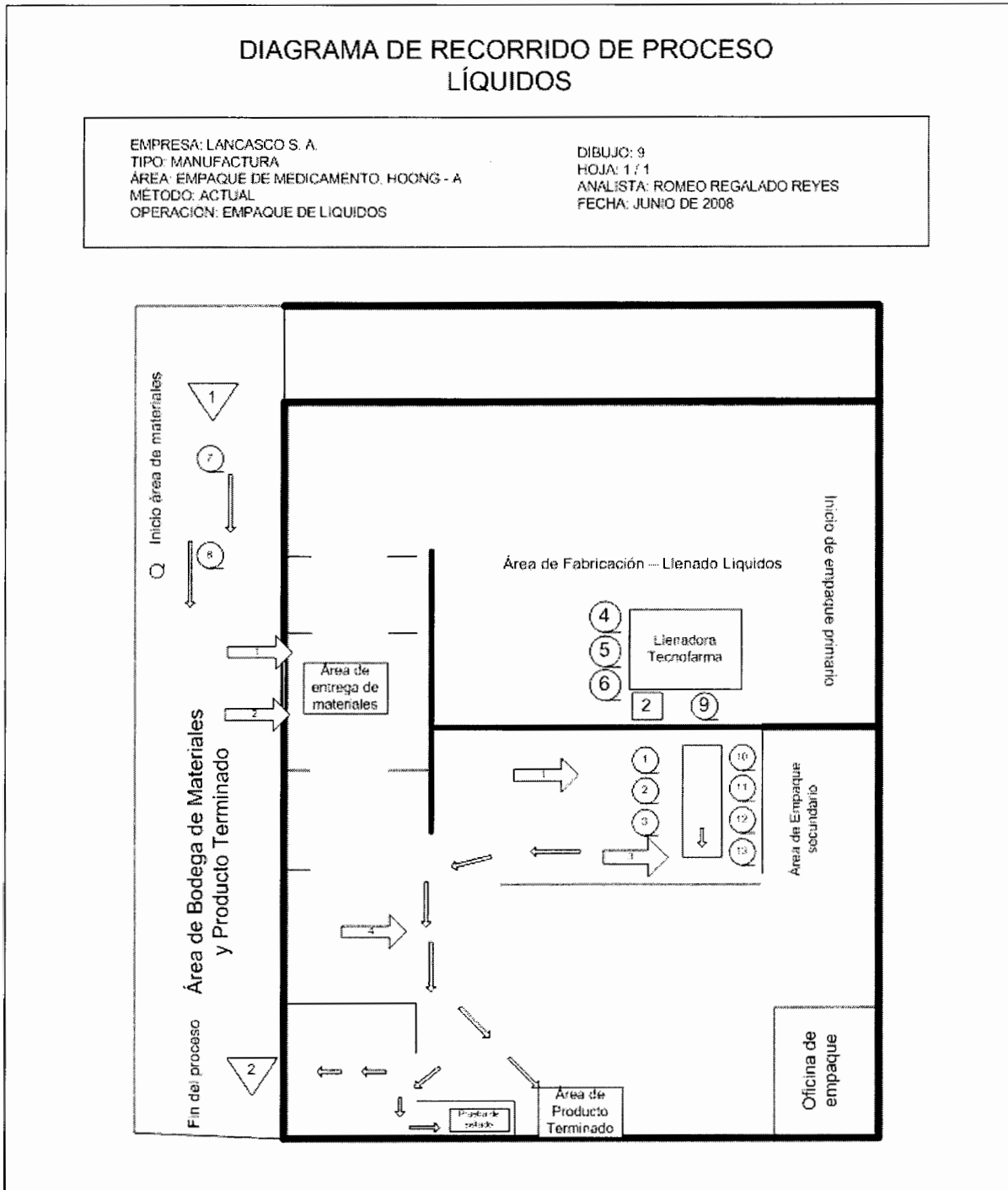


Fuente: Investigación de campo, Lancasco S. A.

3.3.6 Diagrama de recorrido del proceso de líquidos

A continuación se presenta el diagrama de recorrido del proceso del método actual para el empaque de medicamentos líquidos. Se detalla en algunos espacios las operaciones correspondientes al área de empaque primario y secundario, indicando los transportes y el almacenamiento en bodega de producto terminado. El proceso inicia en el área de empaque primario, luego pasa al área de empaque secundario para trasladar el producto a bodega de producto terminado.

Figura 24. Diagrama de recorrido de proceso para el empaque de líquidos



Fuente: Investigación de campo, Lancasco S. A.

3.3.7 Ritmo de trabajo normal

El ritmo de trabajo normal actual de la línea de empaque de líquidos lo define la operación de Almacenamiento según la tabla XV. La cual es la operación más tardía.

3.4 Puntos importantes de las líneas de empaque de Lancasco en área de sólidos y líquidos

Dentro de los puntos importantes que se deben resaltar están los siguientes.

- La planta cuenta con el equipo y herramienta adecuados para establecer un método de trabajo correcto que permita hacer más eficientes las líneas de trabajo, como lo es:
 - Máquina blisteadora *Hoong A* (Ver sección 3.2.2)
 - Máquina llenadora *Tecnofarma* (Ver sección 3.3.2)
 - Bandas transportadoras
 - Material necesario para efectuar el trabajo.

- Los operarios conocen el proceso a base de experiencia, lo que proporciona personal conocedor, pero hace falta capacitaciones que permitan desarrollar la habilidad del operario al máximo y que le haga saber que forma parte importante del proceso de empaque y del control de los costos. Ver sección 3.2.3 y 3.3.3, donde se muestra la productividad actual de las líneas de empaque, que pasa a formar parte del proceso el recurso humano en el empaque secundario del medicamento.

- Es necesario fijar estándares de trabajo mediante un estudio de tiempos de las operaciones necesarias y críticas dentro de todo el proceso de empaque. (Ver sección 4.2 y 4.3, referente al estudio de tiempos en cada área).
- Es importante también establecer programas continuos de capacitación al personal de la planta y dar la inducción al nuevo personal para que puedan realizar su trabajo de la mejor forma posible y con el menor número de dudas.

3.4.1 Factores que restringen la productividad

Existen en Lancasco algunos factores que afectan la productividad de las líneas de empaque. La metodología para detectar estos puntos se describió en la sección 3.1.1 y 3.1.2 con el análisis FODA.

- Falta de un método de trabajo adecuado

Puede evaluarse este factor con base en el siguiente análisis de Pareto, en el cual, controlando las deficiencias debidas a la falta de un método de trabajo adecuado, puede minimizarse el tiempo de empaque secundario y por consiguiente el costo de mano de obra directa. Como también el control de desperdicio de materiales.

La tabla XII muestra las tres causas principales que afectan la eficiencia del proceso de empaque secundario y la frecuencia de ocurrencias de cada una de esas causas, para que con un número de 20 observaciones se pueda determinar el porcentaje que aporta cada una de esas causas a la ineficiencia del proceso.

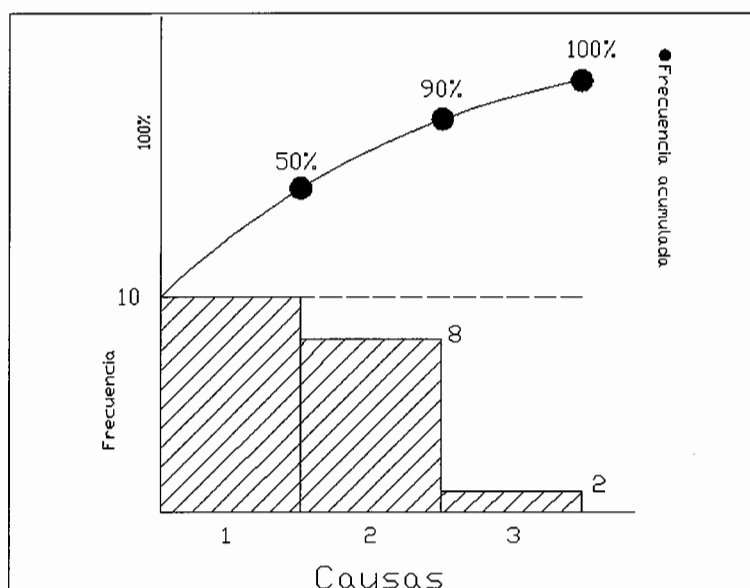
Tabla XVI. Causas que afectan la productividad

No.	Causas	Frecuencia de ocurrencia (No. de veces)	Porcentaje	Frecuencia acumulada
1	Falta de un método específico de trabajo	10	50%	10
2	Desperdicio de recursos (tiempo o materiales)	8	40%	18
3	Error humano (Personal poco calificado)	2	10%	20
Totales		20	100%	20

Fuente: Investigación de campo, Lancasco, S. A.

De la tabla XVI se obtiene la información para realizar el análisis de Pareto, el cual determina que controlando las primeras dos causas se puede controlar el 90% de ocurrencia de ineficiencias en el proceso de empaque secundario. (Ver figura No. 25)

Figura 25. Diagrama de Pareto para las causas que afectan la productividad de las líneas de empaque



Fuente: Investigación de campo, Lancasco, S. A.

- Falta de capacitación al personal

Aunque el 10% de ineficiencias en el proceso de empaque se debe al factor humano, es importante crear un programa de capacitación por parte de la organización que se encargue de entrenar al nuevo personal y darle la inducción correspondiente al tipo de trabajo que realizará ese personal.

- Falta de orientación del personal hacia la eficacia, eficiencia y productividad en los procesos. Esto se ve respaldado en el análisis de Pareto anterior en la figura 25, donde el 10% de las causas de ineficiencias es debido al factor humano.

3.4.2 Operaciones innecesarias

El análisis de la situación actual se enfoca en las operaciones de estudio en cada área de trabajo tanto en el empaque de sólidos como en el empaque de líquidos.

En el empaque de sólidos, el problema es que todos los operarios hacen la mayoría de operaciones, es decir, cada operario empaca a su manera y no existe un método de trabajo que les indique que cada operario debe realizar una operación para que el siguiente operario prosiga con la siguiente operación y al final de la línea de empaque se termine de empacar el producto. No existe un flujo adecuado de trabajo en las operaciones 9, 10, 11, 12 y 13, como también en la inspección No. 3 (Ver sección No. 3.2).

En el empaque de líquidos, el problema es que no se aprovecha el ritmo de trabajo de la máquina llenadora, y existe retraso en el empaque secundario de productos líquidos. (Ver sección No. 3.3)

3.4.3 Costo de mano de obra actual

Los costos de mano de obra directa se comparan en la sección 4.7 de este documento.

4 ANÁLISIS, ESTUDIO Y OPTIMIZACIÓN DE LAS LÍNEAS DE EMPAQUE EN ÁREA DE LÍQUIDOS Y SÓLIDOS DE LANCASCO

4.1 Factores propuestos de mejora

De acuerdo con el análisis de la sección 3.4.1, en donde se resaltan algunas de las causas que originan los retrasos en empaque, se proponen los factores de mejora:

- Minimizar el tiempo de empaque de medicamentos sólidos y líquidos (Ver secciones 4.2.4 y 4.3.4)
- Elaboración de los diagramas de proceso de operación, de flujo del proceso y de recorrido del proceso del método propuesto para el empaque de sólidos. (Ver sección 4.2.5, 4.2.6 y 4.2.7)
- Elaboración de los diagramas de proceso de operación, de flujo del proceso y de recorrido del proceso del método propuesto para el empaque de líquidos. (Ver sección 4.3.5, 4.3.6 y 4.3.7)
- Mejora en la productividad de la línea de empaque para sólidos. (Ver sección 4.2.8)
- Mejora en la productividad de la línea de empaque de líquidos. (Ver sección 4.3.8)
- Balance de líneas para empaque de sólidos y líquidos. (Ver secciones 4.2.9 y 4.3.9)

4.1.1 Costos en mano de obra directa

Los costos de mano de obra directa se comparan en la sección 4.7.1 y 4.7.2 de este documento.

4.1.2 Disminución en el tiempo de empaque de productos

La disminución del tiempo de empaque de productos de la línea de sólidos y líquidos de Lancasco S. A. puede evaluarse en la productividad obtenida en la sección 4.2.8 y 4.3.8 de este documento.

4.1.2.1 Establecimiento de estándares de tiempo de empaque de productos farmacéuticos

El estudio de tiempo de la sección 4.2.4 y 4.3.4 muestran los estándares de tiempo obtenidos que se utilizaron para la elaboración de los diagramas de proceso, de flujo de proceso y de recorrido del proceso para empaque de sólidos y líquidos del capítulo 4 de este documento, que representan los diagramas del método propuesto.

4.2 Sólidos

La línea de empaque secundario de productos sólidos, es un área de trabajo separada del área de fabricación, en donde pasa a formar parte del proceso de empaque secundario de medicamentos sólidos el recurso humano. Es ahí donde se realizará el estudio y el cambio del método de trabajo para que se pueda efectuar el trabajo de una forma más productiva, es decir, que se empaque el producto en un menor tiempo aprovechando el ritmo de trabajo de

la máquina blisteadora *Hoong A* y obteniendo un producto con la misma o mejor calidad al tener personal capacitado en el trabajo que está desempeñando.

4.2.1 Análisis del área de trabajo

El área de trabajo está diseñada acorde a las funciones de una planta de manufactura farmacéutica, teniendo en cuenta la importancia de las Buenas Prácticas de Manufactura para poder fabricar un producto de calidad y que satisfaga las necesidades de los consumidores. Es por ello que se encuentra aislada la planta de fabricación y la planta de empaque, aunque necesariamente deben estar juntas para poder trasladar el producto semi terminado al área de empaque, luego de su empaque primario. El área de trabajo *Hoong A* cuenta con iluminación adecuada y con ventilación adecuada para el trabajo que se realiza. También cuenta con área de empaque manual donde el producto es pasado por una banda transportadora para que sea empacado por el personal operario y puesto en su empaque final para luego trasladarlo a bodega de producto terminado media vez sea aprobado por el área de control de calidad.

4.2.2 Mejoras en línea de blisteadado Hoong A

Las mejoras que pueden alcanzarse mediante la aplicación de un método adecuado de trabajo en el área de empaque de medicamentos son:

- Aumento de productividad
- Ahorro en mano de obra directa
- Proceso con mayor control
- Proceso con mayor orden
- Establecimiento de estándares de tiempo de trabajo

- Elaboración de diagramas del proceso

4.2.3 Análisis de operaciones innecesarias y cuellos de botellas observados en la situación actual en empaque de sólidos

En el siguiente análisis de operaciones se indica la metodología propuesta que se debería aplicar para llevar a cabo el empaque del medicamento de forma eficaz y eficiente:

- Blisteado
- Revisión
- Metido en caja
- Codificado
- Final de Línea

BLISTEADO

- Propósito de la operación:
 - Realizar el empaque primario del producto. Es decir, la cápsula o comprimido en su empaque primario, que sería el Blister.
- Diseño de partes:
 - El diseño del método de trabajo no permite aprovechar la eficiencia de trabajo de la blisteadora Hoong – A. La cual trabaja a un ritmo de 30 Cápsulas o comprimidos, cada 3.1 segundos normalmente.
- Tolerancias y especificaciones:
 - Durante esta operación se realiza el codificado del blister por parte de la misma máquina. El codificado debe indicar el número de lote al

que pertenece el medicamento y la fecha de expiración del mismo. El supervisor debe revisar la codificación antes de seguir con el trabajo.

- Material:
 - Los materiales necesarios para llevar a cabo esta operación, son:
 - Rollos de aluminio impresos con el medicamento que se empaca.
 - Rollos de PVC el cual, es el empaque primario del medicamento.
 - La máquina trabaja a base de aire comprimido para moldear el PVC, en la parte donde va almacenada la cápsula o comprimido.

- Secuencia y proceso de manufactura:
 - Es la primera operación del proceso de empaque. La máquina trabaja a un ritmo de 30 cápsulas o comprimidos, equivalente a 3 blister, cada 3.1 segundos normalmente.

- Preparaciones y herramientas:
 - La preparación de la máquina, se hace por la mañana o posterior a finalizar el proceso con cualquier medicamento. Se deben lavar y sanitizar las partes de la máquina para no contaminar el medicamento que se vaya a blistar posteriormente. Las herramientas necesarias son las acompañadas para el armado de la blisteadora, que se efectúa por parte del personal de mantenimiento o un operario especializado en la blisteadora.

- Manejo de materiales:
 - Se hace el requerimiento correspondiente de los rollos de aluminio y PVC para armar la máquina para el medicamento correspondiente. Bodega de materiales, pasa a la planta de fabricación los materiales para que se pueda efectuar dicha operación.

- Distribución de planta:
 - La operación de blisteado se realiza del lado de la planta de fabricación, transportando el blister terminado por medio de una banda al lado de la planta de empaque, las cuales se encuentran separadas por cuestión de Buenas Prácticas de Manufactura, para la industria farmacéutica.

- Diseño del trabajo:
 - Es la única operación que se realiza del lado de la planta de fabricación, donde se efectúa el empaque primario para que posteriormente pase al lado de la planta de empaque. La operación de blisteado es efectuada por una persona especializada.

REVISIÓN

- Propósito de la operación:
 - Verificar que las cápsulas o comprimidos, se encuentren en buen estado, y que no haya sido afectado el medicamento por la operación de blisteado. Revisar también que los espacios del blister, estén todos contenidos con la cápsula o comprimido correspondiente.

- Diseño de partes:
 - Para aprovechar el ritmo de trabajo, esta operación debe ser realizada por dos personas, cuando se trabaja un producto en línea.

- Tolerancias y especificaciones:
 - El operario debe verificar que la cápsula o comprimido este contenida en el espacio correspondiente del blister, y que esta no presente defectos, como rajaduras, quebraduras o algún otro defecto identificable. Deben revisar la codificación del blister verificando el número de lote y la fecha de vencimiento correspondiente para cada producto que se trabaja.

- Material:
 - N / A

- Secuencia y proceso de manufactura:
 - Es la segunda operación del proceso de empaque. Para aprovechar el ritmo de trabajo de 3.1 segundos de la blisteadora, se debe realizar esta operación por dos personas que se intercalan la revisión, para que no se forme un cuello de botella en esta parte.

- Preparaciones y herramientas:
 - N / A.

- Manejo de materiales:
 - N / A

- Distribución de planta:
 - Desde esta segunda operación, todas las operaciones posteriores se realizan del lado de la planta de empaque, en el área de Blisteados Hoong – A.

- Diseño del trabajo:
 - Operación realizada por dos personas con experiencia en estos procesos de empaque de sólidos. Se justificará este aspecto con el estudio de tiempos correspondiente.

METIDO EN CAJA

- Propósito de la operación:
 - Colocar el medicamento en su empaque secundario.

- Diseño de partes:
 - Para aprovechar el ritmo de trabajo, esta operación debe ser realizada de dos a tres personas, cuando se trabaja un producto en línea. (Esta parte depende del tipo de presentación de medicamento. Para esto se debe de verificar el estudio de tiempos).

- Tolerancias y especificaciones:
 - El empacador ya no debe preocuparse por revisar si los blister se encuentran en buen estado y si esta completo con todas las cápsulas o comprimidos. Ya solo debe preocuparse por amar la caja y meter la cantidad de blisters correspondientes al tipo de presentación que se trabaje.

- Material:

Estos materiales se deben solicitar por medio del requerimiento correspondiente a bodega de materiales, por parte del supervisor de empaque.

 - Caja correspondiente al medicamento que se empacará y a la presentación que aplique.
 - Folleto (Aplica para algunos medicamentos).

- Secuencia y proceso de manufactura:
 - Es la tercera operación del proceso de empaque. Esta operación debe realizarse de manera que pueda aprovecharse el ritmo de trabajo de la línea. Con base en el estudio de tiempos, se determinará que número de empacadores son necesarios para poder mantener la productividad en la línea de sólidos.

- Preparaciones y herramientas:
 - Caja plástica, donde tienen los folletos y cajas para realizar el empaque.

- Manejo de materiales:
 - El material, luego de ser requerido por el departamento, pasa al área de empaque, donde se realiza el empaque de forma manual. Las cajas y los folletos, son almacenados en cajas plásticas por los operarios, para poder empacar el medicamento en forma mas cómoda.

- Distribución de planta:
 - Realizada del lado de la planta de empaque, sobre una banda transportadora donde se realizan la mayoría de operaciones de empaque.

- Diseño del trabajo:
 - Se determinará el número necesario de personas en base al estudio de tiempos. Normalmente deberían ser entre 2 y 3 personas.

CODIFICADO

- Propósito de la operación:
 - Imprimir en el empaque del medicamento el número de lote y la fecha de expiración de determinado producto.

- Diseño de partes:
 - Este es un proceso automatizado, por parte de una máquina codificadora. Pero siempre debe intervenir el recurso humano para alinear la caja en dirección de la codificación. Para esto se necesita una persona cerca de la máquina codificadora, que se encuentra ubicada a un costado de la línea de empaque, en donde se realizan la mayoría de las operaciones.

- Tolerancias y especificaciones:
 - La máquina debe ser programada con el número de lote y fecha de expiración correspondiente para que codifique adecuadamente el empaque del medicamento, que en este caso, son las cajas para cada medicamento, según sea su presentación. Esta operación debe ser aprobada por el supervisor de empaque.

- Material:
 - Tinta negra que utiliza la máquina codificadora.

- Secuencia y proceso de manufactura:
 - Es la cuarta operación del proceso de empaque. Esta operación es parte de un proceso semiautomatizado, en el cual, una persona debe alinear las cajas contenidas con el medicamento para que pase por el área de codificación para posteriormente almacenar el medicamento en su empaque final.

- Preparaciones y herramientas:
 - Se debe programar la máquina para que codifique el número de lote y fecha de expiración correspondiente.

