



**UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“MEJORAS DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS EN UNA LÍNEA DE
FABRICACIÓN DE PRODUCTOS SÓLIDOS DE UNA EMPRESA
FARMACÉUTICA UBICADA EN LA ZONA INDUSTRIAL DE GUARENAS
ESTADO MIRANDA”.
TOMO I**

**TRABAJO ESPECIAL DE GRADO
Presentado ante la
UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
Como parte de los requisitos para optar al título de
INGENIERO INDUSTRIAL.**

REALIZADO POR:	CONTRERAS C, KAREN J. IRAZABAL G, EGLYS Y.
PROFESOR GUÍA:	ING. ALIRIO VILLANUEVA.
FECHA:	SEPTIEMBRE 2012.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer en primer lugar, a mis padres y a mi querida hermana Jailin por todo el apoyo y la confianza que me han brindado siempre, los amo con todo mi ser.

A nuestro tutor Alirio Villanueva, por su paciencia, apoyo y dedicación en todo momento durante la realización de esta investigación, por ser más que un gran profesor un gran amigo, de todo corazón gracias.

A mi querida hermana, amiga, madre, hija, compañera de tesis y mi todo Eglys Irazábal, gracias por soportarme, por tu paciencia, por escucharme, por estar siempre conmigo en las buenas y no tan buenas, por tus consejos, y pare de contar.

A toda mi familia, en especial a mi tía Mane, gracias por su apoyo, por su confianza y por creer siempre en mí.

A mis queridísimos amigos Carlos Vollmer, María Altuve y Estefany Chacón, gracias por ser parte de esta gran historia, por sus consejos y apoyo en todo este recorrido.

Al gran equipo que conforma el CIDI, gracias por soportarme y por todos sus útiles consejos.

Por último, quiero agradecer a todas las personas que creyeron y confiaron siempre en mí, de corazón gracias.

Karen Contreras.

Quiero agradecer a las siguientes personas por su ayuda y su apoyo:

Primordialmente a Dios, gracias por tu amor, tu luz y tu protección.

A aquellos amigos y compañeros que compartieron conmigo en el transcurso de mi carrera, especialmente a Karen Contreras, María Altuve y Carlos Vollmer, los quiero chicos.

A los profesores que conforman el Centro de Investigación y Desarrollo de Ingeniería de la UCAB, gracias por su apoyo y consejos en mi Trabajo Especial de Grado.

Y, por supuesto, el agradecimiento más profundo y sentido va para mi familia. Sin su apoyo, colaboración e inspiración habría sido imposible cumplir esta meta.

Eglys Irazábal.

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CONTENIDO	i
ÍNDICE DE FIGURA.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	vi
SINÓPSIS	vii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	3
I.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	3
I.2 ESTRUCTURA ORGANIZATIVA.....	4
I.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
I.4 JUSTIFICACIÓN	7
I.5 OBJETIVOS	8
I.5.1 Objetivo General.....	8
I.5.2 Objetivos Específicos	8
I.6 ALCANCE.....	8
I.7 LIMITACIONES	8
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL.....	9
II.1 BASES TEÓRICAS	9
II.1.1 Productividad.....	9
II.1.2 Indicadores de gestión	9
II.1.3 Desperdicio o merma.....	9
II.1.4 Trabajo estandarizado.....	10
II.2 HERRAMIENTAS A USAR.....	10
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO	15
III.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.	15
III.2 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	15
III.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	16
III.4 FASES DE LA METODOLOGÍA	17
III.4.1 Fase I: Identificación y Recopilación de la información.	17
III.4.2 Fase II: Análisis de la información.	17

