

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y
AGROINDUSTRIAL**

**MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE ETIQUETADO EN UNA
PLANTA DE SALSAS Y ADEREZOS**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DE GRADO DE MASTER (MSc.) EN
INGENIERÍA INDUSTRIAL Y PRODUCTIVIDAD**

MARÍA GABRIELA BARREZUETA ROLDÁN

DIRECTOR: PABLO VALLEJO, Ing., MSc.

Quito, enero 2016

© Escuela Politécnica Nacional (2015)
Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

Yo, María Gabriela Barrezueta Roldán, que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por su normativa institucional vigente.

MARÍA GABRIELA BARREZUETA ROLDÁN

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por María Gabriela Barrezueta Roldán bajo mi supervisión.

Pablo Vallejo, Ing., MSc.
DIRECTOR DE PROYECTO

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
RESUMEN	XI
INTRODUCCIÓN	XIII
1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	1
1.1 Gestión de procesos	1
1.1.1 Terminología en gestión de procesos	1
1.1.2 Mejoramiento continuo para determinar la capacidad de un proceso	4
1.1.3 Control estadístico de procesos	5
1.1.3.1 Medidas de Tendencia Central y Variación	5
1.1.3.2 Herramientas para el Control Estadístico de Procesos	7
1.1.4 Estudio de los métodos del trabajo	12
1.1.4.1 Medición del Trabajo	13
1.1.4.2 Técnicas para medir el trabajo	14
1.1.4.3 Estimación de Datos Históricos	14
1.1.4.4 Muestreo de Trabajo	14
1.1.5 Análisis de costos por procesos	15
1.2 Metodologías para la mejora de procesos	16
1.2.1 Ciclo de deming	17
1.2.2 Método Kaizen	18
1.2.3 <i>Lean Six Sigma</i>	21
1.2.4 Teoría de las restricciones	22
1.2.5 Equipos de calidad como herramienta en metodologías de mejora	25
1.3 Productividad	26
1.3.1 Definición de productividad	26
1.3.2 Medición de la productividad	27
1.3.3 Conceptos de eficiencia, eficacia y efectividad	27
1.3.4 Factores para medir la productividad	28
1.3.5 Planeación, programación y control de la producción	29
1.3.5.1 Planeación de la Producción	30
1.3.5.2 Programación de la Producción	30
1.3.5.3 Control de la Producción	32
1.3.6 Planificación de la mano de obra	33
1.3.7 Diseño del trabajo	34
2. METODOLOGÍA	35
2.1 Descripción de la empresa	35
2.2 Diagnóstico inicial del área de etiquetado	36
2.2.1 Subdivisión del area de etiquetado	36
2.2.2 Velocidad estándar	36
2.2.3 Distribución de la jornada laboral	37
2.2.4 Demanda de productos por subproceso	39
2.2.5 Stock en tránsito	39
2.2.6 Horas extras	39

2.2.7	Productividad	40
2.3	Implementación de la teoría de las restricciones en el área de etiquetado	41
2.3.1	La meta	41
2.3.2	Paso 1: Identificación de las restricciones	41
2.3.3	Paso 2: Explotar la restricción	41
2.3.3.1	Elaboración y Análisis de las Cartas de Control	42
2.3.4	Paso 3: Subordinar el sistema a la restricción	44
2.3.5	Paso 4: Aumentar la capacidad de la restricción	44
2.3.5.1	Reemplazo del subproceso “etiquetado con etiquetas de papel”	45
2.3.5.2	Análisis de los Procesos de Envasado	47
2.3.5.3	Mejoras relacionadas con la mano de obra	47
2.3.5.4	Programa de Etiquetado	47
2.3.6	Paso 5: Mejora continua	48
2.4	Evaluación de las mejoras implementadas	48
2.4.1	Evaluación del stock en tránsito	49
2.4.2	Evaluación de las horas extras	49
2.4.3	Evaluación de la productividad	49
2.4.4	Análisis económico	50
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	51
3.1	Diagnóstico inicial del área de etiquetado	51
3.1.1	Subdivisión del área de etiquetado	51
3.1.2	Velocidad estándar	55
3.1.2.1	Toma de datos	55
3.1.2.2	Cálculo de la Velocidad Estándar	57
3.1.3	Distribución de la jornada laboral	58
3.1.3.1	Cálculo del número de observaciones	58
3.1.3.2	Programa de muestreo	59
3.1.3.3	Toma de datos	59
3.1.3.4	Análisis de la distribución de la jornada laboral	60
3.1.4	Demanda de productos por subproceso	66
3.1.5	Stock en tránsito	68
3.1.6	Horas extras	69
3.1.7	Productividad	70
3.2	Implementación de la teoría de las restricciones en el área de etiquetado	71
3.2.1	Paso 1: Identificación de las restricciones	71
3.2.1.1	Análisis de los Resultados del Diagnóstico Inicial	71
3.2.1.2	Análisis del Diagrama Causa-Efecto	72
3.2.2	Paso 2: Explotar la restricción	74
3.2.2.1	Elaboración y Análisis de las Cartas de control	74
3.2.3	Paso 3: Subordinar el sistema a la restricción	82
3.2.4	Paso 4: Aumentar la capacidad de la restricción	83
3.2.3.1	Reemplazo del subproceso “etiquetado con etiquetas de papel”	83
3.2.3.2	Análisis de los Procesos de Envasado	87
3.2.3.3	Mejoras relacionadas con la mano de obra	93
3.2.3.4	Programa de Etiquetado	96
3.2.5	Paso 5: Mejora continua	98

3.4	Evaluación de las mejoras implementadas	100
3.4.1	Evaluación del stock en tránsito	100
3.4.2	Evaluación de las horas extras	101
3.4.3	Evaluación de la productividad	102
3.4.4	Análisis económico	103
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	105
4.1	Conclusiones	105
4.2	Recomendaciones	106
	ANEXOS	111

ÍNDICE DE TABLAS

		PÁGINA
Tabla 2.1.	Criterios de Análisis de las Cartas de control	43
Tabla 3.1.	Número de personas planificadas para cada subproceso del proceso de etiquetado	54
Tabla 3.2.	Validación Estadística de los datos recopilados en las órdenes de producción de los subprocesos: etiquetado automático, automático 100, con fajilla, manual, de skuisi	55
Tabla 3.3.	Validación Estadística de los datos recopilados en las órdenes de producción del subproceso “etiquetado en galonera”	56
Tabla 3.4.	Validación Estadística de los datos recopilados en las órdenes de producción del subproceso “etiquetado en display”	56
Tabla 3.5.	Validación Estadística de los datos recopilados en las órdenes de producción del subproceso “etiquetado con etiquetas de papel”	57
Tabla 3.6.	Velocidad Estándar de los subprocesos del proceso de etiquetado	58
Tabla 3.7.	Nomenclatura para muestreo de trabajo	59
Tabla 3.8.	Porcentaje de la jornada laboral por trabajador en el subproceso de “etiquetado con etiquetas de papel”	65
Tabla 3.9.	Demanda total de productos en porcentaje por subproceso del área de etiquetado	66
Tabla 3.10.	Demanda de productos del cliente 1 en porcentaje por subproceso del área de etiquetado	67
Tabla 3.11.	Stock en tránsito en unidades por mes	68
Tabla 3.12.	Distribución en porcentaje del stock en tránsito por subproceso del área de etiquetado	68
Tabla 3.13.	Horas extras del área de etiquetado	69
Tabla 3.14.	Porcentaje de incumplimiento de horas extras	69
Tabla 3.15.	Productividad del Proceso de Etiquetado	70
Tabla 3.16.	Causas Raíces de la falta de capacidad del proceso de etiquetado	73
Tabla 3.17.	Resumen del Análisis de las Cartas de control	82

Tabla 3.18.	Análisis Económico para la aprobación del reemplazo del subproceso “etiquetado con etiquetas de papel”	84
Tabla 3.19.	Análisis de productividad para la aprobación del cambio de etiquetas	86
Tabla 3.20.	Distribución de subprocesos y personal con las mejoras implementadas en el proceso de etiquetado	93
Tabla 3.21.	Distribución del personal y jornada laboral implementada por subproceso	96
Tabla 3.22.	Distribución actual de productos por subproceso del inventario en stock	98
Tabla 3.23.	Promedio en unidades del stock en tránsito durante la implementación de mejoras (período abril – junio 2015)	100
Tabla 3.24.	Cálculo de las unidades promedio mensuales sin etiquetar antes y durante el reemplazo del subproceso de papel a automático	101
Tabla 3.25.	Horas extras del área de etiquetado del período abril – junio / 2015	101
Tabla 3.26.	Cálculo del costo de la hora-hombre	102
Tabla 3.27.	Productividad del Área de Etiquetado durante la implementación	102
Tabla 3.28.	Ahorro económico durante la implementación en el reemplazo del subproceso de “etiquetado con etiquetas de papel” en el subproceso de “etiquetado automático”	104
Tabla AIII.1.	Programa de Muestreo	121
Tabla AIV.1.	Registro de Datos del Día 1	122
Tabla AV.1.	Número Total de Observaciones por actividad y trabajador	123
Tabla AV.2.	Porcentaje del tiempo que cada trabajador dedica a cada actividad	124
Tabla AV.3.	Porcentaje de tiempo por trabajador dedicado en forma seguida a una misma actividad	125
Tabla AVIII.1.	Pedidos diarios en unidades de la semana del 15 al 19 de junio de 2015	131
Tabla AVIII.2.	Programa de Etiquetado en unidades de la semana del 15 al 19 de junio de 2015	131

Tabla AVIII.3.	Horas diarias requeridas por subproceso de la semana del 15 al 19 de junio de 2015	132
Tabla AX.1.	Cálculo del costo total (\$/u) del subproceso “etiquetado con etiquetas de papel”	134
Tabla AX.2.	Cálculo del costo total (\$/u) del subproceso “etiquetado automático”	135
Tabla AXI.1.	Cálculo del ahorro durante el mes de abril / 2015	136
Tabla AXI.2.	Cálculo del ahorro durante el mes de mayo / 2015	137
Tabla AXI.3.	Cálculo del ahorro durante el mes de junio / 2015	138

ÍNDICE DE FIGURAS

		PÁGINA
Figura 1.1.	Factores de un Proceso	2
Figura 1.2.	Diagrama Causa - Efecto	9
Figura 1.3.	Ejemplo de una Carta de Control	11
Figura 1.4.	Ciclo de Deming	18
Figura 1.5.	Percepciones japonesas sobre funciones asociadas a puestos de trabajo	19
Figura 1.6.	Tipos de Mejora	20
Figura 1.7.	Mejoras con el Método Kaizen	21
Figura 1.8.	Los siete tipos principales de desperdicio en los procesos	22
Figura 1.9.	Pasos en la Teoría de las Restricciones	24
Figura 1.10.	Conceptos relacionados con la productividad	28
Figura 1.11.	Factores para medir la productividad	29
Figura 1.12.	Ejemplo de un Diagrama de Gantt	32
Figura 3.1.	Mapa de Proceso Inicial del área de etiquetado	53
Figura 3.2.	Distribución de la jornada laboral	60
Figura 3.3.	Distribución de la jornada laboral (sin considerar al personal que tiene problemas de salud)	61
Figura 3.4.	Distribución del tiempo en porcentaje de las actividades del personal	62
Figura 3.5.	Análisis de las faltas por asuntos personales por trabajador	63
Figura 3.6.	Distribución de la jornada laboral por trabajador y subprocesso	64
Figura 3.7.	Porcentaje del personal que dedica el 34% en promedio de su jornada laboral al subprocesso de “etiquetado con etiquetas de papel”	65
Figura 3.8.	Distribución de la demanda por cliente	67
Figura 3.9.	Productividad del Proceso de Etiquetado	71

Figura 3.10.	Carta de control del subproceso “etiquetado automático 100” durante el período abril a junio / 2015	75
Figura 3.11.	Carta de control del subproceso “etiquetado en display empacado 12 x 100 g” durante el mes de mayo /2015	76
Figura 3.12.	Carta de control del subprocesos “etiquetado en display empacado 96 x 100 g” durante el período abril a junio / 2015	77
Figura 3.13.	Carta de control del subproceso “etiquetado en display empacado en tarjetón” durante el período abril a junio / 2015	77
Figura 3.14.	Carta de control del subproceso “etiquetado galonera” durante el mes abril /2015	78
Figura 3.15.	Carta de control del subproceso “etiquetado galonera” con los nuevos límites de control durante el período de abril a junio / 2015	79
Figura 3.16.	Carta de control del subproceso “etiquetado manual” durante el período abril / 2015	80
Figura 3.17.	Carta de control del subproceso “etiquetado manual” con nuevos límites de control durante el período abril a junio / 2015	80
Figura 3.18.	Carta de control del subproceso “etiquetado manual” acortando los límites de control durante el período abril a junio / 2015	81
Figura 3.19.	Análisis de Capacidad del subproceso “etiquetado automático”	86
Figura 3.20.	Método de Trabajo Anterior e Implementado de los productos de 250 g	88
Figura 3.21.	Método de Trabajo Inicial de los productos en galoneras	90
Figura 3.22.	Método de Trabajo Implementado en los procesos de envasado y etiquetado para los productos en galoneras	92
Figura 3.23.	Mapa de Procesos Modificado del área de etiquetado con las mejoras implementadas	94
Figura 3.24.	Método de Trabajo Actual y Propuesto para el subproceso “etiquetado automático 100” para los productos de 100 g	99
Figura 3.25.	Productividad mensual del período de implementación de las mejoras en el proceso de etiquetado	103
Figura AI.1.	Diagrama de Flujo del subproceso “etiquetado automático 100”	112
Figura AI.2.	Diagrama de Flujo del subproceso “etiquetado automático”	113
Figura AI.3.	Diagrama de Flujo del subproceso “etiquetado con fajilla”	114

Figura AI.4.	Diagrama de Flujo del subproceso “etiquetado de skuisi”	115
Figura AI.5.	Diagrama de Flujo del subproceso “etiquetado de galonera”	116
Figura AI.6.	Diagrama de Flujo del subproceso de “etiquetado manual”	117
Figura AI.7.	Diagrama de Flujo del subproceso “etiquetado en display”	118
Figura AI.8.	Diagrama de Flujo del subproceso “etiquetado con etiquetas de papel”	119
Figura AII.1.	Distribución del Área de Etiquetado – Vista de Planta	120
Figura AVI.1.	Diagrama Causa – Efecto	126
Figura AVII.1.	Carta de Control del subproceso “etiquetado automático” del mes de abril / 2015	127
Figura AVII.2.	Carta de Control del subproceso “etiquetado automático” del mes de mayo / 2015	127
Figura AVII.3.	Carta de Control del subproceso “etiquetado automático” del mes de junio / 2015	128
Figura AVII.4.	Carta de Control del subproceso “etiquetado con fajilla” del período abril a junio / 2015	128
Figura AVII.5.	Carta de Control del subproceso “etiquetado display empacado 12 x 100 g” del mes de abril / 2015	129
Figura AVII.6.	Carta de Control del subproceso “etiquetado display empacado 12 x 100 g” del mes de junio / 2015	129
Figura AVII.7.	Carta de Control del subproceso “etiquetado en skuisi” durante el período abril a junio / 2015	130
Figura AIX.1.	Diagrama de Gantt para la programación del proceso de etiquetado de la semana del 15 al 19 de junio	133

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁGINA
ANEXO I Diagramas de flujo	112
ANEXO II Distribución física del área de etiquetado	120
ANEXO III Programa de muestreo	121
ANEXO IV Registro de datos día 1	122
ANEXO V Resultados de los datos observados en el muestreo de trabajo	123
ANEXO VI Diagrama de causa-efecto	126
ANEXO VII Cartas de control	127
ANEXO VIII Ejemplo del programa de etiquetado	132
ANEXO IX Diagrama de Gantt	133
ANEXO X Cálculo del costo de los subprocesos “etiquetado con etiquetas de papel” y “etiquetado automático”	134
ANEXO XI Cálculo del costo del subproceso “etiquetado automático” durante el período abril a junio / 2015	136

RESUMEN

La presente tesis tuvo como objetivo la implementación de mejoras al proceso de etiquetado en una planta de salsas y aderezos usando como metodología la Teoría de las Restricciones que consiste en la aplicación de cinco pasos que tienen como base trabajar sobre los cuellos de botella para aumentar la capacidad productiva de un proceso.

El proyecto inició con un diagnóstico inicial del área de etiquetado donde se calcularon las velocidades estándares de cada subproceso, se analizó estadísticamente la distribución de la jornada laboral y se calculó la productividad. Terminado el análisis, se procedió a la aplicación de la metodología indicada dando como resultado puntos de mejora como: aumento de la productividad acumulada de 8,1 a 13,7 unidades por hora-hombre (u/hh); estabilización del proceso de etiquetado calculado a través del coeficiente de variación de la productividad que disminuyó de 6% a 0,6%; disminución de horas extras en un 61,7%, que representó un ahorro de \$1 463 promedio mensual, durante los tres meses de evaluación, reduciendo también el costo de la hora-hombre de 2,41 a 2,15 (\$/hh). Inicialmente las horas extras superaban el límite establecido por la Ley Laboral Ecuatoriana, logrando con este decremento el cumplimiento de este requisito legal; disminución en un 36% del stock de producto en tránsito y aumento de la velocidad estándar promedio de 943,5 unidades/hora en el “etiquetado con etiquetas de papel” a 2 461 unidades/hora por su reemplazo a un “etiquetado automático”. Este cambio originó un ahorro de \$5734 en tres meses de evaluación.

Dentro de las acciones para la mejora que se realizaron estuvieron: distribución de actividades de dos subprocesos de etiquetado al proceso de envasado, implementación de cartas de control, redistribución de personal, establecimiento de nuevos horarios de trabajo y generación de una programación para el trabajo semanal.

Como parte final de la metodología utilizada se presentaron nuevas opciones de mejora como la compra de una máquina codificadora y el trabajo en línea con productos de 100 gramos.

INTRODUCCIÓN

El área de etiquetado de la planta de salsas y aderezos bajo estudio presenta un problema de falta de control en sus actividades, que se evidencia en:

- a) Las excesivas horas extras generadas, que superan el límite permitido por la Ley Laboral Ecuatoriana en 13,6% promedio mensual.
- b) Un exceso de stock de producto en tránsito de 352 293 unidades promedio al mes.

Este proceso se convirtió, por tanto, en el cuello de botella de la planta de producción.

El objetivo general de la investigación es mejorar el área del etiquetado de la planta de salsas y aderezos mediante el cumplimiento de los siguientes objetivos específicos:

- Disminuir las velocidades estándares de las actividades.
- Mejorar la productividad.
- Disminuir las horas extras.

Se debía entonces encontrar una metodología que ayudara al cumplimiento de dichos objetivos y que considerara para su ejecución la imposibilidad de invertir dinero en la compra de maquinaria o el incremento de personal que fueron las limitantes que impuso la empresa para la ejecución de la presente tesis.

Trabajar sobre esta área era necesario por su incidencia en los niveles cuantitativos de desempeño de procesos que apoyan a la toma de decisiones gerenciales, por el número de horas extras enmarcadas en requisitos legales y por el mantenimiento del bienestar de los trabajadores dentro del ambiente laboral.

Un proceso se define como un conjunto de actividades mediante las cuales se transforman insumos en bienes o servicios. La productividad es el cociente entre los resultados de un proceso y los insumos del mismo (Heizer, 2007, p. 16). Por tanto, mediante la gestión del proceso, se tiene una incidencia directa en los índices de productividad. Al requerir la problemática de esta investigación, el incidir sobre este índice, la gestión de procesos se convirtió en parte de las soluciones planteadas, corroborando que esta herramienta se haya generalizado en su utilización para la administración operativa a nivel industrial (Imai, 2013, p. 55).

Adicionalmente, se debe considerar que la mayor parte de los procesos productivos poseen cuellos de botella, los mismos que disminuyen la productividad del centro de trabajo y de toda la operación (Heizer, 2001, p. 213; Krajewski, 2008, p. 304); es por ello, que el incluir la identificación y control de cuellos de botella en la gestión de procesos, permite reducir sus consecuencias como la formación de inventarios (que representa un costo financiero), entre otras deficiencias (Cuatrecasas, 2011, p. 27).

El Código Laboral Ecuatoriano (2005), en el capítulo V, artículo 55, indica que “Las horas suplementarias no podrán exceder de cuatro en un día, ni de doce en la semana”; además en el artículo 56, se resalta como prohibición que “Ni aún por contrato podrá estipularse mayor duración de trabajo diario que la establecida en el artículo que antecede”. Considerando este marco legal, dentro de las opciones que las empresas escogen para aumentar su capacidad de producción, se encuentra la de incrementar la jornada laboral, con el consecuente incremento de horas extras. Esta decisión debe considerar el cumplimiento del límite máximo permitido por la ley laboral mencionada anteriormente, además de evaluar el costo que este aumento representa para la compañía, el desgaste que incide en los trabajadores por la extensión de su jornada laboral normal y el impacto que esto puede generar sobre la productividad (Heizer, 2001, p. 119).

La Teoría de Restricciones (TOC por sus siglas en inglés) fue desarrollada por Eliyahu Goldratt, considerado un gurú de la industria por la Revista Fortune. Esta

teoría se enfoca en el análisis de las actividades que pueden impedir el progreso de maximizar una meta dentro de un proceso productivo. Su clave radica en que los niveles de rendimiento, como la productividad, se controlan a través de la programación de cuellos de botella para aumentar la capacidad productiva del proceso. En este desarrollo de mejora continua se requiere aplicar el sentido común y la lógica para alcanzar una meta (Goldratt, 2004, p. 39 - 41). Por estas características vinculadas a los objetivos de esta investigación, se eligió aplicar esta metodología para el mejoramiento del proceso de etiquetado.

La presente tesis está dividida en cuatro capítulos: en el primero se encuentra el resumen bibliográfico de los temas relacionados con el trabajo desarrollado, en el segundo se indica la metodología aplicada para la ejecución de la investigación, en el tercero se presentan los resultados de la implementación, focalizados en las mejoras obtenidas en el caso de estudio, incluyendo la discusión de los mismos y, finalmente, en el capítulo cuarto se enuncian las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 GESTIÓN DE PROCESOS

1.1.1 TERMINOLOGÍA EN GESTIÓN DE PROCESOS

Un proceso es un conjunto de actividades secuenciales que llevan a un resultado. En el caso específico de la producción es un conjunto de operaciones que transforman un insumo en un producto (Evans, 2014, p.205).

Los procesos están compuestos por tres elementos (Pérez, 2013, p.52-53):

- a) Input (entrada): es un “producto” de otro proceso que puede ser interno o externo como el caso de un proveedor que cumple con características específicas para ser aceptado.
- b) La secuencia de actividades: que requiere de medios y recursos que satisfacen ciertos requisitos para su ejecución.
- c) Output (salida): es el producto del proceso que cumple con los estándares definidos por la compañía.

Los factores de un proceso como se indican en la figura 1.1, son (Pérez, 2013, p.55):

- a) Personas: Se refiere al líder y al conjunto de personas que forman parte del proceso, todos deben tener el conocimiento, las habilidades y las actitudes apropiadas.
- b) Materiales: Se refiere a la materiales primas o semielaboradas, así como, a la información.

- c) Recursos Físicos: Involucra instalaciones, maquinaria, hardware y software.
- d) Métodos/Planificación del proceso: Relaciona los métodos de trabajo, procedimientos, hojas de procesos, entre otros, describiendo la forma de utilizar los recursos.
- e) Medio ambiente: Se refiere al entorno donde se realiza el proceso.

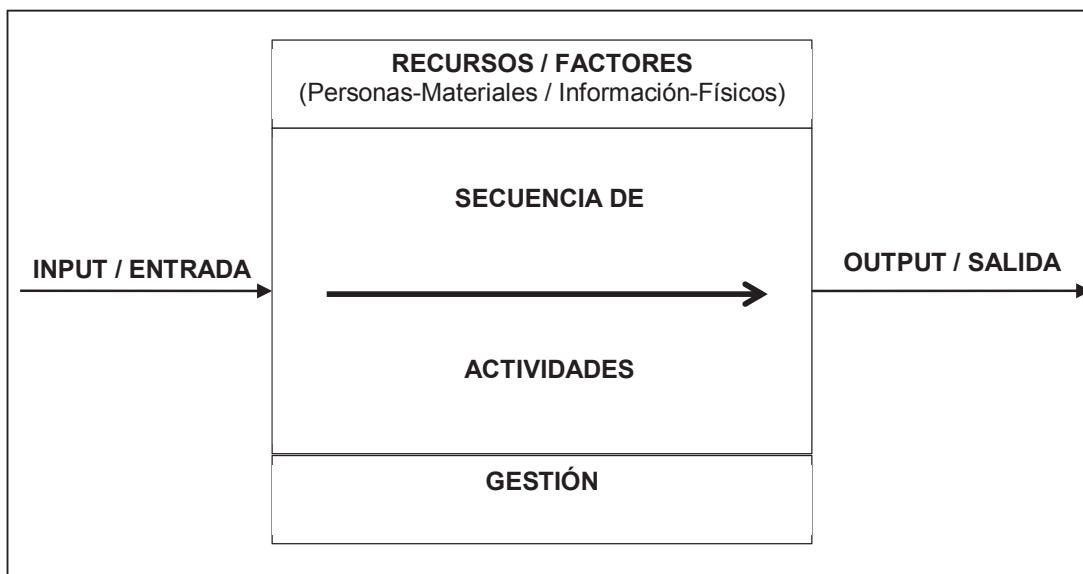


Figura 1.1 Factores de un Proceso
(Pérez, 2013, p.55)

La gestión de procesos es una técnica de mejora continua que tiene como objetivo cumplir con la estrategia del negocio y aumentar la satisfacción del cliente, que involucra a todas las personas de la organización (Pérez, 2010, p. 37). Es una forma sistemática de identificar, comprender y aumentar el valor agregado de los procesos de la empresa (Bravo, 2009, p. 22). Manejar procesos documentados, actualizados y consistentes, permite encontrar mejoras a lo que se ha venido haciendo e incluso llegar a un rediseño del proceso (Bravo, 2009, p. 42-46).

La gestión de procesos debe diseñar, controlar y mejorar los procesos:

- a) Diseñar: El objetivo es crear un proceso que satisfaga los requerimientos de los clientes internos y externos tomando en cuenta los factores de calidad, productividad, seguridad, medio ambiente y capacidad (Evans, 2014, p.213).

Una de las herramientas utilizadas en el diseño es el diagrama de flujo que permite crear una imagen de cada paso del proceso con lo cual se puede definir, analizar, estandarizar y encontrar puntos de mejora (Chang, 2000, p.49).

- b) Controlar: Es la gestión que permite que un proceso funcione en forma estable permitiendo realizar las correcciones necesarias. Esta tarea es responsabilidad de quien realiza el trabajo directamente, en el caso de la producción corresponde a los operadores de la planta (Evans, 2014, p.222). En todo proceso debe aplicarse un sistema de control que indique su funcionamiento (Pérez, 2013, p.53).

Un sistema de control consta de 4 elementos (Evans, 2014, p.222):

- Estándar o meta: Es un valor medible definido en el diseño y en la planificación.
 - Procedimiento de medida de los valores: Se refiere a como se van a realizar las mediciones del estándar.
 - Herramienta que permita comparar los resultados con el estándar: Se relaciona con la aplicación de herramientas estadísticas.
 - Capacidad de reacción en caso de necesitar realizar correcciones.
- c) Mejorar: Consiste en conocer al proceso para identificar donde se puede actuar y mejorarlo. Incluye calidad, productividad, costos, es decir todos los aspectos que maneja una empresa y que sean útiles para su desempeño.

Existen varios métodos para aplicar la mejora de procesos que por lo general se desarrollan cuando la operación presenta uno o varios de los siguientes inconvenientes (Krajewski, 2008, p.121):

- Entregas a destiempo.
- No se cumple con los parámetros de calidad definidos.
- Son costosos.
- Existe un cuello de botella originando acumulación de producto.
- Las tareas que conforman el proceso originan contaminación o aportan con poco valor agregado.

1.1.2 MEJORAMIENTO CONTINUO PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD DE UN PROCESO

El estudio de la capacidad de un proceso es sistemático y consiste en obtener información específica para determinar cómo se desempeña un proceso en condiciones de operación real, para lo cual se consideran los siguientes pasos (Evans, 2000, p. 595 – 598):

- Escoger una máquina o una estación de trabajo.
- Definir las condiciones del proceso.
- Seleccionar a un operador representativo.
- Proporcionar materias primas que sean de grado estándar, con volumen suficiente para un estudio sin interrupciones.
- Especificar el método de medición.
- Proporcionar un método de registro de mediciones sobre las unidades producidas.

Una vez calculada y analizada la capacidad de un proceso es importante encontrar acciones de mejora, basados en las causas raíces identificadas, como pueden ser el rediseño de la estación de trabajo, la necesidad de mejorar la

competencia del personal y/o requerir nuevo personal, la adquisición de nuevos equipos, la optimización de la programación de actividades, entre otros.

Finalizadas las acciones de mejora, se debe confirmar la efectividad de las acciones tomadas, estandarizar e iniciar un nuevo proyecto de mejora (Kume, 2008, p. 194).

Dentro de las opciones que las empresas consideran para aumentar su capacidad de producción es incrementar la jornada laboral, que origina horas extras. Esta decisión debe considerar el cumplimiento del límite máximo permitido por la ley, el costo para la compañía, el desgaste para los trabajadores y el impacto sobre la productividad (Heizer, 2001, p. 119).

1.1.3 CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS

1.1.3.1 Medidas de Tendencia Central y Variación

Las medidas de tendencia central y variación se utilizan para caracterizar un conjunto de datos (Berenson, 2001, p.72).

Dentro de las medidas de tendencia central más utilizadas se encuentra la media que es el promedio aritmético (Montgomery, 2002, p.16):

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad [1.1]$$

Donde:

\bar{x} = media

n = número de datos

x_i = datos

Ya que las medidas de tendencia central no dan la información completa para describir datos se utilizan las medidas de dispersión dentro de las cuales se maneja (Montgomery, 2002, p.24-28):

a) Varianza

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} \quad [1.2]$$

Donde:

σ^2 = varianza

x_i = datos

\bar{x} = media

n = número de datos

b) Desviación Estándar

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} \quad [1.3]$$

Donde:

σ^2 = varianza

c) Coeficiente de variación

$$\text{C.V.} = \frac{\sigma}{\bar{x}} \quad [1.4]$$

Donde:

C.V. = coeficiente de variación

σ = desviación estándar

\bar{x} = media

La variación ya sea de los productos o de los métodos de producción origina un cambio en la productividad. Una manera eficaz de encontrar las causas de dicha variación e implementar mejoras es el uso de herramientas estadísticas (Kume, 2008, p.1-7).

1.1.3.2 Herramientas para el Control Estadístico de Procesos

Dentro de las herramientas estadísticas que tienen como objetivo reducir sistemáticamente la variación de los procesos se encuentran (Vilar, 2005, p.16):

- El análisis de Pareto.
- La tormenta de ideas.
- El diagrama de causa-efecto.
- Cartas de control.
- Diseño de experimentos.
- Índices de capacidad de los procesos.

A continuación se describen tres de ellas:

a) Tormenta de ideas

La tormenta de ideas es una técnica utilizada para trabajar en equipo con la finalidad de lograr la participación de todos los involucrados en un proceso, mediante el aporte de ideas (Rey, 2003, p.68).

Para aplicar esta técnica se debe considerar lo siguiente (Rey, 2003, p.69):

- El proceso que se va a analizar debe ser conocido y comprendido por todos los miembros del equipo.
- Se deben tomar en cuenta todas las ideas.
- Todos los miembros del equipo deben tener la misma oportunidad de expresarse.

- El líder debe mantener la atención de todos los miembros del equipo para que aporten con ideas.

La tormenta de ideas al ser una técnica fácil de aplicación permite que los operadores, quienes son las personas que más conocen del proceso, puedan colaborar en la mejora continua (Rey, 2003, p.69).

Las reglas a seguir para la tormenta de ideas son las siguientes (Rey, 2003, p.70-71):

- El líder debe incentivar todas las ideas incluso las que parezcan sin sentido.
- Se deben prohibir los juicios de valor.
- Se deben combinar las ideas para encontrar mejores.
- Se debe motivar para que haya la mayor cantidad de ideas posibles.
- Se deben clasificar las ideas por categorías.

b) Diagrama de Causa-Efecto

El diagrama causa-efecto es utilizado para relacionar un efecto con todas sus posibles causas. También es llamado “Diagrama de Espina de Pescado” por su forma como se puede observar en la figura 1.2 (Arnoletto, 2007, p.70).

El análisis de este diagrama se puede dividir en tres etapas (Arnoletto, 2007, p.70):

- Conocimiento del efecto.
- Construcción del Diagrama.
- Análisis de las causas encontradas.

El procedimiento para la elaboración del diagrama de causa-efecto se describe a continuación (Kume, 2008, p.32-33):

- Escoger el efecto que se va a analizar.
- Buscar todas las causas posibles que están originando el efecto para lo cual se puede utilizar la tormenta de ideas.
- Agrupar las causas por afinidad.
- Presentar las causas en forma jerarquizada, es decir existen las causas primarias cada de las cuales está formada por causas secundarias y éstas a su vez por terciarias.

Las causas primarias pueden ser las conocidas como las 6M (mano de obra, maquinaria, materiales, métodos, medio ambiente y medición) (Cuatrecasas, 2011, p.699).

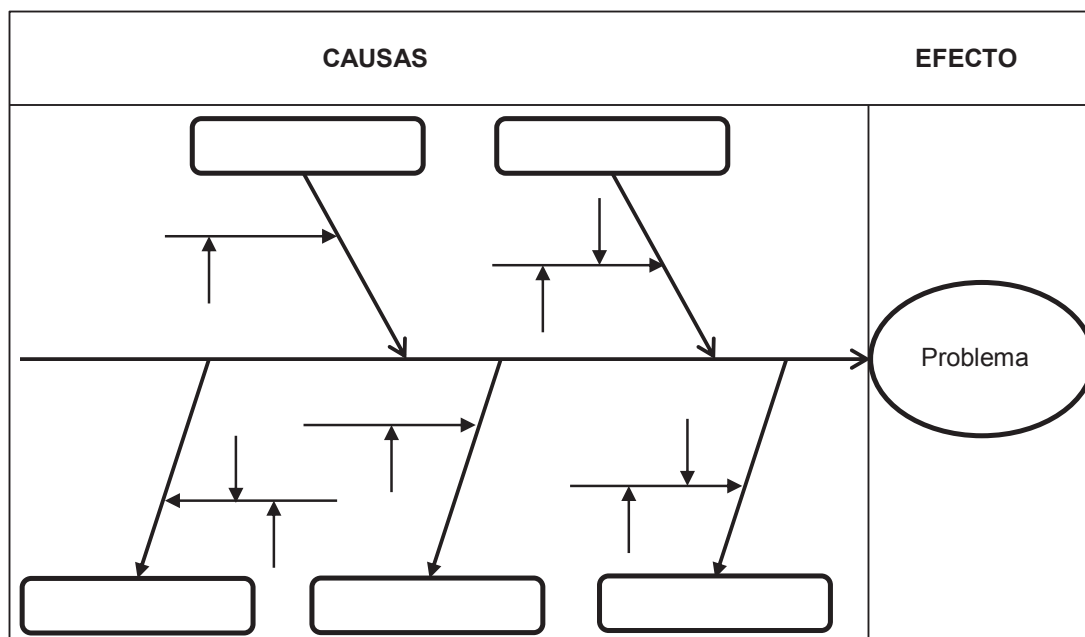


Figura 1.2 Diagrama Causa – Efecto

c) Cartas de Control

La carta de control es una herramienta que permite visualizar la variabilidad de un proceso con el paso del tiempo, facilitando de esta manera la implementación de mejoras (Gutiérrez, 2013, p.174).

Un proceso se lo puede calificar como estable o inestable de acuerdo a la causa de la variación. En el primer caso, el proceso funciona con causas comunes, aquellas que son difíciles de identificar y eliminar. En el segundo caso existen causas especiales de variación, aquellas que no están siempre en el proceso y pueden ser eliminadas (Gutiérrez, 2013, p.174).

El principal objetivo de una carta de control es analizar el proceso a través del tiempo para identificar las causas de la variación y tomar acciones de control y mejora. Este estudio se lo puede realizar a variables de salida, entrada y del proceso mismo (Gutiérrez, 2013, p.176).

Una carta de control está formada por: el estadístico que puede ser, por ejemplo, un rango, una media o un porcentaje; los límites de control inferior y superior que indican el inicio y el fin del rango de variación; y la línea central que es la media. Los límites de control no son los valores ideales a los que se quiere llegar en el proceso ya que nacen de la variación del estadístico que se indica en la carta (Gutiérrez, 2013, p.176-177).