- Manejo de materiales:
 - N / A

- Distribución de planta:
 - Se realiza en el mismo flujo de trabajo sobre la misma banda transportadora. En el área de empaque de Blister Hoong – A.

- Diseño del trabajo:
 - Es necesaria una persona para que ponga el producto en dirección de la máquina codificadora, la cual imprime instantáneamente en el material el número de lote y fecha de expiración correspondiente, esto cuando el producto pasa frente al sensor del inyector sobre la banda transportadora.

FINAL DE LÍNEA

- Propósito de la operación:
 - Almacenar el producto en su empaque final. Normalmente llamado corrugado, que es donde se almacenan y transportan los productos a mayor escala.

- Diseño de partes:
 - Es la última operación de la línea de empaque de blisteado Hoong – A. La persona a cargo de la operación final, debe de almacenar el producto en su empaque final y ponerlo posteriormente en tarimas de madera o aluminio

- Tolerancias y especificaciones:
 - El producto ya debe de ir codificado con el respectivo número de lote y fecha de expiración. La persona a cargo de final de línea debe verificar que el producto que mete en el corrugado se encuentre codificado. Debe de basarse en el procedimiento de empaque para determinar la forma de empaquetar el producto final en el corrugado.

- Material:
 - Corrugado (Caja grande donde se almacenan los productos para su transporte a bodega y a los centros de venta o distribución).
 - Cinta adhesiva
 - Marcador
 - Lapicero
 - Etiquetas de corrugado. (Dependiendo el producto y presentación).

- Secuencia y proceso de manufactura:
 - Es la quinta y última operación del proceso de empaque.
 - La persona a cargo debe ser hábil con las manos y soportar el peso del corrugado para su traslado a la tarima, siempre que este se completa.

- Preparaciones y herramientas:
 - Antes de empezar con todo el proceso de empaque, durante el tiempo de preparación, se deben armar los corrugados necesarios para lograr empacar el tamaño del lote de productos que se está empacando. Esto para evitar retrasos durante el proceso.

- Manejo de materiales:
 - Las cajas se obtienen mediante el requerimiento correspondiente realizado por el supervisor de empaque a bodega de materiales.
 - Durante el proceso de empaque, cuando se llena la tarima con los corrugados necesarios, se debe transportar al área de cuarentena, en donde se realiza la solicitud de envío a Control de Calidad, para que este departamento lo analice y apruebe el envío a bodega distribuidora.

- Distribución de planta:
 - El área de blister Hoong – A se encuentra en el extremo interno de la planta de empaque. La tarima debe ser transportada al área de cuarentena, cerca del ingreso a la planta de empaque para que no tener riesgo de contaminación cruzada, es decir, que se mezclen productos similares.

- Diseño del trabajo:
 - Esta operación puede ser efectuada por una sola persona. El auxiliar de la operación anterior (Codificado), auxiliará a la persona a cargo de final de línea, para que se siga empacando con el mismo ritmo de trabajo, mientras la persona de final de línea traslada el producto al área de cuarentena.

4.2.4 Estudio de tiempos de método propuesto de los principales productos sólidos de Lancasco

Para empezar con el estudio de tiempos se deben evaluar los siguientes puntos y desarrollar los formatos correspondientes para la toma de datos en el campo de análisis.

- Establecer las operaciones necesarias.
- Notificar al personal del área que será objeto de estudio durante el proceso.
- Realizar el formato correspondiente para la realización del estudio de tiempos. (Ver tabla XXI en pág. 119)
- Se necesita un método de calificación para el personal. (Ver tabla XXII en pág. 120)
- Se tomarán los tiempos cronometrados utilizando el método continuo, para tomar en cuenta también los atrasos de la línea de empaque.

- Posteriormente al tiempo cronometrado, se calcula el tiempo normal de trabajo.
- Posterior al cálculo del tiempo normal de trabajo, se procederá a determinar el tiempo estándar de las operaciones de la línea de empaque de medicamentos de Blisteadora *Hoong – A*.

Operaciones necesarias

- Blisteadado
- Revisión
- Metido en caja
- Codificado
- Final de línea

Se utiliza el método estadístico para determinar el tamaño de la muestra para el estudio de tiempos de sólidos y líquidos, aplicando una distribución *t student*.

Debido a que la distribución *t student* aplica para estudios con un tamaño de muestra menor a 30 observaciones, se realiza un estudio piloto para determinar la desviación estándar, la media y el coeficiente *student* para el cálculo del número de ciclos realmente necesario con un nivel de confianza del 95%, es decir, $k=2$.

Fórmula para intervalo de confianza es:

$$\bar{x} \pm k s / \sqrt{n}$$

$\bar{\chi}$ = media de la muestra.

t = valor de tabla t-student.

s = desviación estándar de la muestra

n = muestra de la población.

k = es una fracción aceptable de χ . Al despejar "n" se obtiene:

Al despejar la muestra de la población, se tiene:

$$n = \{ts/k \chi\}^2,$$

Fórmula de la desviación estándar,

$$s = \sqrt{((X_i - \chi)^2 / (n - 1))}$$

Así se obtiene con el tamaño necesario de la muestra, para realizar el estudio de tiempos.

Con ayuda de la tabla de valores t-student, se determina el valor de "t" para aplicar la fórmula (Ver tabla XX):

$$n = \{ts/k \chi\}^2$$

De un estudio piloto de 10 observaciones (9 grados de libertad) en el área de empaque de sólidos, asumiendo un 5% de error (k=0.05), con una desviación estándar de la población (s) y media de la población ($\bar{\chi}$).

Tabla XVII. Cálculo para determinar número de ciclos de estudio necesarios para sólidos.

CÁLCULO PARA DETERMINAR NÚMERO DE CICLOS NECESARIOS				
No.	Tiempo observado	Media	Diferencia	Desviación estándar
	Empaque Sólidos	(\bar{X})	$(\bar{X} - Xi)^2$	$\sqrt{(\bar{X} - Xi)^2/n-1}$
1	9.40	9.83	0.1849	0.728
2	10.90		1.1449	
3	9.35		0.2304	
4	9.40		0.1849	
5	9.40		0.1849	
6	9.30		0.2809	
7	9.45		0.1444	
8	10.85		1.0404	
9	10.90		1.1449	
10	9.35		0.2304	

Fuente: Investigación de campo, Lancasco, S. A.

Del estudio piloto, se tienen los siguientes datos:

Tabla XVIII. Datos para cálculos de número de ciclos para empaque de sólidos

DATOS	
t	2.262
s	0.728
\bar{X}	9.83
k	0.05

Fuente: Investigación de campo, Lancasco, S. A.

Aplicando la fórmula siguiente, se determinan los ciclos necesarios para asegurar ese 95% de confianza.

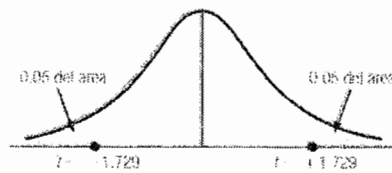
Tabla XIX. Resultado del número de ciclos necesarios de estudio en empaque de sólidos.

$N = (ts / k \bar{X})^2$	11.22807
--------------------------	----------

Fuente: Investigación de campo, Lancasco, S. A.

Entonces, para tener un 95% de confianza en el estudio de tiempos para el área de empaque de sólidos se necesita tomar una muestra de por lo menos 12 observaciones.

Tabla XX. Tabla de valores t-student



Apendice tabla 2

*Áreas combinadas de ambos extremos para formar la distribución t de Student

Grados de libertad	Área combinada de ambos extremos			
	0.10	0.05	0.02	0.01
1	6.314	12.706	31.821	63.657
2	2.920	4.303	6.965	9.925
3	2.353	3.182	4.541	5.841
4	2.132	2.776	3.747	4.604
5	2.015	2.571	3.365	4.032
6	1.943	2.447	3.143	3.707
7	1.895	2.365	2.998	3.499
8	1.860	2.306	2.896	3.355
9	1.833	2.262	2.821	3.250
10	1.812	2.228	2.764	3.169
11	1.796	2.201	2.718	3.106
12	1.782	2.179	2.681	3.055
13	1.771	2.160	2.650	3.012
14	1.761	2.145	2.624	2.977
15	1.753	2.131	2.602	2.947
16	1.746	2.120	2.583	2.921
17	1.740	2.110	2.567	2.898
18	1.734	2.101	2.552	2.878
19	1.729	2.093	2.539	2.861
20	1.725	2.086	2.528	2.845
21	1.721	2.080	2.518	2.831
22	1.717	2.074	2.508	2.819
23	1.714	2.069	2.500	2.807
24	1.711	2.064	2.492	2.797
25	1.708	2.060	2.485	2.787
26	1.706	2.056	2.479	2.779
27	1.703	2.052	2.473	2.771
28	1.701	2.048	2.467	2.763
29	1.699	2.045	2.462	2.756
30	1.697	2.042	2.457	2.750
40	1.684	2.021	2.423	2.704
60	1.671	2.000	2.390	2.660
120	1.658	1.980	2.358	2.617
Distribución normal	1.645	1.960	2.326	2.576

* Tomada de la tabla III de Fisher y Yates, *Statistical Tables for Biologists, Agricultural and Medical Research*, publicado por Livingston Group, Ltd., Londres (publicado anteriormente por Oliver & Boyd, Edimburgo) y con licencia de los autores y los editores.

Fuente: Benjamín Niebel. Ingeniería Industrial. Métodos, tiempos y movimientos, pág. 698

Para la realización de la calificación de los operarios, se utilizará el método de Westinghouse, el cual evalúa la habilidad, el esfuerzo, las condiciones y consistencia del operario. Y permite calcular una ponderación de acuerdo a esos cuatro aspectos mencionados, dependiendo del ambiente y el tipo de trabajo desarrollado. Para ello se presenta la siguiente tabla:

Tabla XXII. Sistema de Calificación Westinghouse

CALIFICACIÓN POR SISTEMA WESTINGHOUSE		
Sistema de calificación de habilidades de Westinghouse		
0.15	A1	Superior
0.13	A2	Superior
0.11	B1	Excelente
0.08	B2	Excelente
0.06	C1	Bueno
0.03	C2	Bueno
0	D	Promedio
-0.05	E1	Aceptable
-0.1	E2	Aceptable
-0.16	F1	Malo
-0.22	F2	Malo
Sistema de calificación de esfuerzo de Westinghouse		
0.13	A1	Superior
0.12	A2	Superior
0.1	B1	Excelente
0.08	B2	Excelente
0.05	C1	Bueno
0.02	C2	Bueno
0	D	Promedio
-0.04	E1	Aceptable
-0.18	E2	Aceptable
-0.12	F1	Malo
-0.17	F2	Malo
Sistema de calificación de condiciones de Westinghouse		
0.06	A	Ideal
0.04	B	Excelente
0.02	C	Bueno
0	D	Promedio
-0.03	E	Aceptable
-0.07	F	Malo
Sistema de calificación de consistencia de Westinghouse		
0.04	A	Perfecta
0.03	B	Excelente
0.01	C	Buena
0	D	Promedio
-0.02	E	Aceptable
-0.04	F	Mala

Fuente: Benjamín Niebel. Ingeniería Industrial. Métodos, tiempos y movimientos, pág. 415

También para efectuar los cálculos correspondientes y determinar un tiempo estándar en el estudio de tiempos, debe tomarse en cuenta la

ponderación en suplementos que es asignada a cada operación del proceso que se analice, en base a la siguiente tabla que se explicó en la sección 2.5.4.5.

La tabla muestra los suplementos recomendados por la Organización Internacional del Trabajo, la cual será utilizada para el estudio de tiempos en el proceso de empaque de líquidos. (Tabla XXIII)

Tabla XXIII. Suplementos recomendados por ILO

SUPLEMENTOS RECOMENDADOS POR ILO (Organización Internacional del Trabajo)	
SUPLEMENTOS CONSTANTES	
Suplemento personal	5
Suplemento por fatiga básica	4
SUPLEMENTOS VARIABLES	
Por estar de pie	2
Por posición anormal	
Un poco incómoda	0
Incómoda	2
Muy incómoda	7
USO DE LA FUERZA O ENERGÍA MUSCULAR (levantar, halar o empujar Lbs)	
5	0
10	1
15	2
20	3
25	4
30	5
35	7
40	9
45	11
50	13
60	17
70	22
MALA ILUMINACIÓN	
Un poco debajo de la recomendada	0
Bastante menor que la recomendada	2
muy inadecuada	5
CONDICIONES ATMOSFÉRICAS (CALOR, HUMEDAD) 0-100	
ATENCIÓN REQUERIDA	
Trabajo bastante fino	0
Trabajo fino y preciso	2
Trabajo muy fino y muy preciso	5
NIVEL DE RUIDO	
Continuo	0
Intermitente - fuerte	2
Intermitente - muy fuerte	5
Tono alto fuerte	5
ESTRÉS MENTAL	
Proceso bastante complejo	1
Atención compleja o amplia	4
Muy compleja	8
MONOTONIA	
Nivel bajo	0
Nivel medio	1
Nivel alto	4
TEDIO	
Algo tedioso	0
Tedioso	2
Muy tedioso	5

Fuente: Benjamín Niebel. Ingeniería Industrial. Métodos, tiempos y movimientos, pág. 437

En las tablas XXV a la XXXI se muestran los resultados obtenidos del estudio de tiempos, en donde, la deducción de la calificación se hizo tomando referencia de la sección 2.5.4.4 de este documento y tomando en cuenta los siguientes puntos:

- Se aplica el factor de desempeño únicamente para las operaciones manuales en donde pasa a formar parte el recurso humano. (Ver sección 2.5.4.4)

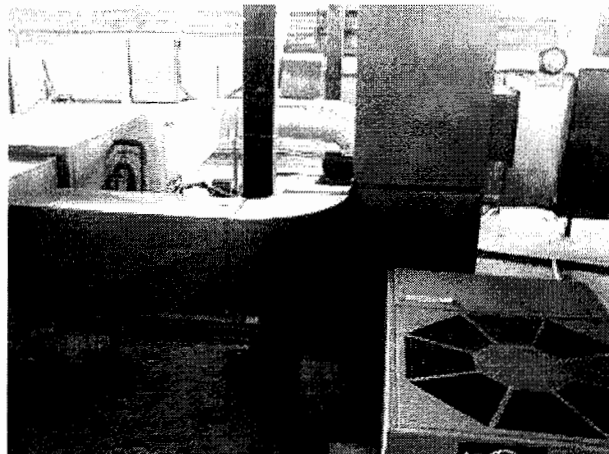
Y la deducción de los suplementos se realizó de la siguiente manera, haciendo referencia a la sección 2.5.4.5 del marco teórico de este documento, y también los siguientes puntos:

- Se tomó en cuenta el porcentaje de suplementos constantes, como lo son, necesidades personales y la fatiga básica, lo que corresponde a un 9% para el operario promedio. (Ver tabla XXIII referente a Suplementos).
- Con relación a la tasa de suplementos variables, en general para las operaciones que se llevan a cabo en el área de empaque secundario de medicamentos son los siguientes:
 - Uso de fuerza
 - Normalmente se asigna un factor cero, debido a que los esfuerzos de las operaciones de empaque secundario, no requieren mayor fuerza a 5 libras.
 - Iluminación
 - Normalmente se asigna un factor cero, debido a que las áreas de trabajo de la planta de empaque secundario de

medicamentos, se encuentra debidamente iluminada para las operaciones que se realizan.

- Condiciones atmosféricas y atención requerida
 - Lo que concierne a las condiciones de temperatura y humedad, en el área de empaque secundario de medicamentos se cuenta con un sistema de aire acondicionado, donde la temperatura no llega a pasar a más de 30 °C, y el trabajo que se desarrolla es clasificado como tipo fino, por lo que se asigna también un factor cero. Las especificaciones son tomadas de la guía global de ingeniería, versión 3 ex Aventis, con un sistema de aire HVAC, el cual controla la temperatura y la mantiene en un rango entre 19 °C y 25 °C. En la figura 26 se muestra una imagen del sistema de aire acondicionado situado en el piso técnico de la planta farmacéutica.

Figura 26. Sistema de aire HVAC en piso técnico



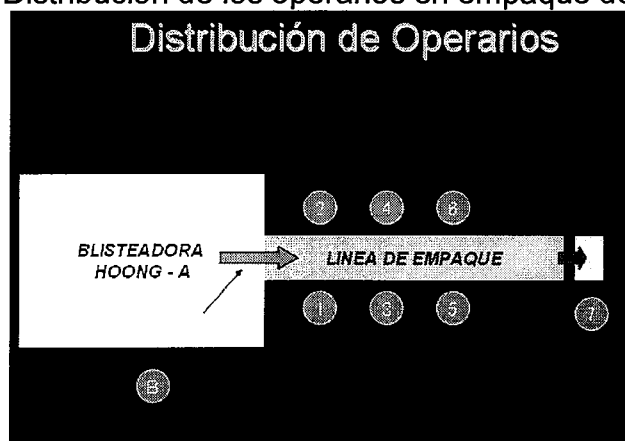
Fuente: Investigación de campo, Lancasco, S. A.

- Estrés mental
 - Respecto al nivel de estrés que se maneja en las operaciones de empaque secundario de medicamentos, también se asigna el mínimo valor de suplementos de la tabla dada por la ILO de Estados Unidos, debido a que el tipo de trabajo que se lleva a cabo es clasificado como proceso complejo. El factor que se le asigna es normalmente de uno.

- Monotonía y tedio
 - El trabajo debido al nivel de repetitividad de facultades que debe de aplicar un operario en la revisión de los productos que empaca, el trabajo es clasificado como muy monótono y también un nivel medio de tedio por la repetibilidad de las operaciones de empaque secundario de medicamentos. Entonces se asigna un factor de cuatro para monotonía y un factor de dos para el tedio.

A continuación en la figura 27, se muestra la distribución en planta idónea que deben tener el personal en la línea de blisteador Hoong A para realizar el estudio de tiempos y determinar el tiempo estándar para cada operación. Donde "B" significa el operario de la máquina blisteadora y los números del 1 al 7 indican el número del operario en la línea de empaque.

Figura 27. Distribución de los operarios en empaque de sólidos



Fuente: Investigación de campo, Lancasco, S. A.

A continuación se presenta la tabla que resume la información del estudio de tiempos para la operación de blisteado. En la misma se presenta el resumen de la tabla, la cantidad de ciclos necesarios a tomar para asegurar una confianza del 95% con la distribución *t-student*, también se presenta la información del tiempo observado, la calificación del operario, el tiempo normal, el porcentaje de suplementos asignados según la tabla XXIII y el tiempo estándar obtenido para esa operación en el método propuesto.

Se muestra a continuación el cálculo para el primer ciclo de la operación No. 9 de empaque de sólidos, para el cual se determina el tiempo normal, (Ver sección 2.5.4).

Posterior a determinar el tiempo observado por medio de la toma directa con un cronómetro, se debe calificar al operario según la tabla XXII (Calificación por Westinghouse), el resultado para el operario No. 1 se presenta en la tabla XXIV:

Tabla XXIV. Calificación de operario 1

CALIFICACIÓN OPERARIO	
Nombre	Operario 1
Sexo	Masculino
Edad	-
<i>Calificación por Westing House</i>	
Habilidad	B1
Esfuerzo	B1
Condiciones	B1
Consistencia	B1
Total % Calificación	0.28

Fuente: Investigación de campo, Lancasco, S. A.

Con el resultado obtenido, se procede a agregarle un factor de desempeño cuando se trata de operaciones manuales, y cuando se trata de operaciones automatizadas no se agrega ese factor de desempeño. El factor de desempeño es la calificación obtenida más la unidad:

Calificación real = (Calificación Westing House) + 1, para operaciones manuales,

Debido a que la operación No. 1 es semiautomática, no debe agregarse el factor de desempeño.

$$TN = TO \times (C)$$

Donde,

TN Tiempo normal
 TO Tiempo observado
 C Calificación

De esta operación resulta el valor de 3.1 para el ciclo 1 de la operación No. 9 (Blistead) de empaque de sólidos. (Ver tabla XXV).

Posterior al cálculo del tiempo normal, se procede a calcular los suplementos que se aplican a la operación según la tabla XXII, y calculando la siguiente fórmula:

$$TS = TN \times (1 + S)$$

Donde,

TS Tiempo estándar
TN Tiempo normal
S Suplementos

De esto se obtiene un resultado de suplementos de cero, para la operación No. 9, debido a que es una operación semiautomática. Posterior a ello, se obtiene la media aritmética para todos los ciclos estudiados, y con esa media se aplica la fórmula del tiempo estándar al aplicarle suplementos como se muestra en la tabla XXV.