III.4.3 Fase III: Identificación de causas raíces.	17
III.4.4 Fase: Diseño de propuestas.....	17
III.4.5 Fase V: Evaluación de propuestas.	18
CAPÍTULO IV. SITUACIÓN ACTUAL.....	19
IV.1 DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA UPS300-II.....	19
IV.1.1 Los productos e insumos	19
IV.1.1.1 Los productos	19
IV.1.1.2 Los insumos.....	20
IV.1.2 Los recursos	21
IV.1.3 La planificación	22
IV.1.3.1 Planificación de la Producción	22
IV.1.3.2 “Proceso del flujo del material de empaque”	22
IV.1.3.3 Planificación del Mantenimiento.....	23
IV.1.4 Las instalaciones.....	23
IV.1.5 Los procesos	23
IV.1.5.1 Descripción del Proceso de Arranque y Puesta a Punto.....	24
IV.1.5.2 Descripción del Proceso productivo.....	24
IV.2 DISTANCIAS Y TIEMPOS DEL FLUJO DE MATERIAL Y PERSONAL. ..	30
IV.2.1 Flujo de materiales primarios y secundarios.	30
IV.2.2 Flujo de granel y producto terminado.....	31
IV.2.3 Flujo de personal.	32
IV.3 DESPERDICIOS GENERADOS EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN.....	33
IV.4 MEDICIONES DE TIEMPO	36
IV.5 DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO DE PRODUCTO	37
IV.6 INDICADORES	39
CAPÍTULO V. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL	39
V.1 PRODUCTIVIDAD.....	41
V.2 CLASIFICACIÓN DE LOS TIEMPOS PRESENTES EN LA LÍNEA	45
V.3 TIEMPO DE PARADA POR EQUIPO	45
V.4 CLASIFICACIÓN DE LAS PARADAS DEL PROCESO.....	46
V.5 DETERMINACIÓN DE LAS CAUSAS RAÍCES Y COMPORTAMIENTO DE PARADAS POR EQUIPO	48

V.5.1 Blisteadora	48
V.5.2 Encartonadora	50
V.5.3 Termoencogible	52
V.6 ANÁLISIS DE DISTANCIAS Y TIEMPOS DEL FLUJO DE MATERIAL DE EMPAQUE	54
V.7 INDICADORES	55
V.7.1 indicadores de tiempo	55
V.7.2 indicadores de eficiencia	56
V.8 TIEMPOS DE CAMBIOS DE PRODUCTOS.....	57
CAPÍTULO VI. PROPUESTAS DE MEJORA	59
VI.1 APLICAR METODOLOGÍA SMED	59
VI.1.1 Beneficios en el departamento de logística	59
VI.1.2 Beneficios en el departamento de mantenimiento	60
VI.1.3 Beneficios en el departamento de producción	60
VI.2 ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROSPECTOS.....	61
VI.3 ALMACENES DE INSUMOS EN EL ÁREA SERVORAMA	61
VI.4 IMPLEMENTACIÓN DE UN NUEVO TURNO DE TRABAJO	62
VI.5 ESTANDARIZACIÓN DEL FORMATO DE LOS TIEMPOS DE PARADAS	62
CAPÍTULO VII. EVALUACION TÉCNICA, ECONÓMICA Y FINANCIERA DE LAS PROPUESTAS.....	63
VII.1 ANÁLISIS TÉCNICO DE LAS PROPUESTAS	63
VII.2 EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	65
VII.3 EVALUACIÓN FINANCIERA DE LAS PROPUESTAS.....	66
VII.4 MATRIZ PUESTA A PUNTO	67
CAPÍTULO VIII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	69
VIII.1 CONCLUSIONES.....	69
VIII.2 RECOMENDACIONES.....	71
BIBLIOGRAFÍA	73