El modelo general de una carta de control es (Gutiérrez, 2013, p.177):

$$LCI = \mu_w - 3\sigma_w \quad [1.5]$$

$$LC = \mu_w \quad [1.6]$$

$$LCS = \mu_w + 3\sigma_w \quad [1.7]$$

Donde:

LCI = límite de control inferior

LC = línea central

LCS = límite de control superior

W = estadístico que se está graficando

μ_w = media del estadístico W

σ_w = desviación estándar del estadístico W

Se manejan dos tipos de cartas de control: para variables y para atributos. Las cartas para variables se emplean en características continuas y para atributos en aquellas donde la variable se califica como conforme o no conforme (Gutiérrez, 2013, p.178). En la figura 1.3 se presenta un ejemplo de carta de control.

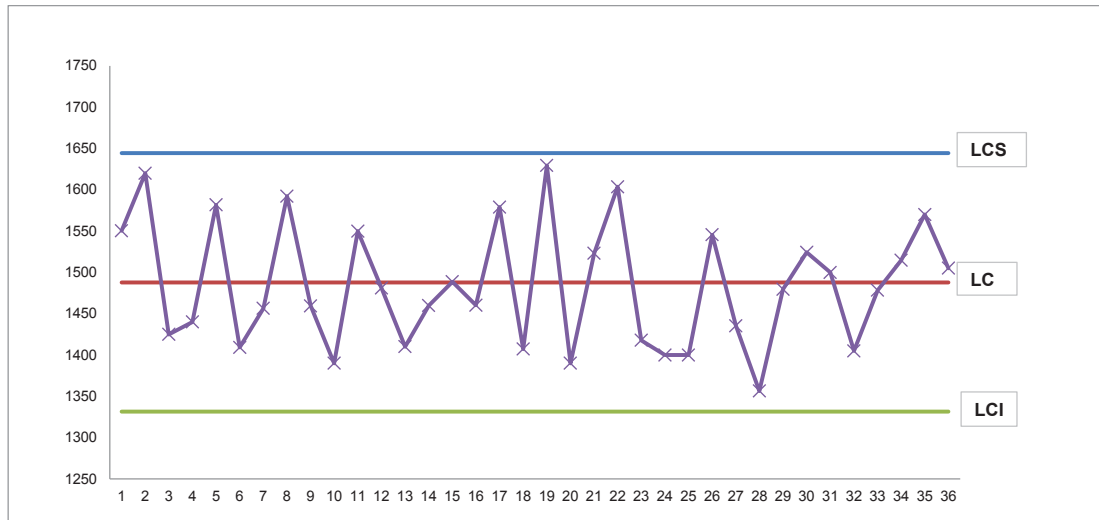


Figura 1.3 Ejemplo de una Carta de Control

Dentro de las cartas de control para variables se encuentran las cartas de individuales que se utilizan para evaluar procesos lentos como son (Gutiérrez, 2013, p.193):

- Procesos químicos por lotes.
- Procesos de fermentación y destilación.
- Mediciones de variables que se obtienen día a día como por ejemplo, productividad, consumo de servicios básicos, entre otros.

Para calcular los límites de control de cartas de individuales, se aplica el modelo general y si se cuenta con pocos datos se utilizan las siguientes fórmulas (Gutiérrez, 2013, p.193):

$$\mu_x = \bar{X} \quad [1.8]$$

$$\sigma_X = \frac{\bar{R}}{d_2} \quad [1.9]$$

Donde:

X = estadístico

\bar{X} = media del estadístico X

\bar{R} = media de los rangos móviles de orden 2

d_2 = valor dado en las tablas de factores para la construcción de cartas de control

Para la interpretación de las cartas de control se deben considerar los siguientes criterios (Kume, 2008, p.105-107):

- Puntos fuera de los límites de control.
- Racha: Puntos consecutivos en un solo lado de la línea central; hasta 7 puntos se considera normal.
- Tendencia: Puntos consecutivos que forman una línea ascendente o descendente.
- Aproximación a los límites de control: 2 a 3 puntos consecutivos salen de las líneas de $\pm 2\sigma$.
- Aproximación a la línea central: La mayoría de los puntos están dentro de $\pm 1.5\sigma$.
- Periodicidad: Los puntos tienen ascensos y descensos en intervalo parecidos.

1.1.4 ESTUDIO DE LOS MÉTODOS DEL TRABAJO

El estudio de los métodos del trabajo ayudan a relacionar correctamente los recursos económicos, materiales y humanos para aumentar la productividad (García, 2005, p.33).

Los objetivos de un estudio de métodos son (García, 2005, p.35):

- Mejorar los procesos y procedimientos.
- Mejorar la distribución del centro de trabajo.
- Mejorar las condiciones de los trabajadores.
- Optimizar recursos.

La metodología del estudio de métodos consta de los siguientes pasos (García, 2005, p.36-39):

- Seleccionar el trabajo: Analizar desde el punto de vista humano, económico y funcional del trabajo que es lo que se desea mejorar.
- Registrar los detalles del trabajo: El objetivo es conocer el trabajo llevando un registro del proceso. Se pueden utilizar diagramas de operaciones, diagramas hombre-máquina, etc.
- Analizar los detalles del trabajo: Para lo cual se hacen una serie de preguntas con el fin de saber si el lugar, la secuencia, la persona y la forma de trabajar son las indicadas.
- Desarrollar un nuevo método para hacer el trabajo: Lo que puede llevar a eliminar, cambiar, cambiar y reorganizar o simplificar la forma como actualmente se realiza el trabajo.
- Adiestrar a los operadores en el nuevo método de trabajo.
- Aplicar el nuevo método de trabajo.

1.1.4.1 Medición del Trabajo

La medición del trabajo es un método que aplica varias técnicas para definir el tiempo que un trabajador invierte en realizar una tarea, con el fin de aumentar la eficiencia y determinar estándares (García, 2005, p.177-178).

La medición del trabajo es una herramienta valiosa para la elaboración de los planes de producción ya que permite saber el tiempo que se demora un trabajador en realizar una tarea y si lo está realizando en forma eficiente.

Además, permite realizar un análisis de los costos de la mano de obra (García, 2005, p.178).

1.1.4.2 Técnicas para medir el trabajo

Dentro de las principales técnicas que se encuentran para medir el trabajo se tienen (García, 2005, p.184):

- Estimación de datos históricos.
- Medición de tiempos con cronómetro.
- Descomposición en micromovimientos de tiempos predeterminados (MTM, MODAPTS, técnica MOST).
- Método de las observaciones instantáneas (muestreo de trabajo).
- Datos estándar y fórmulas de tiempo.

Todas estas técnicas llevan a calcular el tiempo estándar de un proceso (García, 2005, p.184).

1.1.4.3 Estimación de Datos Históricos

El tiempo estándar se puede determinar en base a la experiencia histórica. Esta técnica es relativamente fácil y económica. Los datos se encuentran comúnmente en las fichas de tiempos de los trabajadores o en los formularios de producción (Heizer, 2007, p. 516).

1.1.4.4 Muestreo de Trabajo

El muestreo de trabajo es una técnica desarrollada en Inglaterra por L. Tippett en 1930. Consiste en determinar el porcentaje de tiempo que un trabajador dedica a diferentes tareas. Su principal objetivo es determinar la distribución del tiempo del

trabajador con lo cual se pueden calcular costos de los procesos, reasignar responsabilidades, entre otros usos. (Heizer, 2007, p. 525).

La metodología consiste en (Heizer, 2007, p. 525):

- Plantear una hipótesis del valor del parámetro que se va a determinar.
- Calcular el tamaño de la muestra.
- Elaborar un plan de muestreo. El horario de las observaciones se determinan utilizando el concepto de números aleatorios.
- Observar y registrar las actividades de los trabajadores.
- Calcular el porcentaje.

Para calcular el tamaño de la muestra se utiliza la siguiente fórmula (Heizer, 2007, p. 525):

$$n = \frac{z^2 p(1-p)}{h^2} \quad [1.10]$$

Donde:

n = tamaño de la muestra

z = desviación estándar normal para el nivel de confianza deseado

p = valor hipotético de la proporción muestreada

h = nivel de error aceptable en tanto por ciento

En esta técnica no se evalúa el tiempo que el trabajador se demora realizando una tarea sino el porcentaje del tiempo que dedica a esta tarea (Heizer, 2007, p. 526).

1.1.5 ANÁLISIS DE COSTOS POR PROCESOS

El análisis de costos por procesos significa un análisis financiero en base a las actividades. Se fundamenta en que la producción es un proceso integrado que

inicia desde la llegada de las materias hasta la entrega del producto final (Drucker, 2003, p.5).

El cálculo de costos por actividades mide los costos de no hacer, como son los tiempos muertos de la maquinaria, la no llegada de las materias primas, el stock en tránsito y los reprocesos o productos dañados, permitiendo un control de resultados (Drucker, 2003, p.9).

1.2 METODOLOGÍAS PARA LA MEJORA DE PROCESOS

La mejora de un proceso consiste en identificar correctamente el problema, encontrar soluciones e implementarlas, para satisfacer, a la vez, los requerimientos tanto de los clientes internos como de los externos (Evans, 2014, p. 463).

Con este fin a lo largo del tiempo han nacido varias metodologías con diferentes enfoques pero que comparten puntos en común como (Evans, 2014, p. 463):

- Definir y analizar el problema en base a información.
- Generar soluciones con la participación de todos los involucrados.
- Evaluar las soluciones para encontrar la mejor que logre solucionar el problema.
- Implementar las soluciones.

Dentro de las metodologías que se han utilizado en las diferentes organizaciones se tiene Lean (procesos esbeltos), Seis Sigma, Teoría de las Restricciones, Ciclo de Deming, Método Kaizen, entre otros.

Antes de aplicar cualquier metodología se debe sembrar en el personal una filosofía de mejora continua que debe considerar los siguientes pasos (Krajewski, 2008, p.121):

- Capacitación al personal en manejo de herramientas de control estadístico.
- Armar equipos de trabajo que logren la integración de los operarios.
- Utilizar herramientas para la resolución de problemas.
- Fomentar en los operarios un sentimiento de pertenencia.

1.2.1 CICLO DE DEMING

“El ciclo de Deming es una adaptación sencilla del método científico para la mejora de los procesos”. En 1939, Walter Shewhart lo mostró como una herramienta de tres pasos y en 1950 Deming modificó esta idea y la indicó en el Japón (Evans, 2014, p. 463).

El ciclo de Deming es dinámico y puede aplicarse en cualquier proceso de una empresa. Como se indica en la figura 1.4 consta de cuatro etapas (Pérez, 2007, p.50-51):

- a) Planear: Consiste en definir una meta, realizar un diagnóstico de la situación actual, encontrar el problema y armar un plan de mejora.
- b) Hacer: Consiste en ejecutar el plan de acción con la implementación de un sistema de control que permita obtener datos.
- c) Verificar: En esta etapa se analizan los datos obtenidos con lo planificado mediante un indicador.
- d) Actuar: Si los datos obtenidos son satisfactorios se documenta la información y se vuelve a trabajar en otro problema, si no lo son, se continua analizando el problema inicial y se da inicio al ciclo otra vez.

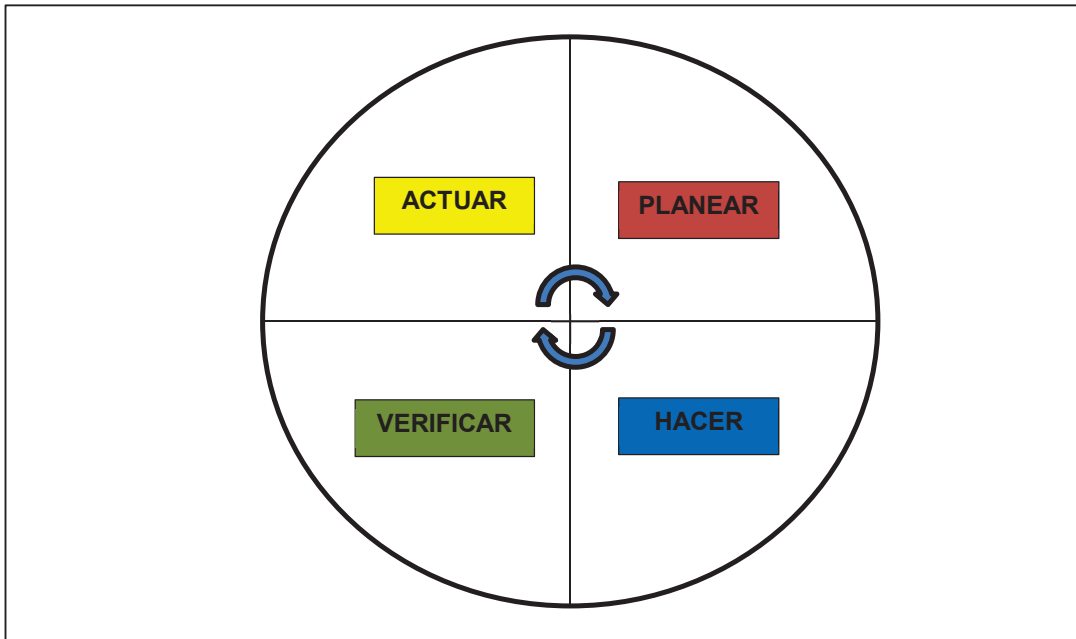


Figura 1.4 Ciclo de Deming

La aplicación del ciclo de Deming permite resolver problemas mediante la identificación de las causas y su disminución o eliminación, permitiendo una mayor eficiencia y eficacia de los procesos (Mora, 2003, p.341).

1.2.2 MÉTODO KAIZEN

En 1993 el diccionario inglés The New Shorter Oxford English Dictionary define la palabra kaizen como “mejora continua de las prácticas en el trabajo, eficacia personal, etc., como filosofía empresarial” (Imai, 2014, p.1).

La filosofía kaizen se basa en el esfuerzo que las personas debemos realizar para alcanzar mejoras continuas en la vida. Al trasladar este concepto al campo laboral se refiere a mejoras que todos los miembros de una empresa deben realizar para la mejora de los procesos que implica relativamente pocos recursos. Estas mejoras son pequeñas y acumulativas, por lo que los resultados se ven a largo plazo (Imai, 2014, p.1-2).

El kaizen es un concepto que abarca productividad, control total de la calidad, cero defectos, el just in time y sistema de sugerencias (Imai, 2014, p.2).

Para aplicar esta filosofía se deben tener claros los siguientes conceptos (Imai, 2014, p.2-7):

- a) El kaizen y la gestión empresarial: Como se observa en la figura 1.5, la gestión tiene dos funciones importantes, el mantenimiento y la mejora. El mantenimiento se refiere a mantener los estándares y la mejora a superarlos.

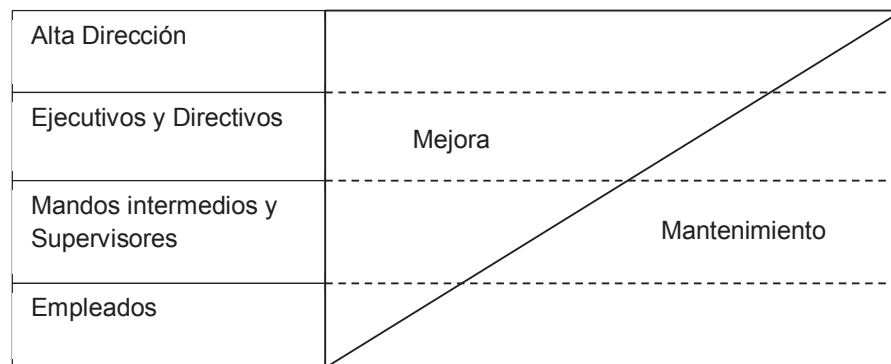


Figura 1.5 Percepciones japonesas sobre funciones asociadas a puestos de trabajo (Imai, 2014, p.7)

La figura 1.6 indica como dentro de la mejora se hace una clasificación: innovación y kaizen, la primera significa una mejora drástica y el kaizen se refiere a pequeñas mejoras, fruto de esfuerzos continuos (Imai, 2014, p.13).

Alta Dirección	Innovación
Ejecutivos y Directivos	Kaizen
Mandos intermedios y Supervisores	Mantenimiento
Empleados	

Figura 1.6 Tipos de Mejora
(Imai, 2014, p.13)

- b) Procesos versus resultado: el método kaizen se centra en la mejora de procesos para mejorar los resultados.
- c) Aplicar el ciclo de Deming (PDCA) / y el ciclo estandarizar-realizar-comprobar-actuar (SDCA): antes de implementar el ciclo Deming hay que asegurarse que el proceso esté estable por lo que primero se debe aplicar el ciclo SDCA para estandarizar y estabilizar los procesos.
- d) Poner la calidad ante todo: compromiso con la calidad no solo en los productos sino también en los procesos.
- e) Hablar con datos en mano: manejar datos objetivos.
- f) El siguiente proceso es el cliente: el cual puede ser interno o externo.

Como se indica en la figura 1.7, el kaizen es sinónimo de mejora que involucra la calidad, los costos y la entrega para satisfacer al cliente (Imai, 2014, p.10-11).

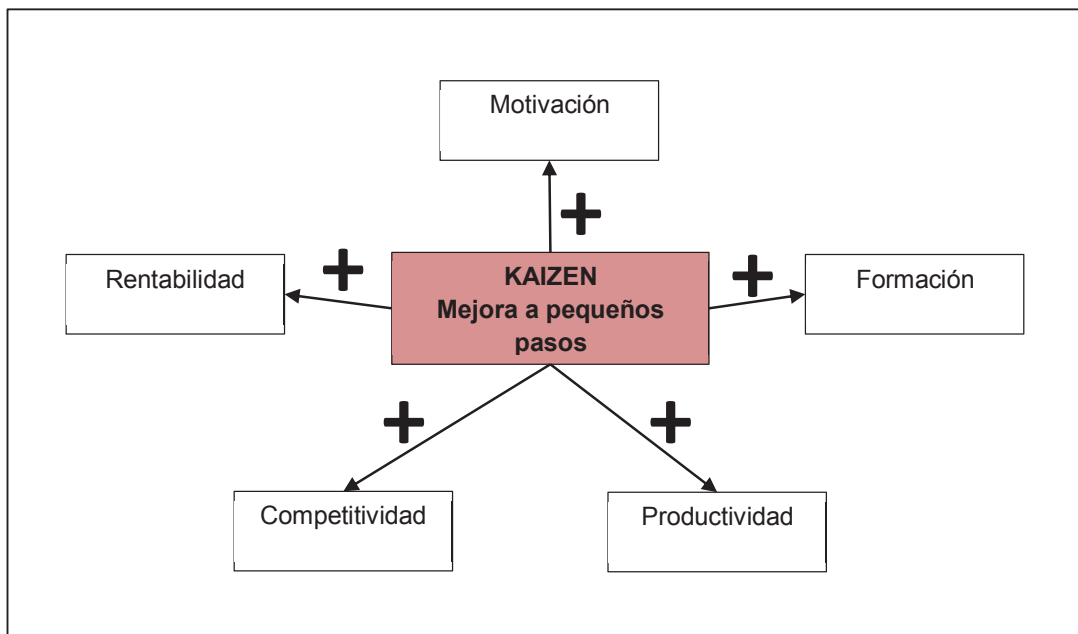


Figura 1.7 Mejoras con el Método Kaizen

1.2.3 LEAN SIX SIGMA

La metodología *Lean Six Sigma* se basa en la eliminación de desperdicios utilizando varas herramientas como TPM, 5S o SMED. Las bases de su filosofía son: la mejora continua, el control total de la calidad, la eliminación de desperdicios, el utilización de todo el potencial a lo largo de la cadena de valor y la participación del personal (Rajadell, 2010, p.1).

El *lean manufacturing* tiene como objetivo la mejora de los procesos de producción eliminando los desperdicios que son aquellas actividades que no aportan al producto y que el cliente no está dispuesto a pagar (Rajadell, 2010, p.2).

Las siete formas clásicas de desperdicio se resumen en la figura 1.8 (Martin, 2015, p.90):

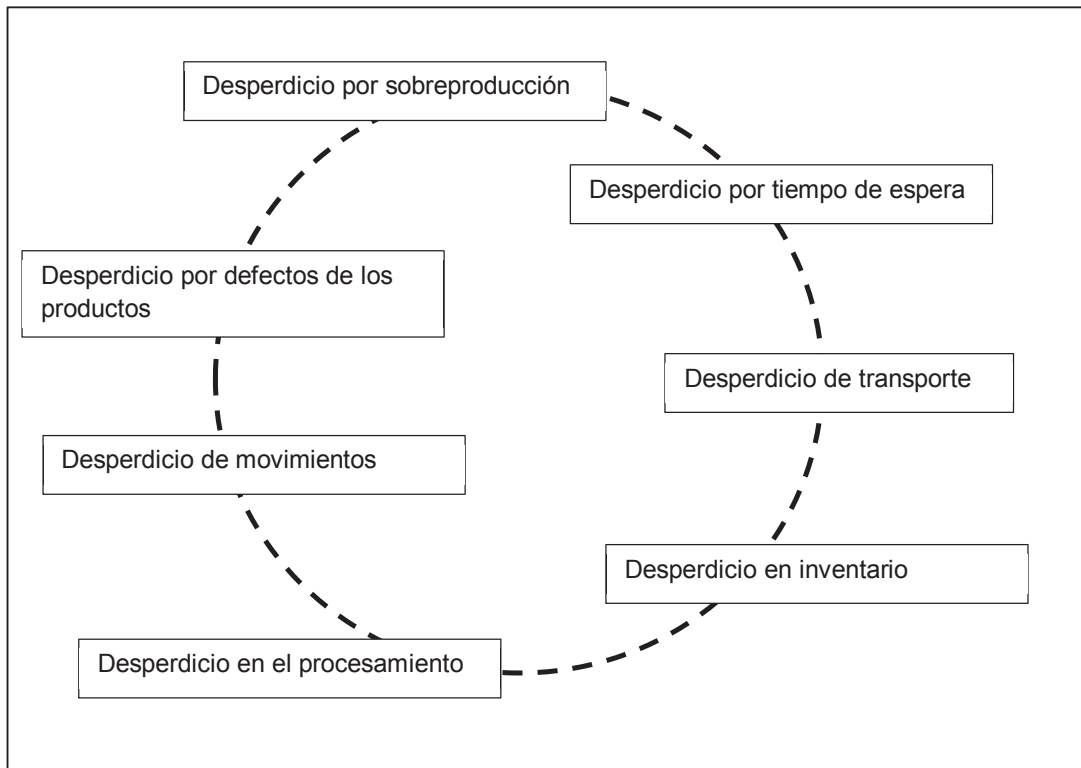


Figura 1.8 Los siete tipos principales de desperdicio en los procesos
(Martin, 2015, p.90)

Lean y *Six Sigma* son metodologías de mejora de los procesos que reducen o eliminan uno o varios de los siete tipos de desperdicios. *Lean* se basa en la voz del cliente para analizar un proceso, determinar aquello que no da valor agregado y eliminarlo. *Six Sigma* aplicando sus cinco fases: definir, medir, analizar, mejorar y controlar se centra en el análisis estadístico de los datos (Martin, 2015, p.94).

1.2.4 TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES

La teoría de las restricciones nace con el libro “La Meta” en 1984; muchas personas la consideran como un método eficaz para implementar o mejorar la capacidad de los procesos conjuntamente con el uso de otras herramientas de control (Chapman, 2006, p.219).

La teoría de las restricciones se fundamenta en que la fabricación de un producto se basa en una serie de procesos vinculados, cada uno de los cuales maneja una capacidad y en la mayoría de los casos hay un proceso que retrasa la operación en conjunto (Chapman, 2006, p.219).

El elemento que demora el proceso toma el nombre de restricción o cuello de botella y es aquel que impide que la compañía cumpla su objetivo (Chapman, 2006, p.220).

El punto de partida para aplicar la teoría de las restricciones es tener clara la meta de la compañía que, para el caso de una empresa de manufactura, es “Ganar dinero”. Todo el trabajo que se realice sobre la productividad tiene que estar enfocado en alcanzar dicha meta. Es puro sentido común (Goldratt, 2004, p.39-73).

La meta de “ganar dinero” puede ser expresada con los siguientes parámetros: throughput, inventario y gasto de operación. Throughput es la rapidez como la empresa genera dinero por medio de las ventas, el inventario es el dinero que la empresa ha invertido para fabricar productos que desea vender, y el gasto de operación es el dinero que la empresa gasta para transformar el inventario en throughput (Goldratt, 2004, p.73-76).

La meta por tanto se traduce a reducir el inventario y el gasto de operación al mismo tiempo que aumenta el throughput (Goldratt, 2004, p.105).

El desarrollo de la Teoría de las Restricciones se resumen en cinco pasos que se indican en la figura 1.9 (Kofman, 2007, p.242):

- Paso 1: Identificar la Restricción.
- Paso 2: Explotar la restricción.
- Paso 3: Subordinar todos los procesos a la restricción.
- Paso 4: Elevar la restricción.
- Paso 5: Mejora continua, regresar al paso 1.

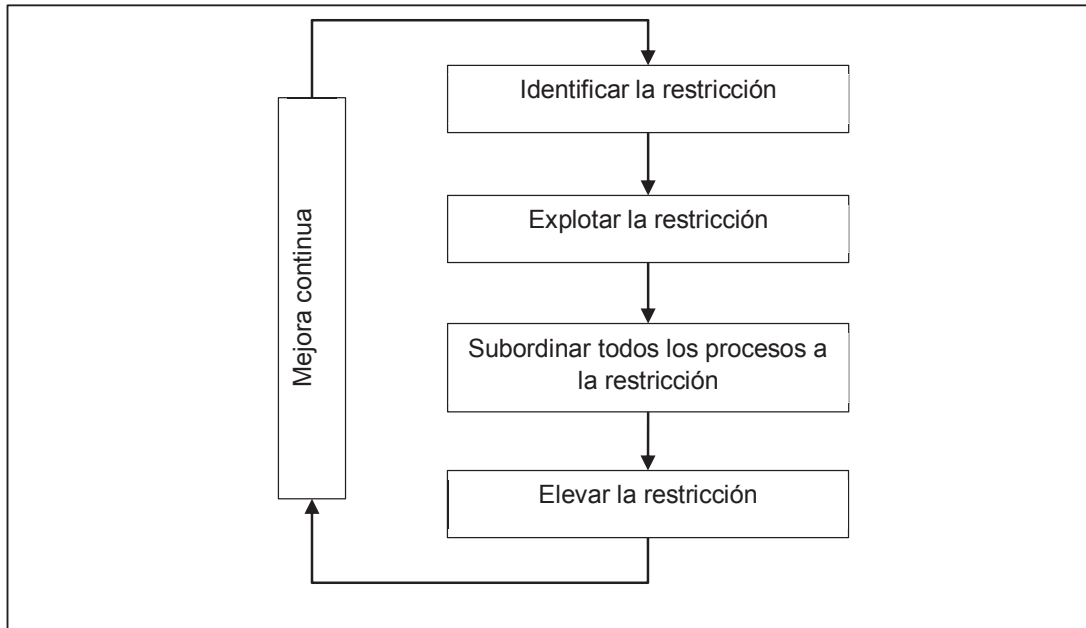


Figura 1.9 Pasos en la Teoría de las Restricciones
(Kofman, 2007, p.242)

Identificar los cuellos de botella ayuda a manejar de otra manera los recursos, el aumentar su capacidad significa aumentar la capacidad de toda la planta y a su vez el tiempo perdido de la restricción es tiempo perdido para todo el sistema productivo (Goldratt, 2004, p.167-191).

Una manera de aumentar la capacidad del cuello de botella es hacerla trabajar en los productos que van a aportar al throughput o descargando parte de su trabajo a otros procesos que no son cuello de botella (Goldratt, 2004, p.192).

Una de las consecuencias de los cuellos de botella es la formación de inventarios los cuales representan un costo financiero, no permiten llevar un control del proceso y esconden deficiencias (Cuatrecasas, 2003, p. 27).

1.2.5 EQUIPOS DE CALIDAD COMO HERRAMIENTA EN METODOLOGÍAS DE MEJORA

En cualquier metodología de mejora de procesos que se aplique, la participación de los empleados es fundamental. Dentro de esta línea existen cuatro formas de participación: administración participativa, participación representativa, círculos de calidad y planes de propiedad de acciones para los empleados (Robbins, 2009, p.195).

El círculo de calidad es una herramienta que reúne a un conjunto de personas que resuelve problemas de su ambiente laboral. Los participantes deben estar capacitados sobre el proceso que van a analizar. También reciben el nombre de equipo de calidad (Singh, 1999, p. 202).

Para tener éxito en los equipos de calidad se recomienda aplicar una o varias de las siguientes estrategias (Singh, 1999, p. 202-205):

- Organizar un comité táctico: formado por los gerentes y los expertos de la calidad dentro de la empresa.
- Establecer expectativas: se refiere a los objetivos que se desean alcanzar.
- Identificar y capacitar a los facilitadores.
- Proporcionar educación: se relaciona con el plan de capacitación de los empleados, como a su ejecución y seguimiento.
- Supervisar el progreso: mediante reportes, programas, minutas y retroalimentación entre los facilitadores y el equipo.
- Promover, reconocer y recompensar.

Los equipos de calidad deben formarse con el personal de todos los niveles de la organización. Los equipos formados por los empleados de planta resolverán los problemas relacionados a sus procesos y así, cada uno de los equipos formados (Singh, 1999, p.205).

1.3 PRODUCTIVIDAD

1.3.1 DEFINICIÓN DE PRODUCTIVIDAD

La productividad es el cociente entre los resultados de un proceso y los insumos del mismo (Heizer, 2007, p. 16). Por tanto, mediante la gestión del proceso, se tiene una incidencia directa en los índices de productividad. Esta visualización ha permitido que, a nivel industrial, se haya generalizado su utilización como una herramienta para la administración (Imai, 2013, p. 55):

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Bienes y/o servicios}}{\text{Insumos utilizados}} \quad [1.11]$$

Dentro del campo de la manufactura la productividad se define de la siguiente manera (García, 2011, p.18):

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Unidades producidas y vendidas (bienes)}}{\text{Instalaciones, maquinaria, materiales y personal (recursos)}} \quad [1.12]$$

Manejar correctamente el concepto de productividad en una empresa significa aprovechar de mejor manera los medios actuales de producción y distribución para lo cual se deben hacer mejoras a los procesos internos que implica la aplicación de técnicas administrativas (García, 2011, p.19).

El aumento de la productividad implica reducir costos de operación que se traduce en mejorar la utilización de la maquinaria, trabajar con personal capacitado, usar materias primas de calidad y organizar los procesos (García, 2011, p.19).

1.3.2 MEDICIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD

La productividad se puede medir utilizando un solo factor productivo en cuyo caso se denomina productividad de un solo factor, por ejemplo unidades producidas divididas para horas de trabajo utilizadas (Heizer, 2007, p. 18).

También se mide la productividad de múltiples factores que implica una mayor visión porque proporciona información más completa; se calcula combinando todos los factores por lo que también se conoce como productividad total de los factores (Heizer, 2007, p. 18).

1.3.3 CONCEPTOS DE EFICIENCIA, EFICACIA Y EFECTIVIDAD

En la figura 1.10 se indican algunos conceptos adicionales que se manejan dentro del ámbito de la productividad y que ayudan a caracterizar un proceso. La eficiencia que es la relación entre los insumos programados y los utilizados, da una idea del correcto uso de los recursos en la producción (García, 2011, p.16-17):

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Insumos programados}}{\text{Insumos utilizados}} \quad [1.13]$$

La eficacia que es la relación entre los productos finales y la meta, indica la buena o mala realización de un producto (García, 2011, p.17):

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{Productos logrados}}{\text{Meta}} \quad [1.14]$$

La efectividad se define como la relación entre eficiencia y eficacia, significa aprovechar bien los recursos obteniendo los resultados esperados (García, 2011, p.17):

$$\text{Efectividad} = \text{Eficiencia} \times \text{Eficacia} \quad [1.15]$$

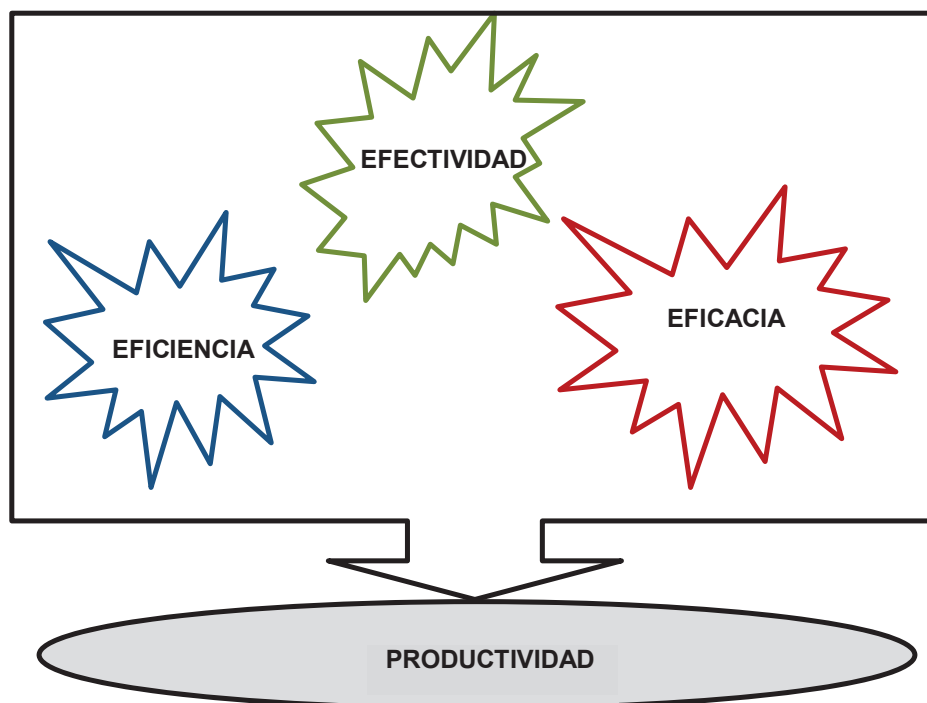


Figura 1.10 Conceptos relacionados con la productividad

1.3.4 FACTORES PARA MEDIR LA PRODUCTIVIDAD

La productividad total de una empresa maneja tres factores: capital, gente y tecnología, que se observan en la figura 1.11. Cada uno de ellos debe rendir al máximo con el menor costo (García, 2011, p.25).

El capital representa la inversión de los componentes físicos de una planta, es decir, la infraestructura, el terreno o la maquinaria. La gente no debe ser considerada únicamente como horas-hombre sino como el factor que mueve toda la producción. Finalmente, la tecnología que está relacionada con la innovación (García, 2011, p.25-29).

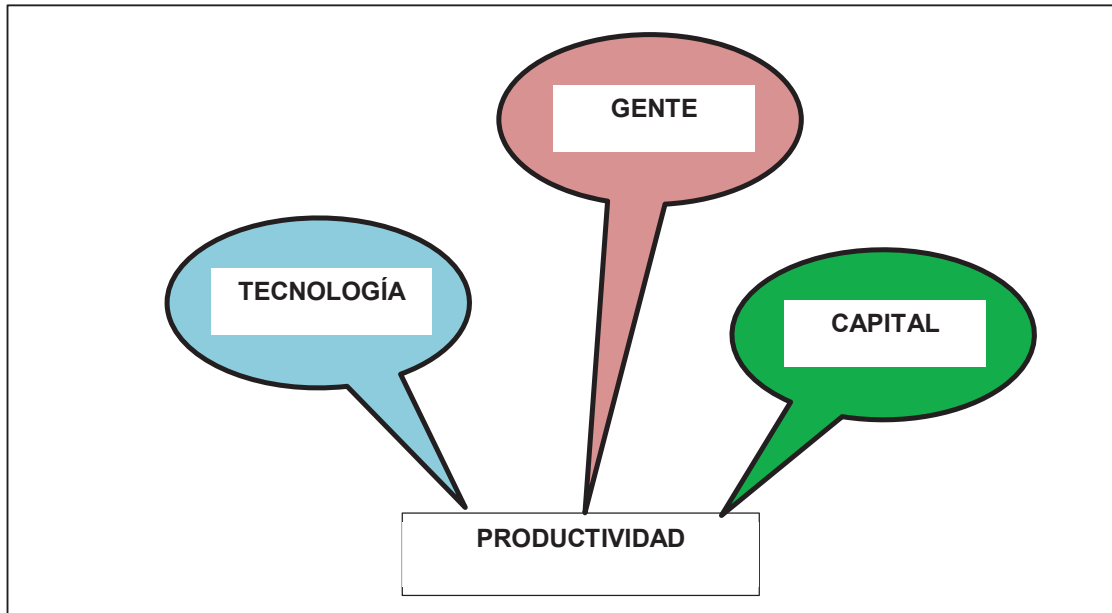


Figura 1.11 Factores para medir la productividad
(García, 2011, p.25-29)

1.3.5 PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN

El aumento de la productividad y la disminución de los costos de operación están relacionados con la planeación, la programación y el control de la producción. Estos tres elementos tienen como objetivos (García, 2011, p.131-132):

- Satisfacer las necesidades de ventas
- Aprovechar los recursos: maquinaria, mano de obra, instalaciones, o materiales.
- Disminuir los tiempos de proceso.
- Controlar la eficiencia.
- Controlar los costos de manufactura.