Tabla XXV. Estudio de tiempos, operación 9, sólidos

FORMA PARA OBSERVACIÓN DE ESTUDIO DE TIEMPOS																			
Estudio No.		1										Página		1 / 1					
Fecha		Septiembre de 2008										Analista		Romeo Regalado					
Operación		9 - Blisteado																	
Nota	Ciclo	Operario			Operador de Blisteadora														
		C	TO	TN	C	TO	TN	C	TO	TN	C	TO	TN	C	TO	TN	C	TO	TN
PROCESO	1	0.28	3.1	3.1															
	2	0.28	3.1	3.1															
	3	0.28	3.2	3.2															
	4	0.28	3.1	3.1															
	5	0.28	3.2	3.2															
	6	0.28	3.1	3.1															
	7	0.28	3.1	3.1															
	8	0.28	3.1	3.1															
	9	0.28	3.2	3.2															
	10	0.28	3.1	3.1															
	11	0.28	3.1	3.1															
	12	0.28	3.1	3.1															
	13	0.28	3.2	3.2															
	14	0.28	3.2	3.2															
	15	0.28	3.1	3.1															
	16	0.28	3.2	3.2															
	17	0.28	3.2	3.2															
	18	0.28	3.2	3.2															
	19	0.28	3.1	3.1															
	20	0.28	3.2	3.2															
	21	0.28	3.2	3.2															
	22	0.28	3.1	3.1															
	23	0.28	3.1	3.1															
	24	0.28	3.1	3.1															
	25	0.28	3.1	3.1															
	26	0.28	3.2	3.2															
	27	0.28	3.2	3.2															
	28	0.28	3.2	3.2															
	29	0.28	3.1	3.1															
	30	0.28	3.2	3.2															
	31	0.28	3.2	3.2															
	32	0.28	3.2	3.2															
	33	0.28	3.2	3.2															
	34	0.28	3.2	3.2															
	35	0.28	3.2	3.2															
	36	0.28	3.1	3.1															
	37	0.28	3.2	3.2															
	38	0.28	3.2	3.2															
	39	0.28	3.1	3.1															
	40	0.28	3.2	3.2															
RESUMEN																			
Operario		Operador de Blisteadora																	
TO Total		126.2																	
Calificación		1.28																	
TN Total		161.536																	
% Suplementos		-																	
No. de ocurrencias fuera de espacif		-																	
Tiempo estándar		161.536																	
Número de obs.		40																	
Tiempo estándar total por cada 30 sólidos (en segundos)															4.04 (0,067min)				
VERIFICACIÓN DE TIEMPOS					CALIFICACIÓN OPERARIO					CÁLCULO DE SUPLEMENTOS									
Tiempo de terminación	0				Nombre	Operario 1				Necesidades person.	-								
Tiempo de inicio	0				Sexo	Masculino				Fatiga Básica	-								
Tiempo transcurrido	30 min.				Edad	-				Fatiga variable	-								
Tiempo total					<i>Calificación por Westing House</i>					Especial	-								
Tiempo efectivo					Habilidad	B1				% Suplementos total	-								
Tiempo inefectivo					Esfuerzo	B1													
% de error de registro	10%				Condiciones	B1													
					Consistencia	B1													
					Total % Calificación	0.28													

Fuente: Investigación de campo, Lancasco S. A.

De la misma forma para la operación 10 del método propuesto se presenta el mismo resumen de información obtenida en el estudio de tiempos para determinar el tiempo estándar que será asignado a esa operación. El cual estará reflejado en el diagrama de operaciones que se presenta posterior al estudio de tiempos en la figura 28.

Es la misma metodología la que se aplica para el cálculo del tiempo estándar de las operaciones restantes en el proceso de empaque de sólidos, metodología que se presenta en el resumen de las siguientes tablas. (Tablas XXVI a la XXXI)

Tabla XXVI. Estudio de tiempos, operación 10, sólidos

FORMA PARA OBSERVACIÓN DE ESTUDIO DE TIEMPOS																									
Estudio No.		1																							
Fecha		Septiembre de 2008																							
Operación		10 - Revisión																							
Operario		Operario 1						Operario 2																	
Nota	Ciclo	C	TO	TN	C	TO	TN	C	TO	TN	C	TO	TN	C	TO	TN	C	TO	TN						
PROCESO	1	1.20	6.2	7.44	1.20	6.2	7.44																		
	2	1.26	6	7.56	1.20	5.8	6.96																		
	3	1.26	5.5	6.93	1.20	5.5	6.60																		
	4	1.26	5.1	6.43	1.20	5.1	6.12																		
	5	1.26	5.8	7.31	1.20	5.8	6.96																		
	6	1.26	5.9	7.43	1.20	6.3	7.56																		
	7	1.26	5.4	6.80	1.20	5.4	6.48																		
	8	1.26	6.1	7.69	1.20	6.9	8.28																		
	9	1.26	6.4	8.06	1.20	6.4	7.68																		
	10	1.26	6.1	7.69	1.20	6.2	7.44																		
	11	1.26	6	7.56	1.20	6	7.20																		
	12	1.26	5.7	7.18	1.20	5.7	6.84																		
	13	1.26	6	7.56	1.20	6	7.20																		
	14	1.26	5.9	7.43	1.20	5.9	7.08																		
	15	1.26	6.1	7.69	1.20	6.7	8.04																		
	16	1.26	6.3	7.94	1.20	7	8.40																		
	17	1.26	4.6	5.80	1.20	5.9	7.08																		
	18	1.26	6.2	7.81	1.20	6.7	8.04																		
	19	1.26	5.8	7.31	1.20	6.8	8.16																		
	20	1.26	4.8	6.05	1.20	4.6	5.52																		
	21	1.26	5	6.30	1.20	6.2	7.44																		
	22	1.26	4.7	5.92	1.20	5.5	6.60																		
	23	1.26	5.7	7.18	1.20	5.1	6.12																		
	24	1.26	5.9	7.43	1.20	5.8	6.96																		
	25	1.26	5.8	7.31	1.20	6.5	7.80																		
	26	1.26	6.1	7.69	1.20	6.1	7.32																		
	27	1.26	4.6	5.80	1.20	6	7.20																		
	28	1.26	5.2	6.55	1.20	5.5	6.60																		
	29	1.26	4.8	6.05	1.20	6	7.20																		
	30	1.26	6.1	7.69	1.20	5.9	7.08																		
	31	1.26	4.5	5.67	1.20	6.7	8.04																		
	32	1.26	4.8	6.05	1.20	6.2	7.44																		
	33	1.26	5.2	6.55	1.20	6.9	8.28																		
	34	1.26	5.5	6.93	1.20	6.4	7.68																		
	35	1.26	4.2	5.29	1.20	6.1	7.32																		
	36	1.26	5.7	7.18	1.20	5.7	6.84																		
	37	1.26	5.9	7.43	1.20	5.9	7.08																		
	38	1.26	4.8	6.05	1.20	5.5	6.60																		
	39	1.26	5.5	6.93	1.20	5.6	6.72																		
	40	1.26	5.3	6.68	1.20	4.7	5.64																		

RESUMEN			
Operario	Operario 1	Operario 2	
TO Total	221.2	239.2	
Calificación	1.26	1.20	
TN Total	278.712	287.04	
% Suplementos	1.16	1.18	
No. de ocurrencias fuera de especific.	0	0	
Tiempo estándar	323.30592	338.7072	
Número de obs.	40	40	
Tiempo estándar total			8.28seg (0.138min)

VERIFICACIÓN DE TIEMPOS	
Tiempo de terminación	
Tiempo de inicio	
Tiempo transcurrido	
Tiempo total	
Tiempo efectivo	
Tiempo inefectivo	
% de error de registro	

CALIFICACIÓN OPERARIO			
Nombre	Op 1	Op 2	-
Sexo	Fem	Mas	
Edad	45	25	
Calificación por Westing House			
Habilidad	B1	B2	
Esfuerzo	B1	B2	
Condiciones	B	B	
Consistencia	B	D	
Total % Calificación	26%	20%	
Factor Calificación	1.26	1.20	

CÁLCULO DE SUPLEMENTOS		
Nombre	Op 1	Op 2
Suplementos Ctes.	0.09	0.11
Suplementos Variab.	0	0
Uso de fuerza	0	0
Mala Iluminación	0	0
Condiciones Atm.	0	0
Ruido	0	0
Estrés	-	-
Complejo	0.01	0.01
Monotonía	-	-
Alto	0.04	0.04
Tedioso	-	-
Tedioso	0.02	0.02
Total Suplementos	16%	18%

Fuente: Investigación de campo, Lancasco S. A.

Tabla XXVII. Estudio de tiempos, operación 11, sólidos

FORMA PARA OBSERVACIÓN DE ESTUDIO DE TIEMPOS																									
Estudio No.		1			Página		1 / 1																		
Fecha		Septiembre de 2008			Analista		Romeo Regalado																		
Operación		11 - Metido y cerrado de caja																							
Operario		Operario 3			Operario 4			Operario 5																	
Nota	Ciclo	C	TO	TN	C	TO	TN	C	TO	TN	C	TO	TN	C	TO	TN	C	TO	TN						
PROCESO	1	1.26	5.7	7.18	1.24	6.4	7.94	1.26	6.6	8.32															
	2	1.26	6.2	7.81	1.24	5.6	8.94	1.26	5.9	7.43															
	3	1.26	5.5	6.93	1.24	5.5	6.82	1.26	7.2	9.07															
	4	1.26	5.7	7.18	1.24	5.8	7.19	1.26	8.9	11.21															
	5	1.26	5.6	7.06	1.24	5.6	6.94	1.26	6.6	8.32															
	6	1.26	6.4	8.06	1.24	5.8	7.19	1.26	6.5	8.19															
	7	1.26	5.9	7.43	1.24	6.2	7.69	1.26	9.8	12.35															
	8	1.26	6.6	8.32	1.24	6.3	7.81	1.26	4.7	5.92															
	9	1.26	6.3	7.94	1.24	12.2	15.13	1.26	4.8	6.05															
	10	1.26	6.9	8.69	1.24	6	7.44	1.26	10.5	13.23															
	11	1.26	6.2	7.81	1.24	10.8	13.39	1.26	12.1	15.25															
	12	1.26	3.9	4.91	1.24	6	7.44	1.26	9.8	12.35															
	13	1.26	5.9	7.43	1.24	6.1	7.56	1.26	10.4	13.10															
	14	1.26	6.2	7.81	1.24	5.2	6.45	1.26	11.9	14.99															
	15	1.26	5.9	7.43	1.24	5.5	6.82	1.26	5.4	6.80															
	16	1.26	6.2	7.81	1.24	6.4	7.94	1.26	6.4	8.06															
	17	1.26	5.5	6.93	1.24	5.6	6.94	1.26	7.6	9.58															
	18	1.26	5.7	7.18	1.24	8	9.92	1.26	6.3	7.94															
	19	1.26	5.9	7.43	1.24	6.8	8.43	1.26	9.3	11.72															
	20	1.26	3.9	4.91	1.24	5.3	6.57	1.26	8.3	10.46															
	21	1.26	5.6	7.06	1.24	5.6	6.94	1.26	8.5	10.71															
	22	1.26	6.4	8.06	1.24	6.3	7.81	1.26	6.5	8.19															
	23	1.26	6.2	7.81	1.24	7.3	9.05	1.26	7.2	9.07															
	24	1.26	6.3	7.94	1.24	10.3	12.77	1.26	8.4	10.58															
	25	1.26	6.2	7.81	1.24	5.4	6.70	1.26	7.1	8.95															
	26	1.26	5.9	7.43	1.24	8.5	10.54	1.26	6.4	8.06															
	27	1.26	6.6	8.32	1.24	5.8	7.19	1.26	5.9	7.43															
	28	1.26	5.6	7.06	1.24	8.8	10.91	1.26	7.2	9.07															
	29	1.26	5.8	7.31	1.24	5.4	6.70	1.26	6.6	8.32															
	30	1.26	5.6	7.06	1.24	8.4	10.42	1.26	8.9	11.21															
	31	1.26	6.4	8.06	1.24	6.1	7.56	1.26	6.5	8.19															
	32	1.26	5.9	7.43	1.24	5	6.20	1.26	6.4	8.06															
	33	1.26	6.6	8.32	1.24	5.9	7.32	1.26	5.9	7.43															
	34	1.26	3.9	4.91	1.24	10.3	12.77	1.26	6.6	8.32															
	35	1.26	5.5	6.93	1.24	5.3	6.57	1.26	6.2	7.81															
	36	1.26	6.1	7.69	1.24	7.7	9.55	1.26	6.3	7.94															
	37	1.26	6.4	8.06	1.24	10.2	12.65	1.26	6	7.56															
	38	1.26	5.8	7.31	1.24	8.3	10.25	1.26	6.5	8.19															
	39	1.26	5.5	6.93	1.24	8.5	10.54	1.26	6.4	8.06															
	40	1.26	5.9	7.43	1.24	5.6	6.94	1.26	6.1	7.69															
RESUMEN																									
Operario	Operario 3			Operario 4			Operario 5																		
TO Total	234.3			273.8			294.6																		
Calificación	1.26			1.24			1.26																		
TN Total	295.218			339.512			371.196																		
Factor Suplementos	1.16			1.16			1.16																		
No. de ocurrencias fuera de especific	0			0			0																		
Tiempo estándar	342.45288			393.83392			430.58736																		
Número de obs.	40			40			40																		
Tiempo estándar total															8.72seg (0.162min)										
VERIFICACIÓN DE TIEMPOS																									
Tiempo de terminación																									
Tiempo de inicio																									
Tiempo transcurrido																									
Tiempo total																									
Tiempo efectivo																									
Tiempo inefectivo																									
% de error de registro																									
CALIFICACIÓN OPERARIO																									
Nombre	Op 3	Op 4	Op 5																						
Sexo	Fem	Fem	Fem																						
Edad	50	42	52																						
Calificación por Westing House																									
Habilidad	B1	B1	B1																						
Esfuerzo	B1	B2	B2																						
Condiciones	B	B	B																						
Consistencia	C	C	B																						
Total % Calificación	26%	24%	26%																						
Factor Calificación	1.26	1.24	1.26																						
CÁLCULO DE SUPLEMENTOS																									
Nombre	Op 3	Op 4	Op 5																						
Suplementos Ctes.	0.09	0.09	0.09																						
Suplementos Variab.	0	0	0																						
Uso de fuerza	0	0	0																						
Mala iluminación	0	0	0																						
Condiciones Alm.	0	0	0																						
Ruido	0	0	0																						
Estrés	-	-	-																						
Complejo	0.01	0.01	0.01																						
Monotonía	-	-	-																						
Alto	0.04	0.04	0.04																						
Tedio	-	-	-																						
Tedioso	0.02	0.02	0.02																						
Total Suplementos	16%	16%	16%																						

Fuente: Investigación de campo, Lancasco S. A.

Tabla XXVIII. Estudio de tiempos, operación 12, sólidos

FORMA PARA OBSERVACIÓN DE ESTUDIO DE TIEMPOS																			
Estudio No.		1								Página		1 / 1							
Fecha		Septiembre de 2008								Analista		Romeo Regalado							
Operación		12 - Codificado																	
Operario		Operario 6																	
Nota	Ciclo	C	TO	TN	C	TO	TN	C	TO	TN	C	TO	TN	C	TO	TN	C	TO	TN
PROCESO	1	1.26	1.5	1.9															
	2	1.26	2.3	2.9															
	3	1.26	2.1	2.6															
	4	1.26	1.3	1.6															
	5	1.26	1.1	1.4															
	6	1.26	3.5	4.4															
	7	1.26	2.8	3.3															
	8	1.26	2	2.5															
	9	1.26	1.3	1.6															
	10	1.26	1.5	1.9															
	11	1.26	1.3	1.6															
	12	1.26	1.4	1.8															
	13	1.26	1.3	1.6															
	14	1.26	1.6	2.0															
	15	1.26	1.5	1.9															
	16	1.26	1.8	2.3															
	17	1.26	1.3	1.6															
	18	1.26	1.2	1.5															
	19	1.26	1.2	1.5															
	20	1.26	1.2	1.5															
	21	1.26	1.2	1.5															
	22	1.26	1	1.3															
	23	1.26	1.2	1.5															
	24	1.26	1.1	1.4															
	25	1.26	1.3	1.6															
	26	1.26	1.5	1.9															
	27	1.26	1.6	2.0															
	28	1.26	1.5	1.9															
	29	1.26	1.2	1.5															
	30	1.26	1.3	1.6															
	31	1.26	1.5	1.9															
	32	1.26	1.6	2.0															
	33	1.26	2	2.5															
	34	1.26	1.5	1.9															
	35	1.26	1.8	2.3															
	36	1.26	1.9	2.4															
	37	1.26	1.8	2.3															
	38	1.26	1.8	2.3															
	39	1.26	1.9	2.4															
	40	1.26	2	2.5															
RESUMEN																			
Operario	Operario 6																		
TO Total	63.7																		
Calificación	1.26																		
TN Total	80.262																		
% Suplementos	1.16																		
No. de ocurrencias fuera de especific	-																		
Tiempo estándar	93.10392																		
Número de obs.	40																		
Tiempo estándar total												2.33seg (0.0389min)							
VERIFICACIÓN DE TIEMPOS				CALIFICACIÓN OPERARIO				CÁLCULO DE SUPLEMENTOS											
Tiempo de terminación	0			Nombre	Op 6			Nombre	Op 6										
Tiempo de inicio	0			Sexo	Fem			Suplementos Ctes.	0.09										
Tiempo transcurrido	30 min.			Edad	48			Suplementos Variab.	0										
Tiempo total				Calificación por Westing House				Uso de fuerza	0										
Tiempo efectivo				Habilidad	B1			Mala Iluminación	0										
Tiempo inefectivo				Esfuerzo	B1			Condiciones Am.	0										
% de error de registro	10%			Condiciones	B			Ruido	0										
				Consistencia	C			Estrés	-										
				Total % Calificación	26%			Complejo	0.01										
				Factor Calificación	1.26			Monotonía	-										
								Alto	0.04										
								Tendio	-										
								Tedioso	0.02										
								Total Suplementos	16%										

Fuente: Investigación de campo, Lancasco S. A.

Tabla XXIX. Estudio de tiempos, operación 13, sólidos

FORMA PARA OBSERVACIÓN DE ESTUDIO DE TIEMPOS																			
Estudio No.		1																	
Fecha		Septiembre de 2008																	
Operación		13 - Final de Línea																	
Página		1 / 1																	
Analista		Romeo Regalado																	
Operario		Operario 7																	
Nota	Ciclo	C	TO	TN	C	TO	TN	C	TO	TN	C	TO	TN	C	TO	TN	C	TO	TN
PROCESO	1	1.20	5.7	6.84															
	2	1.20	6.2	7.44															
	3	1.20	5.5	6.6															
	4	1.20	5.7	6.84															
	5	1.20	5.6	6.72															
	6	1.20	6.4	7.68															
	7	1.20	5.9	7.08															
	8	1.20	6.6	7.92															
	9	1.20	6.3	7.56															
	10	1.20	6.9	8.28															
	11	1.20	6.2	7.44															
	12	1.20	3.9	4.68															
	13	1.20	5.9	7.08															
	14	1.20	6.2	7.44															
	15	1.20	5.9	7.08															
	16	1.20	6.2	7.44															
	17	1.20	5.5	6.6															
	18	1.20	5.7	6.84															
	19	1.20	5.9	7.08															
	20	1.20	3.9	4.68															
	21	1.20	5.6	6.72															
	22	1.20	6.4	7.68															
	23	1.20	6.2	7.44															
	24	1.20	6.3	7.56															
	25	1.20	6.2	7.44															
	26	1.20	5.9	7.08															
	27	1.20	6.6	7.92															
	28	1.20	5.6	6.72															
	29	1.20	5.8	6.96															
	30	1.20	5.6	6.72															
	31	1.20	6.4	7.68															
	32	1.20	5.9	7.08															
	33	1.20	6.6	7.92															
	34	1.20	3.9	4.68															
	35	1.20	5.5	6.6															
	36	1.20	6.1	7.32															
	37	1.20	6.4	7.68															
	38	1.20	5.8	6.96															
	39	1.20	5.5	6.6															
	40	1.20	5.9	7.08															
RESUMEN																			
Operario		Operario 7																	
TO Total		234.3																	
Factor Calificación		1.20																	
TN Total		281.16																	
Factor Suplementos		1.18																	
No. de ocurrencias fuera de especific		0																	
Tiempo estándar		331.7688																	
Número de obs.		40																	
Tiempo estándar total (por unidad)																8.29seg (0.138min)			
VERIFICACIÓN DE TIEMPOS				CALIFICACIÓN OPERARIO				CÁLCULO DE SUPLEMENTOS											
Tiempo de terminación		Nombre	Op 7	-	-	Nombre	Op 7	-	-										
Tiempo de inicio		Sexo	Mas	-	-	Suplementos Cies.	0.11	-	-										
Tiempo transcurrido		Edad	33	-	-	Suplementos Variab.	0	-	-										
Tiempo total		<i>Calificación por Westing House</i>				Uso de fuerza	0	-	-										
Tiempo efectivo		Habilidad	B2	-	-	Mala iluminación	0	-	-										
Tiempo inefectivo		Esfuerzo	B2	-	-	Condiciones Atm.	0	-	-										
% de error de registro		Condiciones	B	-	-	Ruido	0	-	-										
		Consistencia	D	-	-	Estrés	-	-	-										
		Total % Calificación	20%	-	-	Complejo	0.01	-	-										
		Factor de Calificac	1.20	-	-	Monotonía	-	-	-										
						Alto	0.04	-	-										
						Tendio	-	-	-										
						Tedioso	0.02	-	-										
						Total Suplementos	18%	-	-										

Fuente: Investigación de campo, Lancasco S. A.