ÍNDICE DE FIGURA

Figura N° 1: Organigrama general Laboratorios Leti S.A.V	4
Figura N° 2: Organigrama de la dirección general de operaciones.	5
Figura N° 3: Ejemplo de un diagrama Causa-efecto	10
Figura N° 4: Diagrama de Pareto.....	11
Figura N° 5: Simbología de los diagramas de flujo.....	11
Figura N° 6: Ejemplo de un diagrama de operaciones de procesos	11
Figura N° 7: Ejemplo de un diagrama de recorrido.....	12
Figura N° 8: Ejemplo de un diagrama Gantt	12
Figura N° 9: Ejemplo del software de simulación, Arena	13
Figura N° 10: Presentación del Viasek, 1 comprimido.	20
Figura N° 11: Procesos que intervienen en la elaboración de productos.	23
Figura N° 12: Estaciones que conforman la máquina Blisteadora	25
Figura N° 13: Estaciones que conforman la máquina Encartonadora.	28
Figura N° 14: Diagrama del proceso general de la línea de productos sólidos.	29
Figura N° 15: Diagrama de operaciones del proceso.	29
Figura N° 16: Flujo de materiales de empaque.	30
Figura N° 17: Flujo de granel y producto terminado.....	31
Figura N° 18: Flujo de Personal del área de producción Servorama.....	33
Figura N° 19: Clasificación de tiempos.....	36
Figura N° 20: Árbol lógico de cambios.....	38
Figura N° 21: Diagrama Gantt del cambio tipo 1.....	39
Figura N° 22: Causas que afecta la productividad de la línea.	43
Figura N° 23: Causas que afectan el proceso de fabricación de blíster.	48
Figura N° 24: Causas que afectan el funcionamiento de la encartonadora.	50
Figura N° 25: Causas que afectan el funcionamiento de la termoencogible.	52
Figura N° 26: Comparación del cambio tipo 2B en diagramas Gantt	58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Esquema metodológico	18
Tabla N° 2: Descripción de los recursos.....	21
Tabla N° 3: Capacidad de máquinas de la línea.	30
Tabla N° 4: Distancias que se deben recorrer para el suministro de los insumos	32
Tabla N° 5: Tiempos promedios por categoría.....	37
Tabla N° 6: Tiempos promedios por tipo de cambio.....	38
Tabla N° 7: Productividad en base a los materiales de empaque secundario	42
Tabla N° 8: Productividad en base a material de empaque primario	43
Tabla N° 9: Porcentaje de parada por equipo en la línea.....	46
Tabla N° 10: Porcentaje de parada por cada tipo.	47
Tabla N° 11: Tabla de Fallas en la máquina Blisteadora.....	49
Tabla N° 12: Tabla de Fallas en la máquina Encartonadora	51
Tabla N° 13: Tabla de Fallas en la máquina Termoencogible.....	53
Tabla N° 14: Distancias desde el nuevo almacén hasta la línea de producción.	55
Tabla N° 15: Resultados de comparaciones de medias del escenario actual con las propuestas.	64
Tabla N° 16: Valores del modelo de simulación de la situación actual y las propuestas.	64
Tabla N° 17: Evaluación económica de las propuestas.	65
Tabla N° 18: Costos de las propuestas planteadas.....	66
Tabla N° 19: Matriz puesta punto de las propuestas planteadas	68

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1: Porcentaje de tiempos en la línea de producción.	45
Gráfico N° 2 : Porcentaje de paradas por equipo.....	46
Gráfico N° 3: Porcentaje de parada por cada tipo presente en la línea.....	47
Gráfico N° 4: Comportamiento de los tiempos de falla en la blisteadora.	50
Gráfico N° 5: Comportamiento de los tiempos de falla en la Encartonadora.....	52
Gráfico N° 6: Comportamiento de los tiempos de falla en la termoencogible.	53

SINÓPSIS

El presente Trabajo Especial de Grado se enfocó en el estudio del proceso productivo de una línea de fabricación de productos sólidos en una empresa farmacéutica ubicada en la zona industrial de Guarenas, Estado Miranda. Con la finalidad de mejorar los procesos productivos y aumentar la productividad y eficiencia de la línea, se diseñaron y evaluaron las propuestas de mejoras desarrolladas en el Trabajo Especial de Grado.

La metodología empleada para el análisis del proceso productivo se dividió en cinco fases: iniciación y levantamiento de la información, análisis de la información, identificación de las causas raíces, diseño de las propuestas y evaluación de propuestas de mejora. Esta clasificación se realizó con la finalidad de contar con una guía sistemática para resolver la problemática en estudio.

En la iniciación y levantamiento de la información se estudió la estructura general de la organización, se identificaron las actividades y responsables del proceso productivo de la empresa, además de recolectar todo lo referente a cantidades, tipos y utilización de recursos materiales y el total de recursos humanos necesarios durante el proceso. A través de los registros suministrados por la empresa, entrevistas al personal involucrado en el proceso y observaciones directas del acondicionamiento de productos sólidos, se determinaron las capacidades, cantidades y los recursos técnicos que se encuentran en el proceso, desperdicios producidos, manejo de documentación, tiempo de paradas, cambio de formatos, entre otros.