1.3.5.1 Planeación de la Producción

La planeación permite analizar el proceso para determinar los niveles agregados de fabricación; da la base necesaria para administrar los recursos materiales y la capacidad de la planta al desarrollar el plan maestro de producción, y de esta manera estar alineados con los objetivos estratégicos de la empresa (Vollmann, 2005, p.65).

La planeación maneja cuatro fundamentos: la demanda, la oferta, el volumen y la mezcla. Lo primero a considerarse es el equilibrio entre la demanda y la oferta; cuando la demanda supera a la oferta se ve afectado el cliente ya que la producción no abastece al mercado. Los costos aumentan por las horas extras, la calidad se ve afectada por la premura en la fabricación, en general toda la empresa pierde. De la misma manera, si la oferta es superior a la demanda, hay un incremento de inventarios, pueden darse despidos y disminuyen las utilidades (Vollmann, 2005, p.65-66).

Los otros dos fundamentos, el volumen y la mezcla, se los considera por separado cuando se trata de la planeación y control de la producción. El volumen se refiere a las decisiones sobre la cantidad que se debe fabricar y las tasas de producción para las diferentes líneas de productos. La mezcla se relaciona con el producto específico que se va a fabricar, con el orden de fabricación y a que cliente va dirigido. El correcto manejo de una empresa implica planear en primer lugar el volumen y después la mezcla; esta revisión debe hacerse mensualmente si se dan desequilibrios entre la oferta y la demanda (Vollmann, 2005, p.66).

1.3.5.2 Programación de la Producción

La programación tiene una importancia estratégica dentro de la compañía porque permite administrar los recursos en forma eficiente, reducir los costos, satisfacer al cliente en cuanto tiempo de entregas y ser competitivos (Heizer, 2001, p.195).

La programación se encarga de controlar el tiempo de las tareas de un proceso. El punto de partida es la planificación de la capacidad que se refiere al tamaño de la instalación y la adquisición de equipos, continúa con la planificación agregada que se relaciona con la utilización de las instalaciones y las necesidades de personal. Después, está el programa macro hasta llegar finalmente a la programación que balancea la carga de trabajo a cada centro de trabajo y establece la secuencia del trabajo (Heizer, 2001, p.196).

La programación significa establecer fechas de entrega a diferentes productos considerando que para su ejecución se comparten recursos. Para satisfacer esta necesidad se utilizan dos técnicas de programación: hacia delante y hacia atrás (Heizer, 2001, p.197).

La programación hacia adelante significa iniciar inmediatamente se conocen las órdenes de pedidos para satisfacer la cantidad y las fechas que requiere el cliente, se procura tener el pedido listo antes de la fecha de entrega lo que origina aumento en el inventario. La programación hacia atrás se inicia con la fecha de entrega y se va programando en orden inverso hasta llegar a una fecha de inicio (Heizer, 2001, p.197).

La técnica que se utilice dependerá del volumen de los pedidos, del tipo y complejidad del proceso y de la importancia que se le de a cada uno de los siguientes criterios (Heizer, 2001, p.197):

- Minimizar el tiempo de terminación.
- Maximizar la utilización.
- Minimizar el inventario en tránsito.
- Minimizar el tiempo de espera de los clientes.

El objetivo de la programación se resume en la utilización óptima de los recursos para cumplir los objetivos globales de la producción (Heizer, 2001, p.198).

1.3.5.3 Control de la Producción

El control de la producción bajo la manufactura por lotes se lleva a cabo a través de tres enfoques: las gráficas de Gantt, las reglas de secuenciación por prioridades y la programación por teoría de restricciones (Vollmann, 2005, p.396).

Las gráficas de Gantt, como el ejemplo de la figura 1.12, indican en forma gráfica la carga de trabajo en cada centro de operación (Heizer, 2001, p.199).

TAREA	TIEMPO					
	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6
1	■					
2			■			
3				■		
4					■	
5						■

Figura 1.12 Ejemplo de un Diagrama de Gantt

Las reglas de secuencia por prioridades determinan que trabajo debe realizarse a continuación; la regla de prioridad dependerá del programador, pueden considerarse las fechas de entrega, la holgura de la orden, la holgura por operación, la razón crítica o la operación más corta siguiente (Vollmann, 2005, p.400-401).

La programación por teoría de las restricciones considera el concepto de cuello de botella y su base es identificar y maximizar la utilización de la capacidad de estos centros de trabajo. Para la aplicación de este tipo de programación se debe cambiar la mentalidad de toda la empresa, reemplazar el pensamiento de tener al

personal ocupado y a todas las máquinas funcionando con optimizar la producción del cuello de botella (Vollmann, 2005, p.402-413).

La programación utilizando la teoría de las restricciones se denomina tambor-búfer-soga. Los tambores son los centros de trabajo que se han identificado como cuellos de botella y son los que controlan el flujo de trabajo. La soga es la que ata los procesos que no son cuello de botella al tambor. El búfer es el inventario en tránsito que se forma antes de los cuellos de botella y el inventario de producto terminado (Vollmann, 2005, p.402). El búfer o amortiguador es el que protege al sistema contra variaciones normales evitando que el cuello de botella se quede sin material (Chapman, 2006, p.228).

1.3.6 PLANIFICACIÓN DE LA MANO DE OBRA

La planificación del personal se refiere a la determinación de políticas considerando la estabilidad del empleo y la jornada laboral (Heizer, 2007, p.486).

La estabilidad laboral se refiere al número de personas que trabajan en la empresa para lo cual se manejan dos políticas básicas (Heizer, 2007, p.487):

- Seguir estrictamente a la demanda: Que significa mantener los costos laborales atados directamente con la producción lo cual origina costos de contratación y despido, en cuyo caso se los costos laborales se transforman en variables.
- Mantener el empleo constante: En este caso los costos laborales se mantiene fijos y se trabaja con un número determinado de personas. Esta política origina que en demanda baja el personal esté desocupado y en alta no disponer de los recursos necesarios.

La jornada laboral está determinada por las leyes de cada país. Mientras mayor sea la flexibilidad en la planificación del personal con sus respectivos horarios de

trabajo más eficiente podrá ser la compañía y mayor su capacidad de respuesta (Heizer, 2007, p.488).

1.3.7 DISEÑO DEL TRABAJO

El diseño del trabajo establece las tareas que una persona o un grupo de personas deben realizar considerando los siguientes componentes (Heizer, 2007, p.488-502):

- Especialización del Trabajo: Permite desarrollar habilidades y mejorar los tiempos.
- Enriquecimiento del Trabajo: Se relaciona con agrupar diferentes tareas que requieren la misma habilidad y a la rotación de los puestos de trabajo.
- Componentes psicológicos: El puesto de trabajo debe caracterizarse por requerir una variedad de habilidades, identidad, significado, autonomía y retroalimentación.
- Equipos autodirigidos: Se refiere a un equipo que trabaja con un mismo objetivo.
- Sistemas de motivación e incentivos.
- Ergonomía y métodos de trabajo.
- Puesto de trabajo visual: Se relaciona con la información visual que debe tener un lugar de trabajo para mantener al equipo informado.

2. METODOLOGÍA

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

La planta de salsas y aderezos donde se desarrolló la presente tesis forma parte de un conjunto de negocios de una misma empresa que nació en el Ecuador y lleva 40 años dedicada a la producción de alimentos generando un reconocido desarrollo en el sector agropecuario a nivel nacional.

El sistema de producción de la planta es por lote, dividido en tres procesos: elaboración de semielaborado, envasado y etiquetado.

En el proceso de envasado se trabaja con varias máquinas que de acuerdo a como se van produciendo los semielaborados van envasando a la vez una diversidad de productos. Una parte de estos productos pasan al área de etiquetado pero al no ser un proceso continuo se forma un stock en tránsito, es decir, existe una bodega donde se almacena el producto antes de ser etiquetado.

El área de etiquetado estaba formada por 17 personas, una de las cuales es la supervisora del proceso que, además de trabajar en las diferentes líneas, se encarga de llenar la información de las órdenes de producción.

En las órdenes de producción se detallan:

- Las unidades etiquetadas que van a la bodega de producto terminado.
- El nombre de las personas que realizaron el etiquetado.
- El tiempo de etiquetado.

2.2 DIAGNÓSTICO INICIAL DEL ÁREA DE ETIQUETADO

El diagnóstico del área de etiquetado consideró los datos históricos del período comprendido entre abril y septiembre del año 2014, debido a que los tres primeros meses del año son considerados como temporada baja y los tres últimos meses como temporada alta.

2.2.1 SUBDIVISIÓN DEL AREA DE ETIQUETADO

El proceso de etiquetado no tenía subprocesos bien definidos ni un número de personas fijo para cada actividad que realizaba. La investigación se inició definiendo los subprocesos, para lo cual:

- Se definió un nombre a cada subproceso, considerando la máquina usada, el peso del producto y una característica de la actividad involucrada.
- Se distribuyó al personal colocando el número de trabajadores planificados para cada subproceso.
- Se esquematizó la distribución física del área de etiquetado.

2.2.2 VELOCIDAD ESTÁNDAR

Para calcular la velocidad estándar de cada subproceso, se seleccionó el uso de registros históricos como técnica de medición de trabajo. Esta es una técnica indirecta que se consideró aplicarla por la disponibilidad de información contenida en los registros de cada orden de producción.

Para la aplicación de esta técnica se recopilaron de cada producto, los datos de tiempos, unidades etiquetadas y número de personas durante el período de mayo a julio del año 2014. Posteriormente, los datos obtenidos se clasificaron de acuerdo a la subdivisión establecida en el punto anterior.

Para validar si el número de datos obtenidos para cada subproceso era estadísticamente representativo se utilizó la siguiente fórmula (Heizer, 2001, p. 520):

$$n = \left(\frac{zs}{h\bar{x}} \right)^2 \quad [2.1]$$

Donde:

n= número de muestra requerido

z= número de desviaciones estándares, para el nivel de confianza del 95% su valor es 1,96

s = desviación estándar de la muestra inicial

h = nivel de precisión deseado en tanto por ciento, expresado en forma decimal, se seleccionó el 5%

\bar{x} = media de la muestra inicial

El criterio de validación indica que si el número de datos obtenidos es igual o mayor al tamaño de muestra requerido, se puede trabajar con esos datos, caso contrario se debe obtener más información.

Una vez validada la información y de acuerdo al método utilizado, se definió la velocidad promedio calculada como la velocidad estándar de cada subproceso.

2.2.3 DISTRIBUCIÓN DE LA JORNADA LABORAL

En la cuantificación de la distribución de la jornada laboral de cada persona en cada subproceso, se utilizó el método de muestreo de trabajo, para lo cual:

- a) Se determinó el número de observaciones válidas estadísticamente con la siguiente fórmula (Heizer, 2007, p. 525):

$$n = \frac{z^2 p(1-p)}{h^2}$$

[2.2]

Donde:

n = tamaño de la muestra.

z = desviación estándar para el 95,45% de confianza.

p = valor estimado de la proporción muestreada.

h = nivel de error aceptable.

Se planteó como hipótesis (p) que el 10% del tiempo el personal pasa en un mismo subproceso en forma continua.

- b) Se construyó un programa de muestreo con base en el número de observaciones calculadas divididas para el número de observaciones diarias. Para calcular los horarios de las observaciones se utilizó una tabla de números aleatorios en una hoja de cálculo.
- c) Para la toma de los datos se estableció un formato que indicaba el nombre de cada trabajador y el número de observación.
- d) Para facilitar el muestreo se definieron letras y números que representaban el subproceso o actividad que el personal se encontraba realizando en el momento de la observación. Esta nomenclatura se iba colocando en cada casillero del formato.
- e) Para calcular el porcentaje de la jornada laboral se contabilizaron las observaciones seguidas que una persona permanecía en un mismo subproceso o actividad y se dividió para el número de observaciones totales.

2.2.4 DEMANDA DE PRODUCTOS POR SUBPROCESO

Para determinar la demanda de productos por subproceso que van al área de etiquetado, se consideraron los pedidos por unidades del área comercial del período comprendido entre abril y septiembre del año 2014.

Adicionalmente se dividieron los pedidos entre el cliente de mayor importancia para el negocio en volumen (“Cliente 1”, con el 65% de los pedidos) y “Otros clientes”. Estos datos también se clasificaron de acuerdo a la subdivisión del área de etiquetado.

2.2.5 STOCK EN TRÁNSITO

Para determinar el stock en tránsito se tomaron los datos de las unidades que se quedan sin etiquetar del período junio a septiembre del año 2014. Posteriormente se clasificaron las unidades de acuerdo a la subdivisión del área de etiquetado.

2.2.6 HORAS EXTRAS

Las horas extras del personal se tomaron del sistema informático Ebiz (sistema empleado por la empresa). Este programa calcula el número de horas extras de acuerdo al timbraje de las tarjetas que cada persona posee. Se consideraron las horas extras de abril a septiembre del año 2014.

Para saber el costo económico de las horas extras generadas, se multiplicaron las horas extras totales por el valor legal de cada hora extra (50% adicional del valor normal). Cabe indicar que el personal de etiquetado no trabaja en la noche ni los fines de semana y feriados.

Las horas del 50% se calcularon con la siguiente fórmula:

$$\text{costo hora 50\%} = \frac{\text{salario mensual}}{\text{número de horas mes}} \times 1,50 \quad [2.3]$$

Con esta información y considerando que el número máximo permitido por la Ley en el Ecuador es de 12 horas por semana y persona, se determinó el porcentaje de cumplimiento o incumplimiento legal de la jornada laboral del área de etiquetado.

2.2.7 PRODUCTIVIDAD

Para calcular la productividad del área del etiquetado se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{productividad} = \frac{\text{unidades etiquetadas}}{\text{horas-hombre}} \quad [2.4]$$

Las unidades etiquetadas se tomaron del sistema informático InforLN (sistema utilizado por la empresa); en este programa se alimentan todas las órdenes de producción del etiquetado.

Las horas-hombre se determinaron multiplicando el número de personas que trabajaban en el área de etiquetado por las horas totales trabajadas que proporciona el sistema Ebiz.

2.3 IMPLEMENTACIÓN DE LA TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES EN EL ÁREA DE ETIQUETADO

2.3.1 LA META

Los objetivos de la presente tesis no abarcan el “throughput” debido a la no disponibilidad de información para este análisis. Por tanto, la investigación se centralizó en los inventarios y en los gastos de operación, eligiéndose la productividad como indicador clave (acorde a la fórmula 2.4).

Al utilizar la productividad como indicador, basándose en los datos de unidades etiquetadas y las horas trabajadas se relacionaron los dos parámetros de la Teoría de Restricciones: inventarios y gastos de operación.

2.3.2 PASO 1: IDENTIFICACIÓN DE LAS RESTRICCIONES

Como se explicó en la sección “Introducción” de la presente tesis, el cuello de botella del proceso productivo es la falta de capacidad del área de etiquetado.

Para determinar las restricciones dentro del proceso de etiquetado, se trabajó con todo el personal del área para el análisis correspondiente. Se utilizó la herramienta de calidad Diagrama Causa – Efecto (Espina de Pescado).

2.3.3 PASO 2: EXPLOTAR LA RESTRICCIÓN

Para cada restricción encontrada al aplicar el Diagrama Causa-Efecto, se propusieron e implementaron planes de mejora. En esta sección se describe la implementación de las cartas de control.

2.3.3.1 Elaboración y Análisis de las Cartas de Control

La carta de control que se aplicó fue la carta de control de individuales ya que las mediciones se realizan a diario.

Las fórmulas de los límites de control que se aplicaron fueron las siguientes (Gutiérrez, 2013, p.177):

$$LC = \bar{X} \quad [2.5]$$

$$LCS = \bar{X} + 3\vartheta \quad [2.6]$$

$$LCI = \bar{X} - 3\vartheta \quad [2.7]$$

Donde:

LC = Límite de Control Central

LCS = Límite de Control Superior

LCI = Límite de control Inferior

\bar{X} = Velocidad Media

ϑ = Desviación estándar

Para el cálculo de los límites de control se tomaron la velocidad estándar y la desviación estándar determinadas en el diagnóstico inicial.

Se elaboraron cartas de control de todos los subprocessos tomando los datos de las órdenes de producción del período de implementación comprendido entre abril y junio de 2015.

Posteriormente se realizó un análisis de las cartas de control considerando los criterios que se muestran en la tabla 2.1:

Tabla 2.1 Criterios de Análisis de las Cartas de control

CRITERIO	DEFINICIÓN
Fuera de los límites de control	Puntos que están fuera de los límites de control
Racha	Puntos continuos a un lado de la línea central, se considera normal hasta 7 puntos
Tendencia	Los puntos forman una curva continua ascendente o descendente. Si existen más de 7 puntos hay una tendencia drástica
Acercamiento a los límites de control	Si 2 de 3 puntos se encuentran por fuera de $\pm 2 \sigma$, se considera anormal
Acercamiento a la línea central	Cuando la mayoría de los puntos están dentro de $\pm 1,5 \sigma$, hay un error en los límites de control. Se considera anormal más de 15 puntos.
Periodicidad	Presencia de una curva ascendente y descendente cada cierto período

(Kume, 2008, p. 105-107)

Posterior al análisis, en las cartas de control donde fue necesario calcular nuevos límites de control se utilizaron las siguientes fórmulas (Gutiérrez, 2013, p. 193):

$$LC = \bar{X} \quad [2.8]$$

$$LCS = \bar{X} + 3 \frac{\bar{R}}{d_2} \quad [2.9]$$

$$LCI = \bar{X} - 3 \frac{\bar{R}}{d_2} \quad [2.10]$$

Donde:

LC = Límite de Control Central

LCS = Límite de Control Superior

LCI = Límite de control Inferior

\bar{X} = Promedio de las nuevas mediciones

\bar{R} = Promedio de los rangos móviles de orden 2

d_2 = constante que se obtiene de las tablas de factores para la construcción de cartas de control (para este caso fue 1,128)

2.3.4 PASO 3: SUBORDINAR EL SISTEMA A LA RESTRICCIÓN

Las modificaciones que se implementaron en cuanto a la planificación de la producción se enfocaron a la disminución del inventario en tránsito para lo cual, se cambiaron horarios de limpieza y se modificó el programa de producción de envasado.

El programa de producción de envasado no se puede subordinar en su totalidad a la capacidad del proceso de etiquetado por los siguientes motivos:

- a) El negocio maneja 236 presentaciones de sus salsas y aderezos, lo que significa que bodega debe tener un mix suficiente para satisfacer la demanda. El programa de producción se centra en tener el stock suficiente para cubrir dicha necesidad. Hasta el momento las insuficiencias no se atribuyen a una falta de producto por el programa de producción.
- b) Los procesos de semielaborado y envasado no son en línea sino en batch por tanto, se envasan a la vez varias presentaciones, las mismas que pueden ir a un mismo subproceso de etiquetado, originando inevitablemente un inventario en tránsito.
- c) Se originarían insuficiencias por falta de stock.

2.3.5 PASO 4: AUMENTAR LA CAPACIDAD DE LA RESTRICCIÓN

Las acciones que se realizaron para aumentar la capacidad del cuello de botella fueron:

- Reemplazo del subproceso “etiquetado con etiquetas de papel”.
- Análisis de los procesos de envasado.
- Mejoras relacionadas con la mano de obra.
- Programa de etiquetado.

2.3.5.1 Reemplazo del subproceso “etiquetado con etiquetas de papel”

Al realizar el diagnóstico inicial, se identificó que el subproceso de “etiquetado con etiquetas de papel” abarca una dedicación significativa del tiempo de la jornada laboral del personal. Para validar este dato inicial se realizó un nuevo muestreo de trabajo, siguiendo la metodología descrita en el subcapítulo 2.2.3 Distribución de la jornada laboral de la presente investigación. Se planteó como hipótesis que el 40% del tiempo, el personal lo dedicaba al subproceso “etiquetado con etiquetas de papel”.

Una vez demostrada la hipótesis, se continuó con los análisis que se describen a continuación:

a) Análisis Económico para el reemplazo de subprocesos

Para el análisis económico se calculó la diferencia entre el costo del subproceso de “etiquetado automático” y el costo del “etiquetado con etiquetas de papel”, medido en dólares por unidad etiquetada (\$/u), para cada producto.

Para calcular los costos de los subprocesos de “etiquetado automático” y de “etiquetado con etiquetas de papel” se tomaron en cuenta:

- El número de personas que intervienen en cada subproceso.
- El costo en dólares por hora-hombre.
- La velocidad de etiquetado.
- El costo de la etiqueta.

El valor obtenido se multiplicó por el promedio mensual de unidades pedidas en el período de abril a septiembre del año 2014, obteniendo en algunos productos un ahorro y en otros un incremento en dólares por mes. Estos datos se sumaron y se obtuvo un valor mensual que se proyectó a un total anual.

b) Análisis de Capacidad del “Etiquetado automático”

Para realizar el cambio al “etiquetado automático” se analizó si este subproceso tenía la capacidad de etiquetar los productos que estaban destinados al subproceso de “etiquetado con etiquetas de papel”. Para ello, se calculó la capacidad teórica máxima de la máquina etiquetadora, considerando los datos del fabricante y la capacidad real.

Posteriormente, se calculó la demanda máxima mensual tomando en cuenta la mayor demanda en unidades del año 2014 tanto de los productos que van al subproceso de “etiquetado automático” como de los productos que estaban asignados al “etiquetado con etiquetas de papel”. Se sumaron ambos valores y se calculó la demanda máxima agregando un 3,5%, que es el porcentaje de crecimiento en producción proyectado por el negocio para el año 2015.

c) Análisis de la Productividad entre subprocesos

Para el análisis de productividad entre los subprocesos de “etiquetado automático” y “etiquetado con etiquetas de papel” se utilizó la fórmula 2.4 con el fin de demostrar que el reemplazo propuesto era más productivo.

Con base en los análisis realizados se propuso a la Gerencia de la planta reemplazar eliminar el subproceso de “etiquetado de papel” y reemplazarlo por el “etiquetado automático”.

Una vez reemplazado el subproceso del “etiquetado con etiquetas de papel” se analizaron otras posibilidades para aumentar la capacidad del área de etiquetado:

2.3.5.2 Análisis de los Procesos de Envasado

La evaluación del proceso de envasado se basó en el estudio de los métodos de trabajo de los subprocesos de:

- Envasado de productos de 250 g.
- Envasado de productos en galoneras.

2.3.5.3 Mejoras relacionadas con la mano de obra

Como parte del proceso de etiquetado se encuentra la tarea de paletizado de las cajas o bandejas que salen de cada uno de los subprocesos; esta tarea implica manipulación manual de carga por parte del operador. Con el fin de mejorar el proceso, se intercambié personal entre las áreas de envasado y etiquetado, considerando el mejor biotipo por género, distribuyendo personal femenino al área de envasado y personal masculino al área de etiquetado.

Para mejorar las destrezas del personal y que todos estén capacitados en los diferentes subprocesos, se implementó un sistema de rotación semanal en los diferentes puestos de trabajo.

Para mejorar la situación de los trabajadores que tienen problemas de salud e incidir en el aumento de productividad, se les asignó un solo lugar de trabajo que no afecte a sus condiciones físicas ni afectivas, siguiendo las recomendaciones y con el aval del departamento médico de la empresa.

2.3.5.4 Programa de Etiquetado

Se implementó un programa de producción de etiquetado que se realiza semanalmente tomando en cuenta:

- El inventario de unidades en tránsito.
- El inventario de producto terminado.
- Los pedidos diarios.
- Los subprocesos del etiquetado con su respectiva velocidad estándar.
- La disponibilidad de tiempo, equipos y personal.

La técnica que se utilizó fue la programación hacia adelante.

2.3.6 PASO 5: MEJORA CONTINUA

El proceso de etiquetado no ha dejado de ser un cuello de botella por lo que se continuará trabajando en las mejoras analizando los nuevos datos obtenidos después de la implementación. Además de realizar nuevos análisis de los métodos de trabajo tanto del etiquetado como del envasado. Por tanto en esta etapa se propusieron futuras mejoras en el subproceso de “etiquetado automático 100” y “etiquetado manual”.

2.4 EVALUACIÓN DE LAS MEJORAS IMPLEMENTADAS

Para la evaluación de las mejoras implementadas se consideró como indicador la productividad. La misma que está calculada en base a las unidades etiquetadas y las horas hombres. Para ello, se realizó una evaluación del inventario en tránsito y las horas extras generadas durante la implementación.

El análisis del indicador y sus componentes se basó en una comparación entre los valores obtenidos en el año 2014 y los calculados durante el período de implementación.

2.4.1 EVALUACIÓN DEL STOCK EN TRÁNSITO

Para la evaluación del stock en tránsito se sumaron las unidades que se quedaron sin etiquetar durante el período de abril a junio de 2015 y se calculó su promedio, el cual se comparó con el obtenido en el año 2014.

Para evaluar el cambio del subproceso de “etiquetado con etiquetas de papel” a “etiquetado automático” se calculó el número de unidades promedio que quedaron sin etiquetar durante el año 2014 y se lo comparó con el valor del período de implementación.

2.4.2 EVALUACIÓN DE LAS HORAS EXTRAS

Para la evaluación de las horas extras se calcularon las horas generadas durante los meses de abril a junio de 2015 utilizando el sistema Ebiz que emplea la empresa. Con esta información se calculó el promedio de horas extras por persona y se comparó con el valor promedio obtenido en el año 2014. Se analizaron tanto el número de horas como el valor económico que representan.

Adicionalmente, para evaluar el ahorro financiero que significó la disminución de las horas extras, se calculó el costo hora-hombre.

Finalmente, se evaluó el cumplimiento legal de las horas extras comparándolas con las permitidas por la Ley laboral del Ecuador.

2.4.3 EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD

La evaluación de la productividad se basó en una comparación de este indicador entre el año 2014 y el promedio calculado durante los meses de abril a junio de 2015.

2.4.4 ANALISIS ECONÓMICO

Para validar el análisis económico que se realizó como parte de la aprobación del cambio del subproceso de “etiquetado con etiquetas de papel” al “etiquetado automático”, se calculó el ahorro mensual real durante los meses de implementación.

La metodología del análisis económico fue la misma que la descrita en la sección 2.3.5.1, literal b), desarrollada para el reemplazo de subprocesos.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 DIAGNÓSTICO INICIAL DEL ÁREA DE ETIQUETADO

3.1.1 SUBDIVISIÓN DEL ÁREA DE ETIQUETADO

A continuación se describe la división inicial de los subprocesos del proceso de etiquetado:

- a) Etiquetado automático: Donde se etiquetan productos en frasco de vidrio entre 200 y 600 gramos. La línea consta de una máquina etiquetadora automática y emplea etiquetas adhesivas. El subproceso trabaja con 6 personas.
- b) Etiquetado automático 100: Donde se etiquetan productos en frasco de plástico de 100 a 170 gramos. La línea consta de una máquina etiquetadora automática y emplea etiquetas adhesivas. El subproceso trabaja con 3 personas.
- c) Etiquetado en *display*: Se encuentra dividido en “empacado 96 x 100 g”, “empacado 12 x 100 g”, “empacado 12 x 250 g” y “empacado en tarjetón”. A esta línea van los productos que salen del proceso de envasado cuyo empaque es pre-impreso y requieren ser colocados en cajas. Es una actividad manual donde se encuentran 4 personas.
- d) Etiquetado con fajilla: Donde se etiquetan los productos en frasco de vidrio que no usan etiqueta sino una fajilla que se colocan en forma manual y cubre todo el frasco. El subproceso trabaja con 5 personas.
- e) Etiquetado de galonera: Está dividido en “galoneras sin agarradera” a las cuales solo se les pone la etiqueta y “galoneras con agarradera” donde adicional a la etiqueta debe colocarse una agarradera en el envase. Esta

línea consta de una máquina etiquetadora que usa etiquetas adhesivas. Trabajan 6 personas en esta actividad.

- f) Etiquetado manual: En esta línea se etiquetan productos envasados en fundas preformadas con válvula. Es un proceso manual donde trabajan 4 personas.
- g) Etiquetado de skuisi: En esta línea van los productos envasados en frascos skuisi, se coloca una fajilla en forma manual que cubre todo el frasco. El subproceso trabaja con 5 personas.
- h) Etiquetado con etiquetas de papel: Donde se etiquetan productos en frasco de vidrio entre 200 y 600 gramos. Es una actividad manual que utiliza etiquetas de papel que se pegan con goma en cada frasco. El subproceso trabaja con 8 personas. Se lo ha dividido de acuerdo al envase en “etiquetado en envases 395 g a 660 g”, “envases 250 g a 300 g”, “envases 170 g” y “envases 500 g a 600 g”.

Los diagramas de flujo de cada uno de los subprocesos se muestran en el ANEXO I.

En la figura 3.1 se muestra el mapa de proceso inicial del área de Etiquetado.

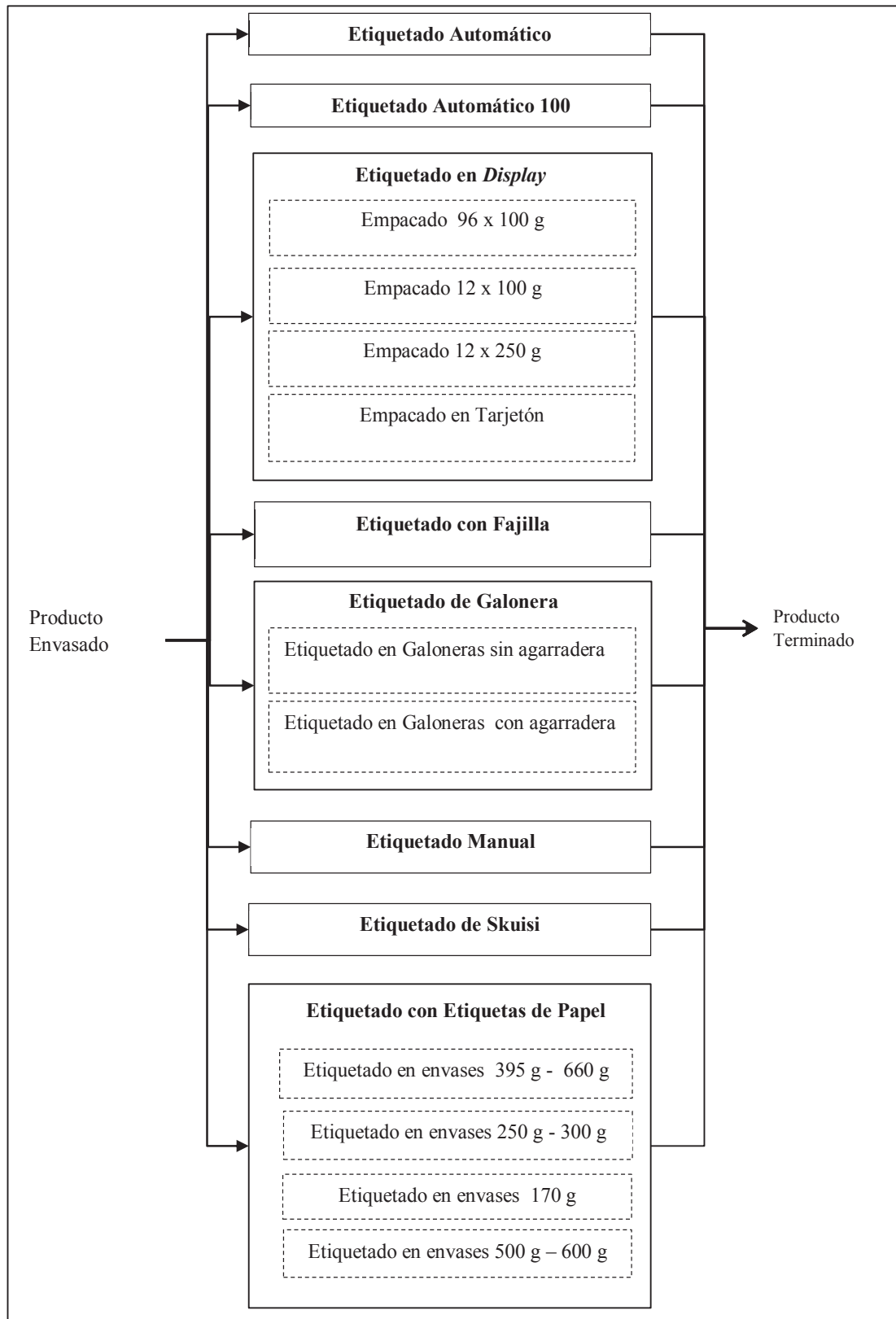


Figura 3.1 Mapa de Proceso Inicial del área de etiquetado

La distribución del personal en cada subproceso se indica en la tabla 3.1:

Tabla 3.1 Número de personas planificadas para cada subproceso del proceso de etiquetado

SUBPROCESO	No. PERSONAS
Etiquetado automático	6
Etiquetado automático 100	3
Etiquetado en display	4
Etiquetado con fajilla	5
Etiquetado de galonera	6
Etiquetado manual	4
Etiquetado con Etiquetas de Papel	8
Etiquetado de skuisi	5

El área de etiquetado estaba, físicamente, dividida en las zonas que se describen a continuación:

- a) Zona A: Área de “Etiquetado en *display*”.
- b) Zona B: Donde se ubica el inventario en tránsito.
- c) Zona C: Área de “etiquetado de galoneras”, se encuentra una máquina etiquetadora.
- d) Zona D: Área de “etiquetado con etiquetas de papel”.
- e) Zona E: Área de “etiquetado automático 100”.
- f) Zona F: Área de “etiquetado automático”, “etiquetado con fajilla” y “etiquetado de skuisi”.
- g) Zona G: Área de “etiquetado manual”.

En el ANEXO II se muestra la distribución física del área de etiquetado.

3.1.2 VELOCIDAD ESTÁNDAR

3.1.2.1 Toma de datos

Del período comprendido entre mayo y julio de 2014, se recopilaron 942 órdenes de producción que tenían la información necesaria para el cálculo de la velocidad estándar, es decir, unidades etiquetadas, número de personas y el tiempo de trabajo.

Una vez clasificada cada orden de producción de acuerdo a los subprocesos definidos se trabajó con 478 (50,74%) órdenes de producción. El resto de información no fue considerada porque el número de personas no coincidió con el número planificado para cada subproceso. Esta variación en el número de personas que trabajaban en cada subproceso demostraba que el proceso de etiquetado no se encontraba estandarizado.

El número de datos obtenidos para cada subproceso fue validado estadísticamente, obteniendo los resultados que se indican de la tabla 3.2 a la tabla 3.5:

Tabla 3.2 Validación Estadística de los datos recopilados en las órdenes de producción de los subprocesos: etiquetado automático, automático 100, con fajilla, manual, de skuisi

PARÁMETROS	Etiquetado automático	Etiquetado automático 100	Etiquetado con fajilla	Etiquetado manual	Etiquetado de skuisi
Velocidad Media (u/h)	2 461,40	1 487,97	2 452,56	593,68	2 989,34
Desviación Estándar	185,78	52,18	123,79	58,67	102,37
No. Desviaciones Estándar	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96
Precisión de la estimación	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Tamaño de muestra requerido	9	2	4	15	2
Datos obtenidos en las órdenes de producción	9	16	8	19	12
Validación	validado	validado	validado	validado	validado

Tabla 3.3 Validación Estadística de los datos recopilados en las órdenes de producción del subproceso “etiquetado en galonera”

PARÁMETROS	Etiquetado en galonera con agarradera	Etiquetado en galonera sin agarradera
Velocidad Media (u/h)	565,10	772,24
Desviación Estándar	110,08	188,02
No. Desviaciones Estándar	1,96	1,96
Precisión de la estimación	0,05	0,05
Tamaño de muestra requerido	58	91
Datos obtenidos en las órdenes de producción	93	92
Validación	validado	validado

Tabla 3.4 Validación Estadística de los datos recopilados en las órdenes de producción del subproceso “etiquetado en *display*”

PARÁMETROS	Empacado 12 x 100g	Empacado 96 x 100g	Empacado 12 x 250g	Empacado en Tarjetón
Velocidad Media (u/h)	249,59	1 507,91	829,46	506,76
Desviación Estándar	50,89	251,83	98,37	82,48
No. Desviaciones Estándar	1,96	1,96	1,96	1,96
Precisión de la estimación	0,05	0,05	0,05	0,05
Tamaño de muestra requerido	64	43	22	41
Datos obtenidos en las órdenes de producción	64	44	23	41
Validación	validado	validado	validado	validado

Tabla 3.5 Validación Estadística de los datos recopilados en las órdenes de producción del subproceso “etiquetado con etiquetas de papel”

PARÁMETROS	Etiquetado en envases 500 g - 600 g	Etiquetado en envases 250 g - 300 g	Etiquetado en envases 395 g - 660 g	Etiquetado en envases 170 g
Velocidad Media (u/h)	683,27	1 204,05	763,31	700,22
Desviación Estándar	67,29	104,95	61,80	40,50
No. Desviaciones Estándar	1,96	1,96	1,96	1,96
Precisión de la estimación	0,05	0,05	0,05	0,05
Tamaño de muestra requerido	15	12	10	5
Datos obtenidos en las órdenes de producción	22	12	13	10
Validación	validado	validado	validado	validado

Como se puede observar, todos los casos se encuentran validados y no se requirió la recopilación de más información de otras órdenes de producción.