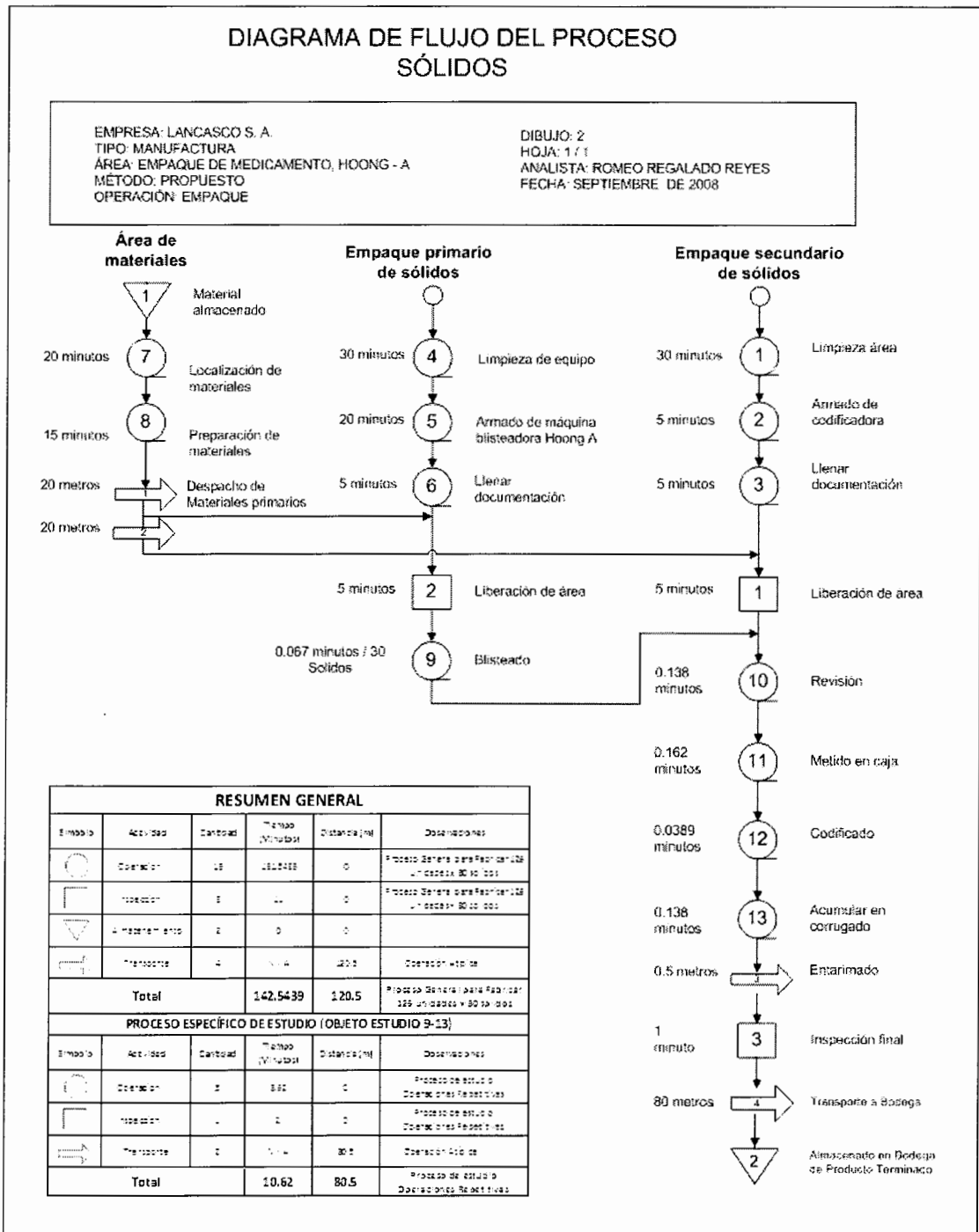
Tabla XXXI. Estudio de tiempos, tiempo preparación, sólidos

FORMA PARA OBSERVACIÓN DE ESTUDIO DE TIEMPOS																				
Estudio No.		1						Página		1 / 1										
Fecha		Septiembre de 2008						Analista		Romeo Regalado										
Operación		Tiempo de Preparación																		
Operario		Operador de Blisteadora																		
Nota	Ciclo	C	TO	TN	C	TO	TN	C	TO	TN	C	TO	TN	C	TO	TN	C	TO	TN	
PROCESO	1	1.20	2100	2520																
	2	1.20	2100	2520																
	3	1.20	2100	2520																
	4	1.20	2100	2520																
	5	1.20	2100	2520																
	6	1.20	2100	2520																
	7	1.20	2100	2520																
	8	1.20	2100	2520																
	9	1.20	2100	2520																
	10	1.20	2100	2520																
	11	1.20	2100	2520																
	12	1.20	2100	2520																
	13	1.20	2100	2520																
	14	1.20	2100	2520																
	15	1.20	2100	2520																
	16	1.20	2100	2520																
	17	1.20	2100	2520																
	18	1.20	2100	2520																
	19	1.20	2100	2520																
	20	1.20	2100	2520																
	21	1.20	2100	2520																
	22	1.20	2100	2520																
	23	1.20	2100	2520																
	24	1.20	2100	2520																
	25	1.20	2100	2520																
	26	1.20	2100	2520																
	27	1.20	2100	2520																
	28	1.20	2100	2520																
	29	1.20	2100	2520																
	30	1.20	2100	2520																
	31	1.20	2100	2520																
	32	1.20	2100	2520																
	33	1.20	2100	2520																
	34	1.20	2100	2520																
	35	1.20	2100	2520																
	36	1.20	2100	2520																
	37	1.20	2100	2520																
	38	1.20	2100	2520																
	39	1.20	2100	2520																
	40	1.20	2100	2520																
RESUMEN																				
Operario		Operador de Blisteadora																		
TO Total		84000																		
Factor Calificación		1.20																		
TN Total		100800																		
Factor Suplementos		1.11																		
No. de ocurrencias fuera de especific		0																		
Tiempo estándar		111888																		
Número de obs.		40																		
Tiempo estándar total. Decidido por la empresa												2797.2seg (46.62min)								
VERIFICACIÓN DE TIEMPOS				CALIFICACIÓN OPERARIO				CÁLCULO DE SUPLEMENTOS												
Tiempo de terminación				Nombre	Op 1	-	-	Nombre	Op 1	-	-									
Tiempo de inicio				Sexo	Mas	-	-	Suplementos Ctes.	0.11	-	-									
Tiempo transcurrido				Edad	50	-	-	Suplementos Variab.	0	-	-									
Tiempo total				Calificación por Westing House				Uso de fuerza	0	-	-									
Tiempo efectivo				Habilidad	B2	-	-	Mala Iluminación	0	-	-									
Tiempo inefectivo				Esfuerzo	B2	-	-	Condiciones Atm.	0	-	-									
% de error de registro				Condiciones	B	-	-	Ruido	0	-	-									
				Consistencia	D	-	-	Estrés	-	-	-									
				Total % Calificación	20%	-	-	Complejo	0	-	-									
				Factor de Calificac	1.20	-	-	Monotonía	-	-	-									
								Alto	0	-	-									
								Tendio	-	-	-									
								Tedioso	0	-	-									
								Total Suplementos	11%	-	-									

Fuente: Investigación de campo, Lancasco S. A.

4.2.6 Diagramas de flujo de proceso de empaque propuestos para sólidos

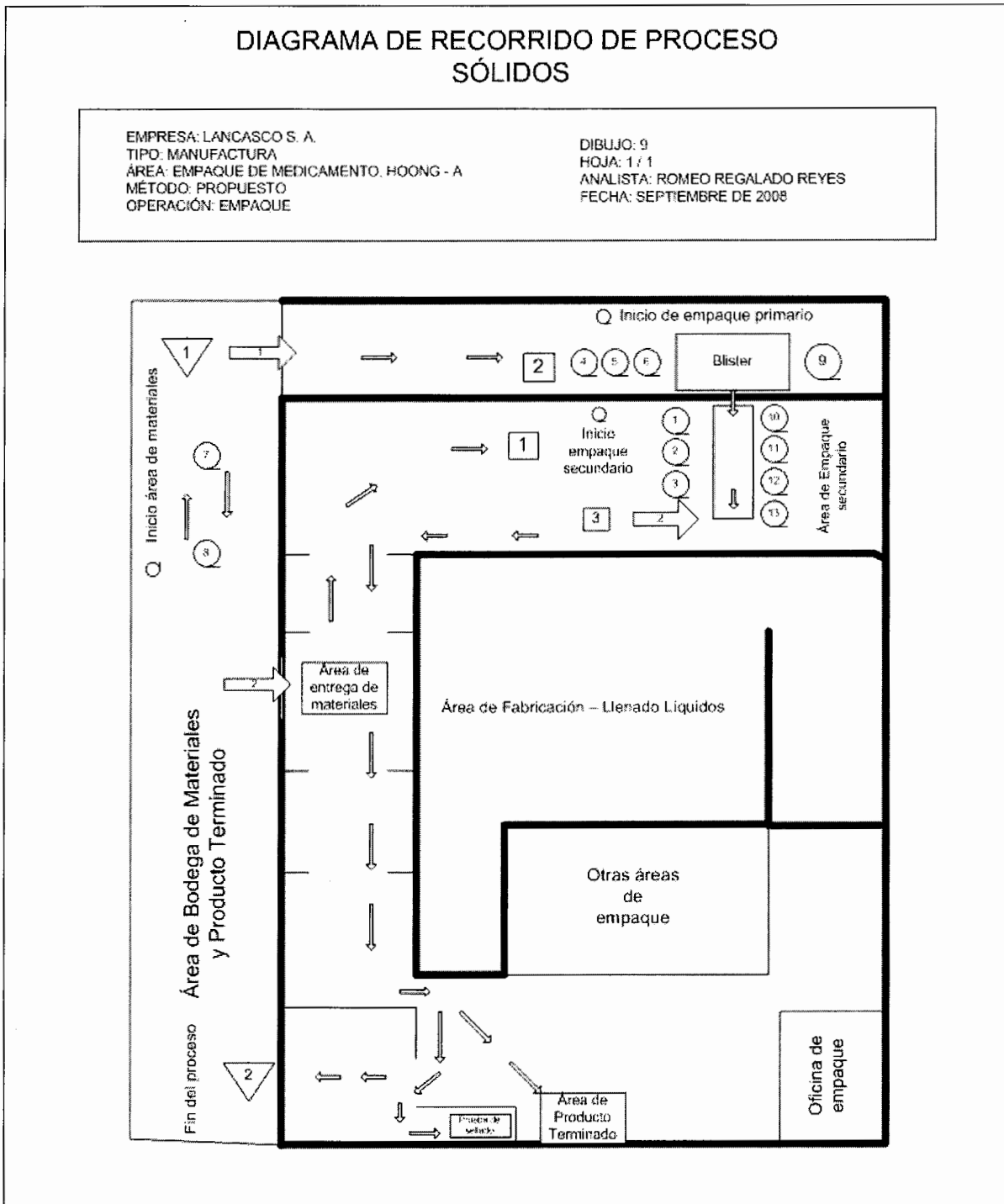
Figura 29. Diagrama de flujo de proceso propuesto para empaque de sólidos



Fuente: Investigación de campo, Lancasco S. A.

4.2.7 Diagrama de recorrido del proceso propuestos para sólidos

Figura 30. Diagrama de recorrido de proceso para sólidos



4.2.8 Productividad obtenida de la línea de blisteado Hoong A

Posterior al estudio de la línea de empaque de sólidos, se ha establecido los estándares y los procesos para poder mejorar la productividad. Antes del estudio de la línea, trabajaba con una productividad de 126 cajas o unidades de 30 sólidos cada 10.60 min. Y sin lograr empacar el producto que se pasaba por la banda transportadora, teniendo como recurso humano de 8 a 10 personas en la línea de empaque (Ver sección 3). Entonces la productividad con base en cantidad producida en función del tiempo transcurrido y el número de personas empleadas era de:

$$\text{Productividad} = (126 \text{ unidades} / (8 \text{ personas} \times 10.60 \text{ min.}))$$

$$\text{Productividad} = 1.48 \text{ unidades por minuto-hombre}$$

Ahora la productividad, aprovechando el ritmo de trabajo de la máquina blisteadora, es decir, empacando el 100% del producto que es pasado por la blisteadora Hoong A, y utilizando de 6 a 7 personas, la productividad en minutos hombre es de:

$$\text{Productividad} = (126 \text{ unidades} / (8 \text{ personas} \times 2.54 \text{ min.}))$$

$$\text{Productividad} = 6.2 \text{ unidades por minuto-hombre}$$

4.2.9 Balance de línea para Hoong A

Para realizar el cálculo de la eficiencia de trabajo de la línea de empaque de sólidos, se toma la información del estudio de tiempo realizado en la sección 4.2.4

Tabla XXXII. Determinación de la operación más lenta en empaque de sólidos

Operario	Minutos estándar para realizar la operación (s)	Tiempo de espera según el operario mas lento (s)	Segundos estándar permitidos
Blisteador	4.04	5.68	9.72
1	8.28	1.44	9.72
2	8.28	1.44	9.72
3	9.72	0	9.72
4	9.72	0	9.72
5	9.72	0	9.72
6	2.33	7.39	9.72
7	2.76	6.96	9.72
TOTALES	54.85		77.76

Fu Fuente: Investigación de campo, Lancasco, S. A.

Eficiencia de la línea es de:

$$E = (\sum ME / \sum MP) \times 100 = 54.85s / 77.26 s$$

$$E = 0.7053 = 70.53\%$$

Número de operarios

La empresa desea tener un ritmo de trabajo de 350 unidades por hora que es igual a 5.83 unidades por minuto que son equivalente a 0.097 unidades por segundo. Esto para aprovechar el ritmo de trabajo y para cumplir con los requerimientos de la demanda según información de la misma. Entonces el número de operarios necesarios para cumplir con esas condiciones es de: (Ver sección 2.6)

$$N = R \times \sum MP = R \times (\sum ME / E)$$

$$N = [0.097 \times (77.76)]$$

$$N = 7.54 = 8 \text{ personas}$$

Para que la línea de empaque cumpla con la cantidad de unidades deseadas por hora, debe de trabajar con 8 personas y una eficiencia del 70.53% en la línea de empaque de sólidos.

4.3 Líquidos

La línea de empaque que trabaja con líquidos en Lancasco es llamada *empaque de líquidos*. La máquina que se utiliza para realizar el empaque primario del medicamento líquido del lado de la planta de fabricación es la llenadora Tecnofarma, para que seguidamente pase al lado de empaque secundario por medio de una banda transportadora. Esta máquina es una llenadora automatizada que trabaja con presentaciones de 60, 120, 240 y 360 ml. Aunque la más común que se trabaja en Lancasco es de 240 y 120 ml.

4.3.1 Análisis del área de trabajo

El área de líquidos es similar al área de empaque de sólidos, teniendo las mismas características de diseño para poder cumplir con las Buenas Prácticas de Manufactura para el sector farmacéutico. El cambio que se realizó en el área de líquidos aplica solamente para el proceso de empaque secundario, donde antes se realizaba el trabajo solamente por intervención del recurso humano. Ahora se ha colocado una máquina encartonadora que ayuda a agilizar el proceso de empaque reduciendo el costo de mano de obra directa y aumentando la productividad de la línea de empaque de líquidos, lo cual se demuestra en esta sección 4.3.

4.3.2 Mejoras en línea de llenado y empaque de líquidos

Las mejoras que pueden alcanzarse mediante la aplicación de un método adecuado de trabajo en el área de empaque de medicamentos son:

- Aumento de productividad (Ver sección 4.3.8)
- Ahorro en Mano de Obra Directa (Ver sección 4.8.2)
- Proceso con mayor control (Ver sección 4.3.9)
- Proceso con mayor orden (Ver sección 4.3.9)
- Establecimiento de estándares de tiempo de trabajo (Ver sección 4.3.4)
- Elaboración de diagramas del proceso (Ver secciones 4.3.5, 4.3.6 y 4.3.7)

4.3.3 Análisis de operaciones necesarias

A continuación se analizan las operaciones que forman parte del proceso de empaque de líquidos con el método propuesto, en donde el mayor cambio que se presenta es en la operación de armado, metido y cerrado de la caja, que es lo que realiza la máquina encartonadora que se introdujo al proceso.

Llenado y tapado

- Propósito de la operación:
 - Realizar el empaque primario del producto. Es decir, el llenado del líquido en su presentación correspondiente y seguidamente el tapado del frasco.

- Diseño de partes:
 - El proceso de empaque de líquidos inicia con el llenado y tapado automatizado que es llevado a cabo con ayuda de dos operarios. Uno que ayuda al paso de frascos y el otro que se encarga de la correcta operación de la máquina verificando el llenado y tapado. La máquina tecnofarma tiene capacidad para llenar frascos de 60, 120 y 240 ml.

- Tolerancias y especificaciones:
 - Durante el proceso de llenado, el operario verifica periódicamente el volumen de los frascos que salen de la máquina y la lleva en un cuadro de control.

- Material:
 - Los materiales necesarios para llevar a cabo esta operación, son:
 - Frascos, ya sea de 60, 120 o 240 ml. Según corresponda a la presentación del medicamento.
 - Tapa plástica, estándar para los frascos.
 - Probeta calibrada para llevar el control del volumen.
 - Hoja de control de volumen.

- Secuencia y proceso de manufactura:
 - Es la primera operación del proceso de empaque de medicamentos líquidos. Se realiza por lotes de empaque que requiere bodega de producto terminado.

- Preparaciones y herramientas:
 - La preparación de la máquina, se hace por la mañana o posterior a finalizar el proceso con cualquier medicamento. Se deben lavar y

sanitizar las partes de la máquina para no contaminar el medicamento que toque llenar. Las herramientas necesarias, son las acompañadas para el armado de la llenadora, que se efectúa por parte del personal de mantenimiento o un operario especializado en la máquina tecnofarma.

- Manejo de materiales:
 - o Se hace el requerimiento correspondiente de los frascos, tapas, etiquetas, cajas y corrugados correspondientes para proceder al empaque. Algunos medicamentos requieren también folleto, cuchara o vasito plástico en su presentación.

- Distribución de planta:
 - o Es la primera operación del proceso de empaque de líquidos, la cual se efectúa del lado de la planta de fabricación. El frasco lleno y tapado pasa por medio de una banda transportadora a la planta de empaque.

- Diseño del trabajo:
 - o Es una operación automatizada, lo cual establece un ritmo de trabajo periódico sin gran variación, lo que permite definir un ritmo de trabajo similar de la línea en las demás operaciones del proceso de empaque.

ETIQUETADO

- Propósito de la operación:
 - o Etiquetar el frasco proveniente de la llenadora Tecnofarma ubicada del lado de fabricación.

- Diseño de partes:
 - o Es la segunda operación del proceso, la cual se lleva a cabo por una máquina etiquetadora, que trabaja a base de goma y aire comprimido. Es un proceso semiautomatizado que ayuda seguir con el ritmo establecido por la llenadora.

- Tolerancias y especificaciones:
 - o La etiquetadora funciona por medio de un sensor que detecta el paso del frasco, lo cual hace expulsar la etiqueta que se pegará al frasco detectado por el sensor.

- Material:
 - o Goma.
 - o Etiqueta correspondiente al producto que se trabajará.
 - o Aire comprimido.

- Secuencia y proceso de manufactura:
 - o Es la segunda operación del proceso de empaque. La máquina etiquetadora Anker forma parte radical del proceso, ya que cuando falla, el proceso se retrasa y no hay modo de reestablecer el trabajo. Esta máquina, por su modelo antiguo, tiende a desajustarse cada cierto lapso de tiempo, por lo cual el operario debe estar pendiente de la misma para que no afecte el proceso.

- Preparaciones y herramientas:
 - o La máquina Anker debe ser armada a inicio de la mañana o cuando se vaya a trabajar un lote de determinado producto. Las herramientas necesarias para su armado, son las mismas que

acompañan a la máquina, entre ellas llaves hexagonales, llaves de tuercas, desarmadores y mangueras.

- Manejo de materiales:
 - o Las etiquetas se requieren por medio de una solicitud que realiza el supervisor de empaque a bodega de materiales, quien tiene la obligación de surtir el material.

- Distribución de planta:
 - o Desde esta segunda operación, todas las operaciones posteriores se realizan del lado de la planta de empaque, en el área de empaque de líquidos.

- Diseño del trabajo:
 - o Operación realizada por un operario quien debe verificar la correcta operación de la máquina etiquetadora Anker.

ARMADO, METIDO Y CERRADO DE CAJA (SEMIAUTOMATIZADO)

- Propósito de la operación:
 - o Colocar el medicamento en su empaque secundario.

- Diseño de partes:
 - o Se utiliza una máquina encartonadora, que se encarga de armar la caja y codificarla. Posteriormente hay un operario introduciendo los frascos en la caja y la misma máquina vuelve a cerrar la caja para que el producto llegue a donde se encuentra el operario de final de línea. Tiempo observado por unidad de 1.89 segundos.

- Tolerancias y especificaciones:
 - Se tiene que estar verificando el correcto funcionamiento de la encartonadora, para que no afecte el proceso. Se debe verificar que haya caja en la estación de entrada y que a la salida del producto, esta se encuentra debidamente codificada con el número de lote y la fecha de vencimiento correspondiente y principalmente revisando que contenga el frasco.

- Material:

Estos materiales se deben realizar por medio del requerimiento correspondiente a bodega de materiales. Por parte del supervisor de empaque.

 - Caja correspondiente al medicamento que se empacará y a la presentación que se trabaje

- Secuencia y proceso de manufactura:
 - Es la tercera operación del proceso de empaque. Esta operación debe realizarse de manera que pueda aprovecharse el ritmo de la línea. Con base en el estudio de tiempos, se determinará que número de empacadores son necesarios para poder mantener la productividad en la línea de líquidos.

- Preparaciones y herramientas:
 - Programar la máquina encartonadora para que proceda a codificar el medicamento correspondiente.
 - Tienen que verificar que las cajas se encuentre codificadas con el mismo número de lote y fecha de vencimiento con el cual fue codificada la etiqueta.

- Manejo de materiales:
 - Hacer el requerimiento correspondiente para que bodega despache el material solicitado a la planta de empaque para proceder a la preparación de la línea de empaque de líquidos.

- Distribución de planta:
 - Realizada del lado de la planta de empaque, la banda transportadora lleva el frasco etiquetado a la estación en donde se encuentra el operario introduciendo los frascos en la encartonadora. Para que esta proceda con el empaque secundario y llevar el producto a la estación final de línea.

- Diseño del trabajo:
 - Se determinará el número necesario de personas con base en el estudio de tiempos y balance de líneas para la sección de líquidos. Normalmente deberían ser entre 2 y 3 personas.

FINAL DE LÍNEA

- Propósito de la operación:
 - Poner el producto en su empaque final. Normalmente llamado corrugado, que es donde se almacenan y transportan los productos a mayor escala.