En el análisis de la información, segunda fase, se estudiaron todos los datos obtenidos en la fase anterior por medio de técnicas de análisis cuantitativas y cualitativas, junto con diagramas tales como: diagrama de operaciones de procesos, Gantt y flujogramas.

En el estudio de paradas durante el proceso se determinó que el 61,14% de las ocurrencias son debido a fallas operativas y de mantenimiento, con un 39,83% y 21,31% respectivamente, presentándose esta última solo en la máquina blisteadora; siendo esta máquina la de mayor porcentaje de paradas con un 70,24%. Mediante el estudio de tiempo se estimó que el cambio de producto más sencillo puede tardar un tiempo de 170 min y el más complejo un tiempo promedio de 490 min,

representando un 11% del tiempo utilizable, el tiempo de paradas un 13%, y un 2% y 4% para tiempo inactivo y tiempo muerto respectivamente.

En esta fase se determinó que el porcentaje promedio de desperdicios de blíster es de un 91% durante el proceso y arranque de línea, y de un 2,4% y 2,6% de estuches y prospectos respectivamente. El alto porcentaje de desperdicios de blíster (PVC y aluminio) es consecuencia de las paradas y fallas durante el proceso, por lo que representa gran dificultad determinar su valor, sin embargo utilizando reportes de la empresa se calculó el número de blíster teórico, por bobina de material y se logró determinar dicha cantidad.

En la tercera fase, se utilizaron todos los datos obtenidos en la segunda fase junto con los gráficos y diagramas: causa-efecto y pareto, logrando analizar las causas raíces de los problemas asociados a la línea en estudio. Una vez analizadas todas las variables influyentes del sistema, se procedió a realizar un modelo de simulación que considera todos los factores que intervienen en el proceso de fabricación, tales como: los equipos de la línea con sus respectivas velocidades, las bandas transportadoras, los procesos de cambio de producto y arranque de línea, y la ocurrencia aleatoria de fallas y desperdicios.

En la fase de diseño de propuestas (cuarta fase), se plantean diversas opciones para solucionar las fallas observadas durante el estudio y mejorar el proceso productivo y eficiencia de la línea; para lograr un proceso de cambio eficiente se propone aplicar la metodología SMED; con respecto a los tiempos de espera por falta de material se propone ubicar un almacén dentro del área de fabricación, además de utilizar formatos estandarizados de reportes de paradas, estandarizar las medidas de los prospectos e implementar un tercer turno de trabajo.

Por otra parte, en la quinta fase se realiza una evaluación del impacto de las propuestas de mejora en el proceso, a partir de la modificación de parámetros claves en el modelo de simulación de la línea de producción. Luego de aplicar dichas mejoras en el proceso se obtiene un aumento de la productividad de la línea en estudio de un 47%. También se indica la evaluación económica y financiera para la implementación de las mejoras propuestas en el presente Trabajo Especial de Grado.

Por último se generan conclusiones y recomendaciones con la finalidad de mejorar el proceso en una línea de fabricación de productos sólidos.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad las organizaciones, independientemente de su tamaño y del sector de actividad al que se dediquen, se enfrentan en mercados donde existe un gran número de competidores que ofrecen los mismos productos y beneficios, por lo que se hace cada vez mas importante, no solo la captación del cliente por primera vez, sino mantenerlo a lo largo del tiempo. Por estas razones las industrias se ven en la necesidad de mejorar continuamente sus procesos, para tener una respuesta más rápida y efectiva ante las posibles variaciones del mercado.

En Venezuela la industria farmacéutica se ha destacado por ser innovadora y adaptarse rápidamente a las tendencias actuales, por lo que se evidencia en la región como uno de los sectores más competitivos, siendo los más conocidos Laboratorio Vargas, S.A, Laboratorios Leti S.A.V, Productos Roche S.A, Bayer S.A; entre otras. Laboratorios Leti S.A.V es una empresa farmacéutica, dedicada a la fabricación de preparaciones farmacéuticas sólidas, semi-sólidas y líquidas; actualmente presenta deficiencias en los procesos de fabricación de productos sólidos y está en búsqueda de mejorarlos para garantizar a sus clientes productos de calidad y obtener rentabilidad en su fabricación.