3.1.2.2 Cálculo de la Velocidad Estándar

De acuerdo a la técnica de medición de trabajo seleccionada, la velocidad estándar es la velocidad media de cada subproceso. El resumen de las velocidades estándares en cada subproceso con sus divisiones propuestas en función de la duración de las actividades se indican en la tabla 3.6:

Tabla 3.6 Velocidad Estándar de los subprocesos del proceso de etiquetado

SUBPROCESO	ACTIVIDAD	Velocidad Estándar (u/h)
Etiquetado automático	---	2 461
Etiquetado automático 100	---	1 488
Etiquetado con fajilla	---	2 453
Etiquetado manual	---	594
Etiquetado de skuisi	---	2 989
Etiquetado en galonera	Etiquetado en galonera con agarradera	565
	Etiquetado en galonera sin agarradera	772
Etiquetado en <i>display</i>	Empacado 12 x 100g	250
	Empacado 96 x 100g	1 508
	Empacado 12 x 250g	829
	Empacado en Tarjetón	507
Etiquetado con etiquetas de papel	Etiquetado en envases 500 g - 600 g	683
	Etiquetado en envases 250 g - 300 g	1 204
	Etiquetado en envases 395 g - 660 g	763
	Etiquetado en envases 170 g	700

3.1.3 DISTRIBUCIÓN DE LA JORNADA LABORAL

3.1.3.1 Cálculo del número de observaciones

El número de observaciones se calculó de acuerdo a la fórmula 2.2:

$$n = \frac{2^2 * 0,1(1-0,1)}{0,05^2} = 144$$

3.1.3.2 Programa de muestreo

En el programa de muestreo se establecieron 18 observaciones diarias, durante 8 días laborables, en el horario de 8:00 a 16:00.

Las 18 observaciones se calcularon considerando que la jornada laboral diaria era de mínimo 9 horas, incluido el almuerzo, y que se podrían realizar 2 observaciones por hora. Los 8 días de muestreo se determinaron dividiendo las 144 observaciones totales para las 18 observaciones diarias.

El horario de cada observación se estructuró colocando intervalos de 1 hora de 8:00 a 16:00; y seleccionando los minutos acorde a una tabla de números aleatorios en una hoja de cálculo.

El programa de muestreo se indica en el ANEXO III.

3.1.3.3 Toma de datos

En la toma de datos se utilizó un registro y una nomenclatura para cada subproceso o actividad que se muestra en la tabla 3.7:

Tabla 3.7 Nomenclatura para muestreo de trabajo

ACTIVIDAD	NOMENCLATURA
Etiquetado automático	1
Etiquetado automático 100	2
Etiquetado en <i>display</i>	3
Etiquetado manual	4
Etiquetado en galonera	5
Etiquetado de skuisi	6
Etiquetado con etiquetas de papel	7
Asunto personal	8
Etiquetado con fajilla	9
Salida al almuerzo	A
Llenado de registros	R
No se encuentra por enfermedad	E

A manera de ejemplo en el ANEXO IV se muestra el registro de datos del día 1.

3.1.3.4 Análisis de la distribución de la jornada laboral

Del análisis de los resultados de las observaciones del muestreo de trabajo (ANEXO V) se obtuvo que el 69% del personal permanece menos del 10% de su tiempo en un solo lugar de trabajo como se indica en la figura 3.2:

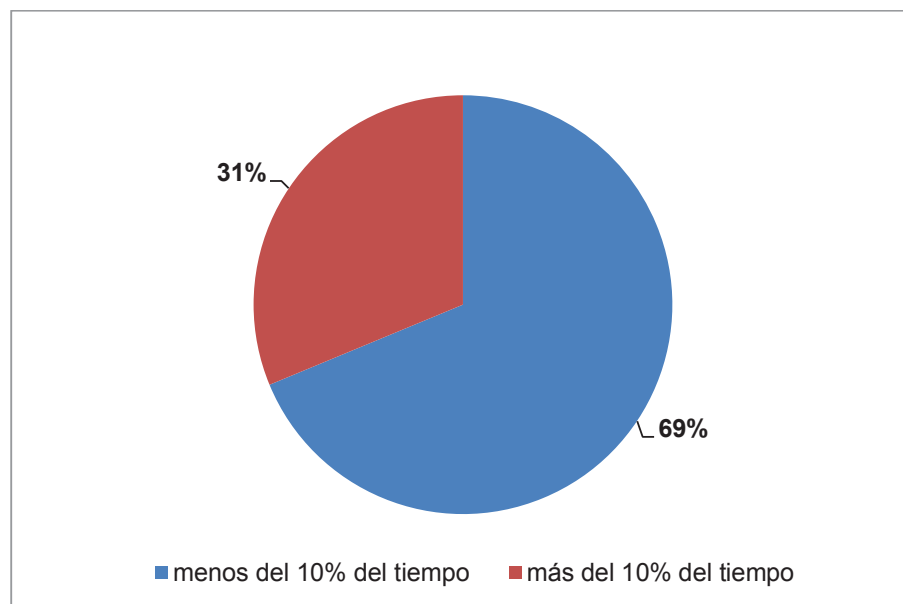


Figura 3.2 Distribución de la jornada laboral

En el área de etiquetado trabajan tres personas con problemas de salud que deben estar en un lugar fijo, si no se las considera dentro del análisis, se tiene que el 85% del personal pasa menos del 10% de su tiempo en un mismo subproceso como se indica en la figura 3.3:

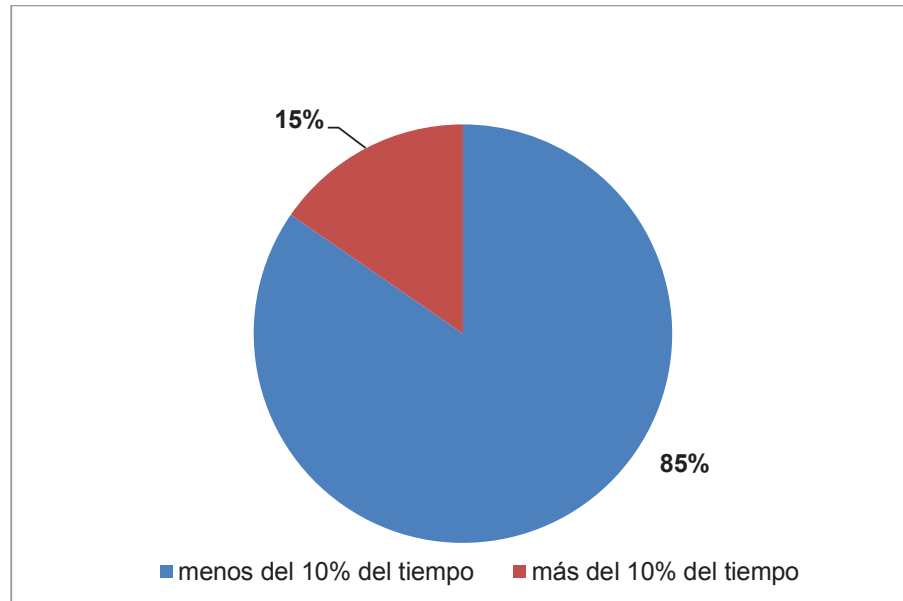


Figura 3.3 Distribución de la jornada laboral (sin considerar al personal que tiene problemas de salud)

En ambos análisis se demuestra que no existía una planificación del trabajo sino que se iba cambiando al personal de un lado a otro acorde a las necesidades de los despachos.

Al encontrar que más de la mitad de los trabajadores cumple con la hipótesis inicial queda validado el número de observaciones.

Como se muestra en la figura 3.4, otro dato importante que se pudo examinar con las observaciones fue que el 15% del personal falta a su trabajo por asuntos personales lo que origina una afectación en la productividad del área.

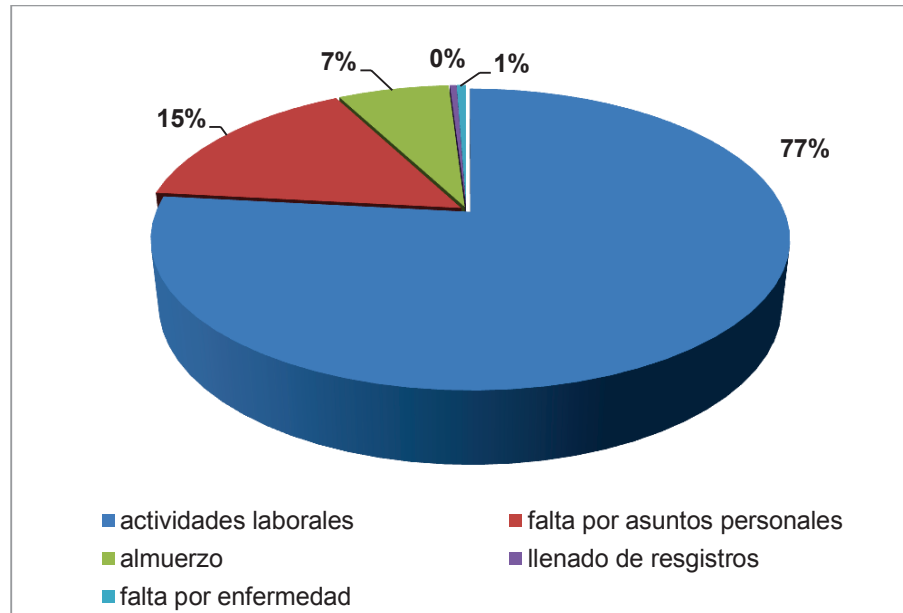


Figura 3.4 Distribución del tiempo en porcentaje de las actividades del personal

Al ser significativo el porcentaje por ausencias del personal, se analizó con mayor detalle por cada trabajador, como se indica en la figura 3.5, y se encontró que 3 personas, el 19% del personal, aportaban con el 43% de estas faltas. Por tal motivo se reunió con estas personas para que distribuyan de mejor manera su tiempo y no tengan que ausentarse a su trabajo ya que ninguno de ellos manifestó encontrarse con algún problema específico.

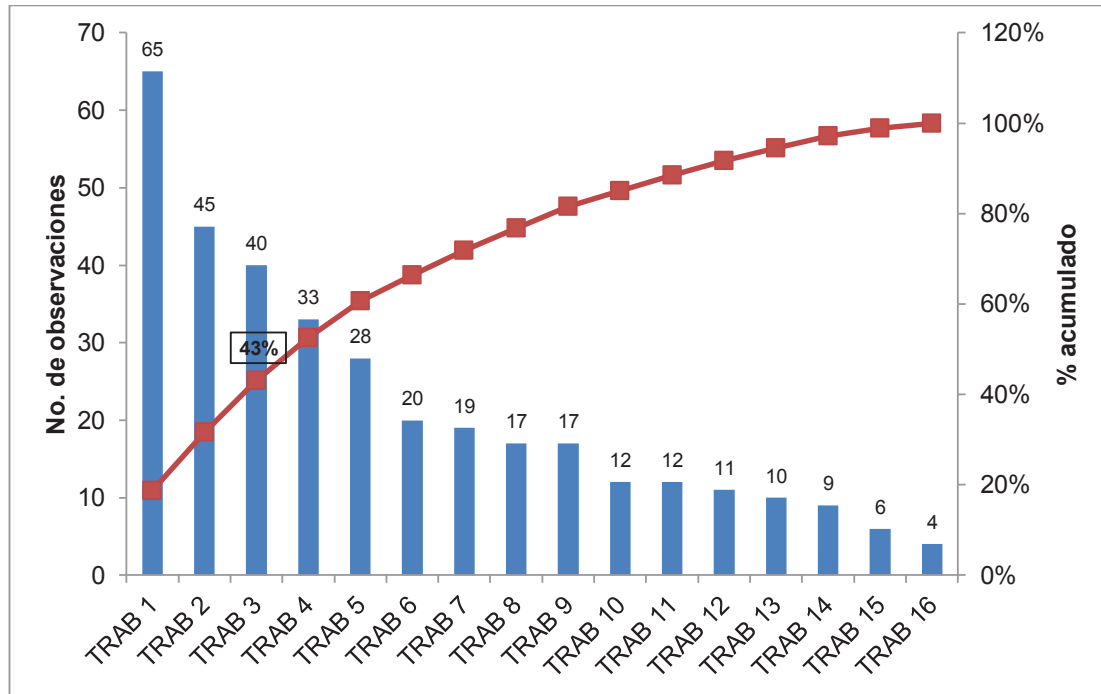


Figura 3.5 Análisis de las faltas por asuntos personales por trabajador

Se continuó con el análisis de la información referente a la distribución de la jornada laboral por trabajador y subproceso como se muestra en la figura 3.6. Se encontró que el 62% del personal dedica en promedio el 34% de la jornada laboral, aunque no de forma continua, al “etiquetado con etiquetas de papel” como se muestra en la figura 3.7.

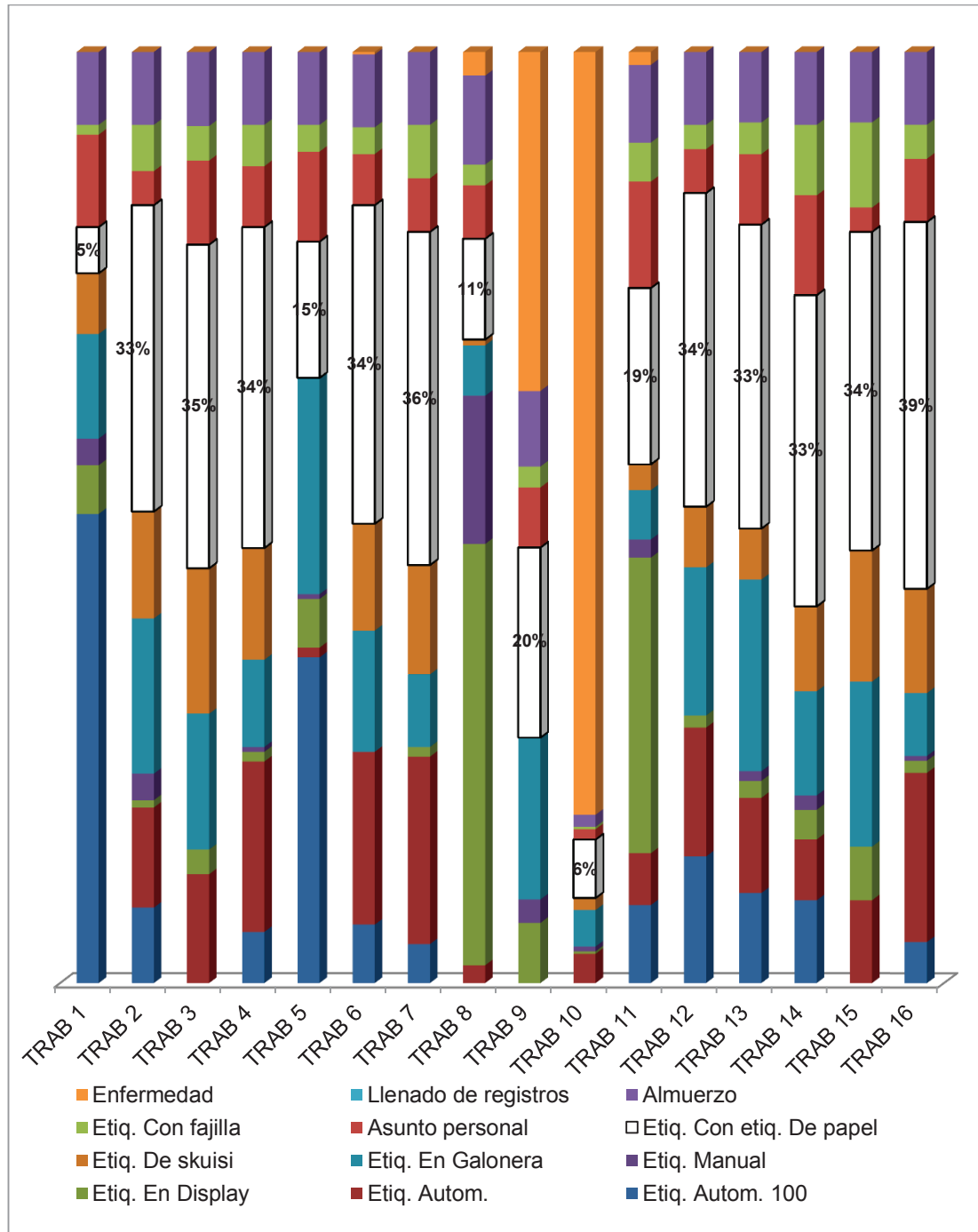


Figura 3.6 Distribución de la jornada laboral por trabajador y subproceso

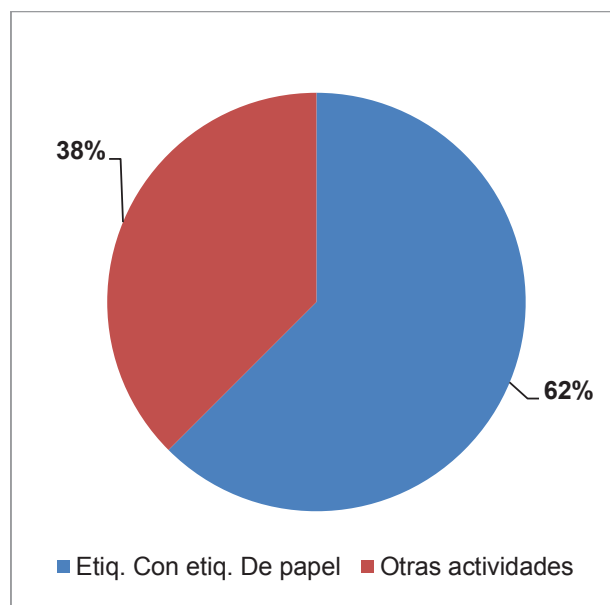


Figura 3.7 Porcentaje del personal que dedica el 34% en promedio de su jornada laboral al subproceso de “etiquetado con etiquetas de papel”

En la tabla 3.8 se presenta el porcentaje que cada trabajador dedica al “etiquetado con etiquetas de papel”:

Tabla 3.8 Porcentaje de la jornada laboral por trabajador en el subproceso de “etiquetado con etiquetas de papel”

Trabajador	Etiquetado con etiquetas de papel
TRAB 1	5%
TRAB 2	33%
TRAB 3	35%
TRAB 4	34%
TRAB 5	15%
TRAB 6	34%
TRAB 7	36%
TRAB 8	11%
TRAB 9	20%
TRAB 10	6%
TRAB 11	19%
TRAB 12	34%
TRAB 13	33%
TRAB 14	33%
TRAB 15	34%
TRAB 16	39%

3.1.4 DEMANDA DE PRODUCTOS POR SUBPROCESO

De todos los productos que van al área de etiquetado, como se indica en la tabla 3.9, se encontró que el porcentaje más alto (26,6%) van al “etiquetado con etiquetadas de papel”. Esta información concuerda con el tiempo que la mayor parte del personal dedica a este subproceso.

Tabla 3.9 Demanda total de productos en porcentaje por subproceso del área de etiquetado

SUBPROCESO	%
Etiquetado con etiquetas de papel	26,6%
Etiquetado en <i>display</i>	13,4%
Etiquetado automático 100	13,2%
Etiquetado automático	12,6%
Etiquetado en galonera	12,0%
Etiquetado de skuisi	9,7%
Etiquetado con fájilla	8,0%
Etiquetado manual	4,5%
Total general	100,0%

Como se muestra en la figura 3.8, en cuanto a la demanda de productos por cliente se calculó que el 49% corresponde al Cliente 1. Como se indicó este cliente es importante para el negocio y aporta con prácticamente la mitad de los pedidos para el área de etiquetado.

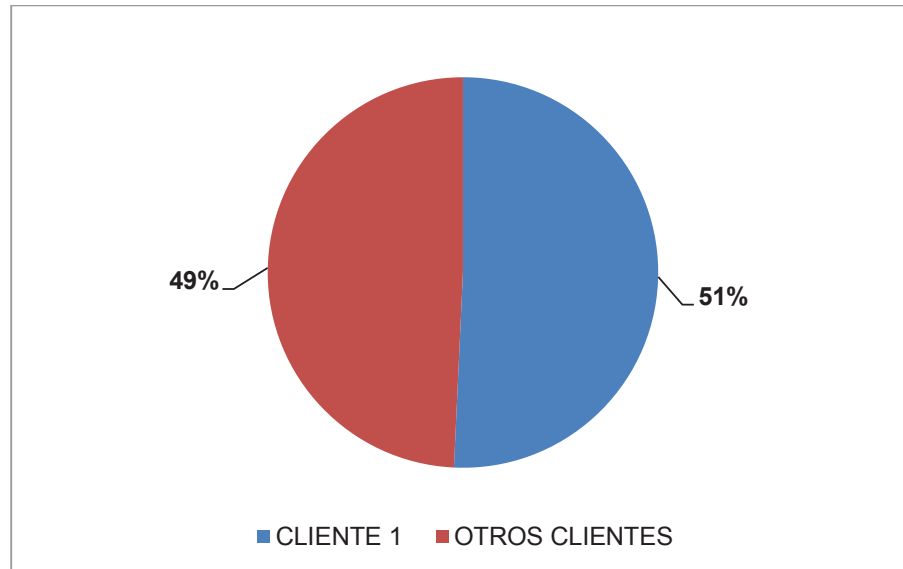


Figura 3.8 Distribución de la demanda por cliente

De la demanda del Cliente 1, el 39,2% de los productos van al “etiquetado con etiquetas de papel”, siendo nuevamente el porcentaje más alto, como se muestra en la tabla 3.10:

Tabla 3.10 Demanda de productos del cliente 1 en porcentaje por subproceso del área de etiquetado

SUBPROCESO	%
Etiquetado con etiquetas de papel	39,2%
Etiquetado automático	20,2%
Etiquetado de skuisi	14,6%
Etiquetado en <i>display</i>	13,9%
Etiquetado automático 100	9,4%
Etiquetado con fajilla	2,4%
Etiquetado en galonera	0,3%
Etiquetado manual	0,0%
Total general	100,0%

3.1.5 STOCK EN TRÁNSITO

Las unidades que se quedaban sin etiquetar y que formaban el stock en tránsito del mes de junio a septiembre del año 2014 se indican en la tabla 3.11:

Tabla 3.11 Stock en tránsito en unidades por mes

MES / 2014	UNIDADES
Junio	323 250
Julio	399 767
Agosto	326 504
Septiembre	359 651

En promedio mensual 352293 unidades no se etiquetaban y, por tanto, impactaba en la productividad de la planta.

Del stock en tránsito el 54,4% correspondían a productos del subproceso “etiquetado con etiquetas de papel” como se indica en la tabla 3.12:

Tabla 3.12 Distribución en porcentaje del stock en tránsito por subproceso del área de etiquetado

SUBPROCESO	%
Etiquetado con etiquetas de papel	54,4%
Etiquetado automático 100	23,8%
Etiquetado de skuisi	6,3%
Etiquetado automático	5,0%
Etiquetado con fájilla	4,5%
Etiquetado manual	3,2%
Etiquetado en galonera	2,9%
Total general	100,00%

3.1.6 HORAS EXTRAS

De acuerdo a los reportes del sistema Ebiz, las horas extras generadas por el área de etiquetado del período comprendido entre abril y septiembre de 2014 con su respectivo costo se indican en la tabla 3.13:

Tabla 3.13 Horas extras del área de etiquetado

MES / 2014	Horas Extras (h)	Horas extras por persona (h/persona)	Horas Extras por mes (\$/mes)
Abril	956	56,2	2 109
Mayo	988	58,1	2 180
Junio	990	58,2	2 184
Julio	988	58,1	2 180
Agosto	944	55,2	2 083
Septiembre	990	52,1	2 184

El promedio mensual de horas extras por persona era de 56,4 que representaban \$2 153 promedio mensual.

Tomando en cuenta el número de trabajadores que formaban parte del área de etiquetado, el número máximo de horas extras permitas por la Ley era de 857 mensuales, como se observa en la tabla 3.14, todos los meses se incumplía este requisito legal lo cual podía originar futuras demandas a la empresa.

Tabla 3.14 Porcentaje de incumplimiento de horas extras período abril – septiembre de 2014

MES / 2014	Horas Extras (h)	Horas Extras Máximas permitidas por Ley (h)	% Incumplimiento horas extras
Abril	956	857	12%
Mayo	988	857	15%
Junio	990	857	16%
Julio	988	857	15%
Agosto	944	857	10%
Septiembre	990	958	3%

En el mes de septiembre, se incorporaron 2 personas eventuales al área de etiquetado, por lo tal motivo, aumentaron las horas extras permitidas por la Ley y bajo el porcentaje de incumplimiento al 3%. Este reemplazo se dio porque dos personas del etiquetado no podían cumplir con su horario de trabajo normal por problemas de salud. Fue un caso puntual.

3.1.7 PRODUCTIVIDAD

Los datos considerados para el cálculo de la productividad del proceso de etiquetado se muestran en la tabla 3.15:

Tabla 3.15 Productividad del Proceso de Etiquetado

MES / 2014	Unidades Etiquetadas	No. Trabajadores	Horas Totales Trabajadas	PRODUCTIVIDAD (u / hh)	PRODUCTIVIDAD ACUMULADA (u / hh)
Abril	553 918	17	3 812	8,5	8,5
Mayo	472 673	17	3 844	7,2	7,9
Junio	562 284	17	3 846	8,6	8,1
Julio	569 157	17	4 116	8,1	8,1
Agosto	533 909	17	3 800	8,3	8,2
Septiembre	640 374	19	4 334	7,8	8,1

Como se puede observar en la figura 3.9, la productividad acumulada del área para septiembre de 2014 fue de 8,1 u/hh. El coeficiente de variación calculado fue del 6%, lo que indicaba una moderada variabilidad.

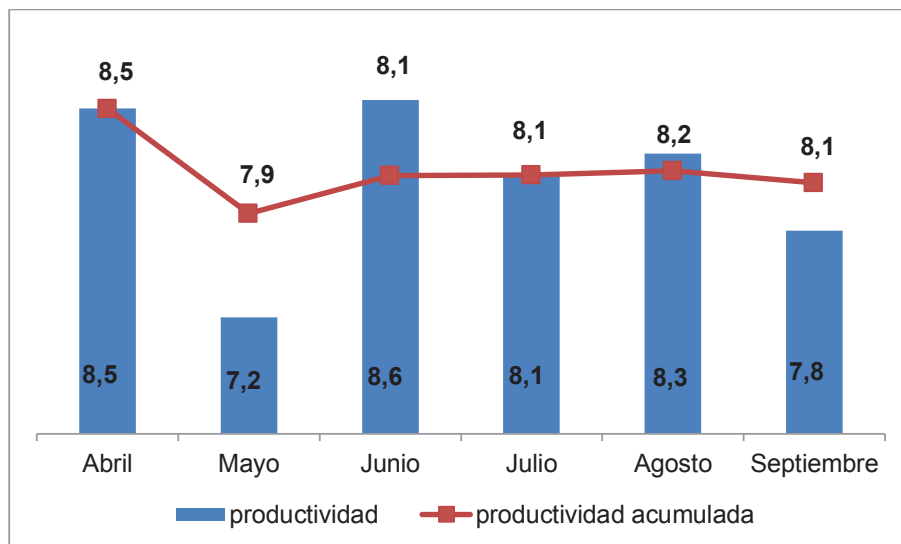


Figura 3.9 Productividad del Proceso de Etiquetado

3.2 IMPLEMENTACIÓN DE LA TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES EN EL ÁREA DE ETIQUETADO

3.2.1 PASO 1: IDENTIFICACIÓN DE LAS RESTRICCIONES

Para la identificación de las restricciones dentro del área de etiquetado se realizaron las siguientes acciones:

- Análisis de los Resultados del Diagnóstico Inicial
- Análisis del Diagrama Causa-Efecto

3.2.1.1 Análisis de los Resultados del Diagnóstico Inicial

De acuerdo a los resultados obtenidos en el diagnóstico inicial, el cuello de botella que se tenía en el proceso de etiquetado era el subproceso de “etiquetado con etiquetas de papel” por las siguientes consideraciones:

- a) Se trata de un proceso manual donde el operador debe pegar cada etiqueta con goma.
- b) Para la ejecución de este subproceso se requiere de 8 personas.
- c) La velocidad estándar es baja en relación con al “etiquetado automático” en un 62% (velocidad promedio del “etiquetado con etiquetas de papel” 943 u/h; velocidad estándar del “etiquetado automático” 2 461 u/h).
- d) El 62% del personal dedica en promedio el 34% de su tiempo a este subproceso.
- e) Un 26,6% de la demanda de productos están destinados al subproceso de “etiquetado con etiquetas de papel”.
- f) El 54,4% de productos que se quedan sin etiquetar pertenecen a este subproceso.

3.2.1.2 Análisis del Diagrama Causa-Efecto

De las reuniones mantenidas con el equipo de mejora de etiquetado, se construyó un Diagrama Causa – Efecto que se muestra en el ANEXO VI. En la tabla 3.16 se resumen las principales causas raíces identificadas con el plan de mejora y el numeral de tesis con la temática detallada:

Tabla 3.16 Causas Raíces de la falta de capacidad del proceso de etiquetado

CATEGORÍA CAUSAL	CAUSA RAÍZ	PLAN DE MERORA	NUMERAL DE TESIS CON TEMÁTICA DETALLADA
Medición	No hay medición de productividad	Calcular la productividad mensual del área de etiquetado.	3.1.3 Evaluación de la Productividad.
	No hay velocidades estandarizadas	Definir velocidades estandarizadas de cada subproceso del etiquetado.	3.2.2.1 Elaboración y Análisis de las Cartas de control.
	No hay un mecanismo de retroalimentación	Organizar reuniones mensuales con el personal para informar los avances del área. Publicar los indicadores en una cartelera dentro del área.	No requerido.
	Los datos de las órdenes de producción no son analizados	Analizar los datos de las órdenes de producción.	3.2.2.1 Elaboración y Análisis de las Cartas de control.
Métodos de Trabajo	No hay centros de trabajo bien definidos	Redefinir centros de trabajo.	3.2.3.3 Mejoras relacionadas con la mano de obra.
	No hay un plan de producción específico para etiquetado	Realizar un programa de producción específico para el etiquetado.	3.2.3.4 Programa de Etiquetado.
	No hay un análisis de método de trabajo	Analizar los métodos de trabajo.	3.1.3 Distribución de la jornada Laboral.
	No hay una distribución del personal por centro de trabajo	Redistribuir el personal por cada subproceso.	3.2.3.3 Mejoras relacionadas con la mano de obra.
	Se requiere de mucho personal para el “etiquetado con etiquetas de papel”	Analizar el subproceso de “etiquetado con etiquetas de papel”.	3.2.3.1 Reemplazo del subproceso “etiquetado con etiquetas de papel”.
	Las etiquetas de papel se pegan con goma en forma manual	Analizar el subproceso de “etiquetado con etiquetas de papel”.	3.2.3.1 Reemplazo del subproceso “etiquetado con etiquetas de papel”.
	Productos no salen directamente desde el envasado	Analizar el proceso de envasado.	3.2.3.2 Análisis de los procesos de envasado.
Mano de obra	Falta de personal masculino para manipulación de carga	Intercambiar personal femenino del proceso de etiquetado con personal masculino del proceso de envasado.	No requerido
	No existe un lugar de trabajado planificado para el personal con problemas de salud	Asignar un lugar de trabajo fijo para el personal con problemas de salud.	No requerido
	No hay un sistema de adiestramiento	Rotar al personal semanalmente en cada uno de los subprocesos.	No requerido

Al igual que en los resultados del diagnóstico inicial, dentro de las causas raíces que el equipo identificó resalta nuevamente el subproceso de “etiquetado con etiquetas de papel”.

3.2.2 PASO 2: EXPLOTAR LA RESTRICCIÓN

3.2.2.1 Elaboración y Análisis de las Cartas de Control

A continuación en la figura 3.10, se muestra como ejemplo la carta de control del subproceso de “etiquetado automático 100” con 36 datos obtenidos durante el período de implementación de los planes de mejora (Abril a Junio de 2015). En la carta se presentan los límites de control y las desviaciones estándar con las cuales se realiza el análisis del subproceso.

Las cartas de control del resto de subprocesos del etiquetado se encuentran incluidas en el ANEXO VII.

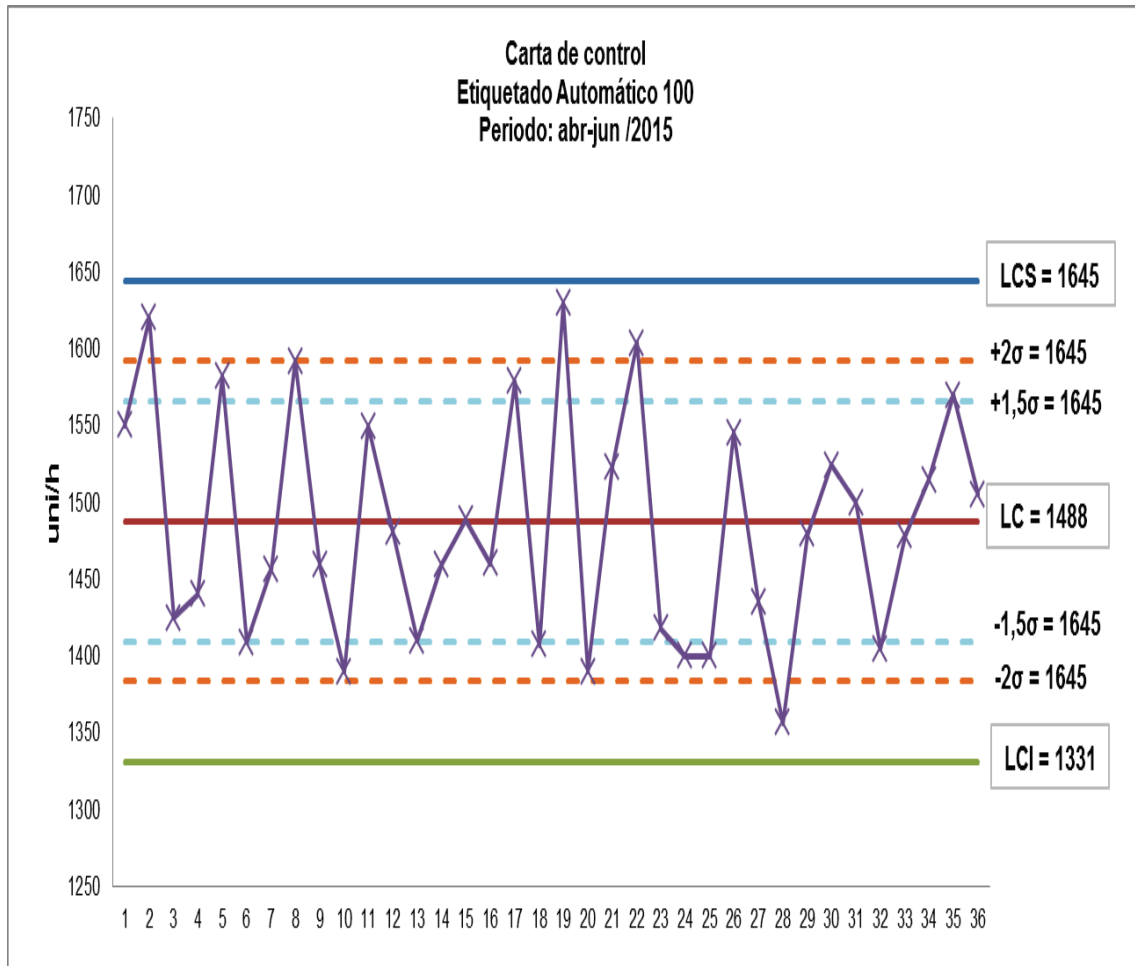


Figura 3.10 Carta de control del subproceso “etiquetado automático 100” durante el período abril a junio / 2015

Tomando en cuenta los criterios indicados en la tabla 2.1, se encontraron las siguientes desviaciones en las cartas de control:

a) Puntos fuera de los límites de control

Como se observa en las cartas de control de las figuras 3.11, 3.12 y 3.13, el subproceso de “etiquetado en *display*” en sus tres actividades y durante el mes de mayo presentó puntos por debajo del límite de control inferior debido a la falta de personal. Al tratarse de un proceso manual, cuando por algún motivo no se

cuenta con el personal suficiente, se redistribuye el personal priorizando la continuidad de los subprocesos automáticos.

La consecuencia de la práctica mencionada es una baja en la velocidad estándar. Sin embargo, se trató de un caso puntual por lo que no se consideró como un factor que requiera una acción de mejora como una redistribución del personal diferente a la planteada en el presente trabajo.