- Diseño de partes:
 - Es la última operación de la línea de empaque de empaque de líquidos. La persona a cargo de la operación final, debe almacenar el medicamento en su empaque final y ponerlo posteriormente en tarimas de madera o aluminio

- Tolerancias y especificaciones:
 - o El producto ya debe ir codificado con el respectivo número de lote y fecha de expiración. La persona a cargo de final de línea debe verificar que el producto que mete en el corrugado se encuentre codificado. Debe basarse en el procedimiento de empaque para determinar la forma de empaque el producto final en el corrugado.

- Material:
 - o Corrugado (Caja grande donde se almacenan los productos para su transporte a bodega y a los centros de venta o distribución).
 - o Cinta adhesiva
 - o Marcador
 - o Lapicero
 - o Etiquetas de corrugado. (Dependiendo el producto y presentación).

- Secuencia y proceso de manufactura:
 - o Es la quinta y última operación del proceso de empaque de líquidos.
 - o La persona a cargo debe ser hábil con las manos y soportar el peso del corrugado para su traslado a la tarima, siempre que este se completa.

- Preparaciones y herramientas:
 - o Antes de empezar con todo el proceso de empaque, durante el tiempo de preparación, se deben armar los corrugados necesarios para lograr empaque el tamaño del lote de productos que se está empacando. Esto para evitar retrasos durante el proceso.

- Manejo de materiales:
 - o Los corrugados se obtienen mediante el requerimiento correspondiente realizado por el supervisor de empaque a bodega de materiales.
 - o Durante el proceso de empaque, cuando se llena la tarima con los corrugados necesarios, se debe transportar al área de cuarentena, en donde se realiza la solicitud de envío a Control de Calidad, para que este departamento lo analice y apruebe el envío a bodega distribuidora.

- Distribución de planta:
 - o El área de empaque de líquidos se encuentra a la mitad de la planta de empaque. La tarima debe ser transportada al área de cuarentena, cerca del ingreso a la planta de empaque para que no tener riesgo de contaminación cruzada, es decir, que se mezclen productos similares.

- Diseño del trabajo:
 - o Esta operación puede ser efectuada por una sola persona. La penúltima persona de la línea de líquidos está atenta si el final de línea llegará a necesitar ayuda para reestablecer el ritmo.

4.3.4 Estudio de tiempo de método propuesto para líquidos

Para empezar con el estudio de tiempos se deben evaluar los siguientes puntos y desarrollar los formatos correspondientes para la toma de datos en el campo de análisis:

- Establecer las operaciones necesarias.

- Notificar al personal del área que serán objeto de estudio durante el proceso.
- Realizar el formato correspondiente para la realización del estudio de tiempos. (Ver tabla XXXVII)
- Se necesita un método de calificación para el personal. (Ver tabla XXXVIII)
- Se tomarán los tiempos cronometrados utilizando el método continuo, para tomar en cuenta también los atrasos de la línea de empaque.
- Posteriormente al tiempo cronometrado, se calcula el tiempo normal de trabajo.
- Posterior al cálculo del tiempo normal de trabajo, se procederá a determinar el tiempo estándar de las operaciones de la línea de empaque de medicamentos Líquidos.

Utilizando el método estadístico para determinar el tamaño de la muestra para el estudio de tiempos.

Debido a que la distribución t student aplica para estudios con un tamaño de muestra menor a 30 observaciones, se realiza un estudio piloto para determinar la desviación estándar, la media y el coeficiente student para el cálculo del número de ciclos realmente necesario con un nivel de confianza del 95%, es decir, $k=2$.

Fórmula para intervalo de confianza es:

$$\bar{\chi} \pm ts/\sqrt{n}$$
$$k\bar{\chi} = ts/\sqrt{n}$$

$\bar{\chi}$ = media de la muestra.

t = valor de tabla t-student.

s = desviación estándar de la muestra

n = muestra de la población.

k = es una fracción aceptable de $\bar{\chi}$. Al despejar "n" se obtiene:

Al despejar la muestra de la población, se tiene:

$$n = \{ts/k \bar{\chi}\}^2,$$

Fórmula de la desviación estándar,

$$s = \sqrt{((X_i - \bar{\chi})^2 / (n - 1))}$$

Así se obtiene con el tamaño necesario de la muestra, para realizar el estudio de tiempos.

Con ayuda de la tabla de valores t-student, se determina el valor de "t" para aplicar la fórmula (Ver tabla No. XXXVI):

$$n = \{ts/k \bar{\chi}\}^2$$

De un estudio piloto de 10 observaciones (9 grados de libertad) en el área de empaque de líquidos, asumiendo un 5% de error (k=0.05), con una desviación estándar de la población (s) y media de la población ($\bar{\chi}$).

Tabla XXXIII. Cálculo para determinar el número de ciclos de estudio necesarios para líquidos.

CÁLCULO PARA DETERMINAR NÚMERO DE CICLOS NECESARIOS				
No.	Tiempo observado	Media	Diferencia	Desviación estándar
	Empaque líquidos	(\bar{X})	$(\bar{X} - Xi)^2$	$\sqrt{(\bar{X} - Xi)^2/n-1}$
1	7.10	7.55	0.2025	0.687
2	7.00		0.3025	
3	8.60		1.1025	
4	8.20		0.4225	
5	8.30		0.5625	
6	7.00		0.3025	
7	7.30		0.0625	
8	7.00		0.3025	
9	8.20		0.4225	
10	6.80		0.5625	

Fuente: Investigación de campo, Lancasco, S. A.

Del estudio piloto, se tienen los siguientes datos:

Tabla XXXIV. Datos para cálculos de número de ciclos para empaque de líquidos

DATOS	
t	2.262
s	0.687
\bar{X}	7.55
k	0.05

Fuente: Investigación de campo, Lancasco, S. A.

Aplicando la fórmula siguiente, se determinan los ciclos necesarios para asegurar ese 95% de confianza.

Tabla XXXV. Resultado del número de ciclos necesarios de estudio en empaque de líquidos

$N = (ts / k \bar{X})^2$	16.93505
--------------------------	----------

Fuente: Investigación de campo, Lancasco, S. A.

Entonces, para tener un 95% de confianza en el estudio de tiempos para el área de empaque de líquidos se necesita tomar una muestra de por lo menos 17 observaciones.

Tabla XXXVI. Tabla de valores t-student

0.05 del área 0.05 del área

$t_{\alpha/2} = 1.729$ $t_{\alpha/2} = 1.729$

Apéndice tabla 2

*Áreas combinadas de ambos extremos para formar la distribución t de Student

Grados de libertad	Área combinada de ambos extremos			
	0.10	0.05	0.02	0.01
1	6.314	12.706	31.821	63.657
2	2.920	4.303	6.965	9.925
3	2.353	3.182	4.541	5.841
4	2.132	2.776	3.747	4.604
5	2.015	2.571	3.365	4.032
6	1.943	2.447	3.143	3.707
7	1.895	2.365	2.998	3.499
8	1.860	2.306	2.896	3.355
9	1.833	2.262	2.821	3.250
10	1.812	2.228	2.764	3.169
11	1.796	2.201	2.718	3.106
12	1.782	2.179	2.681	3.055
13	1.771	2.160	2.650	3.012
14	1.761	2.145	2.624	2.977
15	1.753	2.131	2.602	2.947
16	1.746	2.120	2.583	2.921
17	1.740	2.110	2.567	2.898
18	1.734	2.101	2.552	2.878
19	1.729	2.093	2.539	2.861
20	1.725	2.086	2.528	2.845
21	1.721	2.080	2.518	2.831
22	1.717	2.074	2.508	2.819
23	1.714	2.069	2.500	2.807
24	1.711	2.064	2.492	2.797
25	1.708	2.060	2.485	2.787
26	1.706	2.056	2.479	2.779
27	1.703	2.052	2.473	2.771
28	1.701	2.048	2.467	2.763
29	1.699	2.045	2.462	2.756
30	1.697	2.042	2.457	2.750
40	1.684	2.021	2.423	2.704
60	1.671	2.000	2.390	2.660
120	1.658	1.980	2.358	2.617
Distribución normal	1.645	1.960	2.326	2.576

*Tomado de la tabla II de Fisher y Yates, *Statistical Tables for Biological, Agricultural and Medical Research*, publicado por Longman Group, Ltd., Londres (publicado anteriormente por Oliver & Boyd, Edinburgo) y con licencia de los autores y los editores.

Fuente: Benjamín Niebel. Ingeniería Industrial. Métodos, tiempos y movimientos, pág. 698

Para la realización de la calificación de los operarios, se utilizará el método de Westinghouse, el cual evalúa la habilidad, el esfuerzo, las condiciones y consistencia del operario. Y permite calcular una ponderación de acuerdo a esos cuatro aspectos mencionados, dependiendo del ambiente y el tipo de trabajo desarrollado. Para ello se presenta la siguiente tabla:

Tabla XXXVIII. Sistema de Calificación Westinghouse

CALIFICACIÓN POR SISTEMA WESTINGHOUSE		
Sistema de calificación de habilidades de Westinghouse		
0.15	A1	Superior
0.13	A2	Superior
0.11	B1	Excelente
0.08	B2	Excelente
0.06	C1	Bueno
0.03	C2	Bueno
0	D	Promedio
-0.05	E1	Aceptable
-0.1	E2	Aceptable
-0.16	F1	Malo
-0.22	F2	Malo
Sistema de calificación de esfuerzo de Westinghouse		
0.13	A1	Superior
0.12	A2	Superior
0.1	B1	Excelente
0.08	B2	Excelente
0.05	C1	Bueno
0.02	C2	Bueno
0	D	Promedio
-0.04	E1	Aceptable
-0.18	E2	Aceptable
-0.12	F1	Malo
-0.17	F2	Malo
Sistema de calificación de condiciones de Westinghouse		
0.06	A	Ideal
0.04	B	Excelente
0.02	C	Bueno
0	D	Promedio
-0.03	E	Aceptable
-0.07	F	Malo
Sistema de calificación de consistencia de Westinghouse		
0.04	A	Perfecta
0.03	B	Excelente
0.01	C	Buena
0	D	Promedio
-0.02	E	Aceptable
-0.04	F	Mala

Fuente: Benjamín Niebel. Ingeniería Industrial. Métodos, tiempos y movimientos, pág. 415

También para efectuar los cálculos correspondientes y determinar un tiempo estándar en el estudio de tiempos, debe tomarse en cuenta la ponderación en suplementos que es asignada a cada operación del proceso que se analice, en base a la siguiente tabla que se explicó en la sección 2.5.4.5.

La tabla muestra los suplementos recomendados por la Organización Internacional del Trabajo, la cual será utilizada para el estudio de tiempos en el proceso de empaque de líquidos.

Tabla XXXIX. Suplementos recomendados por ILO

SUPLEMENTOS RECOMENDADOS POR ILO (Organización Internacional del Trabajo)	
SUPLEMENTOS CONSTANTES	
Suplemento personal	5
Suplemento por fatiga básica	4
SUPLEMENTOS VARIABLES	
Por estar de pie	2
Por posición anormal	
Un poco incómoda	0
Incómoda	2
Muy incómoda	7
USO DE LA FUERZA O ENERGIA MUSCULAR (levantar, halar o empujar Lbs)	
5	0
10	1
15	2
20	3
25	4
30	5
35	7
40	9
45	11
50	13
60	17
70	22
MALA ILUMINACIÓN	
Un poco debajo de la recomendada	0
Bastante menor que la recomendada	2
muy inadecuada	5
CONDICIONES ATMOSFÉRICAS (CALOR, HUMEDAD) 0-100	
ATENCIÓN REQUERIDA	
Trabajo bastante fino	0
Trabajo fino y preciso	2
Trabajo muy fino y muy preciso	5
NIVEL DE RUIDO	
Continuo	0
Intermitente - fuerte	2
Intermitente - muy fuerte	5
Tono alto fuerte	5
ESTRES MENTAL	
Proceso bastante complejo	1
Atención compleja o amplia	4
Muy compleja	8
MONOTONIA	
Nivel bajo	0
Nivel medio	1
Nivel alto	4
TEDIO	
Algo tedioso	0
Tedioso	2
Muy tedioso	5

Fuente: Benjamín Niebel. Ingeniería Industrial. Métodos, tiempos y movimientos, pág. 437

En las tablas de la XL a la XLV se muestran los resultados obtenidos del estudio de tiempos para el proceso de empaque de líquidos, en donde, la deducción de la calificación se hizo tomando referencia de la sección 2.5.4.4 de este documento y tomando en cuenta los siguientes puntos:

- Se aplica el factor de desempeño únicamente para las operaciones manuales en donde pasa a formar parte el recurso humano. (Ver sección 2.5.4.4)

Y la deducción de los suplementos se realizó de la siguiente manera, haciendo referencia a la sección 2.5.4.5 de este documento y los siguientes puntos:

- Se tomó en cuenta el porcentaje de suplementos constantes, como: necesidades personales y la fatiga básica, lo que corresponde a un 9% para el operario promedio. (Ver tabla XXXIX)
- Con relación en la tasa de suplementos variables, en general para las operaciones que se llevan a cabo en el área de empaque secundario de medicamentos son los siguientes:
 - Uso de fuerza
 - Normalmente se asigna un factor cero, debido a que los esfuerzos de las operaciones de empaque secundario, no requieren mayor fuerza a 5 libras.
 - Iluminación
 - Normalmente se asigna un factor cero, debido a que las áreas de trabajo de la planta de empaque secundario de

medicamentos, se encuentra debidamente iluminada para las operaciones que se realizan.

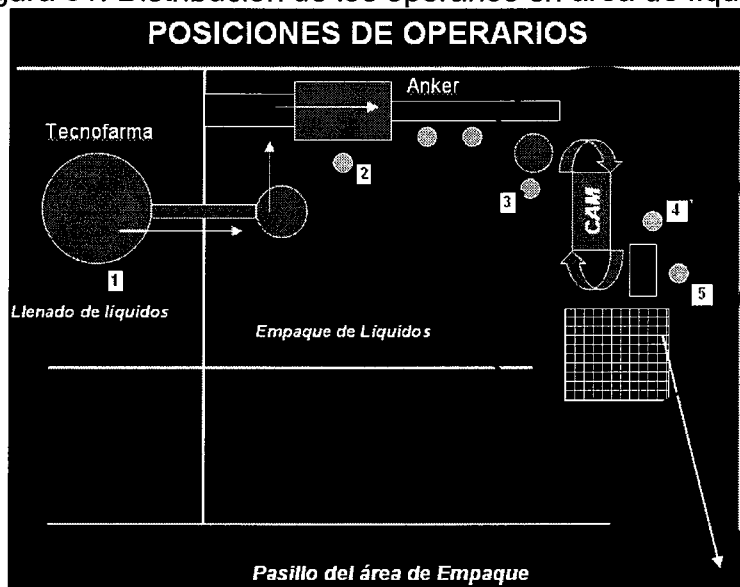
- Condiciones atmosféricas y atención requerida
 - Lo que concierne a las condiciones de temperatura y humedad, en el área de empaque secundario de medicamentos se cuenta con un sistema de aire acondicionado, donde la temperatura no llega a pasar a mas de 30 °C, y el trabajo que se desarrolla es clasificado como tipo fino, por lo que se asigna también un factor cero.

- Estrés mental
 - Respecto al nivel de estrés que se maneja en las operaciones de empaque secundario de medicamentos, también se asigna el mínimo valor de suplementos de la tabla dada por la ILO de Estados Unidos, debido a que el tipo de trabajo que se lleva a cabo es clasificado como proceso complejo. El factor que se le asigna es normalmente de uno.

- Monotonía y tedio
 - El trabajo debido al nivel de repetitividad de facultades que debe de aplicar un operario en la revisión de los productos que empaca, el trabajo es clasificado como muy monótono y también un nivel medio de tedio por la repetibilidad de las operaciones de empaque secundario de medicamentos. Entonces se asigna un factor de cuatro para monotonía y un factor de dos para el tedio.

A continuación en la figura 31, se muestra la distribución en planta idónea que deben tener el personal en la línea de empaque de líquidos, para realizar el estudio de tiempos y determinar el tiempo estándar para cada operación, desde la vista de planta, tomando en cuenta la máquina encartonadora CAM.

Figura 31. Distribución de los operarios en área de líquidos



Fuente: Investigación de campo, Lancasco, S. A.

Tabla XL. Estudio de tiempos, operación 9, líquidos

FORMA PARA OBSERVACIÓN DE ESTUDIO DE TIEMPOS																			
Estudio No.		1										Página		1 / 1					
Fecha		Septiembre de 2008										Analista		Romeo Regalado					
Operación		9 - Llenado y tapado (240 ml)																	
Operario		Operario 1																	
Nota	Ciclo	C	TO	TN	C	TO	TN	C	TO	TN	C	TO	TN	C	TO	TN	C	TO	TN
PROCESO	1	-	2.5	2.5															
	2	-	2.5	2.5															
	3	-	2.5	2.5															
	4	-	2.6	2.6															
	5	-	2.6	2.6															
	6	-	2.5	2.5															
	7	-	2.6	2.6															
	8	-	2.5	2.5															
	9	-	2.5	2.5															
	10	-	2.6	2.6															
	11	-	2.5	2.5															
	12	-	2.5	2.5															
	13	-	2.5	2.5															
	14	-	2.5	2.5															
	15	-	2.6	2.6															
	16	-	2.4	2.4															
	17	-	2.5	2.5															
	18	-	2.5	2.5															
	19	-	2.5	2.5															
	20	-	2.6	2.6															
	21	-	2.6	2.6															
	22	-	2.5	2.5															
	23	-	2.6	2.6															
	24	-	2.5	2.5															
	25	-	2.5	2.5															
	26	-	2.4	2.4															
	27	-	2.5	2.5															
	28	-	2.5	2.5															
	29	-	2.5	2.5															
	30	-	2.6	2.6															
	31	-	2.5	2.5															
	32	-	2.6	2.6															
	33	-	2.5	2.5															
	34	-	2.5	2.5															
	35	-	2.5	2.5															
	36	-	2.5	2.5															
	37	-	2.5	2.5															
	38	-	2.5	2.5															
	39	-	2.5	2.5															
	40	-	2.5	2.5															
RESUMEN																			
Operario	Operario 1																		
TO Total	100.8																		
Calificación	-																		
TN Total	100.8																		
% Suplementos	-																		
No. de ocurrencias fuera de especific	-																		
Tiempo estándar	100.8																		
Número de obs.	40																		
Tiempo estándar total															2.52seg (0.042min)				
VERIFICACIÓN DE TIEMPOS				CALIFICACIÓN OPERARIO				CÁLCULO DE SUPLEMENTOS											
Tiempo de terminación	0			Nombre	Proceso automatizado			Necesidades person.	-										
Tiempo de inicio	0			Sexo	-			Fatiga Básica	-										
Tiempo transcurrido	30 min.			Edad	-			Fatiga variable	-										
Tiempo total				<i>Calificación por Westing House</i>				Especial	-										
Tiempo efectivo				Habilidad	-			% Suplementos total	-										
Tiempo inefectivo				Esfuerzo	-														
% de error de registro	10%			Condiciones	-														
				Consistencia	-														
				Total % Calificación	-														

Fuente: Investigación de campo, Lancasco S. A.

Tabla XLI. Estudio de tiempos, operación 10, líquidos

FORMA PARA OBSERVACIÓN DE ESTUDIO DE TIEMPOS																			
Estudio No.		1								Página		1 / 1							
Fecha		Septiembre de 2008								Analista		Romeo Regalado							
Operación		10 - Etiquetado																	
Operario		Operario 2			Demora Inevitable (Banda Transportadora)														
Nota	Ciclo	C	TO	TN	C	TO	TN	C	TO	TN	C	TO	TN	C	TO	TN	C	TO	TN
PROCESO	1	1.26	25.6	32.26	-	6.6	6.6												
	2	1.26	30	37.80	-	2.3	2.3												
	3	1.26	35.6	44.86	-	2.1	2.1												
	4	1.26	38	47.88	-	3.4	3.4												
	5	1.26	37	46.62	-	3.6	3.6												
	6	1.26	26.5	33.39	-	3.1	3.1												
	7	1.26	30	37.80	-	3.6	3.6												
	8	1.26	31.5	39.69	-	2	2												
	9	1.26	32.5	40.95	-	1.5	1.5												
	10	1.26	30	37.80	-	2.7	2.7												
	11	1.26	58.5	73.71	-	2.9	2.9												
	12	1.26	35	44.10	-	6.3	6.3												
	13	1.26	29.5	37.17	-	3.6	3.6												
	14	1.26	30.5	38.43	-	2	2												
	15	1.26	25.5	32.13	-	1.5	1.5												
	16	1.26	28.6	36.04	-	2.7	2.7												
	17	1.26	25.6	32.26	-	2.9	2.9												
	18	1.26	30	37.80	-	6.3	6.3												
	19	1.26	35.6	44.86	-	2.4	2.4												
	20	1.26	38	47.88	-	2.4	2.4												
	21	1.26	37	46.62	-	1.5	1.5												
	22	1.26	26.5	33.39	-	1.7	1.7												
	23	1.26	30	37.80	-	1.9	1.9												
	24	1.26	31.5	39.69	-	1.6	1.6												
	25	1.26	32.5	40.95	-	2	2												
	26	1.26	30	37.80	-	1.7	1.7												
	27	1.26	29.5	37.17	-	3.6	3.6												
	28	1.26	32.4	40.82	-	8.5	8.5												
	29	1.26	33.7	42.46	-	4.5	4.5												
	30	1.26	29.8	37.55	-	3.1	3.1												
	31	1.26	35.1	44.23	-	3.4	3.4												
	32	1.26	28.9	36.41	-	3.2	3.2												
	33	1.26	36.5	45.99	-	2.9	2.9												
	34	1.26	33.5	42.21	-	4	4												
	35	1.26	32.3	40.70	-	2.4	2.4												
	36	1.26	29.8	37.55	-	2.6	2.6												
	37	1.26	38.5	48.51	-	2.9	2.9												
	38	1.26	35.3	44.48	-	3.2	3.2												
	39	1.26	34.3	43.22	-	3.4	3.4												
	40	1.26	38.9	49.01	-	3.1	3.1												

RESUMEN			
Operario	Operario 2	Demora Inevitable (Banda Transportadora)	
TO Total	1309.5	125.1	
Calificación	1.26		
TN Total	1649.97	125.1	
% Suplementos	1.16		
No. de ocurrencias fuera de especific	0	0	
Tiempo estándar	1913.9652	125.1	
Número de obs.	40	40	
Tiempo estándar total		2.12seg (0.033min)	

VERIFICACIÓN DE TIEMPOS		CALIFICACIÓN OPERARIO			CÁLCULO DE SUPLEMENTOS	
Tiempo de terminación		Nombre	Op2	-	Nombre	Salom
Tiempo de inicio		Sexo	Masc		Suplementos Ctes.	0.09
Tiempo transcurrido		Edad	26		Suplementos Variab.	0
Tiempo total		Calificación por Weating House			Uso de fuerza	0
Tiempo efectivo		Habilidad	B1		Mala Iluminación	0
Tiempo inefectivo		Esfuerzo	B1		Condiciones Atm.	0
% de error de registro		Condiciones	B		Ruido	0
		Consistencia	B		Estrés	-
		Total % Calificación	26%		Complejo	0.01
		Factor Calificación	1.26		Monotonía	-
					Alto	0.04
					Tedio	-
					Tedioso	0.02
					Total Suplementos	16%

Fuente: Investigación de campo, Lancasco S. A.