Los medicamentos son claves en la salud de muchas personas, y por lo tanto no requieren solo ser fabricados, sino elaborados con los más altos estándares de calidad y control en los procesos. La mejora de los procesos y aumento de la productividad presenta muchas maneras de abordarse, y una de la más utilizada es el estudio de trabajo o estudio de procesos, que a través de un análisis sistemático de la situación actual de la empresa, determina las fallas, con el fin de mejorar y dar propuestas tangibles y rentables.

El presente Trabajo Especial de Grado surge de la necesidad de identificar, analizar y reducir las causas que afectan la productividad de la línea de fabricación de productos sólidos UPS 300-II de Laboratorios Leti S.A.V. Desarrollado en siete capítulos que se resumen a continuación.

El Capítulo I “Descripción del Problema” presenta una breve descripción de la empresa, el planteamiento del problema, junto con los objetivos, justificación, alcance y limitaciones del trabajo.

El Capítulo II “Marco teórico” contiene las bases teóricas que sustentaron el estudio, así como la descripción de las herramientas que se utilizan, dentro de las cuales se tiene: Diagrama causa – efecto, Diagrama de Pareto, Diagrama de Gantt, Diagrama de Operaciones, Diagrama de Procesos, Diagrama de Recorrido y Software de simulación.

El Capítulo III “Marco Metodológico” comprende los aspectos necesarios para establecer el “cómo” se realizará el estudio. Contempla el tipo de Investigación, el enfoque y el diseño de la misma; así como también la información requerida y herramientas utilizadas para la recolección, procesamiento y análisis de las fases del estudio.

El Capítulo IV “Situación Actual” presenta la descripción del proceso de acondicionamiento de productos farmacéuticos sólidos, sus productos e insumos, los recursos, distancias y tiempos del flujo de material y personal, indicadores, entre otros

El Capítulo V “Análisis de la Situación Actual” contiene la identificación y análisis de las causas que afectan la productividad de la línea de fabricación de productos sólidos, haciendo uso de la mayoría de las herramientas descritas en el Capítulo III.

El Capítulo VI “Propuestas de Mejora” se plantean las propuestas de mejora desarrolladas en el estudio.

El Capítulo VII “Evaluación técnica, económica y financiera de las propuestas” presenta la evaluación de todas las propuestas planteadas en el Capítulo VI. Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones del proyecto.

CAPÍTULO I. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En este capítulo se presenta una breve descripción de la empresa en la que se desarrollo el estudio, así como también el planteamiento del problema, justificación, objetivos, alcance y limitaciones del Trabajo Especial de Grado.

I.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Según información suministrada por la empresa, desde 1950 Laboratorios Leti S.A.V produce y comercializa productos farmacéuticos altamente eficaces, seguros y de calidad certificada para la preservación de la salud y bienestar de los consumidores; tiene como misión principal contribuir con la salud y calidad de vida de la población, mediante la investigación, manufactura y comercialización de productos farmacéuticos de alta calidad, innovadores confiables y accesibles, con tecnologías propias, alianzas estratégicas y un equipo humano competente y comprometido con la consolidación de la Organización.

El grupo Laboratorios Leti S.A.V, está integrado por las siguientes empresas:

- Medicamentos con prescripción facultativa: Laboratorios Leti, S.A.V., Gentek S.A., Megat Pharmaceutical, Genven S.A. (Genéricos Venezolanos S.A.).
- Medicamentos sin prescripción facultativa: OTC.
- Medicamentos naturales y suplementos dietéticos: Filoleti.
- Investigación y desarrollo de formulaciones galénicas: Biocontrolled.

Laboratorios Leti S.A.V posee un área de producción que supera los 10.000m², con más de 1.600 empleados. Además cuenta con un volumen de producción sobre los 36 millones de unidades/año producidas y vendidas.

Mantiene relaciones comerciales con más de 12 firmas internacionales licenciatarias y con presencia en 7 países de la región. La fuente de la ventaja competitiva de esta empresa farmacéutica reside en la innovación, en la tecnología aplicada a los principios activos para mejorar su disponibilidad y cumpliendo con los estándares internacionales de calidad, en la permanente actitud para lograr mayor satisfacción de los clientes externos e internos y en la creatividad y energía de todas las personas que forman parte de Laboratorios Leti S.A.V.