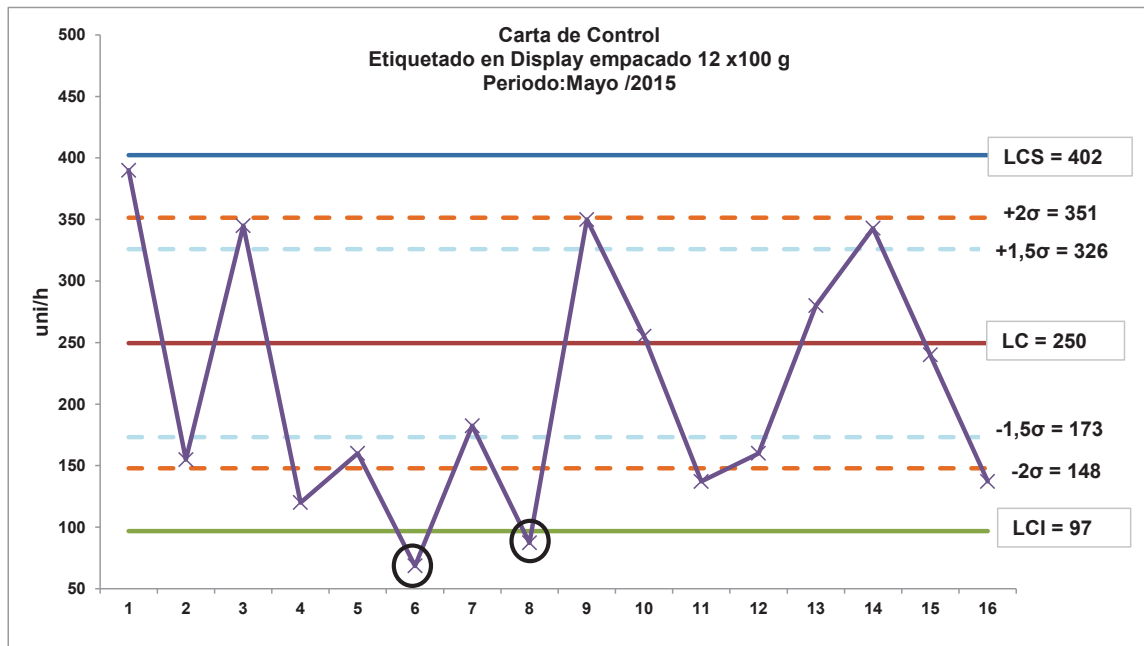


Figura 3.11 Carta de control del subproceso “etiquetado en *display* empacado 12 x 100 g” durante el mes de mayo /2015

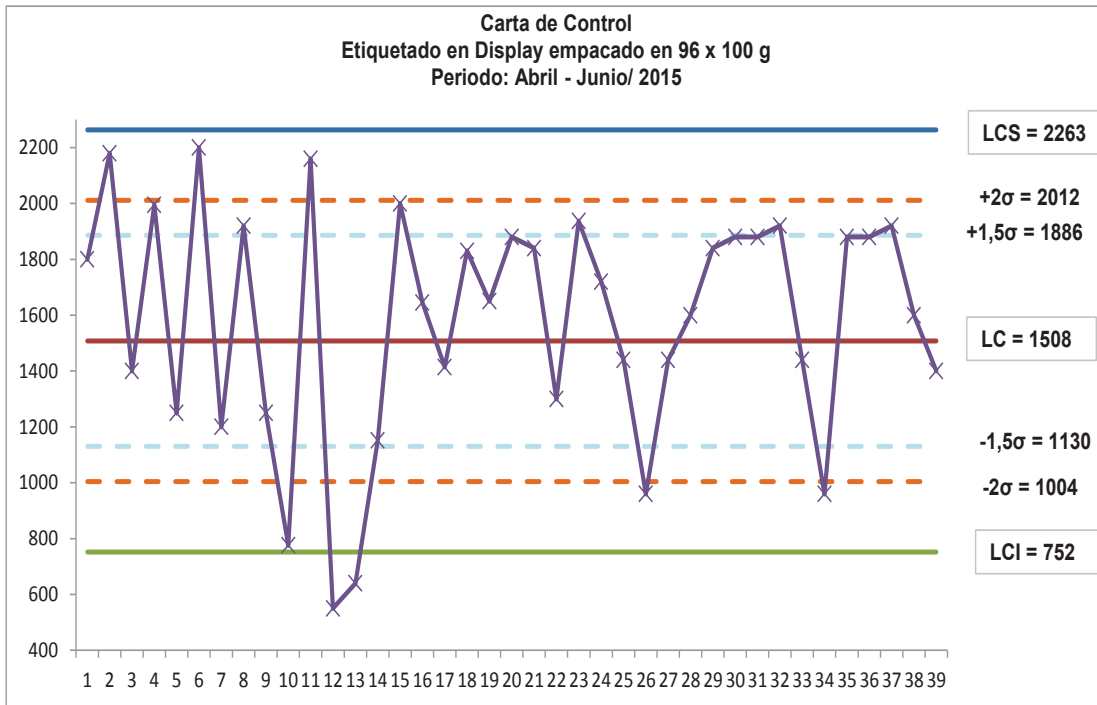


Figura 3.12 Carta de control del subprocesos “etiquetado en *display* empacado 96 x 100 g” durante el período abril a junio / 2015

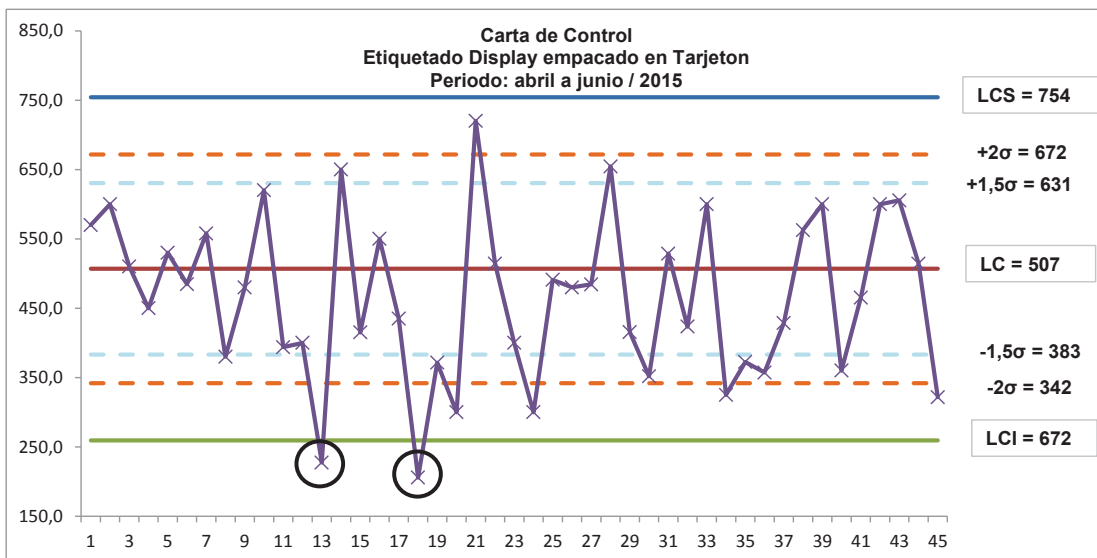


Figura 3.13 Carta de control del subproceso “etiquetado en *display* empacado en tarjetón” durante el período abril a junio / 2015

El segundo subproceso en el que se identificó puntos fuera de los límites de control fue el de “etiquetado de galonera”. En la figura 3.14 se aprecia esta

desviación por encima del límite de control superior; la causa asignable fue el cambio de la colocación de la etiqueta y la agarradera de este tipo de producto (galoneras) en el proceso de envasado. Con esta acción, la velocidad de este subproceso aumentó, ya que, el personal debe únicamente paletizar los envases.

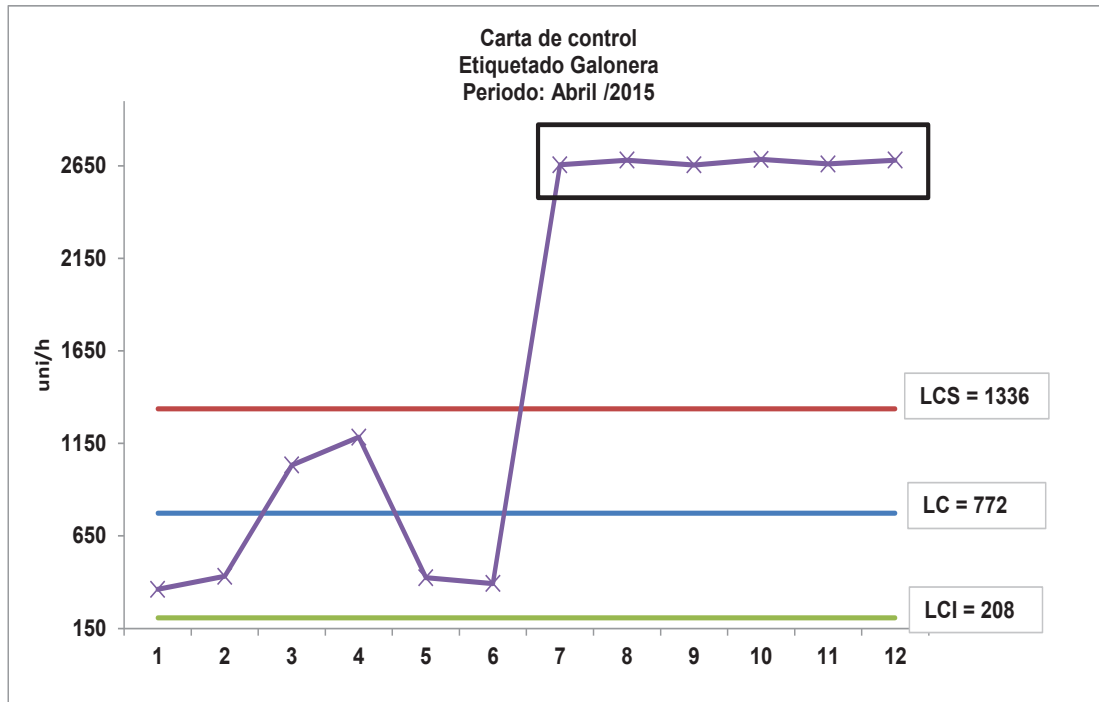


Figura 3.14 Carta de control del subproceso “etiquetado galonera” durante el mes abril /2015

Por el cambio en el subproceso de “etiquetado de galoneras”, se calcularon nuevos límites de control con las nuevas velocidades resultantes de la modificación, obteniéndose la carta de control que se indica en la figura 3.15.

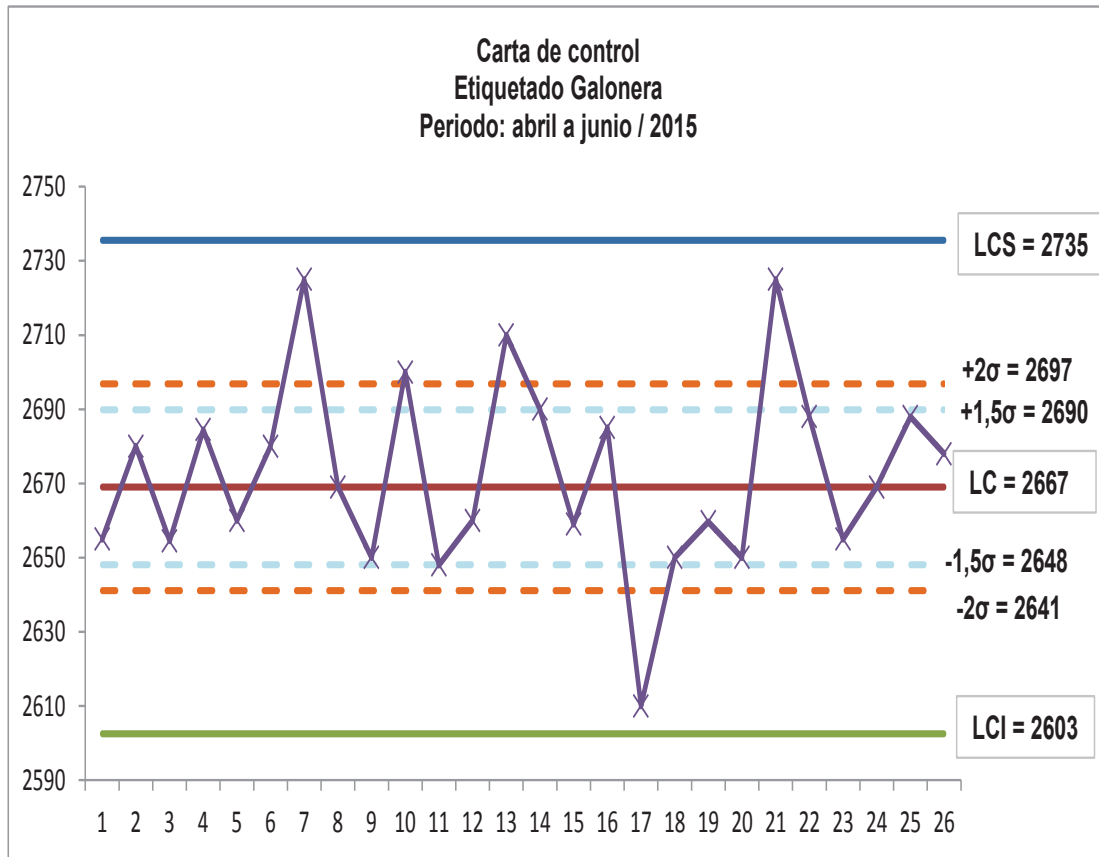


Figura 3.15 Carta de control del subproceso “etiquetado galonera” con los nuevos límites de control durante el período de abril a junio / 2015

El tercer subproceso en el que se identificó puntos fuera de los límites de control fue el del “etiquetado manual”. En la figura 3.16 se aprecia esta desviación por debajo del límite de control inferior; la causa asignable fue la redistribución del personal; la asignación realizada fue de 2 personas en lugar de 4 según la planificación inicial. Con esta acción, la velocidad de este subproceso disminuyó.

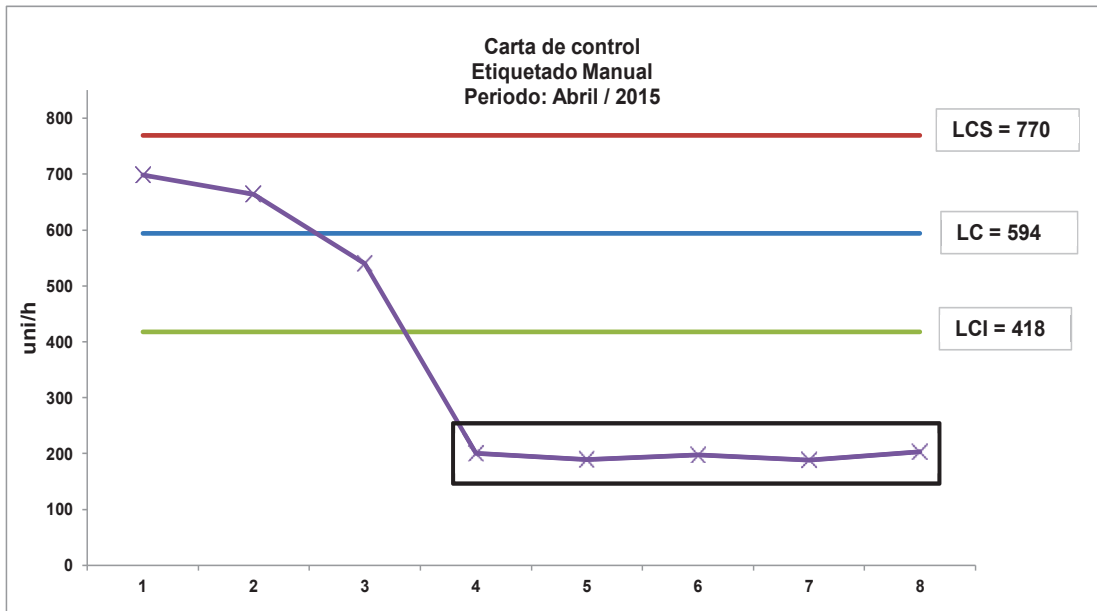


Figura 3.16 Carta de control del subproceso “etiquetado manual” durante el período abril / 2015

Por el cambio en el subproceso de “etiquetado manual”, se calcularon nuevos límites de control con las nuevas velocidades resultantes de la modificación, obteniéndose la carta de control que se indica en la figura 3.17.

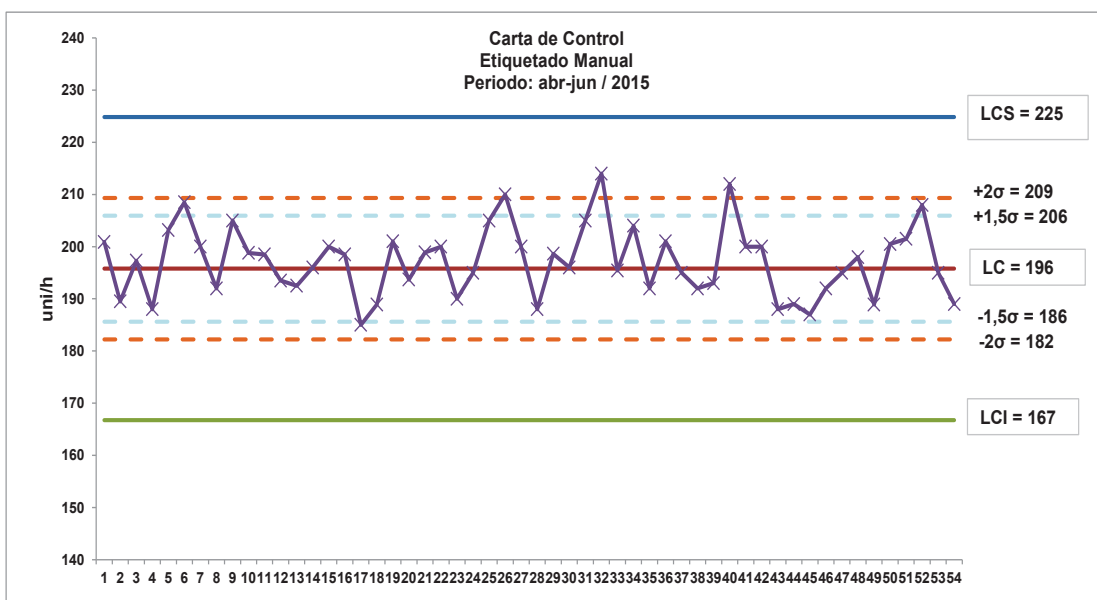


Figura 3.17 Carta de control del subproceso “etiquetado manual” con nuevos límites de control durante el período abril a junio / 2015

b) Acercamiento a la línea central

Analizando la figura 3.17 perteneciente al subproceso del “etiquetado manual”, se observó que todos los datos estaban cerca del límite central debido a que en su construcción inicial se contaba con pocos datos (cinco datos). Por esta razón se procedió a la revisión del cálculo de los límites de control.

Considerando el análisis anterior, se procedió a construir una nueva carta de control para el subproceso del “etiquetado manual” con todos los datos recopilados durante el período de implementación. Esta carta se presenta en la figura 3.18.

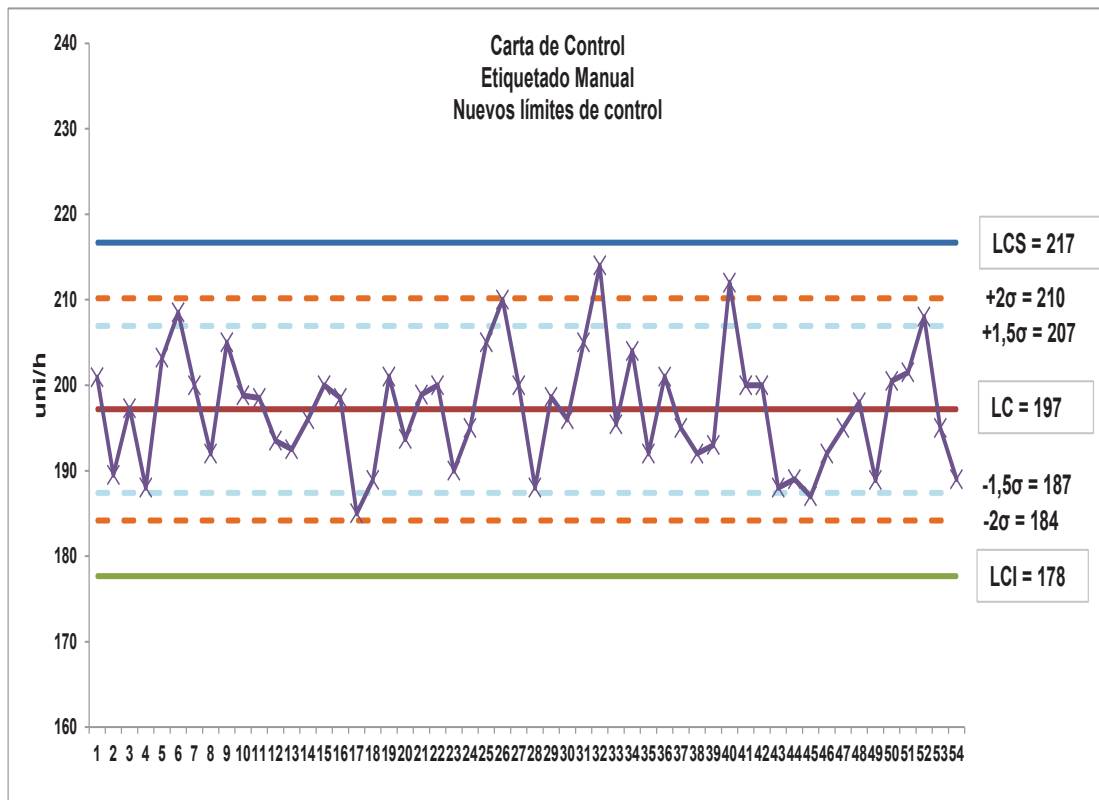


Figura 3.18 Carta de control del subproceso “etiquetado manual” acertando los límites de control durante el período abril a junio / 2015

A continuación, en la tabla 3.17 se muestra un resumen del análisis de las cartas de control del proceso de etiquetado:

Tabla 3.17 Resumen del Análisis de las Cartas de control

CRITERIO	SUBPROCESO	CAUSA
Fuera de los límites de control	En las cartas de control del subproceso de “etiquetado en <i>display</i> ” se encuentran puntos por debajo del LCI.	Por la falta de personal se realiza una redistribución priorizando la continuidad de los subprocesos automáticos.
	A mediados del mes de abril se observan puntos que superan el LCS en el “etiquetado de galoneras sin agarradera”.	Cambio de la colocación de la etiqueta y la agarradera al proceso de envasado.
	A mediado del mes de abril se observan puntos por debajo del LCI en el “etiquetado manual”.	Redistribución del personal, en lugar de 4 de la planificación inicial, se asignan 2.
Racha	Desviación no presentada	---
Tendencia	Desviación no presentada	---
Acercamiento a los límites de control	Desviación no presentada	---
Acercamiento a la línea central	En la carta de control de la línea de “etiquetado manual” se observan que los nuevos límites de control están muy amplios.	Se disponían de pocos datos (cinco datos) para el cálculo de los límites de control.
Periodicidad	Desviación no presentada	---

3.2.3 PASO 3: SUBORDINAR EL SISTEMA A LA RESTRICCIÓN

Las modificaciones que se implementaron para planificar de acuerdo a la capacidad del cuello de botella fueron:

- a) Se modificaron los horarios de limpiezas profundas de la planta. Inicialmente, toda la planta realizaba las limpiezas el primer turno del primer día laborable de la semana; con el cambio de horario, el área de etiquetado realiza esta actividad en el segundo turno del último día laborable de la semana. De esta manera cada inicio de semana mientras el resto de la planta no produce, el área de etiquetado logra bajar el stock de unidades en tránsito.

- b) Se modificó el programa de producción de envasado, iniciando la semana laboral con productos de alto volumen (galoneras) y procurando terminar la semana con productos de menor volumen (menor a un kilo). De esta manera, se envasan unidades que representan tonelaje y poco tiempo de etiquetado.

3.2.4 PASO 4: AUMENTAR LA CAPACIDAD DE LA RESTRICCIÓN

3.2.3.1 Reemplazo del subproceso “etiquetado con etiquetas de papel”

Para verificar el tiempo que el personal dedicaba al subproceso de “etiquetado con etiquetas de papel”, se aplicó la misma metodología descrita en el diagnóstico inicial para el muestreo de trabajo.

Tomando en cuenta la nueva hipótesis: 40% de la jornada laboral, el personal trabaja en el subproceso de “etiquetado con etiquetas de papel”, el número de observaciones calculado fue de 384 para un período de 22 días laborables.

Los resultados del muestreo de trabajo definieron que el 63% del personal dedicaba, no en forma continua, un 34% en promedio de su jornada laboral al subproceso de “etiquetado con etiquetas de papel”. Estos resultados demostraron la hipótesis planteada.

En la descripción de los subprocesos de “etiquetado automático” y “etiquetado con etiquetas de papel” que se indica la subdivisión del área de etiquetado en los resultados del diagnóstico inicial (sección 3.1.1), se concluye que las diferencias entre los dos subprocesos son: el número de personas que se ocupa y el tipo de etiqueta (adhesiva para el subproceso “etiquetado automático” y engomada para el “etiquetado con etiquetas de papel”). Con estas consideraciones y los análisis que se desarrollan a continuación, se propuso el reemplazo del “etiquetado con etiquetas de papel” al “etiquetado automático” a la gerencia de la planta para la aprobación del proyecto.

a) Análisis Económico para el reemplazo de subprocessos

En la tabla 3.18 se indica el cálculo del ahorro para la aprobación del proyecto por parte de la empresa, determinándose un ahorro de \$19 913 al año.

Tabla 3.18 Análisis Económico para la aprobación del reemplazo del subprocesso “etiquetado con etiquetas de papel”

PRODUCTO	ETIQUETADO PAPEL	ETIQUETADO AUTOMÁTICO	ETIQUETADO AUTOMÁTICO - PAPEL	PEDIDOS 2014	ANÁLISIS
	costo total (\$/u)	costo total (\$/u)	diferencia (\$/u)	promedio (u/mes)	\$/mes
A	0,051	0,039	-0,012	4 946	-60,0
B	0,062	0,043	-0,018	2 772	-50,5
C	0,038	0,039	0,000	472	0,1
D	0,057	0,041	-0,017	2 790	-46,2
E	0,042	0,039	-0,003	1 350	-4,5
F	0,051	0,039	-0,012	1 020	-12,4
G	0,051	0,039	-0,012	8 030	-97,4
H	0,062	0,043	-0,018	470	-8,6
I	0,062	0,043	-0,018	970	-17,7
J	0,077	0,039	-0,038	2 130	-80,8
K	0,077	0,039	-0,038	1 400	-53,1
L	0,096	0,043	-0,053	1 620	-85,6
M	0,077	0,039	-0,038	4 020	-152,4
N	0,077	0,039	-0,038	2 190	-83,0
O	0,096	0,043	-0,053	1 360	-71,9
P	0,077	0,039	-0,038	3 060	-116,0
Q	0,077	0,039	-0,038	1 390	-52,7
R	0,096	0,043	-0,053	1 340	-70,8
S	0,077	0,039	-0,038	1 100	-41,7
T	0,096	0,043	-0,053	620	-32,8
U	0,077	0,039	-0,038	1 060	-40,2
V	0,096	0,043	-0,053	594	-31,4
W	0,088	0,043	-0,045	3 402	-152,9
X	0,090	0,043	-0,047	3 130	-146,0
Y	0,057	0,040	-0,017	968	-16,0
Z	0,066	0,043	-0,023	2 210	-50,0
AA	0,063	0,043	-0,019	3 548	-69,0
AB	0,051	0,043	-0,007	2 272	-16,0
				TOTAL (\$/MES)	-1 659
				TOTAL (\$/AÑO)	-19 913

El costo de los subprocesos “etiquetado con etiquetas de papel” y “etiquetado automático” para cada producto se indica en el ANEXO VIII.

b) Análisis de Capacidad del “Etiquetado automático”

El subproceso de “etiquetado automático” trabaja con una máquina etiquetadora con sistema envolvente de marca Ketan, modelo LCW-50. La velocidad máxima del dispensador de etiquetas es de 30 m/min. La etiqueta más larga que se utiliza mide 20 cm, por lo tanto la capacidad teórica máxima de la línea es de 150 u/min (9 000 u/h).

La capacidad real del “etiquetado automático” está dada por la velocidad estándar calculada en el diagnóstico inicial que es de 2 461 u/h.

La máxima demanda mensual de productos que se espera para el “etiquetado automático” se calculó considerando los mayores meses de producción del año 2014, tanto de los productos con etiquetas engomadas como de etiquetas adhesivas. Se encontró que en el mes de diciembre se etiquetaron 167 438 unidades con etiquetas engomadas y en agosto 77 352 unidades con etiquetas adhesivas. Sumando los dos valores, se obtiene una demanda máxima mensual de 244 790 unidades. Tomando en cuenta que el incremento de producción proyectado para el año 2015 es del 3,5%, se tiene que las unidades por etiquetarse serían de 253 358 al mes.

Con una capacidad real de 2 461 u/h, trabajando 8 horas diarias durante 21 días laborables en un mes, se dispone de una capacidad de 413 515 u/mes, es decir, que se cubre sin ningún problema la demanda máxima de productos.

De acuerdo la figura 3.20, la capacidad teórica supera en un 73% la capacidad real debido a que esta capacidad está determinada por la velocidad de alimentación a la banda transportadora que se realiza en forma manual. Si en el futuro la demanda máxima de productos para el “etiquetado automático” llega a

superar la capacidad real se tiene la opción de automatizar la alimentación para aumentar la capacidad.

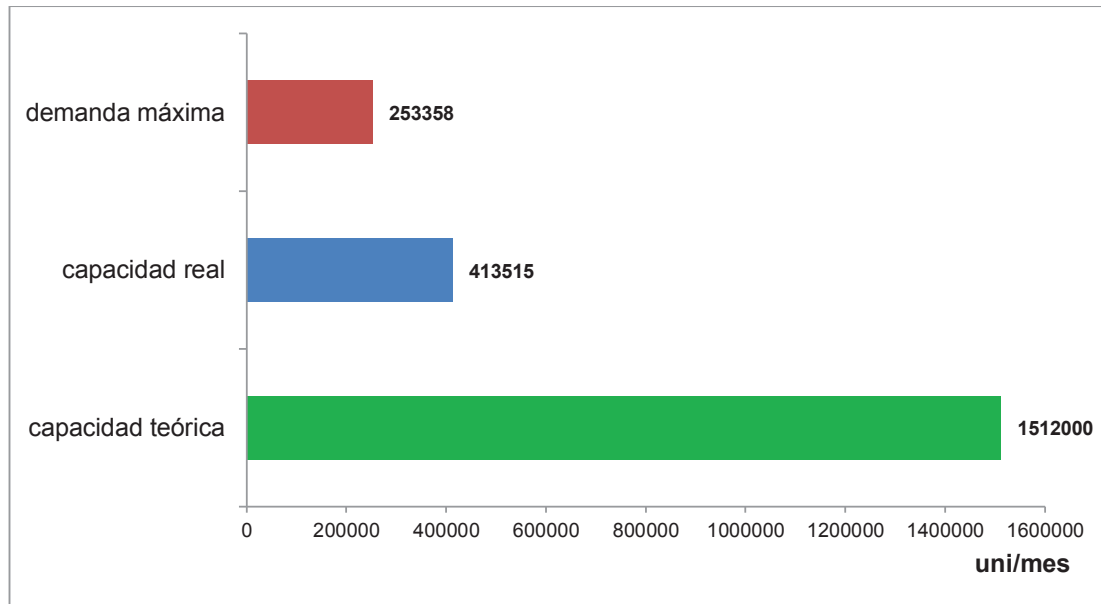


Figura 3.19 Análisis de Capacidad del subproceso “etiquetado automático”

c) Análisis de la Productividad entre subprocesos

Como se muestra en la tabla 3.19 la productividad del subproceso “etiquetado automático” era de 410 u/hh y la del subproceso “etiquetado con etiquetas de papel” era de 151 u/hh, tomando en cuenta la velocidad estándar más alta de este último, ya que se pueden tener valores inferiores dependiendo del tipo de envase.

Por lo tanto el reemplazo del subproceso de “etiquetado con etiquetas de papel” significaba aumentar la productividad en mínimo 2,71 veces.

Tabla 3.19 Análisis de productividad para la aprobación del cambio de etiquetas

SUBPROCESO	PERSONAL	VELOCIDAD (u/h)	PRODUCTIVIDAD (u/hh)
Automático	6	2 461,4	410
Con etiquetas de papel	8	1 204,5	151

3.2.3.2 Análisis de los Procesos de Envasado

En el proceso de envasado, se trabaja con varias máquinas que envasan diferentes presentaciones; uno de los equipos es la volpak con tapón en donde se producen todos los productos que tienen válvula. Esta línea funciona con dos personas, el operador y el contador, este último coloca los productos en cajas, las sella y pasan directamente a la bodega de producto terminado. Estos productos no van al área de etiquetado porque la lámina es preimpresa y por tanto, no requieren de etiqueta.

Dentro de estos productos se encuentran las mermeladas de 250 g, las cuales se colocaban en jabs y pasaban al área de etiquetado para ser empacadas en las cajas y entregadas a la bodega de producto terminado. Estas mermeladas van en cajas de 12 unidades; por ser pocas unidades, no las empacaba directamente en la línea de la volpak con tapón.

Se tomó la decisión de empacar directamente estos productos en el equipo volpak con tapón, dando como resultado ninguna demora al proceso. Con este resultado, se eliminan los productos de 250 g para el proceso de etiquetado.

En la figura 3.20 se presentan los métodos de trabajo inicial y modificado de los procesos de etiquetado y envasado para los productos de 250 g donde se aprecian las implementaciones realizadas.

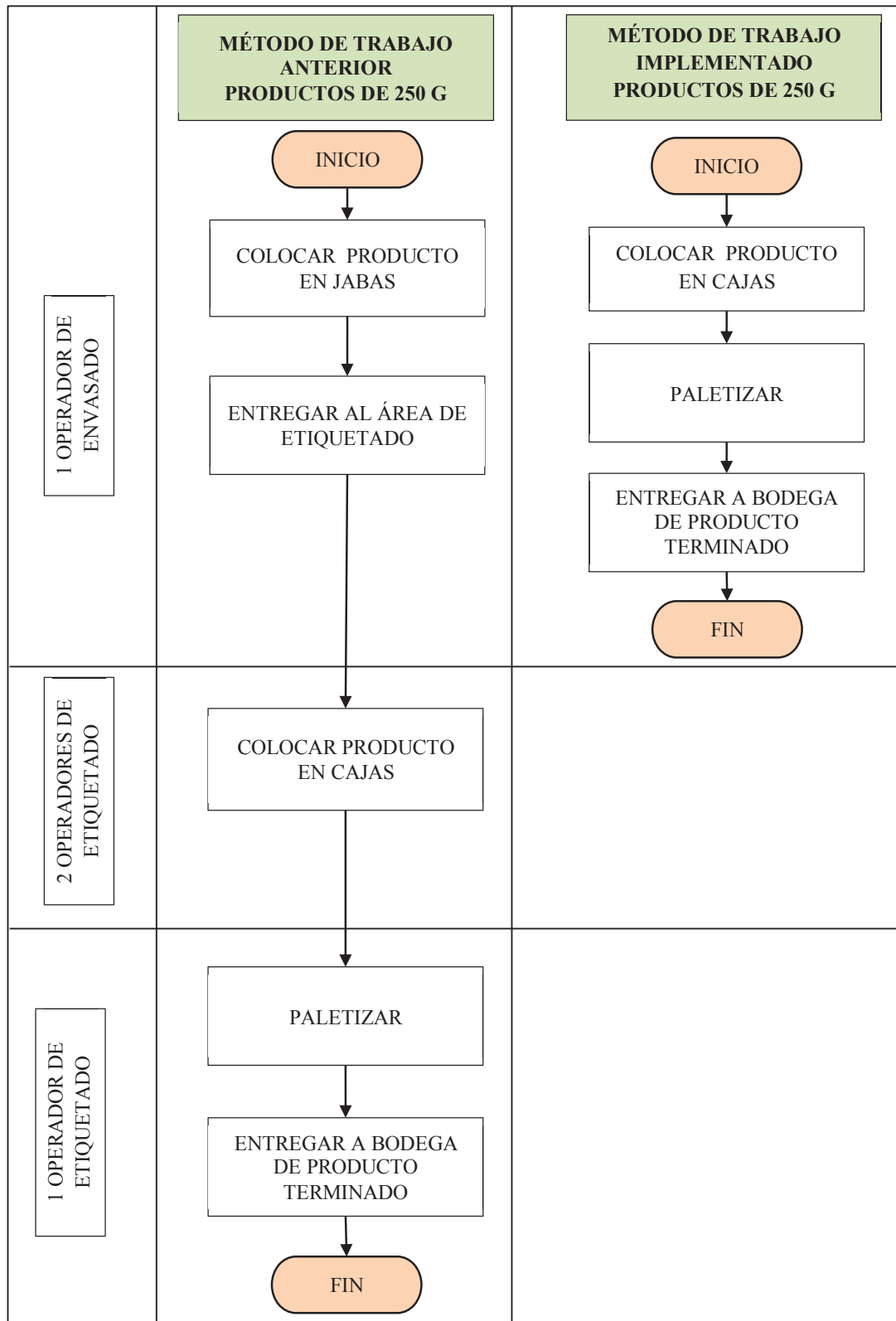


Figura 3.20 Método de Trabajo Anterior e Implementado de los productos de 250 g

El segundo subproceso de envasado analizado fue el “envasado de galoneras”. Este subproceso trabaja con una máquina envasadora exclusiva para este tipo de productos con dos personas. Al inicio del subproceso, un operario alimenta los envases a la máquina y el otro operario coloca el producto en pallets. Posteriormente, los productos en galoneras pasaban al área de etiquetado para colocarles la etiqueta respectiva con una máquina automática; dependiendo del tipo de galonera, se colocaba o no, una agarradera al envase. Finalmente, se procedía a paletizar para su entrega a la bodega de producto terminado. Estas tareas se muestran en la figura 3.21.