Tabla XLII. Estudio de tiempos, operación 11, líquidos

FORMA PARA OBSERVACIÓN DE ESTUDIO DE TIEMPOS																				
Estudio No.		1																		
Fecha		Septiembre de 2008																		
Operación		11 - Armado, medido y cerrado de caja (Proceso Semiautomatizado con máquina CAM 1)																		
Página		1 / 1																		
Analista		Romeo Regalado																		
Operario	Tiempos por ciclo de CAM 1						26 Ciclos para llegar a final línea													
	Note	Ciclo	C	TO	TN	C	TO	TN												
PROCESO	1	1.38	1.4	1.93	1.38	36.4	50.23													
	2	1.38	1.2	1.66	1.38	31.2	43.06													
	3	1.38	1.3	1.79	1.38	33.8	46.64													
	4	1.38	1.1	1.52	1.38	28.6	39.47													
	5	1.38	0.8	1.10	1.38	20.8	28.70													
	6	1.38	1.4	1.93	1.38	36.4	50.23													
	7	1.38	1.2	1.66	1.38	31.2	43.06													
	8	1.38	1.4	1.93	1.38	36.4	50.23													
	9	1.38	0.8	1.10	1.38	20.8	28.70													
	10	1.38	1.1	1.52	1.38	28.6	39.47													
	11	1.38	1.1	1.52	1.38	28.6	39.47													
	12	1.38	1.2	1.66	1.38	31.2	43.06													
	13	1.38	1.1	1.52	1.38	28.6	39.47													
	14	1.38	1.2	1.66	1.38	31.2	43.06													
	15	1.38	1.2	1.66	1.38	31.2	43.06													
	16	1.38	1	1.38	1.38	26	35.88													
	17	1.38	1.1	1.52	1.38	28.6	39.47													
	18	1.38	1.1	1.52	1.38	28.6	39.47													
	19	1.38	1.2	1.66	1.38	31.2	43.06													
	20	1.38	1.2	1.66	1.38	31.2	43.06													
	21	1.38	1.2	1.66	1.38	31.2	43.06													
	22	1.38	1.1	1.52	1.38	28.6	39.47													
	23	1.38	1.2	1.66	1.38	31.2	43.06													
	24	1.38	1.3	1.79	1.38	33.8	46.64													
	25	1.38	1.2	1.66	1.38	31.2	43.06													
	26	1.38	1.3	1.79	1.38	33.8	46.64													
	27	1.38	1.2	1.66	1.38	31.2	43.06													
	28	1.38	1.2	1.66	1.38	31.2	43.06													
	29	1.38	1.2	1.66	1.38	31.2	43.06													
	30	1.38	1.2	1.66	1.38	31.2	43.06													
	31	1.38	1.2	1.66	1.38	31.2	43.06													
	32	1.38	1.1	1.52	1.38	28.6	39.47													
	33	1.38	1.1	1.52	1.38	28.6	39.47													
	34	1.38	1.2	1.66	1.38	31.2	43.06													
	35	1.38	1.2	1.66	1.38	31.2	43.06													
	36	1.38	1.3	1.79	1.38	33.8	46.64													
	37	1.38	1.3	1.79	1.38	33.8	46.64													
	38	1.38	1.3	1.79	1.38	33.8	46.64													
	39	1.38	1.1	1.52	1.38	28.6	39.47													
	40	1.38	1.2	1.66	1.38	31.2	43.06													
RESUMEN																				
Operario	Tiempos por ciclo de CAM 1	26 Ciclos para llegar a final línea																		
TO Total	47.2	1227.2	El tiempo observado para la operación de la máquina CAM 1, es de 1227.2 segundos acumulados hasta el final de línea de 40 observaciones equivalentes a 30.68 por unidad.																	
Calificación	1.38	1.38																		
TN Total	65.136	1693.536	El tiempo normal para la operación de la máquina CAM 1 y el operario que introduce el frasco en la caja es de 1693.54 segundos acumulados hasta el final de línea de 40 observaciones equivalentes a 42.3 por unidad.																	
Factor Suplementos	1.16	1.16																		
No. de ocurrencias fuera de especific	0	0																		
Tiempo estándar	75.55776	1964.50176																		
Número de obs.	40	40																		
Tiempo estándar total																		1.89seg (0.0315min)		
VERIFICACIÓN DE TIEMPOS				CALIFICACIÓN OPERARIO				CÁLCULO DE SUPLEMENTOS												
Tiempo de terminación				Nombre	-			Nombre	-											
Tiempo de inicio				Sexo	Fem			Suplementos Ctas.	0.09											
Tiempo transcurrido				Edad	25			Suplementos Variab.	0											
Tiempo total				Calificación por Westing House				Uso de fuerza	0											
Tiempo efectivo				Habilidad	A1			Mala iluminación	0											
Tiempo inefectivo				Esfuerzo	A1			Condiciones Atm.	0											
% de error de registro				Condiciones	A			Ruido	0											
				Consistencia	A			Estrés	-											
				Total % Calificación	38%			Complejo	0.01											
				Factor Calificación	1.38			Monotonía	-											
								Alto	0.04											
								Tedio	-											
								Tedioso	0.02											
								Total Suplementos	16%											

Fuente: Investigación de campo, Lancasco, S. A.

Tabla XLIII. Estudio de tiempos, operación 12, líquidos

FORMA PARA OBSERVACIÓN DE ESTUDIO DE TIEMPOS																			
Estudio No.		1			Página		1 / 1												
Fecha		Septiembre de 2008			Analista		Romeo Regalado												
Operación		12 - Final de Línea																	
Operario		Operario 4																	
Nota	Ciclo	C	TO	TN	C	TO	TN	C	TO	TN	C	TO	TN	C	TO	TN	C	TO	TN
	1	1.32	24.1	31.812															
	2	1.32	23.8	31.152															
	3	1.32	25.8	34.056															
	4	1.32	35.6	46.992															
	5	1.32	26.5	34.98															
	6	1.32	34.4	45.408															
	7	1.32	28	36.96															
	8	1.32	26.3	34.716															
	9	1.32	43.9	57.948															
	10	1.32	36.4	48.048															
	11	1.32	66.4	127.25	1														
	12	1.32	28.5	37.52															
	13	1.32	72.2	95.304															
	14	1.32	37.6	49.632															
	15	1.32	243.9	321.95	2														
	16	1.32	30.7	40.524															
	17	1.32	28.4	37.488															
	18	1.32	45.4	59.928															
	19	1.32	54.9	72.468															
	20	1.32	23.4	30.888															
	21	1.32	34.2	45.144															
	22	1.32	28.3	37.356															
	23	1.32	28.4	37.488															
	24	1.32	24	31.68															
	25	1.32	16.6	21.912															
	26	1.32	32.2	42.504															
	27	1.32	92.4	121.97	3														
	28	1.32	30.2	39.864															
	29	1.32	32.4	42.768															
	30	1.32	21.4	28.248															
	31	1.32	24.6	32.472															
	32	1.32	35.3	46.596															
	33	1.32	25.2	33.264															
	34	1.32	21.7	28.644															
	35	1.32	31.6	41.712															
	36	1.32	32	42.24															
	37	1.32	28.4	37.488															
	38	1.32	33.2	43.824															
	39	1.32	29.5	38.94															
	40	1.32	31.1	41.052															
RESUMEN																			
Operario		Operario 4																	
TO Total		1166																	
Factor Calificación		1.32																	
TN Total		1539.12																	
Factor Suplementos		1.18																	
No. de ocurrencias fuera de especific		3																	
Tiempo estándar		1816.1616																	
Número de obs.		37																	
Tiempo estándar total (Por corrugado de 24 unidades) = 2.04s / unidad															49.08seg (0.82min)				
VERIFICACIÓN DE TIEMPOS					CALIFICACIÓN OPERARIO					CÁLCULO DE SUPLEMENTOS									
Tiempo de terminación					Nombre					Nombre									
Tiempo de inicio					Sexo					Suplementos Cles.									
Tiempo transcurrido					Edad					Suplementos Variab.									
Tiempo total					Calificación por Westing House					Uso de fuerza									
Tiempo efectivo					Habilidad					Mala Iluminación									
Tiempo inefectivo					Esfuerzo					Condiciones Atr.									
% de error de registro					Condiciones					Ruido									
					Consistencia					Estrés									
					Total % Calificación					Complejo									
					Factor de Calificao					Monotonía									
										Alto									
										Tendío									
										Tedioso									
										Total Suplementos									

Fuente: Investigación de campo, Lancasco, S. A.

Tabla XLIV. Estudio de tiempos, traslado de tarima, líquidos

FORMA PARA OBSERVACIÓN DE ESTUDIO DE TIEMPOS																				
Estudio No.		1																		
Fecha																				
Operación		Traslado Tarima																		
Página		1 / 1																		
Analista		Romeo Regalado																		
Operario		Operario 5																		
Nota	Ciclo	C	TO	TN	C	TO	TN	C	TO	TN	C	TO	TN	C	TO	TN	C	TO	TN	
	1	1.38	125	172.5																
	2	1.38	100	138																
	3	1.38	113.8	157.04																
	4	1.38	101	139.38																
	5	1.38	115	158.7																
	6	1.38	120	165.6																
	7	1.38	110	151.8																
	8	1.38	105.3	145.31																
	9	1.38	110	285																
	10	1.38	115	158.7																
	11																			
	12																			
	13																			
	14																			
	15																			
	16																			
	17																			
	18																			
	19																			
	20																			
	21																			
	22																			
	23																			
	24																			
	25																			
	26																			
	27																			
	28																			
	29																			
	30																			
	31																			
	32																			
	33																			
	34																			
	35																			
	36																			
	37																			
	38																			
	39																			
	40																			
RESUMEN																				
Operario		Operario 5																		
TO Total		1115.1																		
Factor Calificación		1.38																		
TN Total		1538.838																		
Factor Suplementos		1.18																		
No. de ocurrencias fuera de especific		0																		
Tiempo estándar		1815.82884																		
Número de obs.		10																		
Tiempo estándar total																	181.58seg (3.03min)			
VERIFICACIÓN DE TIEMPOS																				
Tiempo de terminación																				
Tiempo de inicio																				
Tiempo transcurrido																				
Tiempo total																				
Tiempo efectivo																				
Tiempo inefectivo																				
% de error de registro																				
CALIFICACIÓN OPERARIO																				
Nombre																				
Sexo		Masc																		
Edad		30																		
Calificación por Westing House																				
Habilidad		A1																		
Esfuerzo		A1																		
Condiciones		A																		
Consistencia		A																		
Total % Calificación		38%																		
Factor de Calificac		1.38																		
CALCULO DE SUPLEMENTOS																				
Nombre																				
Suplementos Ctes.		0.11																		
Suplementos Variab.		0																		
Uso de fuerza		0																		
Mala Iluminacón		0																		
Condiciones Atm.		0																		
Ruido		0																		
Estrés		-																		
Complejo		0.01																		
Monotonía		-																		
Alto		0.04																		
Tendio		-																		
Tediioso		0.02																		
Total Suplementos		18%																		

Fuente: Investigación de campo, Lancasco, S. A.

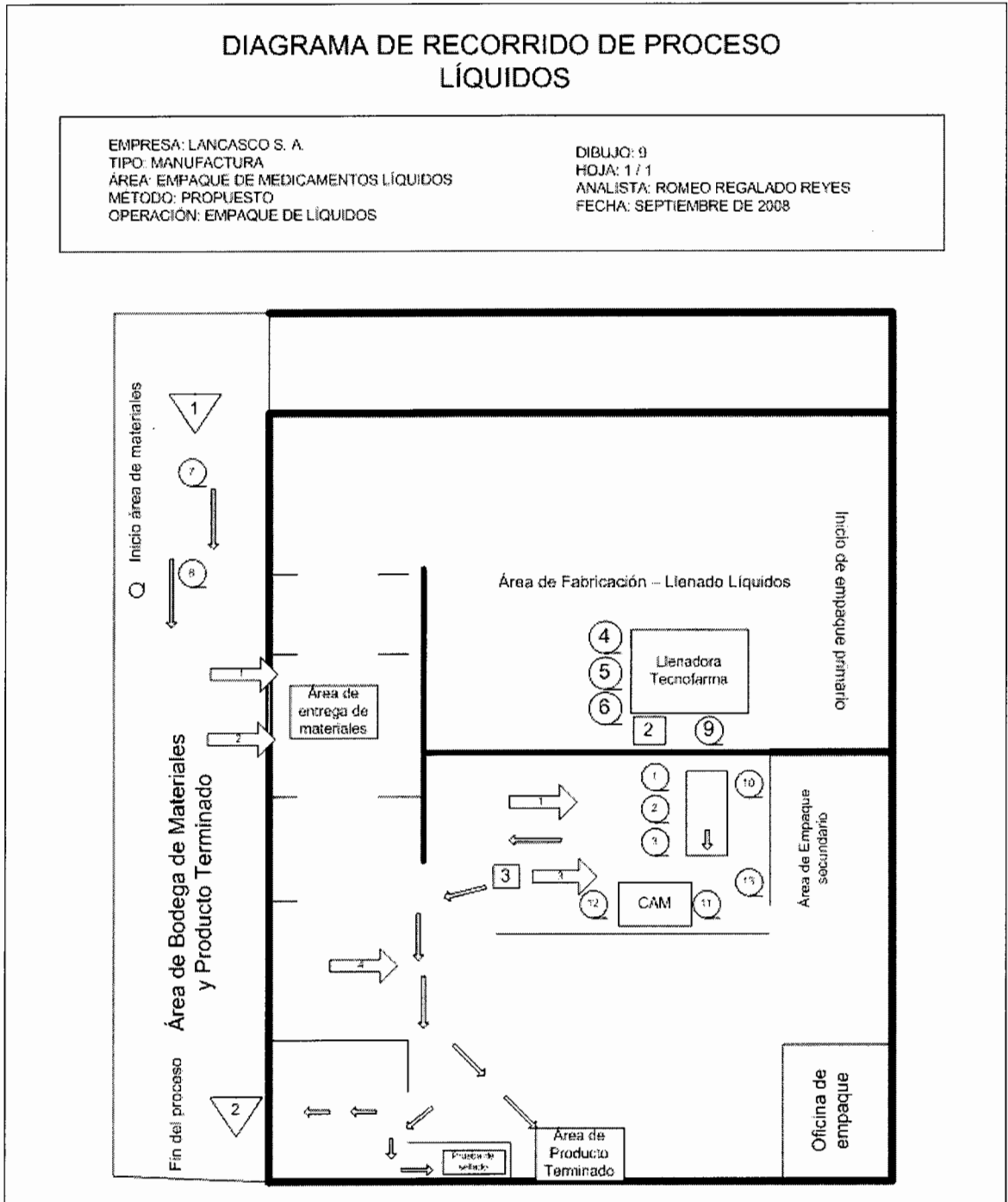
Tabla XLV. Estudio de tiempos, tiempo de preparación, líquidos

FORMA PARA OBSERVACIÓN DE ESTUDIO DE TIEMPOS																					
Estudio No.		1									Página		1 / 1								
Fecha		Septiembre de 2008									Analista		Romeo Regalado								
Operación		Tiempo de Preparación																			
Operario		Operario 1																			
Nota	Ciclo	C	TO	TN	C	TO	TN	C	TO	TN	C	TO	TN	C	TO	TN	C	TO	TN		
PROCESO	1	1.36	2400	3264																	
	2	1.36	2400	3264																	
	3	1.36	2400	3264																	
	4	1.36	2400	3264																	
	5	1.36	2400	3264																	
	6	1.36	2400	3264																	
	7	1.36	2400	3264																	
	8	1.36	2400	3264																	
	9	1.36	2400	285																	
	10	1.36	2400	3264																	
	11	1.36	2400	3264																	
	12	1.36	2400	3264																	
	13	1.36	2400	3264																	
	14	1.36	2400	3264																	
	15	1.36	2400	3264																	
	16	1.36	2400	3264																	
	17	1.36	2400	3264																	
	18	1.36	2400	3264																	
	19	1.36	2400	3264																	
	20	1.36	2400	3264																	
	21	1.36	2400	3264																	
	22	1.36	2400	3264																	
	23	1.36	2400	3264																	
	24	1.36	2400	3264																	
	25	1.36	2400	3264																	
	26	1.36	2400	3264																	
	27	1.36	2400	3264																	
	28	1.36	2400	3264																	
	29	1.36	2400	3264																	
	30	1.36	2400	3264																	
	31	1.36	2400	3264																	
	32	1.36	2400	3264																	
	33	1.36	2400	3264																	
	34	1.36	2400	3264																	
	35	1.36	2400	3264																	
	36	1.36	2400	3264																	
	37	1.36	2400	3264																	
	38	1.36	2400	3264																	
	39	1.36	2400	3264																	
	40	1.36	2400	3264																	
RESUMEN																					
Operario	Operario 1																				
TO Total	96000																				
Factor Calificación	1.36																				
TN Total	130560																				
Factor Suplementos	1.00																				
No. de ocurrencias fuera de especific	0																				
Tiempo estándar	130560																				
Número de obs.	40																				
Tiempo estándar total																3264seg (54.4min)					
VERIFICACIÓN DE TIEMPOS					CALIFICACIÓN OPERARIO					CÁLCULO DE SUPLEMENTOS											
Tiempo de terminación					Nombre	May	-	-	Nombre	May	-	-									
Tiempo de inicio					Sexo	Masc	-	-	Suplementos Ctes.	0.11	-	-									
Tiempo transcurrido					Edad	32	-	-	Suplementos Variab.	0	-	-									
Tiempo total					<i>Calificación por Westing House</i>				Uso de fuerza	0	-	-									
Tiempo efectivo					Habilidad	A1	-	-	Mala Iluminación	0	-	-									
Tiempo inefectivo					Esfuerzo	A1	-	-	Condiciones Atm.	0	-	-									
% de error de registro					Condiciones	B	-	-	Ruido	0	-	-									
					Consistencia	B	-	-	Estrés	-	-	-									
					Total % Calificación	38%	-	-	Complejo	0.01	-	-									
					Factor de Calificac	1.36	-	-	Monotonía	-	-	-									
									Alto	0.04	-	-									
									Tedioso	-	-	-									
									Tardioso	0.02	-	-									
									Total Suplementos	18%	-	-									

Fuente: Investigación de campo, Lancasco, S. A.

4.3.7 Diagrama de recorrido del proceso propuestos para líquidos

Figura 34. Diagrama de recorrido de proceso propuesto para empaque de líquidos



4.3.8 Productividad obtenida de la línea de empaque de líquidos

Posterior al estudio de la línea de empaque de líquidos, se han establecido los estándares y los procesos para poder mejorar la productividad. Antes del estudio de la línea, esta trabajaba con un ritmo de trabajo de 80 unidades de 120 ml. cada 9.3 min. (Ver sección 3.3.3) Teniendo como recurso humano de 7 a 8 personas en la línea de empaque. Entonces la productividad era de:

$$\text{Productividad} = (80 \text{ unidades} / (7 \text{ personas} \times 9.3 \text{ min.}))$$

$$\text{Productividad} = 1.22 \text{ unidades por minuto-hombre}$$

Ahora la productividad, aprovechando el ritmo de trabajo de la máquina llenadora y encartonadora, es decir, empacando el 100% del producto que es pasado por la máquina Tecnofarma, luego por la etiquetadora y últimamente por la encartonadora CAM y utilizando de 6 a 7 personas la productividad en minutos hombre es de:

$$\text{Productividad} = (80 \text{ unidades} / (7 \text{ personas} \times 2.95 \text{ min.}))$$

$$\text{Productividad} = 3.87 \text{ unidades por minuto-hombre}$$

En resumen, la productividad con el método actual era de:

$$1.22 \text{ unidades por minuto} - \text{ hombre}$$

Mientras que la productividad con el método propuesto es de:

$$3.87 \text{ unidades por minuto} - \text{ hombre}$$

Mejorando en 2.65 unidades por minuto–hombre. Con lo que se disminuye el costo de mano de obra directa como se muestra en la sección 4.7.2

La productividad aumenta drásticamente utilizando menos recurso humano y capacitando al personal con el método propuesto de trabajo.

4.3.9 Balance de línea para líquidos

Para realizar el cálculo de la eficiencia de trabajo de la línea de empaque de líquidos, se toma la información del estudio de tiempo realizado en la sección 4.3.4

Tabla XLVI. Determinación de la operación más lenta líquidos

Operario	Minutos estándar para realizar la operación (s)	Tiempo de espera según el operario más lento (s)	Segundos estándar permitidos
1	2.52	0	2.52
2	2.12	0.4	2.52
3	1.89	0.63	2.52
4	2.04	0.48	2.52
5	No es del flujo del proceso	No es del flujo del proceso	N / A
TOTALES	8.57		10.08

Fuente: Investigación de campo, Lancasco, S. A.

La eficiencia de la línea es de:

$$E = (\sum ME / \sum MP) \times 100 = 8.57s / 10.08 s$$

$$E = 0.8502 = 85.02\%$$

El número de operarios necesarios en la línea se determina en base a la información presentada por la empresa. La empresa desea tener un ritmo de trabajo de 2400 unidades por hora que son igual a 40 unidades por minuto equivalentes a 0.66 unidades por segundo. Esto para aprovechar el ritmo de trabajo y para cumplir con los requerimientos de la demanda según información de la misma. Entonces el número de operarios necesarios para cumplir con esas condiciones es de:

$$N = R \times \sum MP = R \times (\sum ME / E)$$

$$N = [0.66 \times (10.08)]$$

$$N = 6.65 = 7 \text{ personas}$$

Para que la línea de empaque cumpla con la cantidad de unidades deseadas por hora, debe de trabajar con 7 personas y una eficiencia del 77.76% en la línea de empaque de sólidos. (Ver sección 2.6)

4.3.10 Establecimiento de estándares de tiempo para los productos que se trabajan en la línea de empaque de líquidos

Fueron determinados varios estándares de tiempo, para las operaciones del proceso de empaque de medicamentos líquidos con presentación de 120 ml. (Ver sección 4.3) Entre estos productos se encuentran:

- Bromhexina jarabe
- Higo miel jarabe
- Expectorante compuesto jarabe
- Expectorante Lancasco jarabe
- Acetaminofén jarabe
- Tussilan jarabe
- Passiflora compuesta jarabe
- Rábano Yodado Jarabe
- Laverina Extrafuerte Jarabe
- Opotonico Jarabe
- Woody Wood Pecker Jarabe
- Vitaminas Lancasco Jarabe
- Entre otros

Los estándares de tiempos se indican en los diagramas de operaciones y de flujo de proceso del método propuesto en la sección 4.3 de este documento.

4.4 Mejoras obtenidas mediante la aplicación de optimización de líneas de empaque

Mediante la aplicación de los métodos propuestos de trabajo para la línea de empaque de sólidos y líquidos de Lancasco, se obtienen las siguientes mejoras:

- Productividad mayor
- Proceso ordenado de trabajo
- Establecimiento de estándares de tiempo de trabajo
- Diagramas de trabajo para su posterior análisis
- Minimizar el costo de mano de obra directa y desperdicio de materiales

4.5 Análisis de Pareto de situación actual posterior al desarrollo del proyecto

De acuerdo con el análisis presentado en la sección 3.4.1, donde se describe el análisis de Pareto para la situación del proceso de empaque de medicamentos. Las causas que originaban el 90% de las fallas, eran la falta de un método específico de trabajo y el desperdicio de recursos que presentaba el proceso, del cual uno de los principales recursos que no se aprovechaba al máximo era el tiempo. Con la información que se presenta en el capítulo 4, se realizan los estudios y se presentan las herramientas para poder dominar esas causas que restringen la productividad de las líneas de empaque de Lancasco S. A.

4.6 Balance de líneas

El balance para las líneas de empaque de sólidos y líquidos de Lancasco S. A. se presentó en las secciones 4.2.9 y 4.3.9.

4.7 Análisis de costos para el empaque de medicamentos

Se describe la situación actual y la situación propuesta de análisis de costos para el empaque de medicamentos sólidos, en cuanto a presentación de 30 capsulas o tabletas y líquidos en cuanto a presentación de productos de 120 ml / 240 ml. Se proyectan los costos en base a la información técnica obtenida en el estudio de tiempos y en la determinación del ritmo de trabajo de las líneas de empaque de Lancasco S. A.

Con la propuesta del nuevo método de trabajo se busca determinar y disminuir el costo directo de fabricación en base al volumen de producción que genera Lancasco S. A. Es por ello que debe hacerse énfasis en la determinación de métodos de trabajos adecuados que permitan el aumento de la productividad, junto con la disminución de costos lo que hará a la empresa altamente competitiva ante otras de la misma rama, y otras que ingresa al mercado por medio de los tratados de Libre Comercio.

Entonces, se tiene la constante del costo fijo de operación para Lancasco, S. A. El análisis está centrado en el costo variable de fabricación, el cual se ve seriamente afectado por la falta de métodos de trabajo y estándares de tiempos que permitan establecer un mecanismo de control adecuado para el manejo de los procesos de empaque. Esto puede ser debido al reciente traslado que tuvo Lancasco, S. A. a las instalaciones actuales para la

planta de producción. Pero es necesario establecer esos mecanismos de control que permitan disminuir el costo de fabricación.

El análisis de costos deja por un lado los gastos indirectos de fabricación, el costo de materiales e inventarios y se centra únicamente en cuestiones de mano de obra directa, ya que la información es confidencial para la empresa. Es por ello que las siguientes gráficas y análisis están centrados en el costo directo de fabricación, y se realizan los estudios en base al nivel de producción que se puede alcanzar utilizando la misma mano de obra con el método actual, como con el método propuesto, para establecer las diferencias necesarias y que se pueda observar el gran beneficio que trae la implementación de un nuevo método de trabajo. Se puede observar las diferencias en las gráficas que se presentan en los puntos 4.7.1 y 4.7.2, que representan el nivel de producción al que puede llegar Lancasco, S. A. utilizando la misma o menor mano de obra para realizar dichos procesos de empaque.

4.7.1 Sólidos

A continuación se presenta el análisis del costo de mano de obra directa que se emplea actualmente comparada contra el costo de mano de obra directa que propone el método nuevo de trabajo para empaque de productos sólidos de Lancasco, S. A. Tomando en cuenta toda la información presentada en el capítulo 4, como lo es el estudio de tiempos, el balanceo de líneas, etc.

En la tabla XLVII se presenta la información resumida en función del ritmo de trabajo de las líneas de empaque, como de la cantidad de personas que labora en cada línea. Son las premisas básicas con las que se relaciona el análisis de las tablas XLVIII y IL, en las cuales se resume la información tabular diaria para poder graficar en la figura 35 y 36.

La tabla XLVIII muestra el análisis con base en el método actual sin aplicar ningún cambio a la situación actual de las líneas de empaque de Lancasco, S. A. Mientras que la tabla XLIX, presenta la información generada para el método propuesto en las líneas de empaque de sólidos, con el fin de comparar las dos situaciones y determinar las ventajas que tendría la empresa al aplicar un nuevo método de trabajo.

Tabla XLVII. Análisis de costos para sólidos

ANÁLISIS DE COSTOS PARA LA LÍNEA DE SÓLIDOS DE LANCASCO, S. A.		
Datos principales		
Días trabajados por mes	28	Días
Horas ordinarias por día	9	Horas
Horas de almuerzo / descanso	1	Horas
Total Horas trabajadas	8	Horas
Sueldo promedio de operador	Q1,600	Mes
MÉTODO ACTUAL DE TRABAJO EN EMPAQUE DE SÓLIDOS HOONG - A		
Se tienen las siguientes condiciones en cuanto al empaque de medicamentos sólidos		
Presentación del medicamento	30	Comprimidos por unidad
Cantidad por corrugado	126	Unidades terminadas
Tiempo empaque cada 126 unid	10.6	minutos
Ritmo de la línea	11.8867925	unidades / minuto
No. de personas en la línea	8	Personas
Eficiencia de trabajo de la línea	60%	(Se midió conforme al producto proveniente de la línea de blisteado, contra lo que se lograba empaque).
Ritmo de trabajo normal	7.13	unidades de 30 sólidos / minuto
Sueldo del operador	Q1,600	Mes
Equivalente a	Q6.35	hora / operador
	Q50.79	hora de operación de la línea de empaque
	Q0.85	Minuto por operación de la línea de empaque
Costo total por corrugado (Mano de Obra Directa)	Q8.97	Costo normal por corrugado terminado
MÉTODO PROPUESTO DE TRABAJO EN EMPAQUE DE SÓLIDOS HOONG - A		
Se tienen las siguientes condiciones en cuanto al empaque de medicamentos sólidos		
Presentación del medicamento	30	Comprimidos por unidad
Cantidad por corrugado	126	Unidades terminadas
Tiempo empaque cada 126 unid	8.5	minutos
Ritmo de la línea	14.82	unidades / minuto
No. de personas en la línea	6	Personas
Eficiencia de trabajo de la línea	100%	(Se midió conforme al producto proveniente de la línea de blisteado, contra lo que se lograba empaque).
Ritmo de trabajo normal	14.82	unidades de 30 sólidos / minuto
Sueldo del operador	Q1,600	Mes
Equivalente a	Q6.35	hora / operador
	Q38.10	hora de operación de la línea de empaque
	Q0.63	Minuto de operación de la línea de empaque
Costo total por corrugado (Mano de Obra Directa)	Q5.40	Costo normal por corrugado terminado

Fuente: Investigación de campo, Lancasco S. A.

Tabla XLVIII. Análisis de costos para un mes de empaque de medicamentos Hoong- A con el método actual

Días ordinarios	Horas por día	Tiempo almuerzo / descanso	Hora almuerzo	Costo por hora	Costo por día	Cantidad de unidades de 30 sólidos / día	Cantidad de Corrugados / día	Costo por día	Cantidad de unidades de 30 sólidos / día	Cantidad de Corrugados / día
Semana 1	Lunes	9	1	Q50.79	Q457.14	3,423	27	Q457.14	3,423	27
	Martes	9	1	Q50.79	Q457.14	3,423	27	Q914.29	6,847	54
	Miércoles	9	1	Q50.79	Q457.14	3,423	27	Q1,371.43	10,270	82
	Jueves	9	1	Q50.79	Q457.14	3,423	27	Q1,828.57	13,694	109
	Viernes	9	1	Q50.79	Q457.14	3,423	27	Q2,285.71	17,117	136
Semana 2	Lunes	9	1	Q50.79	Q457.14	3,423	27	Q2,742.86	20,540	163
	Martes	9	1	Q50.79	Q457.14	3,423	27	Q3,200.00	23,964	190
	Miércoles	9	1	Q50.79	Q457.14	3,423	27	Q3,657.14	27,387	217
	Jueves	9	1	Q50.79	Q457.14	3,423	27	Q4,114.29	30,811	245
	Viernes	9	1	Q50.79	Q457.14	3,423	27	Q4,571.43	34,234	272
Semana 3	Lunes	9	1	Q50.79	Q457.14	3,423	27	Q5,028.57	37,657	299
	Martes	9	1	Q50.79	Q457.14	3,423	27	Q5,485.71	41,081	326
	Miércoles	9	1	Q50.79	Q457.14	3,423	27	Q5,942.86	44,504	353
	Jueves	9	1	Q50.79	Q457.14	3,423	27	Q6,400.00	47,928	380
	Viernes	9	1	Q50.79	Q457.14	3,423	27	Q6,857.14	51,351	408
Semana 4	Lunes	9	1	Q50.79	Q457.14	3,423	27	Q7,314.29	54,774	435
	Martes	9	1	Q50.79	Q457.14	3,423	27	Q7,771.43	58,198	462
	Miércoles	9	1	Q50.79	Q457.14	3,423	27	Q8,228.57	61,621	489
	Jueves	9	1	Q50.79	Q457.14	3,423	27	Q8,685.71	65,045	516
	Viernes	9	1	Q50.79	Q457.14	3,423	27	Q9,142.86	68,468	543
TOTAL					Q9,142.86	68,468	543	Q9,142.86	68,468	543

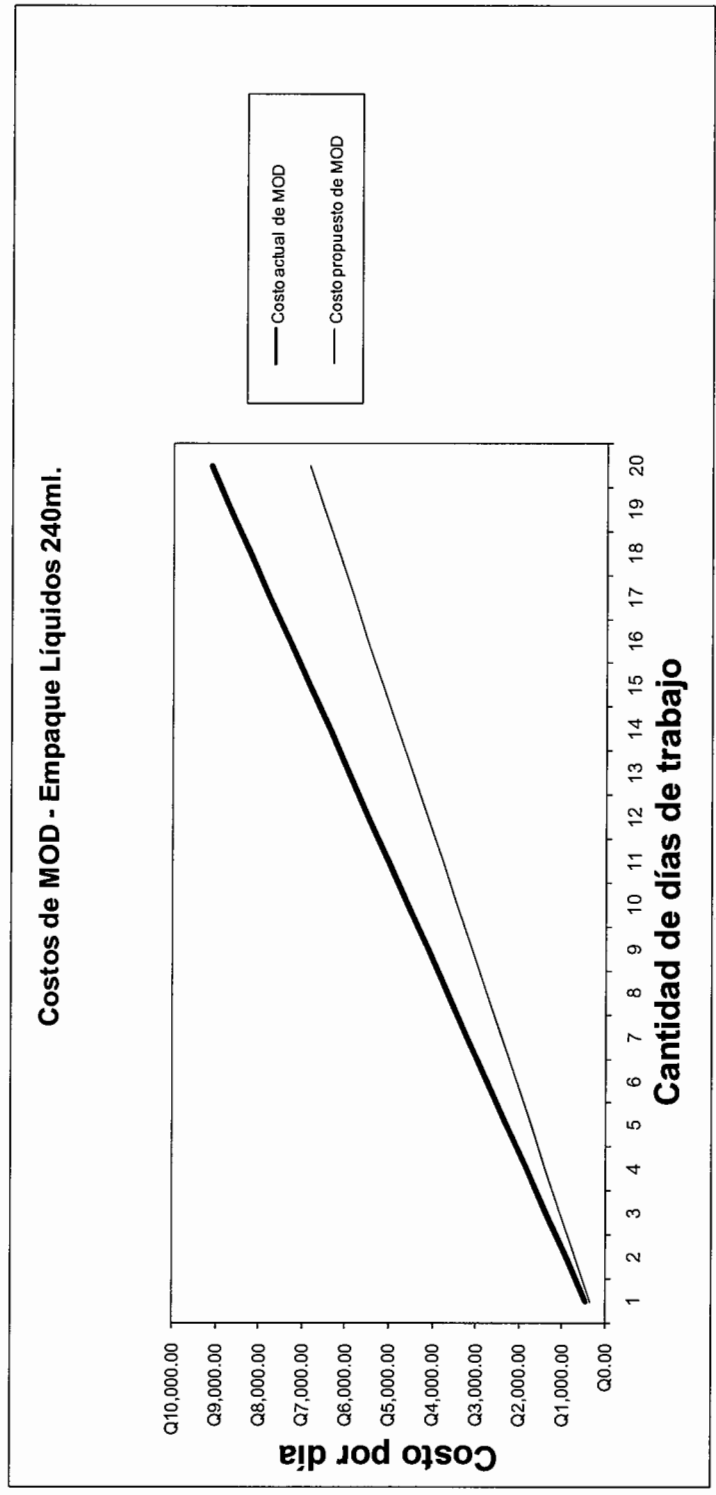
Fuente: Investigación de campo, Lancasco S. A.

Tabla XLIX. Análisis de costos para un mes de empaque de medicamentos Hoong-A con el método propuesto

Días ordinarios	Horas por día	Tiempo almuerzo / descanso	Hora almuerzo	Costo por hora	Costo por día	Cantidad de unidades de 30 sólidos / día	Cantidad de Corrugados / día	Costo por día	Cantidad de unidades de 30 sólidos / día	Cantidad de Corrugados / día
Semana 1	Lunes	9	8	Q38.10	Q342.86	7,115	56	Q342.86	7,115	56
	Martes	9	8	Q38.10	Q342.86	7,115	56	Q685.71	14,231	113
	Miércoles	9	8	Q38.10	Q342.86	7,115	56	Q1,028.57	21,346	169
	Jueves	9	8	Q38.10	Q342.86	7,115	56	Q1,371.43	28,461	226
Semana 2	Viernes	9	8	Q38.10	Q342.86	7,115	56	Q1,714.29	35,576	282
	Lunes	9	8	Q38.10	Q342.86	7,115	56	Q2,057.14	42,692	339
	Martes	9	8	Q38.10	Q342.86	7,115	56	Q2,400.00	49,807	395
	Miércoles	9	8	Q38.10	Q342.86	7,115	56	Q2,742.86	56,922	452
Semana 3	Jueves	9	8	Q38.10	Q342.86	7,115	56	Q3,085.71	64,038	508
	Viernes	9	8	Q38.10	Q342.86	7,115	56	Q3,428.57	71,153	565
	Lunes	9	8	Q38.10	Q342.86	7,115	56	Q3,771.43	78,268	621
	Martes	9	8	Q38.10	Q342.86	7,115	56	Q4,114.29	85,384	678
Semana 4	Miércoles	9	8	Q38.10	Q342.86	7,115	56	Q4,457.14	92,499	734
	Jueves	9	8	Q38.10	Q342.86	7,115	56	Q4,800.00	99,614	791
	Viernes	9	8	Q38.10	Q342.86	7,115	56	Q5,142.86	106,729	847
	Lunes	9	8	Q38.10	Q342.86	7,115	56	Q5,485.71	113,845	904
Semana 4	Martes	9	8	Q38.10	Q342.86	7,115	56	Q5,828.57	120,960	960
	Miércoles	9	8	Q38.10	Q342.86	7,115	56	Q6,171.43	128,075	1,016
	Jueves	9	8	Q38.10	Q342.86	7,115	56	Q6,514.29	135,191	1,073
	Viernes	9	8	Q38.10	Q342.86	7,115	56	Q6,857.14	142,306	1,129
TOTAL					Q6,857.14	142,306	1,129	Q6,857.14	142,306	1,129

Fuente: Investigación de campo, Lancasco S. A.

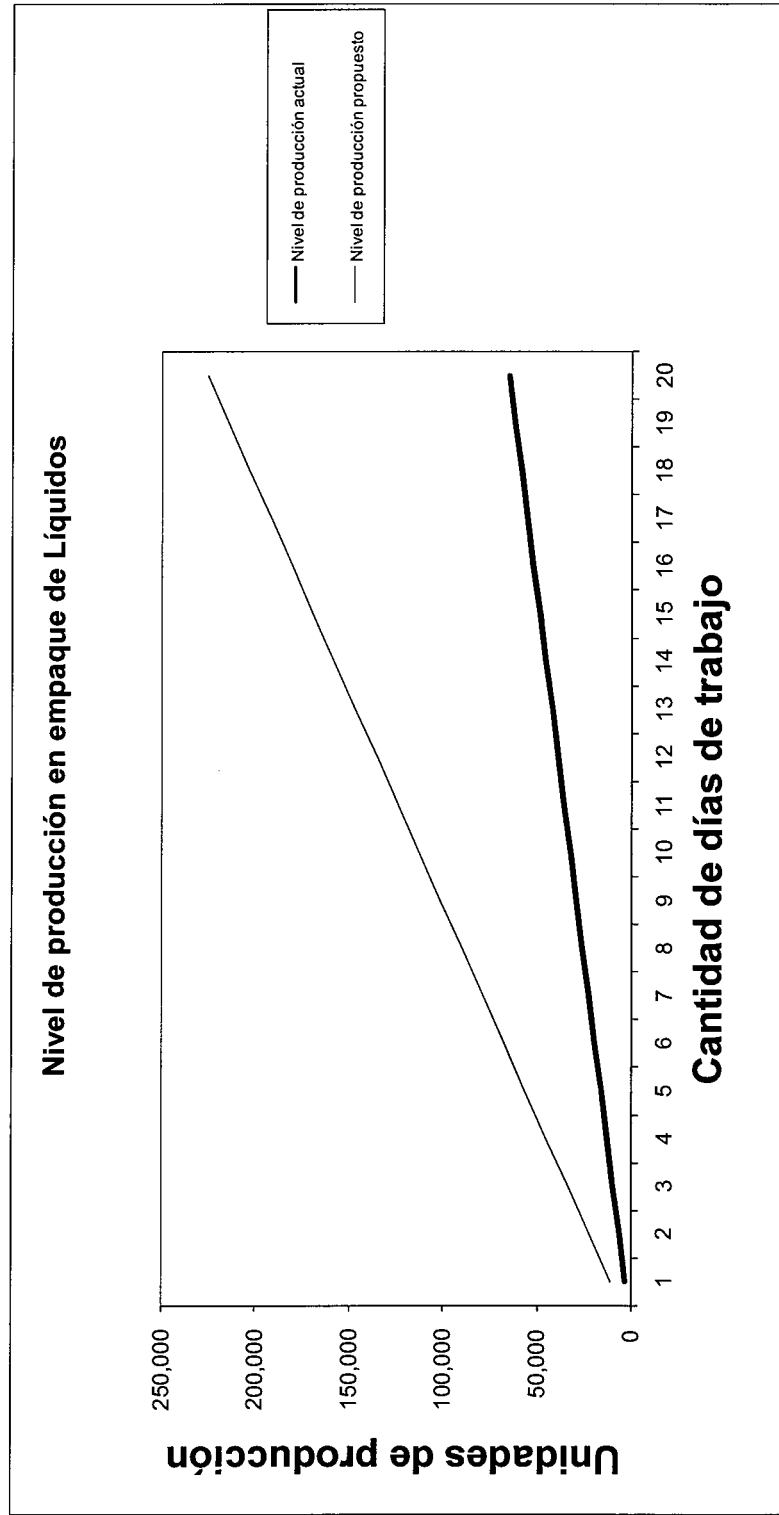
Figura 35. Comportamiento de costos en mano de obra directa en empaque de sólidos Hoong-A, entre método actual y método propuesto



Fuente: Investigación de campo, Lancasco S. A.