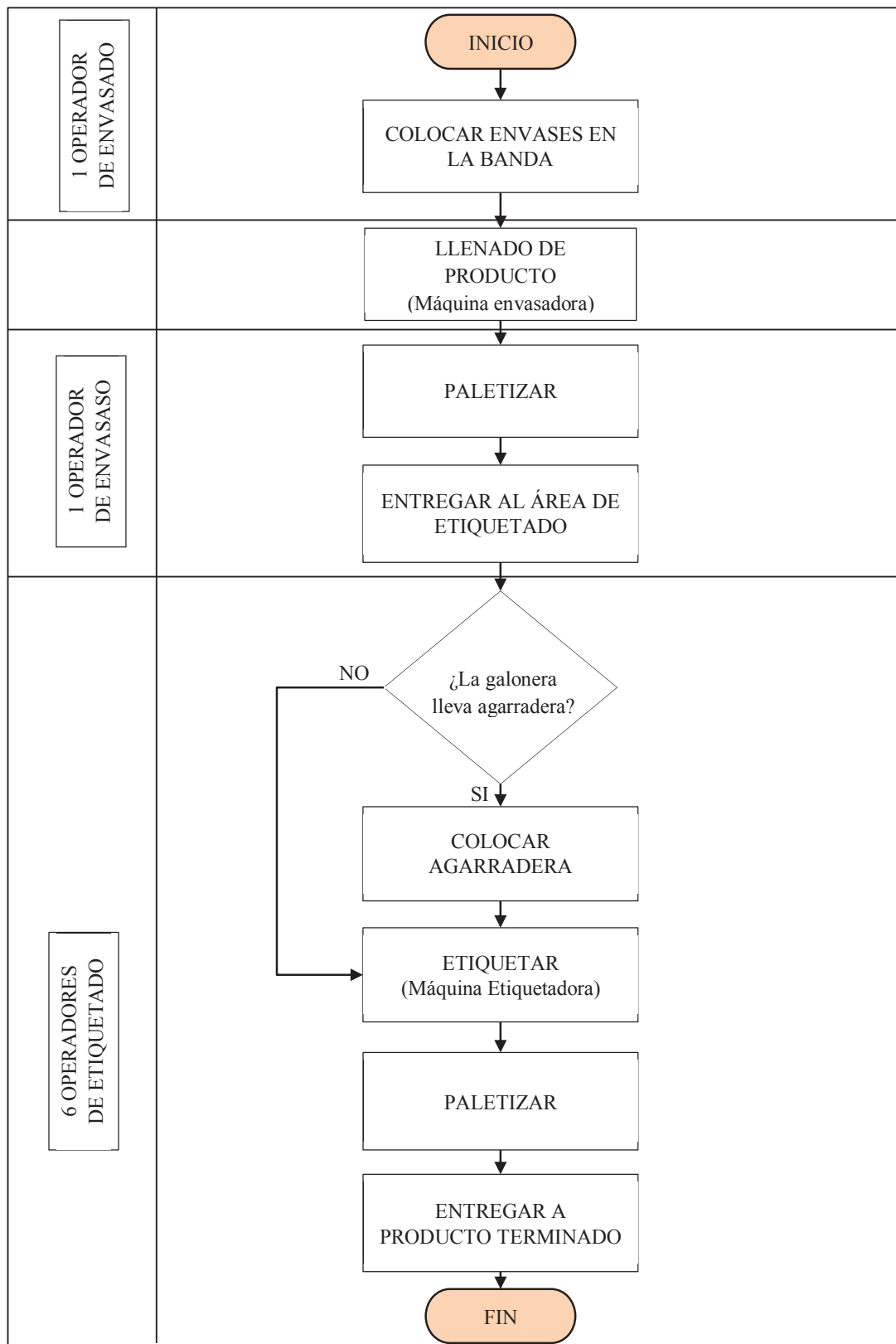


Figura 3.21 Método de Trabajo Inicial de los productos en galoneras

Para aumentar la capacidad del proceso de etiquetado, se acopló la máquina etiquetadora a la línea de envasado y se distribuyó el trabajo con tres personas: la primera para la alimentación de los envases, la segunda para el control de la máquina etiquetadora y para la colocación de la agarradera cuando se requiera y, la tercera para la paletización (esta persona pasó del área del etiquetado al área de envasado). El flujo de tareas implementado se muestra en la figura 3.22.

Como se puede apreciar en la figura 3.22, existe una variación en el flujo cuando se trata de productos calientes; en este caso, no es posible enviar los productos en galoneras directamente a la bodega de producto terminado, es por eso, que el subproceso de “etiquetado de galonera” no se ha eliminado en su totalidad del proceso de etiquetado.

Con los cambios implementados, se maneja un solo subproceso donde van todos los envases con agarradera, con lo cual se eliminó la tarea de colocar la agarradera en el proceso de etiquetado. Esta mejora ha originado:

- Un aumento de la velocidad estándar de 772 u/h a 2 669 u/h.
- Una disminución en el número de personas de 6 a 3 en el subproceso de “etiquetado de galoneras”.

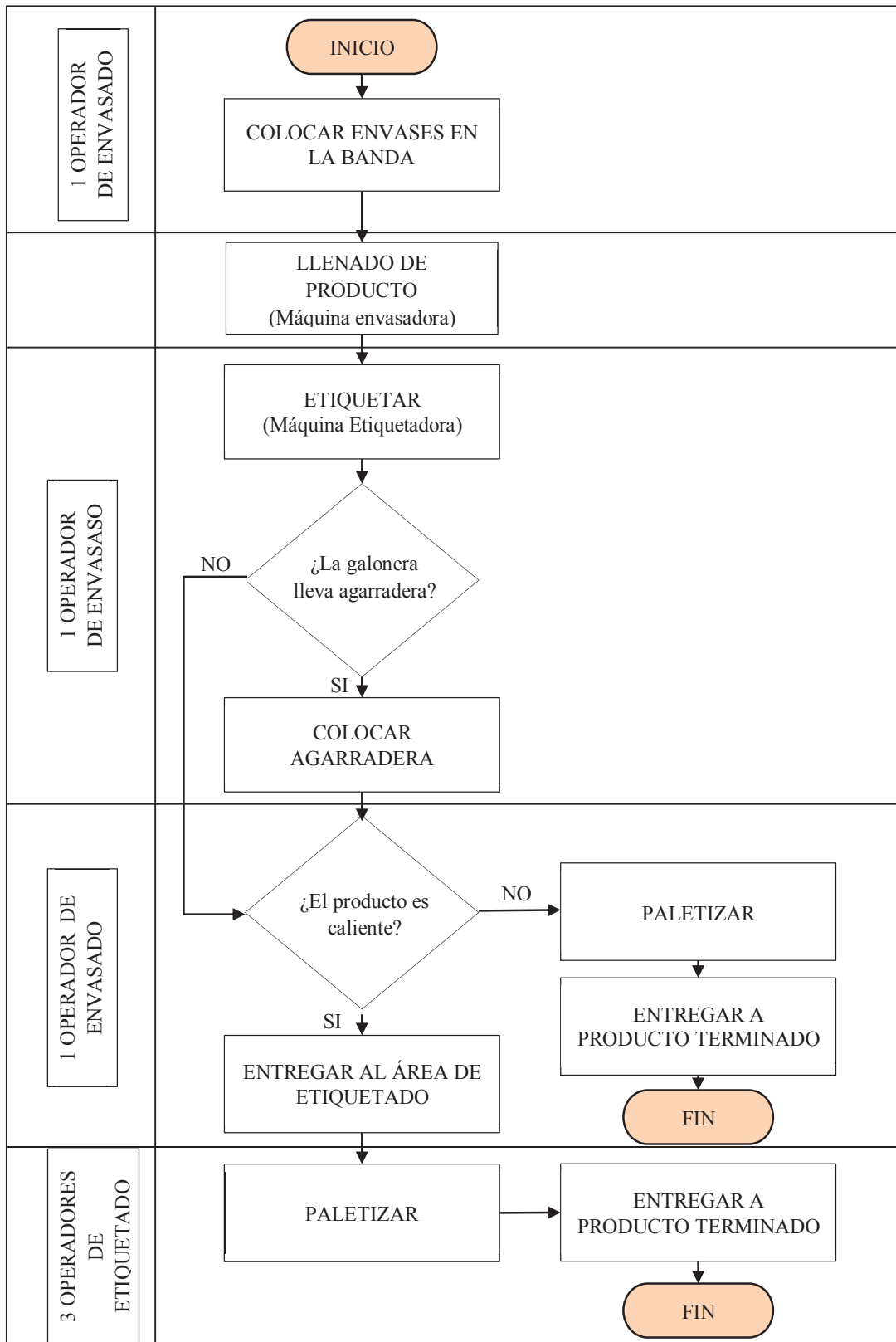


Figura 3.22 Método de Trabajo Implementado en los procesos de envasado y etiquetado para los productos en galoneras

3.2.3.3 Mejoras relacionadas con la mano de obra

Considerando todas las mejoras implementadas en el proceso de etiquetado, este quedó distribuido en los siguientes subprocesos como se muestra en la tabla 3.20:

Tabla 3.20 Distribución de subprocesos y personal con las mejoras implementadas en el proceso de etiquetado

SUBPROCESO	No. PERSONAS PARA EL SUBPROCESO		COMENTARIOS
	INICIAL	CON MEJORAS	
Etiquetado automático	6	6	Pasaron todos los productos que se etiquetaban con etiquetas de papel.
Etiquetado automático 100	3	3	Sin modificaciones.
Etiquetado en <i>display</i>	4	3	Se eliminó la actividad “empacado 12 x 250 g” y se disminuyó el número de personas asignadas a 3; una de ellas presenta problemas de salud, su nueva asignación se realizó con aval del departamento médico de la empresa.
Etiquetado con fajilla	5	5	Sin modificaciones.
Etiquetado de galonera	6	2	Se pasó la tarea de colocar la etiqueta y la agarradera al proceso de envasado. Quedando como única operación, el paletizado de las galoneras para productos calientes.
Etiquetado manual	4	2	De las dos personas asignadas, una de ellas presenta problemas de salud. Su nueva asignación se realizó con el aval del departamento médico de la planta.
Etiquetado con Etiquetas de Papel	8	0	Subproceso eliminado.
Etiquetado de skuisi	5	5	Sin modificaciones.

A continuación en la figura 3.23 se presenta el mapa de procesos modificado según las mejoras implementadas:

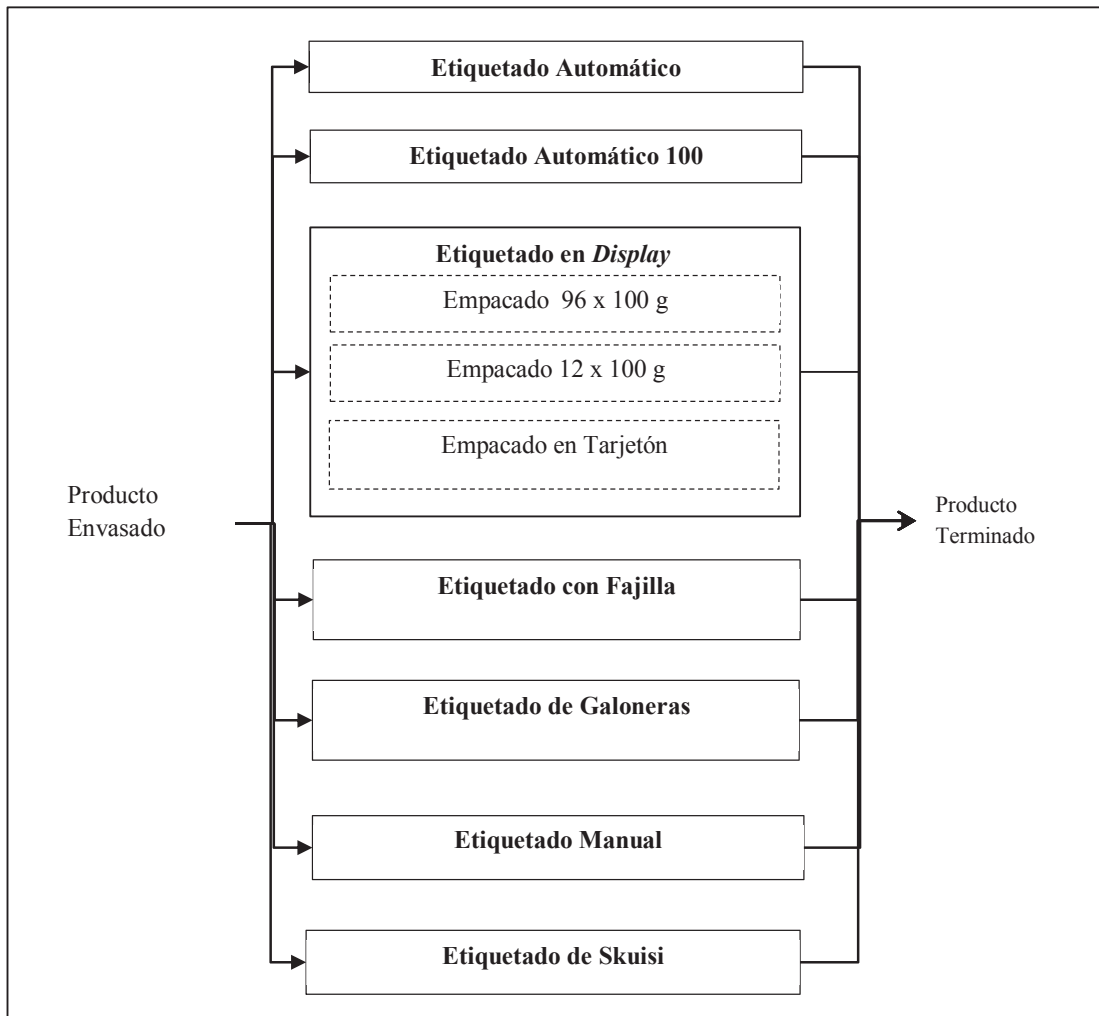


Figura 3.23 Mapa de Procesos Modificado del área de etiquetado con las mejoras implementadas

Con relación al personal, el proceso de etiquetado inicialmente estaba conformado por 17 personas; luego de las mejoras implementadas, el número final quedó en 16, de las cuales 11 son mujeres y 5 hombres. Los 5 equipos de trabajo conformados son:

- a) Equipo 1: Formado por seis personas (5 mujeres y 1 hombre) que trabajan en los subprocesos automático, fajilla y skuisi. Forman un solo equipo porque los tres subprocesos requieren de la misma maquinaria y por tanto se puede trabajar en un solo tipo de etiquetado a la vez. Cuando se

etiquetan los productos envasados en fajillas o en skuisi, una persona de este equipo de trabajo, apoya en el subproceso manual o *display*.

- b) Equipo 2: Formado por tres personas (2 mujeres y 1 hombre) que trabajan en el subproceso automático 100.
- c) Equipo 3: Formado por 3 personas (2 mujeres y 1 hombre) que trabajan en el subproceso *display*. Una de ellas presenta problemas de salud.
- d) Equipo 4: Formado por 2 personas (1 mujer y 1 hombre) que trabajan en el subproceso de galonera. El personal al terminar su tarea apoya al “etiquetado manual” o “etiquetado en *display*”.
- e) Equipo 5: Formado por 2 personas (1 hombre y 1 mujer) que trabajan en el “etiquetado manual”. Una de ellas presenta problemas de salud.

Todo el personal de los equipos de trabajo rota en cada subprocesos acorde a la programación del área, a excepción del personal con problemas médicos que se encuentran fijas acorde a los cambios realizados. Para evitar la acumulación de personal por la mañana y por la necesidad de los despachos en la tarde se abrió un segundo horario de 9 a 17:30 para el Equipo 1.

Un resumen de la distribución actual del personal y sus horarios de jornada laboral se indica en la tabla 3.21:

Tabla 3.21 Distribución del personal y jornada laboral implementada por subproceso

SUBPROCESO	No. PERSONAS	No. EQUIPO DE TRABAJO	JORNADA LABORAL
Etiquetado automático	6	1	Ingresan a las 9:00 y rotan cada semana.
Etiquetado automático 100	3	2	Ingresan a las 6:00 y rotan cada semana.
Etiquetado <i>display</i>	3	3	Ingresan a las 6:00 y rotan cada semana. Hay una persona fija por problemas de salud.
Etiquetado fajilla	5	1	Son las mismas personas que están en el subproceso de “etiquetado automático”. La persona sobrante colabora en otro subproceso.
Etiquetado galoneras	2	4	Ingresan a las 6:00 y rotan cada semana.
Etiquetado manual	2	5	Ingresan a las 6:00. Hay una persona fija que tiene un problema de salud.
Etiquetado skuisi	5	1	Son las mismas personas que se están en el subproceso de “etiquetado automático”. La persona sobrante colabora en otro subproceso.

3.2.3.4 Programa de Etiquetado

El programa de etiquetado implementado se lo desarrolla cada último día laboral de la semana por el Jefe de Producción y se lo entrega a la Supervisora del Área.

Para explicar los pasos que conllevan su elaboración, se ha tomado como ejemplo una parte del programa de etiquetado realizado en la semana del 15 al 19 de junio de 2015, las tablas correspondientes a este ejemplo se muestran en el ANEXO IX; a continuación se presentan los pasos mencionados:

- Recibir los pedidos diarios de cada producto en unidades del área comercial al área de producción.

- Desarrollar el programa de producción considerando el total del pedido, las unidades en el stock en tránsito, las unidades de producto terminado y cualquier consideración adicional que la planta requiera.
- Desarrollar el programa de etiquetado analizando para cada producto: los días y unidades de despacho, el día y unidades de producción, la velocidad estándar de cada subproceso y la disponibilidad de equipos y personal.

Durante el desarrollo de la programación, se va generando y revisando una tabla de tiempos de cada subproceso; esto permite ajustar los valores del programa, de ser necesario, hasta llegar al programa final.

La anterior información ayuda a la distribución del trabajo diario y a evitar horas extras innecesarias. Considerando el ejemplo planteado, se programó el trabajo semanal de la siguiente manera:

- Lunes y martes: Los subprocesos de “etiquetado automático”, “etiquetado fajillas” y “etiquetado skuisi” van a trabajar todo el día al igual que el “etiquetado manual”. El subproceso de “etiquetado en *display*” va a requerir más personal que se lo puede reasignar de los subprocesos “etiquetado automático 100” y “etiquetado galoneras” una vez que finalice el trabajo programado en estos dos últimos subprocesos; adicionalmente, cuando finalice el subproceso de “etiquetado automático”, una persona puede pasar al subproceso de “etiquetado *display*”.
 - Miércoles, jueves y viernes: El subproceso de “etiquetado manual” va a requerir apoyo en personal, el cual será reasignado de los subprocesos de “etiquetado galoneras” y de “etiquetado *display*”.
- Generar un Diagrama de Gantt de la programación: este diagrama se muestra en el ANEXO X.

3.2.5 PASO 5: MEJORA CONTINUA

Para continuar con las mejoras dentro del proceso de etiquetado, se propone seguir trabajando en este mismo proceso, ya que no ha dejado de ser el cuello de botella. Estas propuestas son:

- a) En la tabla 3.22 se observa que los productos que corresponden al subproceso de “etiquetado automático 100”, después de la implementación, representan el 30,17% del inventario en tránsito por lo que se propone acoplar la máquina envasadora de los productos en presentación de 100 g a la línea de etiquetado, con el fin de producir en línea. Con esta acción, además de disminuir dicho inventario se requerirá de una persona menos en el proceso en conjunto.

Tabla 3.22 Distribución actual de productos por subproceso del inventario en stock

SUBPROCESO	PORCENTAJE
Automático	45,10%
Automático 100	30,17%
Fajilla	9,22%
Skuisi	6,29%
Galonera	4,74%
Manual	4,48%

En la figura 3.24 se muestra el método de trabajo actual y propuesto para los productos de 100 g del subproceso “etiquetado automático 100”.

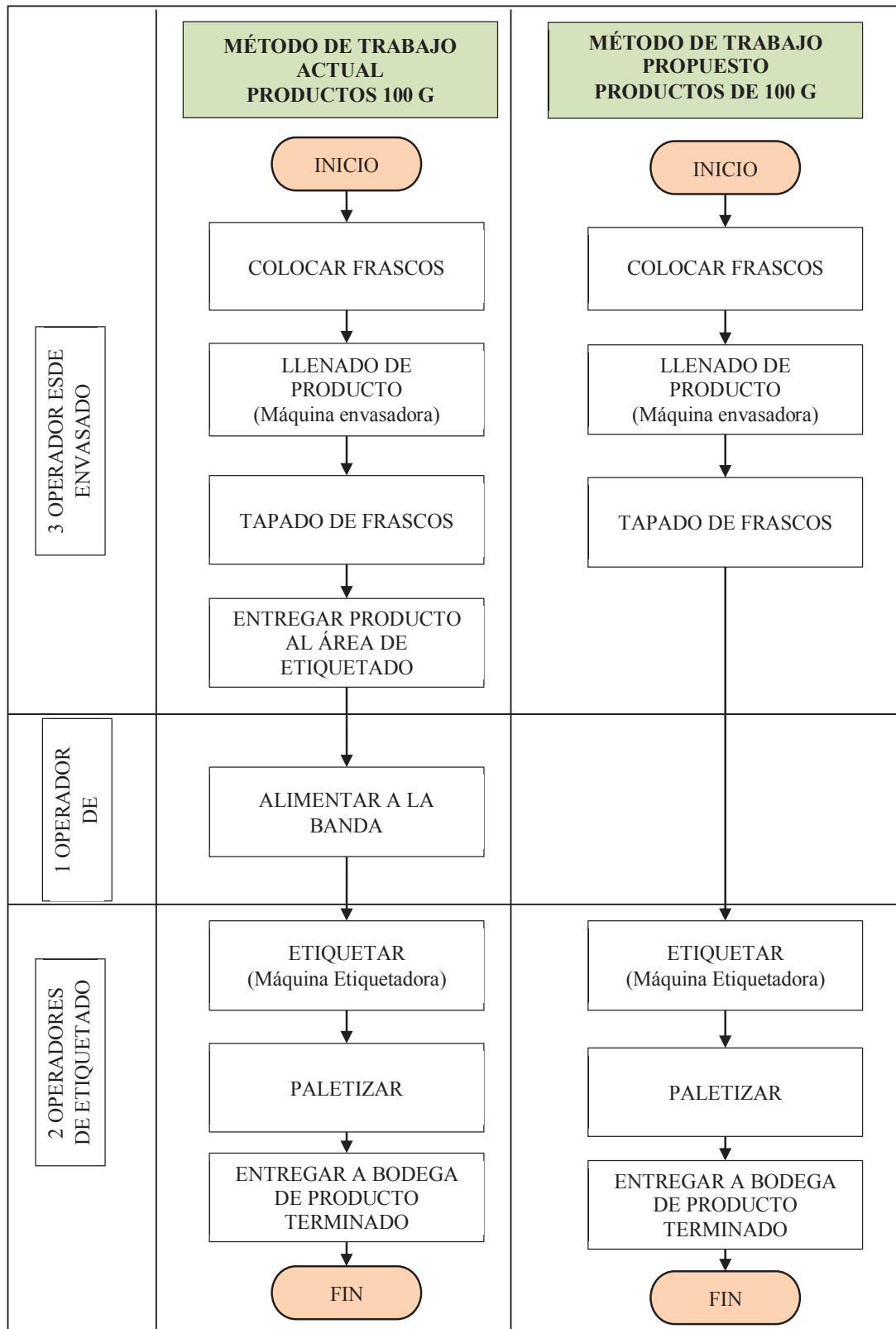


Figura 3.24 Método de Trabajo Actual y Propuesto para el subproceso “etiquetado automático 100” para los productos de 100 g

- b) Los productos que van hacia el subproceso de “etiquetado manual” vienen de una máquina envasadora a la cual se le puede adecuar un equipo codificador. Con este cambio, el producto sale codificado y de esta manera se elimina esta tarea en el etiquetado, aumentando la velocidad estándar del subproceso.

3.4 EVALUACIÓN DE LAS MEJORAS IMPLEMENTADAS

3.4.1 EVALUACIÓN DEL STOCK EN TRÁNSITO

En la tabla 3.23 se muestran las unidades del stock en tránsito durante los meses de implementación, así como su promedio, que fue de 224 898 unidades. Comparando este valor con las 352 293 unidades promedio mensuales del año 2014, la disminución obtenida fue del 36%.

Tabla 3.23 Promedio en unidades del stock en tránsito durante la implementación de mejoras (período abril – junio 2015)

MES	UNIDADES
ABRIL / 2015	258 529
MAYO / 2015	208 952
JUNIO / 2015	207 214
PROMEDIO	224 898

La nueva distribución por subproceso del stock en tránsito, que se indicó en la tabla 3.22, muestra que el 45,10% del stock corresponde a producto de “etiquetado automático”. Para realizar la comparación con el año 2014, se deben sumar las unidades correspondientes al “etiquetado con etiquetas de papel”. Considerando este último valor, el stock en el 2014 fue del 59,4%. Con las mejoras implementadas se logró la disminución del stock en un 24%.

Si los datos mencionados anteriormente, se traducen a número de unidades etiquetadas, se visualiza que, como consecuencia del cambio del subproceso de “etiquetado con etiquetas de papel” al “etiquetado automático”, se generan

109594 unidades en promedio más al mes comparadas con los valores iniciales. El detalle de este cálculo se indica en la tabla 3.24.

Tabla 3.24 Cálculo de las unidades promedio mensuales sin etiquetar antes y durante el reemplazo del subproceso de papel a automático

Período	Stock en Tránsito Promedio (unidades)	Etiquetado con Etiquetas de papel (%)	Etiquetado automático (%)	Total (%)	Unidades sin Etiquetar
AÑO 2014	352 293	54,9	5	59,9	211 023
ABR - JUN / 2015	224 898	0	45,1	45,1	101 429

3.4.2 EVALUACIÓN DE LAS HORAS EXTRAS

Las horas extras registradas en el sistema Ebiz durante el período de abril a junio de 2015 se muestran en la tabla 3.25. Estos valores reflejan 21,6 horas por persona en promedio durante los meses de implementación, que comparadas con las 56,4 horas extras por persona promedio del año 2014, representan una disminución del 61,7%, generando un ahorro de \$2 364,9 en tres meses.

Tabla 3.25 Horas extras del área de etiquetado del período abril – junio / 2015

MES	HORAS EXTRAS (h)	HORAS EXTRAS POR PERSONA (h/persona)	HORAS EXTRAS POR MES (\$/mes)
abr-15	283	17,7	644,6
may-15	300	18,8	684,4
jun-15	454	28,4	1 035,9

El ahorro que representa la disminución de las horas extras también se ve reflejado en el costo hora-hombre. En el año 2014, este costo fue del 2,41, alcanzando el 2,15 después de las mejoras implementadas. El cálculo del costo de las horas-hombre se muestra en la tabla 3.26.

Tabla 3.26 Cálculo del costo de la hora-hombre

RUBRO	2014	Con la implementación 2015
sueldo mensual (\$)	354	365
sueldo anual (\$)	4 248	4 380
décimo cuarto (\$)	340	354
bono navideño (\$)	354	365
horas extras	1 523	591
fondos de reserva	474	488
Total anual	6 939	6 179
Total mensual	578	515
Costo (\$/hh)	2,41	2,15

Las horas extras permitidas por la Ley con las 16 personas que forman actualmente el área de etiquetado es de 806 mensuales, las mismas que no se han superado durante todo el período de implementación de mejoras.

3.4.3 EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD

La productividad acumulada al final del período de implementación fue de 13,7 u/hh. Si se la compara con la obtenida en septiembre del año 2014, que fue de 8,1 u/hh, se ha alcanzado un incremento del 69,5%, tal como se presenta en la tabla 3.27.

Tabla 3.27 Productividad del Área de Etiquetado durante la implementación

MES / 2015	Unidades Etiquetadas	No. Trabajadores	Horas Totales Trabajadas	PRODUCTIVIDAD (u / hh)	PRODUCTIVIDAD ACUMULADA (u / hh)
Abril	628 202	16	2 843	13,8	13,8
Mayo	625 813	16	2 860	13,7	13,7
Junio	715 130	16	3 270	13,7	13,7

Adicionalmente, se obtuvo un coeficiente de variación del 0,6% que refleja la estabilidad alcanzada en el proceso. Esta estabilidad y tendencia se aprecia en la figura 3.25, donde constan los valores de productividad de cada mes de implementación de mejoras. Esto contrasta con el coeficiente de variación del año 2014, que fue del 6%.

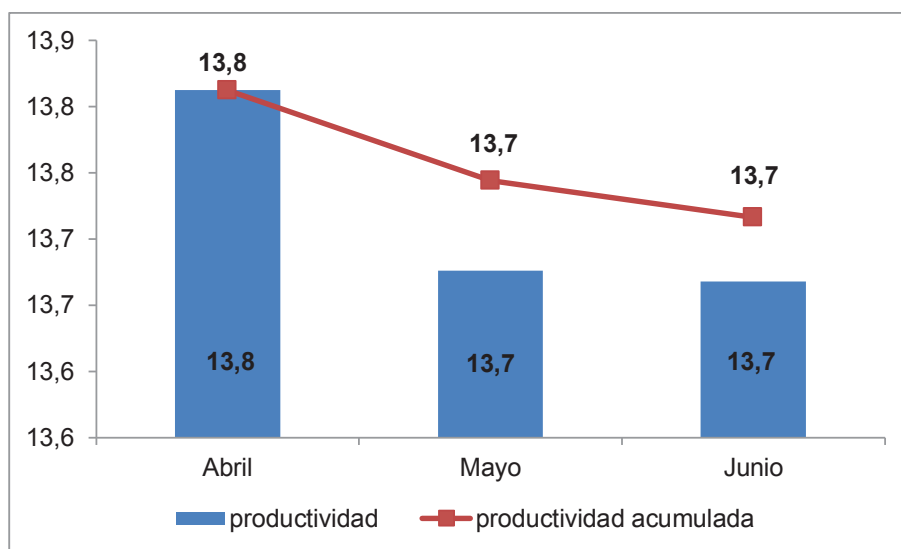


Figura 3.25 Productividad del área de etiquetado durante el período de implementación de mejoras

3.4.4 ANÁLISIS ECONÓMICO

Con el reemplazo del “etiquetado con etiquetas de papel” por el “etiquetado automático”, se obtuvo un ahorro de \$5 734 durante los meses de implementación, es decir, un promedio mensual de \$1 911. Estos valores se presentan en la tabla 3.28. Proyectando este ahorro, en un año se obtiene un valor de \$22 936. Esto permite comprobar la hipótesis planteada inicialmente en el análisis económico presentado para la aprobación de este estudio por la empresa. El cálculo detallado del ahorro se indica en el ANEXO XI.

Tabla 3.28 Ahorro económico durante la implementación en el reemplazo del subproceso de “etiquetado con etiquetas de papel” en el subproceso de “etiquetado automático”

MES	AHORRO (\$)
Abril / 2015	1 662
Mayo / 2015	2 007
Junio / 2015	2 065
TOTAL	5 734

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- El reemplazo del subproceso de “etiquetado con etiquetas de papel” logró aumentar la velocidad estándar promedio de este subproceso de 943,5 u/h a 2 461 u/h, que es la velocidad que maneja el “etiquetado automático”.
- El reemplazo del subproceso de etiquetado representó un ahorro real de \$5734 durante los tres meses de implementación de este proyecto de investigación, que proyectándolo a un año representa un ahorro de \$22936.
- El cambio de la tarea de empackado en cajas de los productos de 250 g del subproceso de “etiquetado en *display*” al proceso de envasado logró aumentar la capacidad productiva del proceso de etiquetado.
- La velocidad estándar del subproceso de “etiquetado de galoneras” aumentó de 772 a 2 669 u/h con el traspaso de las tareas de colocación de etiqueta y agarradera al proceso de envasado.
- El conjunto global de mejoras implementadas lograron el aumento de la productividad acumulada de 8,1 u/hh a 13,7 u/hh en el proceso de etiquetado.
- El conjunto de mejoras implementadas lograron disminuir las horas extras en un 61,7% mensual que representan un ahorro promedio de \$1 463 al mes.
- Las mejoras implementadas en el proceso de etiquetado bajaron el costo de la hora-hombre de 2,41 a 2,15 \$/hh.

- Las horas extras del personal luego de las modificaciones realizadas en el proceso de etiquetado no sobrepasan las horas reglamentarias acordes a la legislación ecuatoriana.

4.2 RECOMENDACIONES

- Continuar con el proyecto de mejora en el proceso de envasado, ya que, al ser el proceso previo al etiquetado, su gestión lo impacta directamente.
- Analizar alternativas que permitan producir en línea a lo largo de todo el proceso productivo con el fin de evitar la duplicación de tareas.
- Ampliar el área física del proceso de etiquetado para que se facilite la circulación del producto y disminuir tiempos muertos.
- Trabajar con los proveedores para mejorar la calidad de las agarraderas que demoran la tarea de colocación de agarraderas en los envases de galoneras.
- Trabajar en un plan de mantenimiento preventivo para evitar paros de las máquinas etiquetadoras y codificadoras que disminuyen la productividad del proceso de etiquetado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Arnoletto, E. (2007). *Administración de la producción como ventaja competitiva*. Recuperado de <http://www.eumed.net/libros-gratis/2007b/299/indice.htm> (septiembre, 2015).
2. Berenson, M. (2001). *Estadística para Administración*. (2da. Ed.). México, México: S.A. Alhambra Mexicana.
3. Bravo, J. (2009). *Gestión de Procesos*. (2da. Ed.). Santiago, Chile: Evolución S.A.
4. Chang, R. (2000). *Las herramientas para la mejora de la calidad (Vol.2)*. (1era. Ed.). Buenos Aires, Argentina: Granica.
5. Chapman, S. (2006). *Planificación y control de la Producción*. (1era. Ed.) México, México: Pearson.
6. Comisión de Legislación y Codificación del H. Congreso Nacional. (2005). *Código del Trabajo*. Recuperado de: http://www.pichincha.gob.ec/phocadownload/leytransparencia/literal_a/norma_sderegulacion/codigo_trabajo.pdf (Agosto, 2014).
7. Cuatrecasas, L. (2003). *Gestión Competitiva de Stocks y Procesos de Producción*. (1era. Ed.). Barcelona, España: Gestión 2000.
8. Cuatrecasas, L. (2011). *Organización de la producción y dirección de operaciones*. (1era. Ed.). Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos.
9. Drucker, P. (2003). *Cómo medir el rendimiento de una empresa*. (1era. Ed.). Barcelona, España: Deusto.

10. Evans, J. (2014). *Administración y el Control de la Calidad*. (9na. Ed.). México, México: Cengage Learning.
11. García A. (2011). *Productividad y Reducción de costos*. (2da. Ed.). México, México: Trillas.
12. García, R. (2005). *Estudio de Trabajo, Ingeniería de Métodos y Medición del Trabajo*. (2da. Ed.). México, México: McGraw Hill.
13. Goldratt, E. (2004). *La Meta, un proceso de mejora continua*. (2da. Ed.). Monterrey, México: Ediciones Regiomontanas.
14. Gutiérrez, H. (2013). *Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma*. (3era. Ed.). México, México: McGraw Hill.
15. Heizer, J. (2001). *Dirección de la Producción: Decisiones tácticas*. (6ta. Ed.). Madrid, España: Pearson.
16. Heizer, J. (2007). *Dirección de la Producción y de operaciones: Decisiones estratégicas*. (8va. Ed.). Madrid, España: Pearson.
17. Imai, M. (2013). *Kaizen: La clave de la ventaja competitiva japonesa*. (26ta. Ed.). México, México: Patria.
18. Imai, M. (2014). *Gemba Kaizen: un enfoque de sentido común para una estrategia de mejora continua*. (2da. Ed.). Madrid, España: McGraw Hill.
19. Kofman, F. (2007). *Metamangement: La Nueva conciencia de los negocios*. (1era. Ed.). Buenos aires, Argentina: Granica.
20. Krajewski, J. (2008). *Administración de Operaciones: Procesos y cadena de valor*. (8va. Ed.). México, México: Prentice Hall.

21. Kume, H. (2008). *Herramientas estadísticas básicas para el mejoramiento de la calidad*. (1era. Ed.). Bogotá, Colombia: Grupo Editorial Norma.
22. Martin, J. (2015). *Lean Six Sigma para sistemas administrativos*. (1era. Ed.). México, México: Trillas.
23. Montgomery, D. (2002). *Probabilidad y estadística aplicadas a la Ingeniería*. (2da. Ed.). México, México: Limusa.
24. Mora, J. (2003). *Guía Metodológica para la Gestión Clínica por Procesos*. (1era. Ed.). Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos.
25. Pérez, J. (2013). *Gestión por procesos*. (5ta. Ed.). México, México: Alfaomega.
26. Pérez, P. (2007). *Reflexiones para implementar un sistema de gestión de calidad (ISO 9001: 2000) en cooperativas y empresas de economía solidaria*. (1era. Ed.). Bogotá, Colombia: Universidad Cooperativa de Colombia.
27. Rajadell, M. (2010). *Lean Manufacturing: la evidencia de una necesidad*. (1era. Ed.) Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos.
28. Rey, F. (2003). *Técnicas de Resolución de problemas*. (1era. Ed.). Madrid, España: Fundación Confemetal.
29. Robbins, S. (2004). *Comportamiento Organizacional*. (10ma. Ed.). México, México: Pearson.
30. Singh, S. (1999). *Control de Calidad Total*. (1era. Ed.). México, México: McGraw Hill.
31. Vilar, J. (2005). *Control estadístico de los Procesos*. (1era. Ed.). Madrid, España: Fundación Confemetal.

32. Vollmann, T. (2005). *Planeación y control de la Producción*. (5ta. Ed.). México, México: McGraw Hill.

ANEXOS

ANEXO I

DIAGRAMAS DE FLUJO

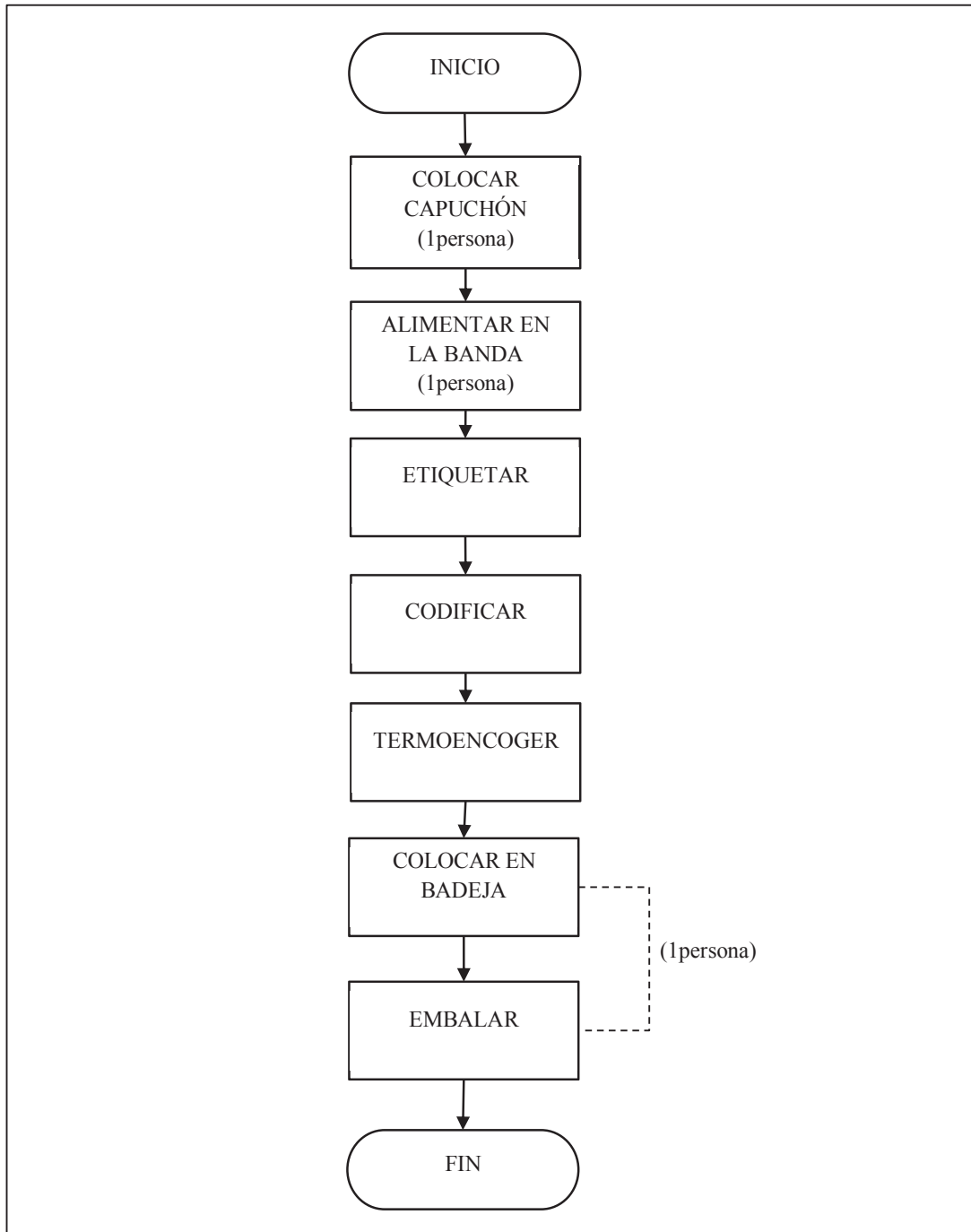


Figura A.I.1 Diagrama de Flujo del subproceso “etiquetado automático 100”

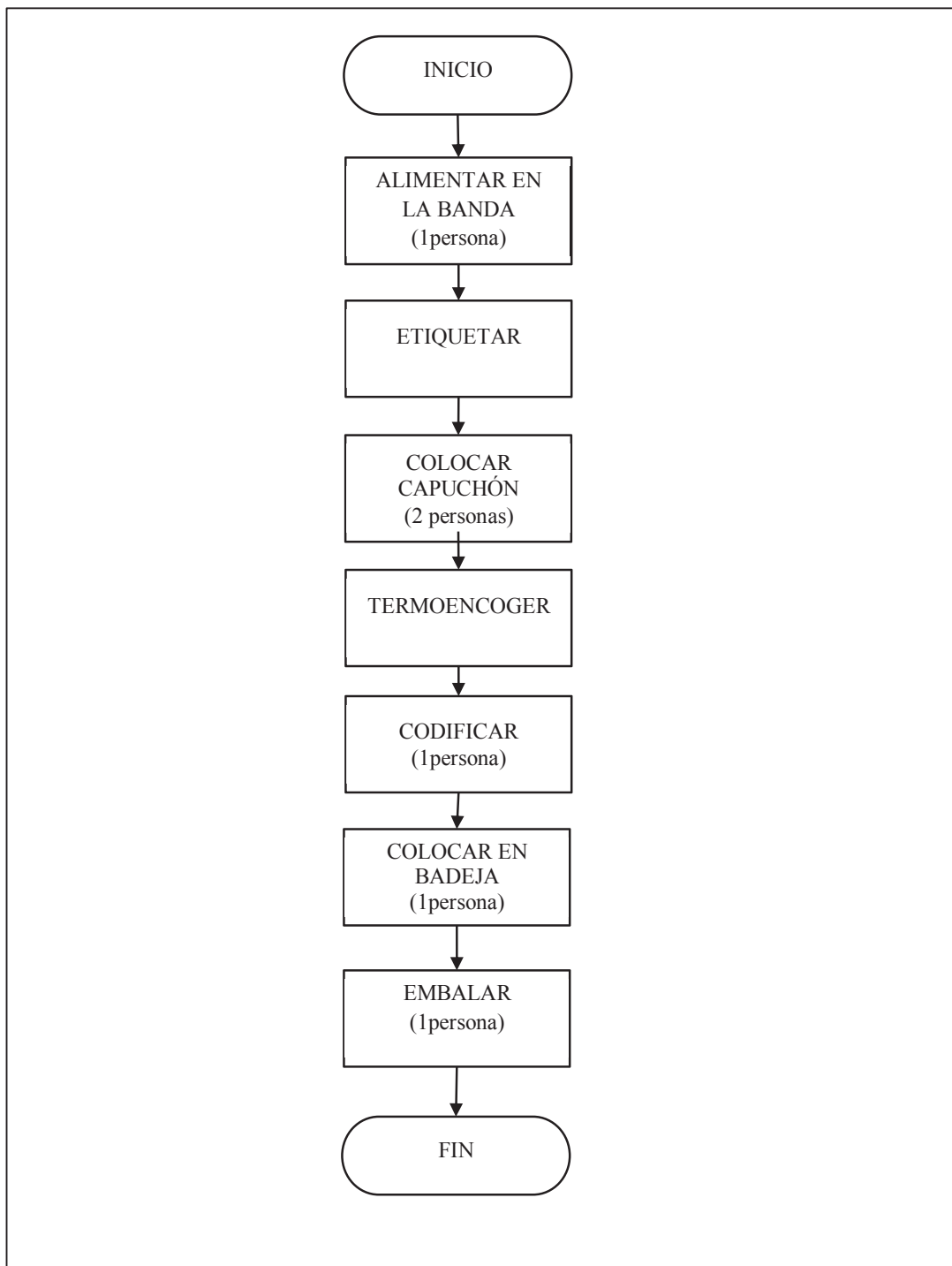


Figura A I.2 Diagrama de Flujo del subproceso “etiquetado automático”

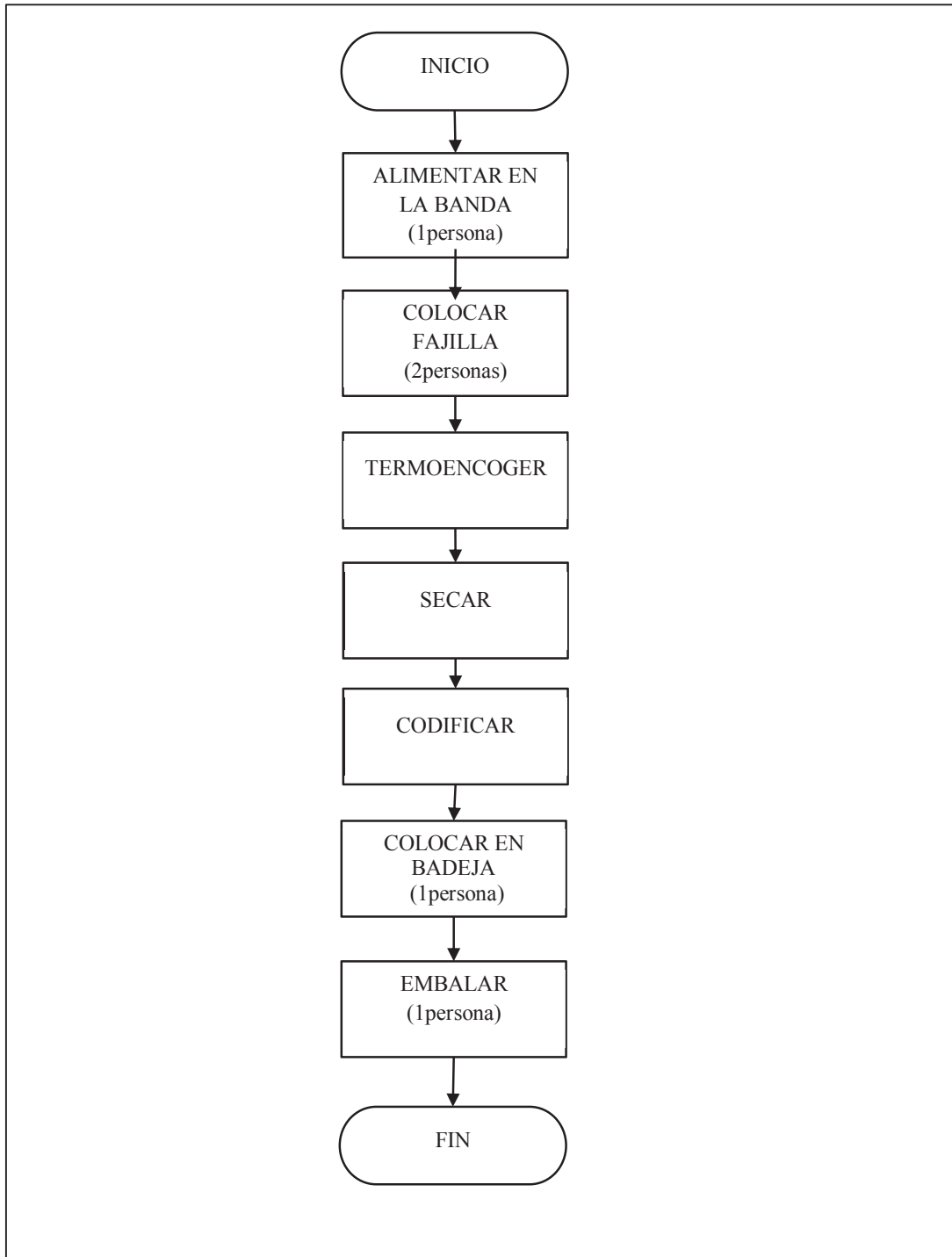


Figura A I.3 Diagrama de Flujo del subproceso “etiquetado con fajilla”

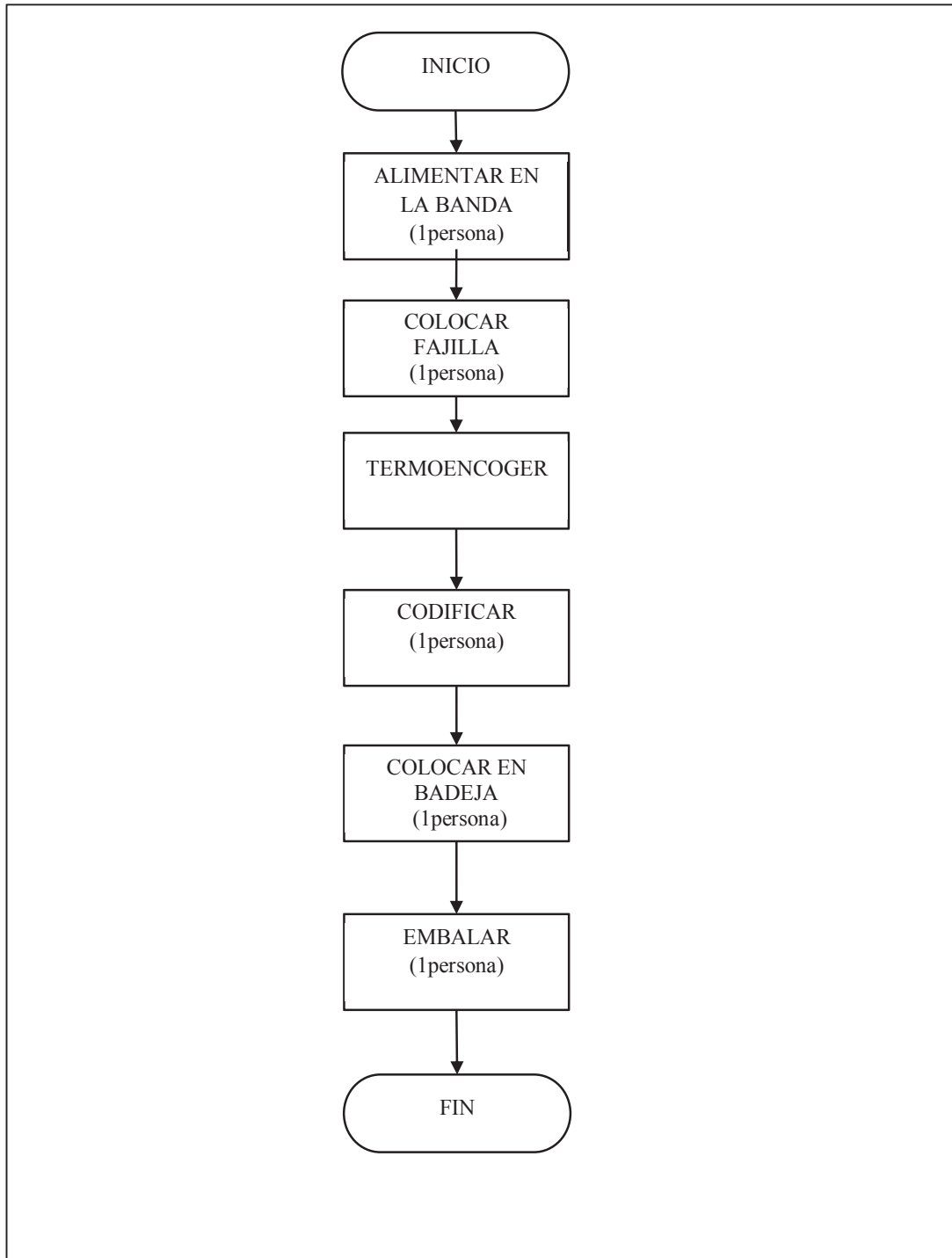


Figura A I.4 Diagrama de Flujo del subproceso “etiquetado de skuisi”

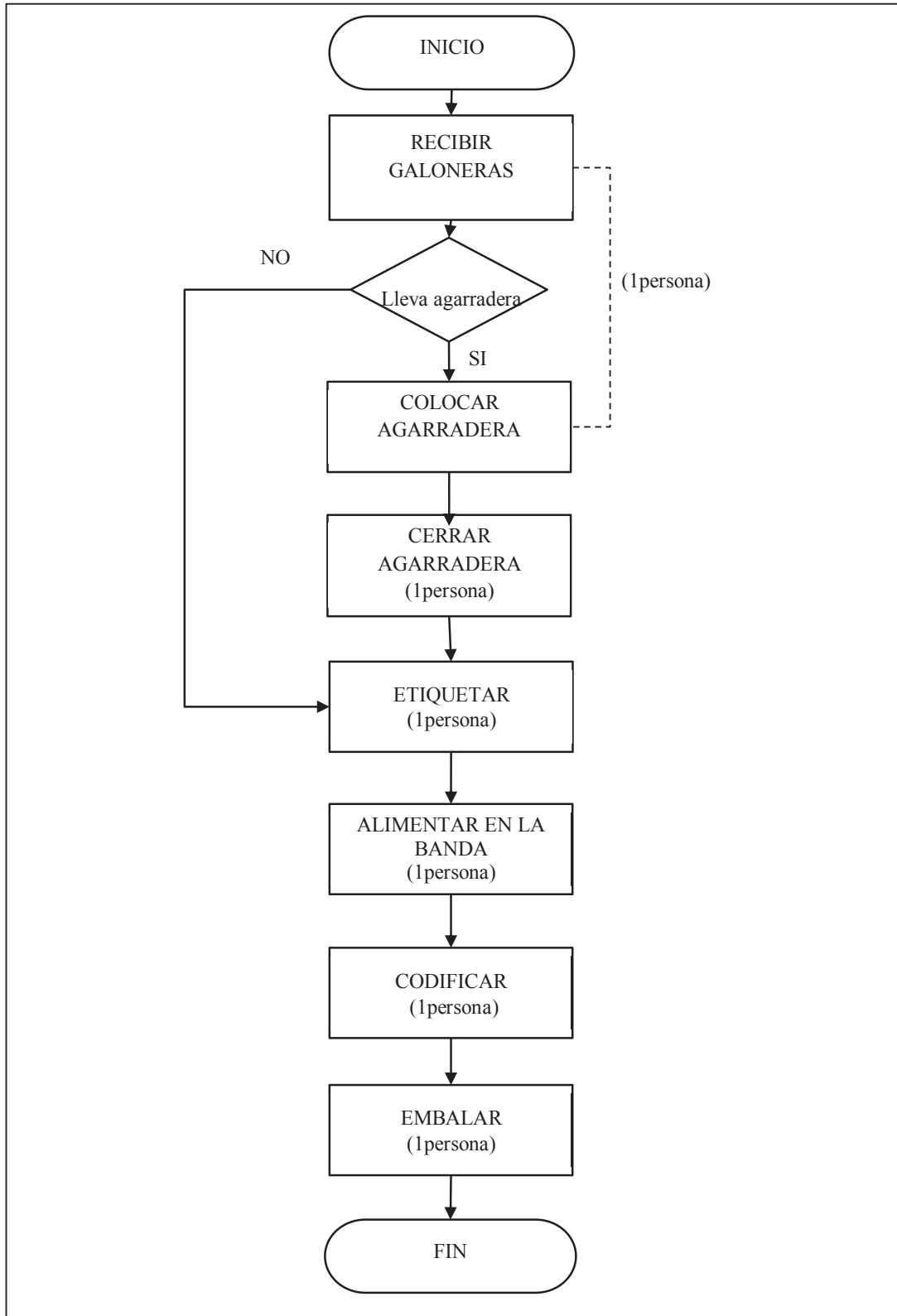


Figura A I.5 Diagrama de Flujo del subproceso “etiquetado de galonera”

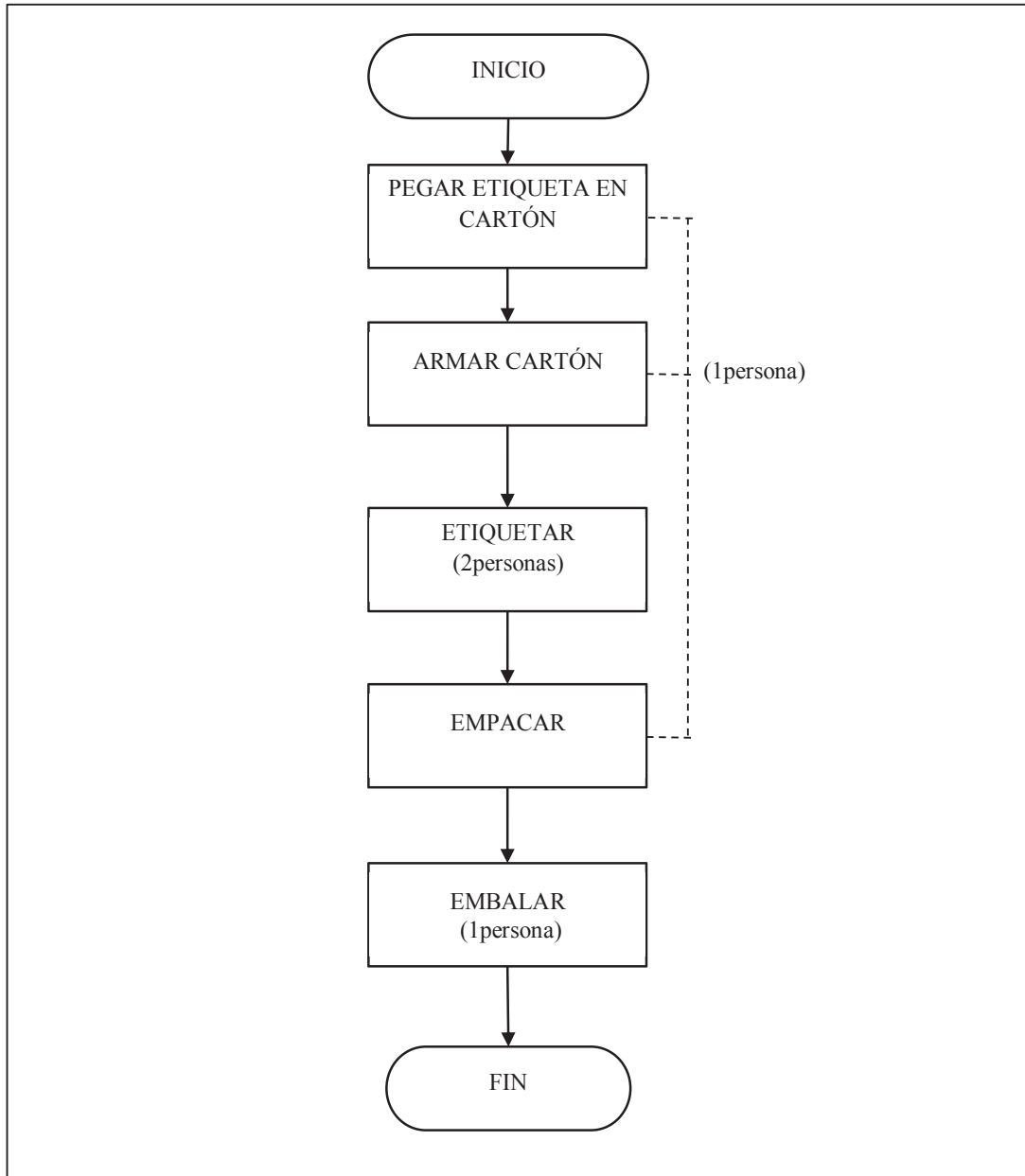


Figura A I.6 Diagrama de Flujo del subproceso de “etiquetado manual”

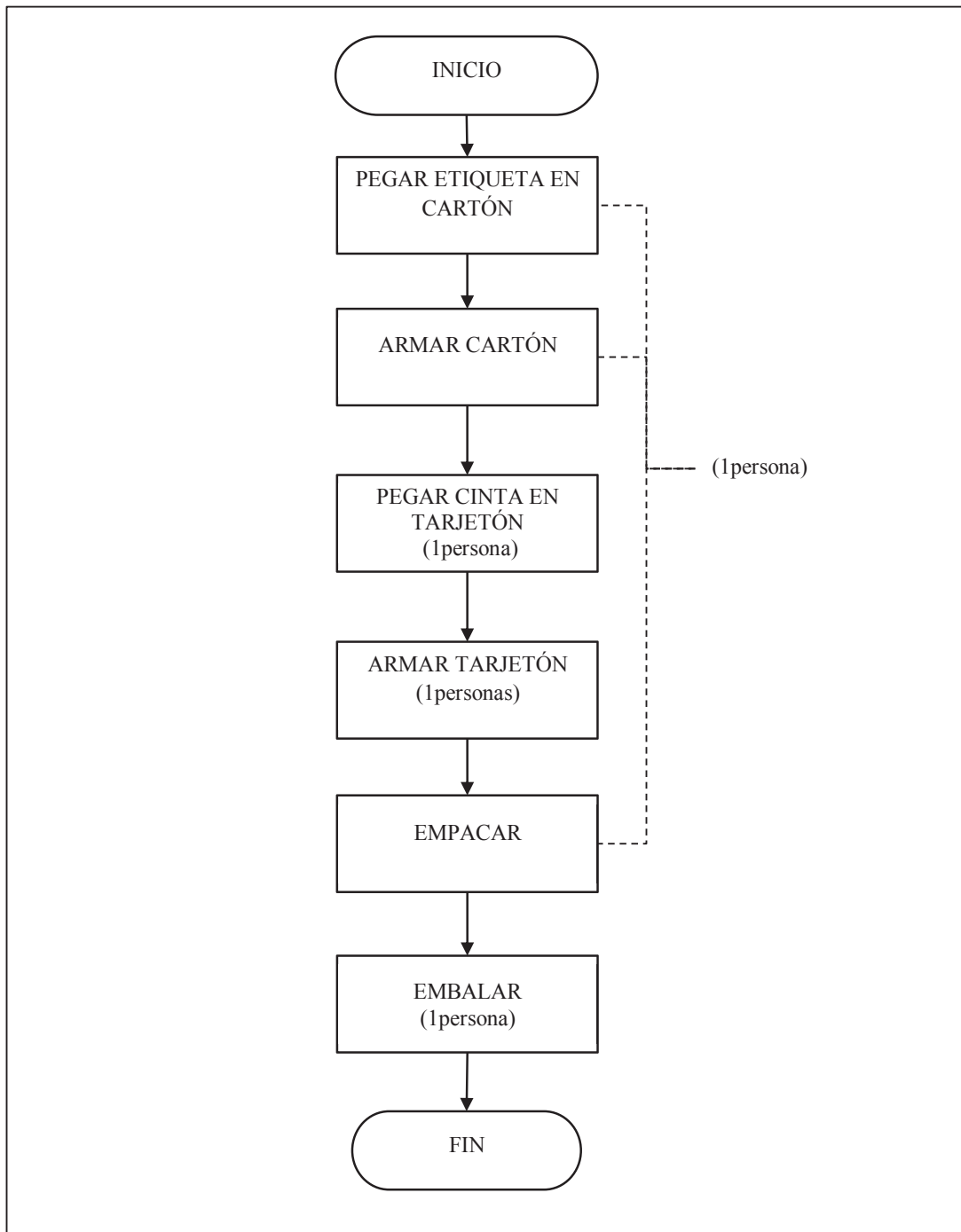


Figura A I.7 Diagrama de Flujo del subproceso “etiquetado en *display*”

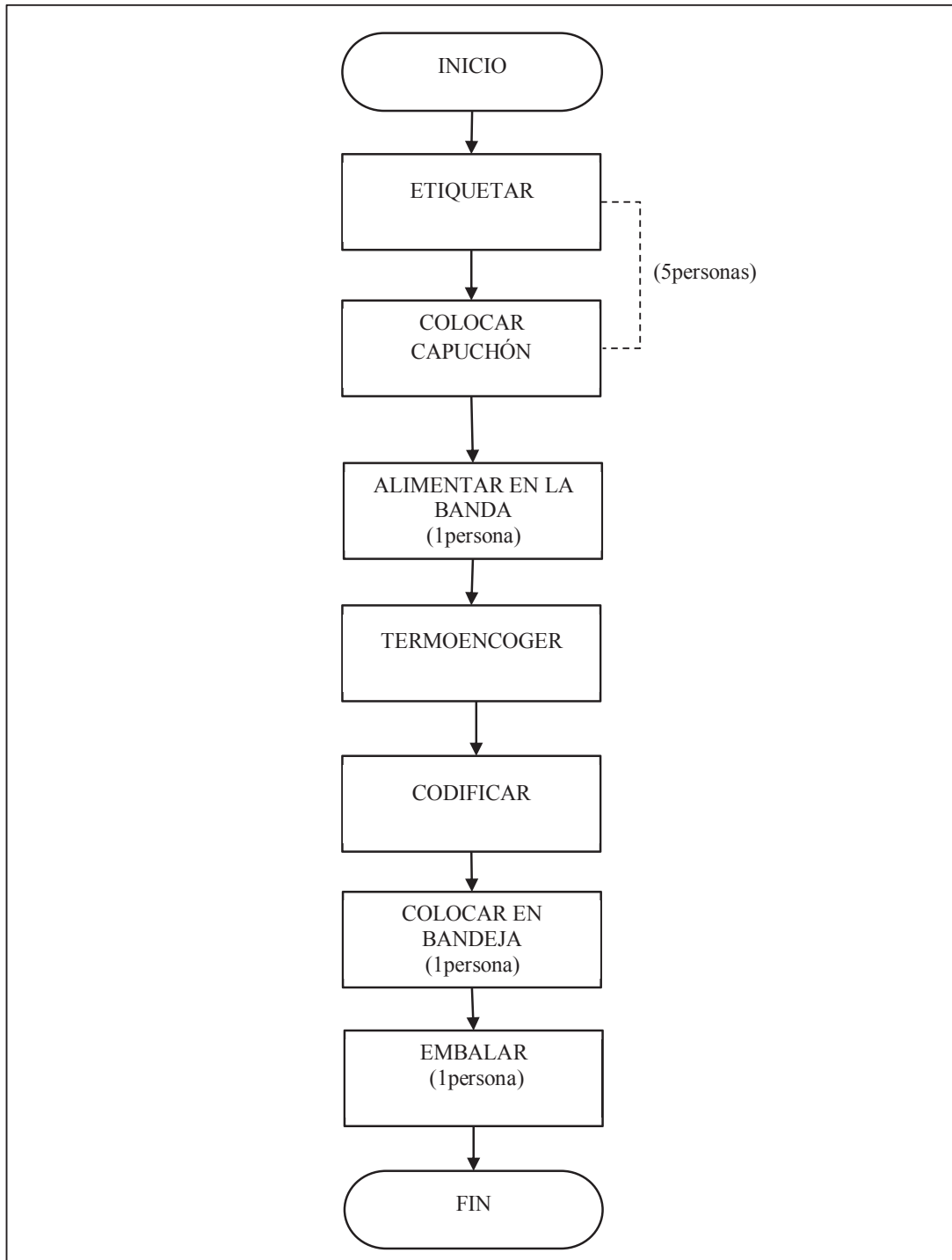


Figura A I.8 Diagrama de Flujo del subproceso “etiquetado con etiquetas de papel”

ANEXO II
DISTRIBUCIÓN FÍSICA DEL ÁREA DE ETIQUETADO

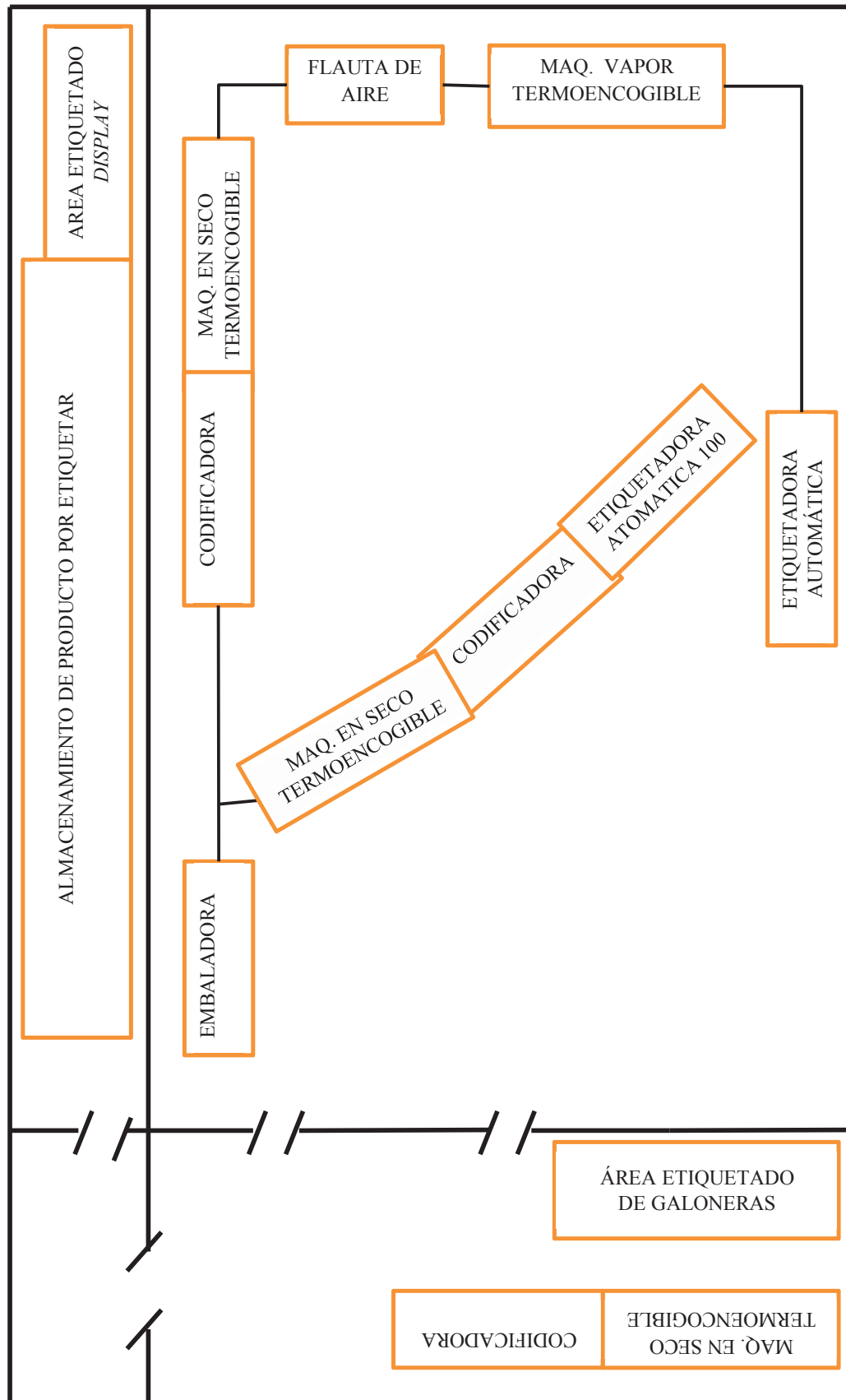


Figura A II.1 Distribución del Área de Etiquetado – Vista de Planta

ANEXO III

PROGRAMA DE MUESTREO

Tabla A III.1 Programa de Muestreo

Hora	Día		1	2	3	4	5	6	7	8
	No.	Observación								
8	1		8:11	8:43	8:29	8:15	8:01	8:29	8:38	8:03
8	2		8:26	8:50	8:49	8:55	8:40	8:56	8:42	8:51
9	3		9:02	9:40	9:05	9:10	9:33	9:44	9:33	9:01
9	4		9:46	9:50	9:15	9:15	9:44	9:53	9:59	9:39
10	5		10:33	10:05	10:22	10:52	10:32	10:13	10:01	10:48
10	6		10:45	10:19	10:37	10:58	10:42	10:57	10:20	10:55
11	7		11:12	11:08	11:06	11:02	11:16	11:49	11:14	11:36
11	8		11:58	11:29	11:20	11:10	11:57	11:52	11:46	11:44
12	9		12:22	12:06	12:23	12:36	12:16	12:36	12:14	12:33
12	10		12:50	12:59	12:47	12:56	12:37	12:54	12:37	12:57
13	11		13:47	13:23	13:25	13:12	13:35	13:51	13:27	13:52
13	12		13:54	13:34	13:40	13:50	13:52	13:58	13:35	13:57
14	13		14:45	14:12	14:22	14:25	14:13	14:01	14:14	14:15
14	14		14:50	14:33	14:38	14:59	14:18	14:52	14:29	14:20
15	15		15:39	15:21	15:31	15:11	15:10	15:30	15:11	15:00
15	16		15:50	15:50	15:48	15:20	15:26	15:34	15:41	15:49
16	17		16:05	16:17	16:02	16:00	16:10	16:41	16:09	16:10
16	18		16:50	16:44	16:55	16:20	16:23	16:45	16:26	16:24