En la figura 35 se muestra la proyección de costos respecto a mano de obra directa para la línea de empaque de sólidos. Con el método propuesto, se están minimizando costos que van relacionados a la productividad de la línea. Es decir, con el aumento de productividad que se presenta en la figura 35, se disminuye el costo de mano de obra directa de la línea de empaque.

Figura 36. Comportamiento del nivel de producción en empaque de sólidos Hoong-A, entre método actual y método propuesto



Fuente: Investigación de campo, Lancasco S. A

La figura 36 muestra el comportamiento del nivel de producción con el método actual y el método propuesto, lo cual representa una gran diferencia de producción y que se refleja en la figura 34 con una baja en el costo de mano de obra directa para la línea de empaque.

4.7.2 Líquidos

A continuación se presenta el análisis del costo de mano de obra directa que se emplea actualmente comparada contra el costo de mano de obra directa que propone el método nuevo de trabajo para empaque de productos líquidos de Lancasco, S. A. Se toma en cuenta toda la información presentada en el capítulo 4, como lo es el estudio de tiempos, el balanceo de líneas, etc.

En la tabla L se presenta la información resumida en función del ritmo de trabajo de las líneas de empaque, como de la cantidad de personas que labora en cada línea. Son las premisas básicas con las que se relaciona el análisis de las tablas LI y LII, en las cuales se resume la información tabular diaria para poder graficar en la figura 37 y 38.

La tabla LI muestra el análisis en base al método actual sin aplicar ningún cambio a la situación actual de las líneas de empaque de Lancasco, S. A. Mientras que la tabla LII presenta la información del método propuesto para tener un análisis comparativo y determinar las ventajas de aplicar un nuevo método de trabajo adecuado y eficiente conforme a las necesidades de la industria farmacéutica.

Tabla L. Análisis de costos para líquidos

ANÁLISIS DE COSTOS PARA LA LÍNEA DE LÍQUIDOS DE LANCASCO, S. A.		
<i>Datos principales</i>		
Días trabajados por mes	28	Días
Horas ordinarias por día	9	Horas
Horas de almuerzo / descanso	1	Horas
Total Horas trabajadas	8	Horas
Sueldo promedio de operador	Q1,600	Mes
MÉTODO ACTUAL DE TRABAJO EN EMPAQUE DE LÍQUIDOS		
Se tienen las siguientes condiciones en cuanto al empaque de medicamentos líquidos		
Presentación del medicamento	1	Frasco de 240 ml.
Cantidad por corrugado	24	Unidades terminadas
Tiempo empaque / corrugado.	2.5	Minutos
Ritmo de la línea	9.6	Unidades / minuto
No. de personas en la línea	8	Personas
Eficiencia de trabajo de la línea	70%	(Se midió conforme al producto proveniente de la línea de llenado, contra lo que se lograba empacar, la etiquetadora afecta el proceso).
Ritmo de trabajo normal	6.72	Unidades de 240 ml / minuto
Sueldo del operador	Q1,600	Mes
Equivalente a	Q6.35	Hora / operador
	Q50.79	Hora de operación de la línea de empaque
	Q0.85	Minuto de operación de la línea de empaque
Costo total por corrugado (Mano de Obra Directa)	Q2.12	Costo normal por corrugado terminado
Método Alternativo		
Se tienen las siguientes condiciones en cuanto al empaque de medicamentos líquidos		
Presentación del medicamento	1	Frasco de 240 ml.
Cantidad por corrugado	24	Unidades terminadas
Tiempo empaque / corrugado.	0.82	Minutos
Ritmo de la línea	29.3	Unidades / minuto
No. de personas en la línea	6	Personas
Eficiencia de trabajo de la línea	80%	(Se midió conforme al producto proveniente de la línea de llenado, contra lo que se lograba empacar, la etiquetadora afecta el proceso).
Ritmo de trabajo normal	23.46	Unidades de 240 ml / minuto
Sueldo del operador	Q1,600	Mes
Equivalente a	Q6.35	Hora / operador
	Q38.10	Hora de operación de la línea de empaque
	Q0.63	Minuto de operación de la línea de empaque
Costo total por corrugado (Mano de Obra Directa)	Q0.52	Costo normal por corrugado terminado

Fuente: Investigación de campo, Lancasco S. A.

Tabla LI. Análisis de costos para un mes de empaque de medicamentos líquidos de 240 ml con el método actual

Días ordinarios	Horas por día	Tiempo almuerzo/ descanso	Hora almuerzo	Costo por hora	Costo por día	Cantidad de unidades de 240ml. / día	Cantidad de Corrugados / día	Costo por día	Cantidad de unidades de 240ml. / día	Cantidad de Corrugados / día	
Semana 1											
Lunes	9	1	8	Q50.79	Q457.14	3,226	134	Q457.14	3,226	134	
Martes	9	1	8	Q50.79	Q457.14	3,226	134	Q914.29	6,451	269	
Miércoles	9	1	8	Q50.79	Q457.14	3,226	134	Q1,371.43	9,677	403	
Jueves	9	1	8	Q50.79	Q457.14	3,226	134	Q1,828.57	12,902	538	
Viernes	9	1	8	Q50.79	Q457.14	3,226	134	Q2,285.71	16,128	672	
Semana 2											
Lunes	9	1	8	Q50.79	Q457.14	3,226	134	Q2,742.86	19,354	806	
Martes	9	1	8	Q50.79	Q457.14	3,226	134	Q3,200.00	22,579	941	
Miércoles	9	1	8	Q50.79	Q457.14	3,226	134	Q3,657.14	25,805	1,075	
Jueves	9	1	8	Q50.79	Q457.14	3,226	134	Q4,114.29	29,030	1,210	
Viernes	9	1	8	Q50.79	Q457.14	3,226	134	Q4,571.43	32,256	1,344	
Semana 3											
Lunes	9	1	8	Q50.79	Q457.14	3,226	134	Q5,028.57	35,482	1,478	
Martes	9	1	8	Q50.79	Q457.14	3,226	134	Q5,485.71	38,707	1,613	
Miércoles	9	1	8	Q50.79	Q457.14	3,226	134	Q5,942.86	41,933	1,747	
Jueves	9	1	8	Q50.79	Q457.14	3,226	134	Q6,400.00	45,158	1,882	
Viernes	9	1	8	Q50.79	Q457.14	3,226	134	Q6,857.14	48,384	2,016	
Semana 4											
Lunes	9	1	8	Q50.79	Q457.14	3,226	134	Q7,314.29	51,610	2,150	
Martes	9	1	8	Q50.79	Q457.14	3,226	134	Q7,771.43	54,835	2,285	
Miércoles	9	1	8	Q50.79	Q457.14	3,226	134	Q8,228.57	58,061	2,419	
Jueves	9	1	8	Q50.79	Q457.14	3,226	134	Q8,685.71	61,286	2,554	
Viernes	9	1	8	Q50.79	Q457.14	3,226	134	Q9,142.86	64,512	2,688	
TOTAL						64,512	2,688	Q9,142.86	64,512	2,688	

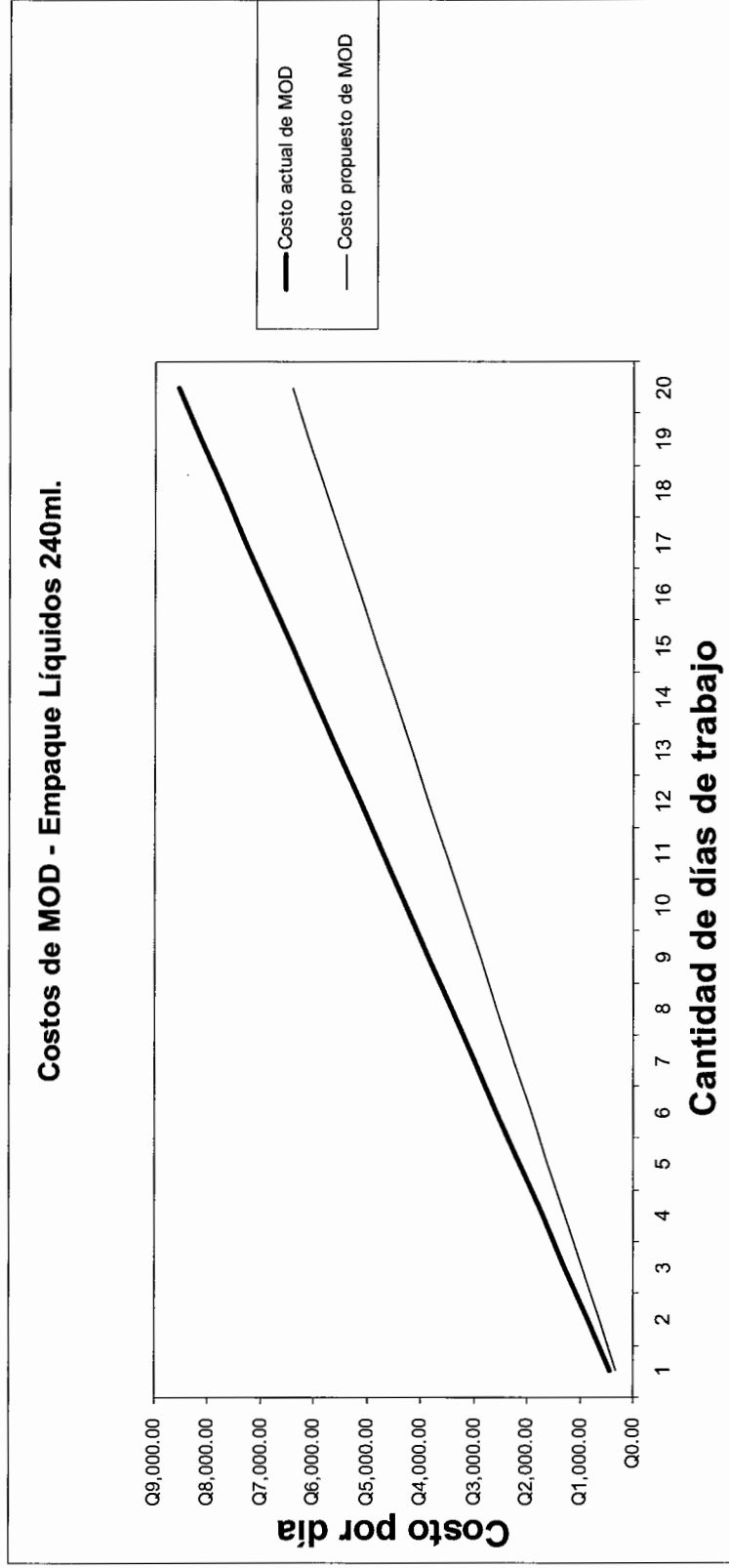
Fuente: Investigación de campo, Lancasco S. A.

Tabla LI. Análisis de costos para un mes de empaque de medicamentos líquidos de 240 ml con el método propuesto

Días ordinarios	Horas por día	Tiempo almuerzo / descanso	Hora almuerzo	Costo por hora	Costo por día	Cantidad de unidades de 240ml. / día	Cantidad de Corrugados / día	Costo por día	Cantidad de unidades de 240ml. / día	Cantidad de Corrugados / día
Semana 1										
Lunes	9	1	8	Q38.10	Q342.86	11,262	469	Q342.86	11,262	469
Martes	9	1	8	Q38.10	Q342.86	11,262	469	Q685.71	22,524	938
Miércoles	9	1	8	Q38.10	Q342.86	11,262	469	Q1,028.57	33,786	1,408
Jueves	9	1	8	Q38.10	Q342.86	11,262	469	Q1,371.43	45,048	1,877
Viernes	9	1	8	Q38.10	Q342.86	11,262	469	Q1,714.29	56,310	2,346
Lunes	9	1	8	Q38.10	Q342.86	11,262	469	Q2,057.14	67,571	2,815
Martes	9	1	8	Q38.10	Q342.86	11,262	469	Q2,400.00	78,833	3,285
Miércoles	9	1	8	Q38.10	Q342.86	11,262	469	Q2,742.86	90,095	3,754
Jueves	9	1	8	Q38.10	Q342.86	11,262	469	Q3,085.71	101,357	4,223
Viernes	9	1	8	Q38.10	Q342.86	11,262	469	Q3,428.57	112,619	4,692
Lunes	9	1	8	Q38.10	Q342.86	11,262	469	Q3,771.43	123,881	5,162
Martes	9	1	8	Q38.10	Q342.86	11,262	469	Q4,114.29	135,143	5,631
Miércoles	9	1	8	Q38.10	Q342.86	11,262	469	Q4,457.14	146,405	6,100
Jueves	9	1	8	Q38.10	Q342.86	11,262	469	Q4,800.00	157,667	6,569
Viernes	9	1	8	Q38.10	Q342.86	11,262	469	Q5,142.86	168,929	7,039
Lunes	9	1	8	Q38.10	Q342.86	11,262	469	Q5,485.71	180,191	7,508
Martes	9	1	8	Q38.10	Q342.86	11,262	469	Q5,828.57	191,453	7,977
Miércoles	9	1	8	Q38.10	Q342.86	11,262	469	Q6,171.43	202,714	8,446
Jueves	9	1	8	Q38.10	Q342.86	11,262	469	Q6,514.29	213,976	8,916
Viernes	9	1	8	Q38.10	Q342.86	11,262	469	Q6,857.14	225,238	9,385
TOTAL					Q6,857.14	225,238	9,385	Q6,857.14	225,238	9,385

Fuente: Investigación de campo, Lancasco S. A.

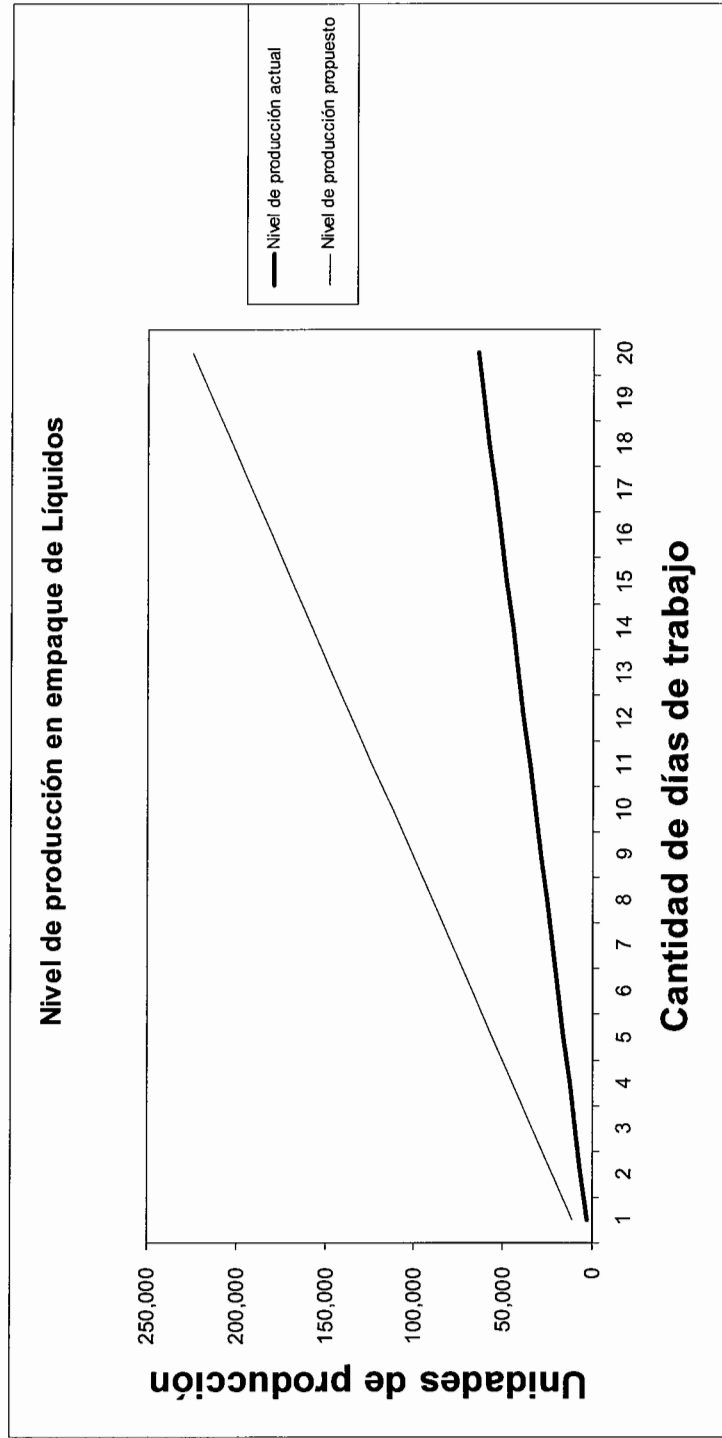
Figura 37. Comportamiento de costos en mano de obra directa en empaque de líquidos de 240 ml entre método actual y método propuesto



Fuente: Investigación de campo, Lancasco S. A.

En la figura 37 se muestra la proyección de costos respecto a mano de obra directa para la línea de empaque de líquidos. Con el método propuesto, se están minimizando costos que van relacionados con la productividad de la línea. Es decir, con el aumento de productividad que se presenta en la figura 37, se disminuye el costo de mano de obra directa de la línea de empaque de líquidos.

Figura 38. Comportamiento del nivel de producción en empaque de líquidos de 240 ml entre método actual y método propuesto



Fuente: Investigación de campo, Lancasco S. A

La figura 38 muestra el comportamiento del nivel de producción con el método actual y el método propuesto, lo cual representa una mayor diferencia de producción y que se refleja en la figura 36 con una baja en el costo de mano de obra directa para la línea de empaque. En el caso de líquidos, se obtiene una productividad mucho mayor a la obtenida a para la línea de sólidos. Esto debido a la incorporación de la máquina encartonadora que ayuda a automatizar parte del proceso de empaque. Ver sección 4.3.6

CONCLUSIONES

1. Se detectaron fallas y operaciones innecesarias en el proceso de empaque de medicamentos sólidos y líquidos, como el uso indebido del factor tecnológico con el recurso humano en el método actual. Con el método propuesto del proyecto, se han mejorado los factores de tecnología coordinándolo con el factor humano para aprovechar al máximo los recursos. Es decir, con el método actual se mantenía un nivel de producción de 1.575 unidades por minuto-hombre en el área de empaque de sólidos y con el método propuesto se ha mejorado la productividad a 2.47 unidades por minuto-hombre, ver sección 4.2.8. De la misma manera en el área de empaque de líquidos, la productividad con el método tradicional era de 1.37 unidades por minuto-hombre y con el método propuesto la productividad asciende a 4.88 unidades por minuto-hombre, con una menor cantidad de operarios como se muestra en la sección 4.3.8.
2. Se han establecido estándares de tiempo para las operaciones de los procesos de empaque de medicamentos sólidos y líquidos que permiten realizar la programación apropiada con el tiempo de trabajo estandarizado. En las secciones 4.2 y 4.3 se establecen los estándares de tiempo mediante el estudio de operaciones y de tiempos para el empaque de medicamentos sólidos y líquidos.
3. El establecimiento de un método adecuado de trabajo por medio de la metodología de análisis de operaciones y del análisis del área de trabajo incrementó la productividad de las líneas de empaque de sólidos y líquidos de Lancasco, por medio del desarrollo de los diagramas de

operaciones, de flujo del proceso y recorrido del proceso en donde se engloba el proceso general de empaque de medicamentos sólidos y líquidos. Ver figura 35 y figura 37.

4. Con el establecimiento del método propuesto, se ha comprobado el ahorro y el beneficio que tendrá la empresa con costos de mano de obra directa, y mejorándose aun el nivel de producción de las líneas de empaque de sólidos y líquidos de Lancasco, como se demuestra en las secciones 4.8.1 y 4.8.2 de este documento.

RECOMENDACIONES

1. Las líneas de empaque de sólidos y líquidos de Lancasco han utilizado el recurso humano y el factor tecnológico sin realizar los estudios de métodos correspondientes y sin establecer los estándares necesarios de tiempo. Por ello es recomendable que el jefe de producción coordine las actividades correspondientes para realizar el estudio de métodos actuales, basado en el principio de que siempre habrá una mejor forma de hacer las cosas, ya sea, por medio de la innovación, el avance de la tecnología y la aplicación de esta para la industria en general.
2. Es necesario que el coordinador de la planta de empaque de medicamentos, aplique el estudio de métodos y tiempos para formar procesos eficaces, eficientes y, por consiguiente, productivos; así aprovechar la economía de escala que Lancasco, puede emplear con el uso de la tecnología que posee actualmente.
3. Establecer en Lancasco una metodología que permita el monitoreo de operaciones para evaluar el avance de los procesos e identificar las fallas lo antes posible con un mecanismo de control adecuado, este puede ser un tablero de mandos, que englobe toda la información, verificando periódicamente los indicadores de desempeño que la gerencia de Lancasco junto con el grupo de coordinadores de planta deben seleccionar para medir ese avance.

BIBLIOGRAFÍA

1. Cuevas, Carlos Fernando. **Contabilidad de costos. Enfoque gerencial y de gestión**, 2ª ed. Colombia: Prentice Hall, 2001. 314pp
2. García Criollo, Roberto. **Estudio del trabajo**. México: McGraw Hill, 1998
3. Gutiérrez, Humberto. **Calidad total y productividad**. México: McGraw Hill, 2005
4. Niebel, Benjamín W. **Ingeniería industrial. Métodos, tiempos y movimientos**, 11ª ed. México: Alfaomega, 2001. 745 pp.