ANEXO IV

REGISTRO DE DATOS DÍA 1

Tabla A IV.1 Registro de Datos del Día 1

NOMBRE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Trabajador 1	4	4	1	1	1	1	1	5	5	5	5	1	1	1	A	1	1	1
Trabajador 2	7	7	5	5	7	7	7	5	5	5	5	5	7	7	A	7	7	7
Trabajador 3	7	7	3	3	3	7	7	7	7	7	5	5	5	5	A	5	5	5
Trabajador 4	7	7	2	2	2	7	9	7	7	8	7	7	7	7	A	7	7	7
Trabajador 5	7	8	7	3	5	5	5	5	5	5	5	5	7	5	A	7	7	7
Trabajador 6	7	7	2	2	2	7	7	5	5	5	8	5	7	5	A	7	7	7
Trabajador 7	7	7	2	2	2	7	2	2	7	7	7	7	7	7	A	7	7	7
Trabajador 8	E	E	E	E	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	A	3	3	3
Trabajador 9	7	7	7	3	7	7	7	5	5	5	5	5	5	5	A	E	E	E
Trabajador 10	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Trabajador 11	1	1	1	1	1	1	1	E	E	E	E	7	7	7	A	7	7	7
Trabajador 12	7	7	1	2	2	7	8	7	7	7	7	7	7	7	A	7	7	7
Trabajador 13	7	7	1	1	7	7	7	5	7	7	5	5	4	5	A	7	7	1
Trabajador 14	4	4	5	5	5	7	7	7	5	5	5	7	7	7	A	7	7	7
Trabajador 15	7	3	3	3	7	7	7	5	5	7	7	5	5	5	A	5	5	7
Trabajador 16	3	4	2	2	7	7	1	2	7	7	7	4	7	7	A	7	7	7

ANEXO V

**RESULTADOS DE LOS DATOS OBSERVADOS EN EL MUESTREO
DE TRABAJO**

Tabla A V.1 Número Total de Observaciones por actividad y trabajador

ACTIVIDAD NOMBRE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	R	E	TOTAL
Trabajador 1	70	0	9	3	18	9	6	17	1	11	0	0	144
Trabajador 2	13	16	1	4	27	20	40	6	6	11	0	0	144
Trabajador 3	0	14	3	0	17	23	51	19	4	11	0	0	142
Trabajador 4	6	9	1	0	10	19	23	45	1	6	0	0	120
Trabajador 5	8	24	2	2	14	15	51	11	7	10	0	0	144
Trabajador 6	55	1	8	1	33	0	20	12	3	11	0	0	144
Trabajador 7	8	25	0	0	22	15	50	9	4	10	0	1	144
Trabajador 8	9	25	2	0	13	15	52	12	6	10	0	0	144
Trabajador 9	0	0	44	25	3	0	8	20	1	9	0	8	118
Trabajador 10	0	0	14	0	33	0	61	17	3	11	0	0	139
Trabajador 11	4	31	1	0	10	11	48	28	2	9	0	0	144
Trabajador 12	7	6	38	3	5	7	20	33	4	8	0	4	135
Trabajador 13	21	17	2	0	26	8	47	10	3	10	0	0	144
Trabajador 14	8	11	2	1	19	4	40	40	3	7	9	0	144
Trabajador 15	12	11	6	2	14	11	12	65	5	6	0	0	144
Trabajador 16	0	11	8	0	26	22	53	4	9	11	0	0	144

Tabla A V.2 Porcentaje del tiempo que cada trabajador dedica a cada actividad

ACTIVIDAD NOMBRE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	R	E	TOTAL
Trabajador 1	49%	0%	6%	2%	13%	6%	4%	12%	1%	8%	0%	0%	100%
Trabajador 2	9%	11%	1%	3%	19%	14%	28%	4%	4%	8%	0%	0%	100%
Trabajador 3	0%	10%	2%	0%	12%	16%	36%	13%	3%	8%	0%	0%	100%
Trabajador 4	5%	8%	1%	0%	8%	16%	19%	38%	1%	5%	0%	0%	100%
Trabajador 5	6%	17%	1%	1%	10%	10%	35%	8%	5%	7%	0%	0%	100%
Trabajador 6	38%	1%	6%	1%	23%	0%	14%	8%	2%	8%	0%	0%	100%
Trabajador 7	6%	17%	0%	0%	15%	10%	35%	6%	3%	7%	0%	1%	100%
Trabajador 8	6%	17%	1%	0%	9%	10%	36%	8%	4%	7%	0%	0%	100%
Trabajador 9	0%	0%	37%	21%	3%	0%	7%	17%	1%	8%	0%	7%	100%
Trabajador 10	0%	0%	10%	0%	24%	0%	44%	12%	2%	8%	0%	0%	100%
Trabajador 11	3%	22%	1%	0%	7%	8%	33%	19%	1%	6%	0%	0%	100%
Trabajador 12	5%	4%	28%	2%	4%	5%	15%	24%	3%	6%	0%	3%	100%
Trabajador 13	15%	12%	1%	0%	18%	6%	33%	7%	2%	7%	0%	0%	100%
Trabajador 14	6%	8%	1%	1%	13%	3%	28%	28%	2%	5%	6%	0%	100%
Trabajador 15	8%	8%	4%	1%	10%	8%	8%	45%	3%	4%	0%	0%	100%
Trabajador 16	0%	8%	6%	0%	18%	15%	37%	3%	6%	8%	0%	0%	100%

Tabla A V.3 Porcentaje de tiempo por trabajador dedicado en forma seguida a una misma actividad

NOMBRE	% de tiempo			
	1	3	6	7
Trabajador 1	29			
Trabajador 2				7
Trabajador 3			8	
Trabajador 4			8	
Trabajador 5				7
Trabajador 6	30			
Trabajador 7				7
Trabajador 8				9
Trabajador 9		15		
Trabajador 10				7
Trabajador 11				17
Trabajador 12		10		
Trabajador 13				9
Trabajador 14				6
Trabajador 15	8			
Trabajador 16			8	

ANEXO VI

DIAGRAMA CAUSA - EFECTO

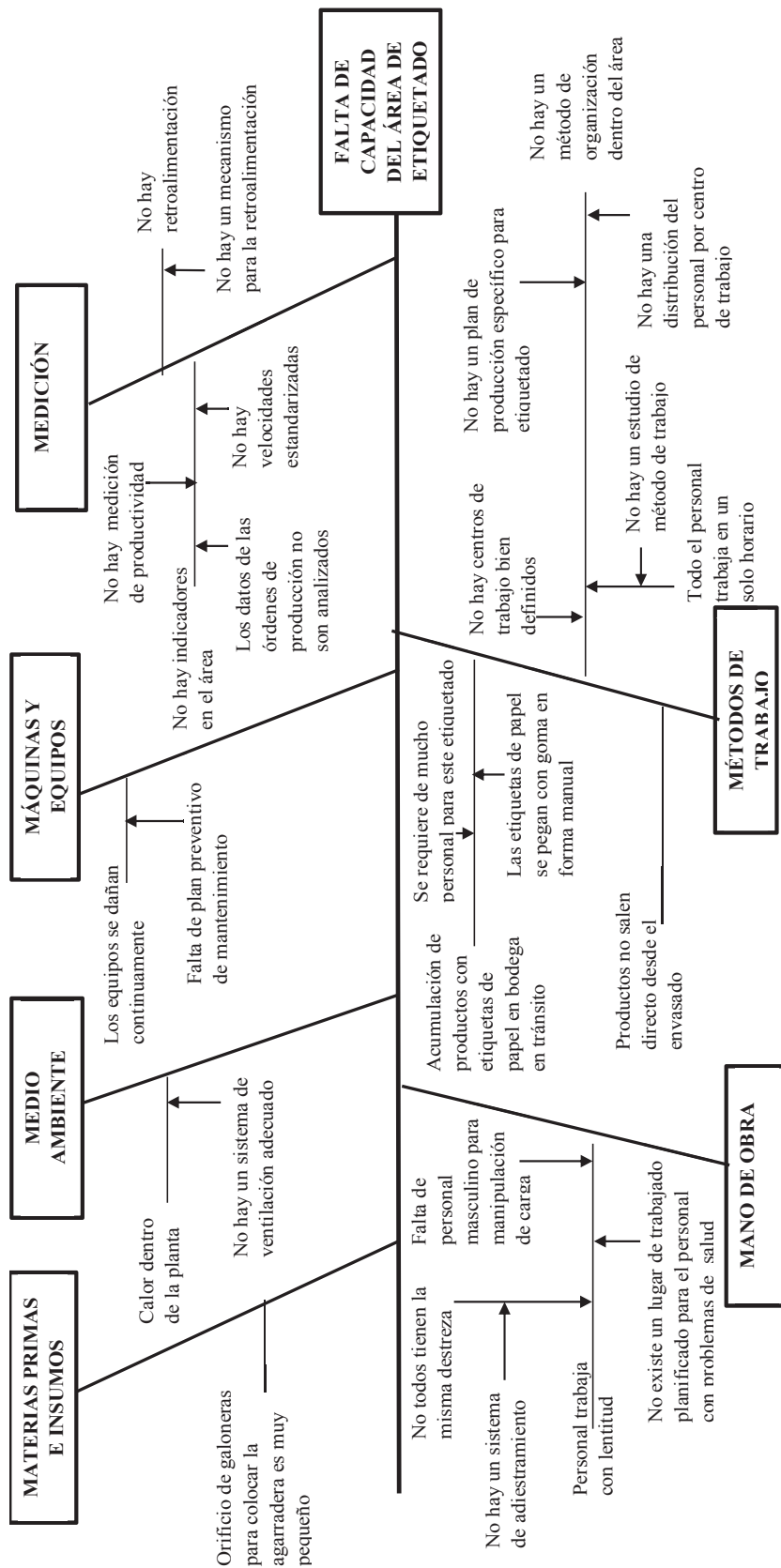


Figura A VI.1 Diagrama Causa – Efecto

ANEXO VII

CARTAS DE CONTROL

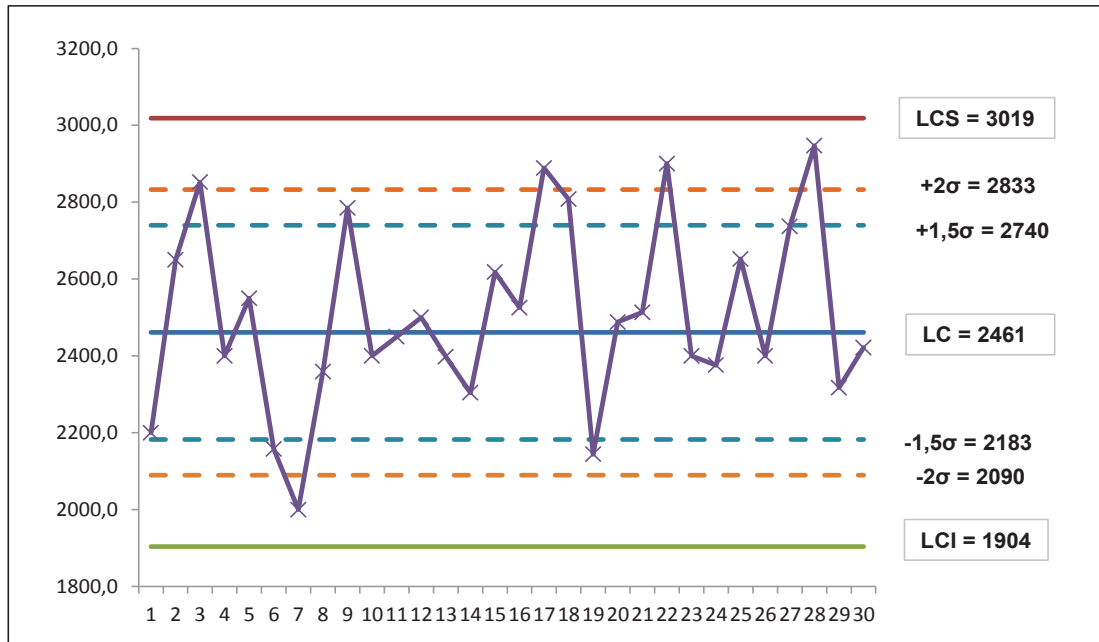


Figura A VII.1 Carta de Control del subproceso “etiquetado automático” del mes de abril / 2015

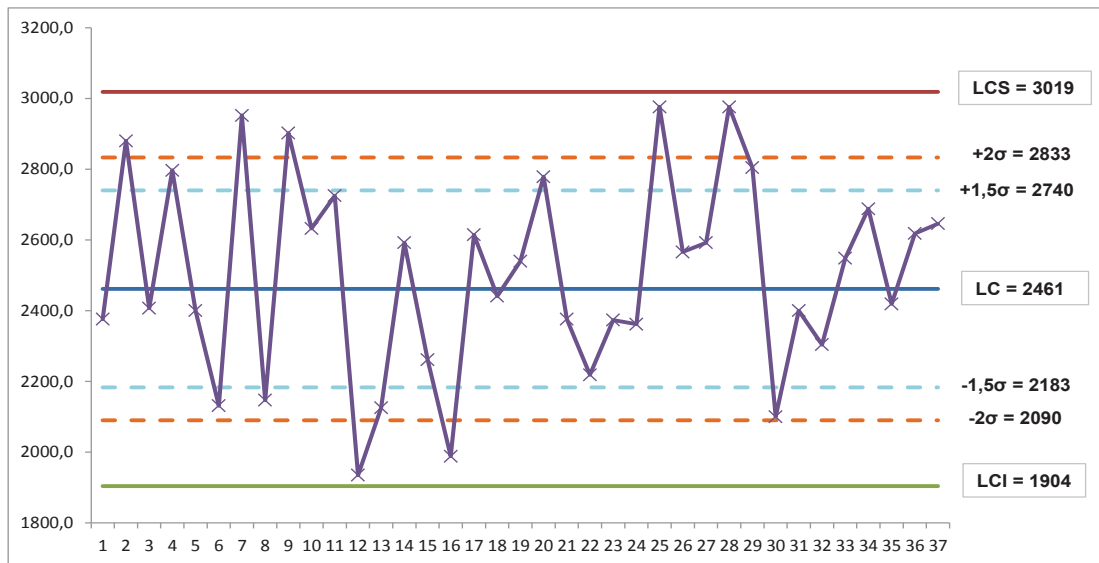


Figura A VII.2 Carta de Control del subproceso “etiquetado automático” del mes de mayo / 2015

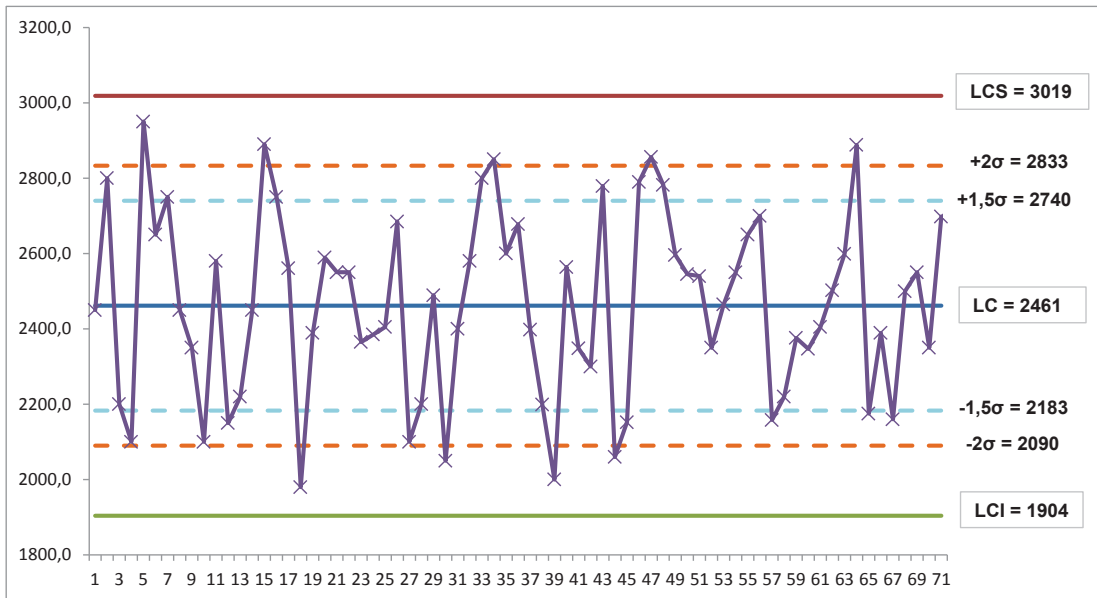


Figura A VII.3 Carta de Control del subproceso "etiquetado automático" del mes de junio / 2015

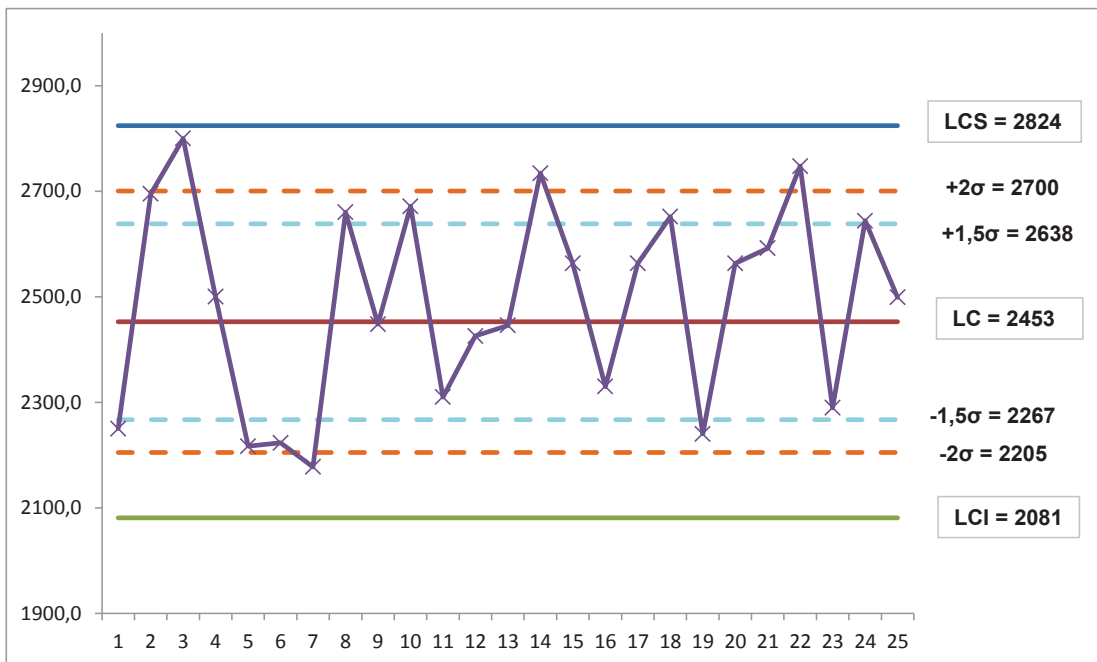


Figura A VII.4 Carta de Control del subproceso "etiquetado con fajilla" del período abril a junio / 2015

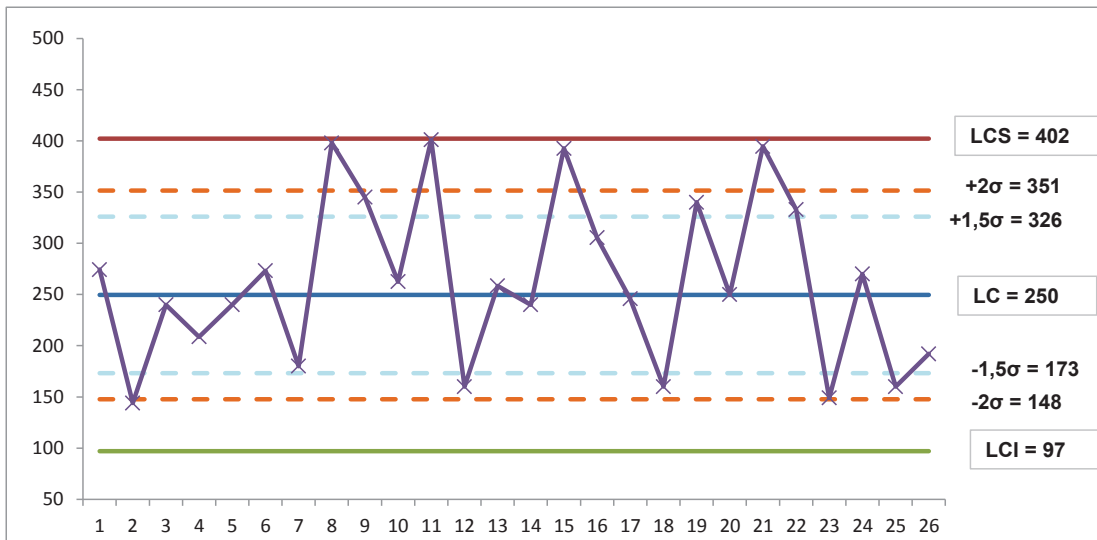


Figura A VII.5 Carta de Control del subproceso “etiquetado *display* empacado 12 x 100 g” del mes de abril / 2015

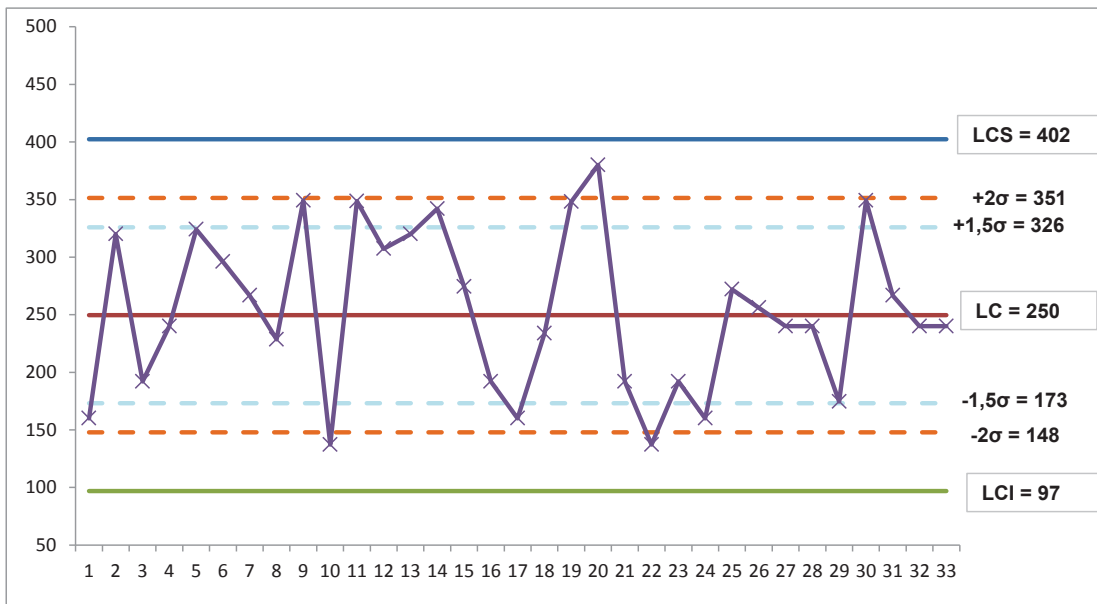


Figura A VII.6 Carta de Control del subproceso “etiquetado *display* empacado 12 x 100 g” del mes de junio / 2015

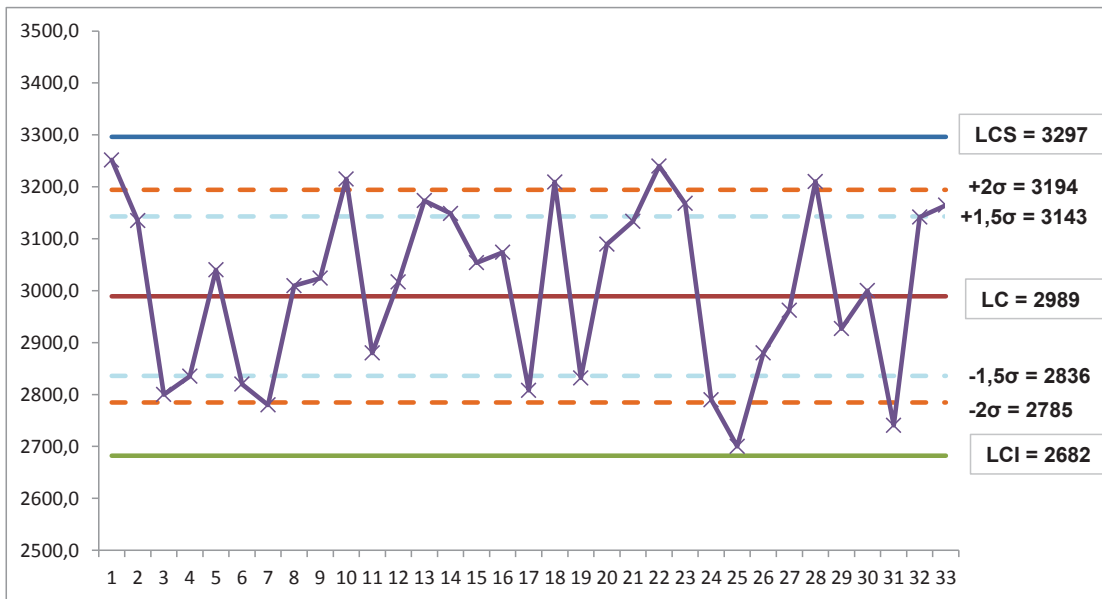


Figura A VII.7 Carta de Control del subproceso “etiquetado en skuisi” durante el período abril a junio / 2015

ANEXO VIII

EJEMPLO DEL PROGRAMA DE ETIQUETADO

Tabla A VIII.1 Pedidos diarios en unidades de la semana del 15 al 19 de junio de 2015

PRODUCTO	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	TOTAL PEDIDO
Producto A	1 104	504	504	1 464	600	4 176
Producto B	-	-	-	3 360	-	3 360
Producto C	192	240	792	912	-	2 136
Producto D	156	156	156	2 316	600	3 384
Producto E	228	132	408	108	300	1 176
Producto F	696	192	696	96	-	1 680
Producto G	504	452	504	342	324	2 126
Producto H	468	228	468	468	240	1 872

Tabla A VIII.2 Programa de Etiquetado en unidades de la semana del 15 al 19 de junio de 2015

SUBPROCESO ETIQUETADO	PRODUCTO	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES
Automático	Producto A	7 587				
Automático	Producto B	534		7 595		
Automático 100	Producto C	2 066			2 500	
Skuisi	Producto D	2 832			600	4 800
Manual	Producto E	1 500	165			
Manual	Producto F			1 500	1 500	1 000
Galonera	Producto G		2 838			
Fajilla	Producto H		1 100	3 000	567	

Tabla A VIII.3 Horas diarias requeridas por subproceso de la semana del 15 al 19 de junio de 2015

Subproceso	Personal	TIEMPO (h)				
		LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES
Automático 100	3	1,3	3,5	7,5	7,2	7,3
Automático	6	6,4	6,2	4,3	1,3	4,0
skuisi		1,1	0,5	1,2	4,7	3,8
fajilla		0,0	0,8	2,4	1,8	0,0
SUBTOTAL		7,5	7,5	7,9	7,9	7,8
<i>display</i> 12x100	3	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>display</i> 96x100		2,6	6,9	0,0	0,0	0,0
Tarjetón		5,3	4,9	4,3	1,0	0,0
SUBTOTAL		11,8	11,8	4,3	1,0	0,0
galoneras	2	4,5	6,4	0,0	0,0	6,9
manual	2	7,6	7,9	13,4	13,7	11,2
TOTAL	16					

ANEXO X

CÁLCULO DEL COSTO DE LOS SUBPROCESOS “ETIQUETADO CON ETIQUETAS DE PAPEL” Y “ETIQUETADO AUTOMÁTICO”

Tabla A X.1 Cálculo del costo total (\$/u) del subproceso “etiquetado con etiquetas de papel”

PRODUCTO	No. Personas	\$/hh	u/h	costo etiquetado (\$/u)	costo etiqueta (\$/u)	costo total (\$/u)
A	8	2,45	763	0,026	0,025	0,051
B	8	2,45	763	0,026	0,036	0,062
C	8	2,45	1 204	0,016	0,022	0,038
D	8	2,45	700	0,028	0,029	0,057
E	8	2,45	1 204	0,016	0,026	0,042
F	8	2,45	763	0,026	0,025	0,051
G	8	2,45	763	0,026	0,025	0,051
H	8	2,45	763	0,026	0,036	0,062
I	8	2,45	763	0,026	0,036	0,062
J	8	2,45	1 204	0,016	0,060	0,077
K	8	2,45	1 204	0,016	0,060	0,077
L	8	2,45	683	0,029	0,068	0,096
M	8	2,45	1 204	0,016	0,060	0,077
N	8	2,45	1 204	0,016	0,060	0,077
O	8	2,45	683	0,029	0,068	0,096
P	8	2,45	1 204	0,016	0,060	0,077
Q	8	2,45	1 204	0,016	0,060	0,077
R	8	2,45	683	0,029	0,068	0,096
S	8	2,45	1 204	0,016	0,060	0,077
T	8	2,45	683	0,029	0,068	0,096
U	8	2,45	1 204	0,016	0,060	0,077
V	8	2,45	683	0,029	0,068	0,096
W	8	2,45	683	0,029	0,060	0,088
X	8	2,45	683	0,029	0,061	0,090
Y	8	2,45	683	0,029	0,028	0,057
Z	8	2,45	683	0,029	0,037	0,066
AA	8	2,45	683	0,029	0,034	0,063
AB	8	2,45	1 204	0,016	0,034	0,051

Tabla A X.2 Cálculo del costo total (\$/u) del subproceso “etiquetado automático”

PRODUCTO	No. Personas	\$/hh	u/h	costo etiquetado (\$/u)	costo etiqueta (\$/u)	costo total (\$/u)
A	6	2,45	2 461	0,006	0,033	0,039
B	6	2,45	2 461	0,006	0,038	0,043
C	6	2,45	2 461	0,006	0,033	0,039
D	6	2,45	2 461	0,006	0,035	0,041
E	6	2,45	2 461	0,006	0,033	0,039
F	6	2,45	2 461	0,006	0,033	0,039
G	6	2,45	2 461	0,006	0,033	0,039
H	6	2,45	2 461	0,006	0,038	0,043
I	6	2,45	2 461	0,006	0,038	0,043
J	6	2,45	2 461	0,006	0,033	0,039
K	6	2,45	2 461	0,006	0,033	0,039
L	6	2,45	2 461	0,006	0,038	0,043
M	6	2,45	2 461	0,006	0,033	0,039
N	6	2,45	2 461	0,006	0,033	0,039
O	6	2,45	2 461	0,006	0,038	0,043
P	6	2,45	2 461	0,006	0,033	0,039
Q	6	2,45	2 461	0,006	0,033	0,039
R	6	2,45	2 461	0,006	0,038	0,043
S	6	2,45	2 461	0,006	0,033	0,039
T	6	2,45	2 461	0,006	0,038	0,043
U	6	2,45	2 461	0,006	0,033	0,039
V	6	2,45	2 461	0,006	0,038	0,043
W	6	2,45	2 461	0,006	0,038	0,043
X	6	2,45	2 461	0,006	0,038	0,043
Y	6	2,45	2 461	0,006	0,034	0,040
Z	6	2,45	2 461	0,006	0,038	0,043
AA	6	2,45	2 461	0,006	0,038	0,043
AB	6	2,45	2 461	0,006	0,038	0,043

ANEXO XI

CÁLCULO DEL COSTO DEL SUBPROCESO “ETIQUETADO AUTOMÁTICO” DURANTE EL PERÍODO ABRIL A JUNIO / 2015

Tabla A XI.1 Cálculo del ahorro durante el mes de abril / 2015

PRODUCTO	\$/hh	costo etiquetado automático (\$/u)	unidades etiquetadas (u)	costo etiquetado automático (\$)	costos etiquetado papel (\$)	Ahorro (\$)
A	2,16	0,038	13 668	519	695	176
B	2,16	0,043	1 632	70	101	31
C	2,16	0,038	0	0	0	0
D	2,16	0,040	1 632	65	93	28
E	2,16	0,038	0	0	0	0
F	2,16	0,038	0	0	0	0
G	2,16	0,038	5 124	195	260	66
H	2,16	0,043	1 764	75	109	33
I	2,16	0,043	1 140	49	70	22
J	2,16	0,038	2 485	94	190	96
K	2,16	0,038	458	17	35	18
L	2,16	0,043	600	26	58	32
M	2,16	0,038	324	12	25	13
N	2,16	0,038	1 656	63	127	64
O	2,16	0,043	1 608	69	155	86
P	2,16	0,038	2 136	81	164	83
Q	2,16	0,038	3 936	149	302	152
R	2,16	0,043	1 692	72	163	91
S	2,16	0,038	198	8	15	8
T	2,16	0,043	2 244	96	216	120
U	2,16	0,038	1 478	56	113	57
V	2,16	0,043	0	0	0	0
W	2,16	0,043	2 640	113	233	121
X	2,16	0,043	2 888	124	260	137
Y	2,16	0,039	576	23	33	10
Z	2,16	0,043	6 564	281	434	153
AA	2,16	0,043	3 348	143	211	67
AB	2,16	0,043	0	0	0	0

Tabla A XI.2 Cálculo del ahorro durante el mes de mayo / 2015

PRODUCTO	\$/hh	costo etiquetado automático (\$/u)	unidades etiquetadas (u)	costo etiquetado automático (\$)	costos etiquetado papel (\$)	Ahorro (\$)
A	2,16	0,038	16 588	630	843	213
B	2,16	0,043	1528	65	94	29
C	2,16	0,038	2 220	84	85	1
D	2,16	0,040	1 528	61	87	26
E	2,16	0,038	0	0	0	0
F	2,16	0,038	1 984	75	101	25
G	2,16	0,038	10 824	411	550	139
H	2,16	0,043	1 587	68	98	30
I	2,16	0,043	2 352	101	145	45
J	2,16	0,038	4 212	160	323	163
K	2,16	0,038	1 968	75	151	76
L	2,16	0,043	1 944	83	187	104
M	2,16	0,038	3 132	119	240	121
N	2,16	0,038	2 964	113	227	114
O	2,16	0,043	1 476	63	142	79
P	2,16	0,038	2 508	95	192	97
Q	2,16	0,038	2 136	81	164	83
R	2,16	0,043	1 764	75	170	94
S	2,16	0,038	1 358	52	104	52
T	2,16	0,043	0	0	0	0
U	2,16	0,038	1 547	59	119	60
V	2,16	0,043	1 152	49	111	62
W	2,16	0,043	2 328	100	206	106
X	2,16	0,043	2 672	114	241	127
Y	2,16	0,039	1 692	67	96	29
Z	2,16	0,043	3 584	153	237	84
AA	2,16	0,043	2 004	86	126	40
AB	2,16	0,043	984	42	50	8

Tabla A XI.3 Cálculo del ahorro durante el mes de junio / 2015

PRODUCTO	S/hh	costo etiquetado automático (\$/u)	unidades etiquetadas (u)	costo etiquetado automático (\$)	costos etiquetado papel (\$)	Ahorro (\$)
A	2,16	0,038	12 324	468	626	158
B	2,16	0,043	1 387	59	86	26
C	2,16	0,038	0	0	0	0
D	2,16	0,040	1 387	55	79	24
E	2,16	0,038	1 212	46	51	5
F	2,16	0,038	1 584	60	80	20
G	2,16	0,038	9 024	343	459	116
H	2,16	0,043	1 572	67	97	30
I	2,16	0,043	0	0	0	0
J	2,16	0,038	1 992	76	153	77
K	2,16	0,038	2 388	91	183	92
L	2,16	0,043	1 836	79	177	98
M	2,16	0,038	1 932	73	148	75
N	2,16	0,038	2 136	81	164	83
O	2,16	0,043	3 144	134	303	168
P	2,16	0,038	3 228	123	247	125
Q	2,16	0,038	0	0	0	0
R	2,16	0,043	2 592	111	250	139
S	2,16	0,038	1 380	52	106	53
T	2,16	0,043	1 644	70	158	88
U	2,16	0,038	4 584	174	351	177
V	2,16	0,043	1 128	48	109	60
W	2,16	0,043	3 216	138	284	147
X	2,16	0,043	2 112	90	190	100
Y	2,16	0,039	108	4	6	2
Z	2,16	0,043	4 356	186	288	102
AA	2,16	0,043	4 944	211	311	100
AB	2,16	0,043	0	0	0	0