Todo esto hace que Laboratorios Leti S.A.V sea la primera empresa en unidades y la segunda en valores dentro del mercado farmacéutico venezolano, con una excelente presencia en el exterior.

I.2 ESTRUCTURA ORGANIZATIVA

Laboratorios Leti S.A.V está constituida por una estructura jerárquica y funcional representada por un Presidente, un Vicepresidente ejecutivo, un Asistente Financiero, cuatro Directores de las principales áreas de la empresa: Manufactura, Técnico, Finanzas, Médico; que a su vez dirigen a los Gerentes correspondientes a cada área específica. Además existen varios Coordinadores, supervisores, líderes de grupo y operarios. A continuación se presenta el Organigrama General de Laboratorios Leti (figura N° 1) y el organigrama del área de Producción de la empresa (figura N° 2).

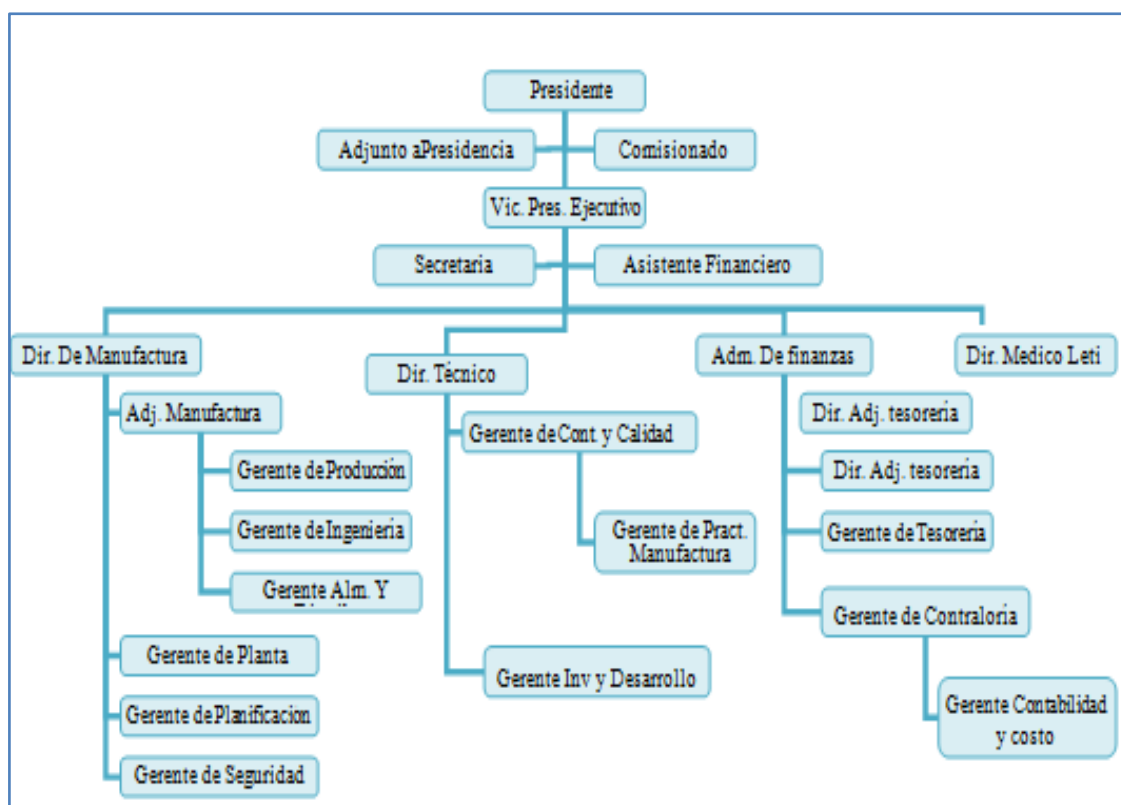


Figura N° 1: Organigrama general Laboratorios Leti S.A.V
Fuente: Laboratorios Leti S.A.V

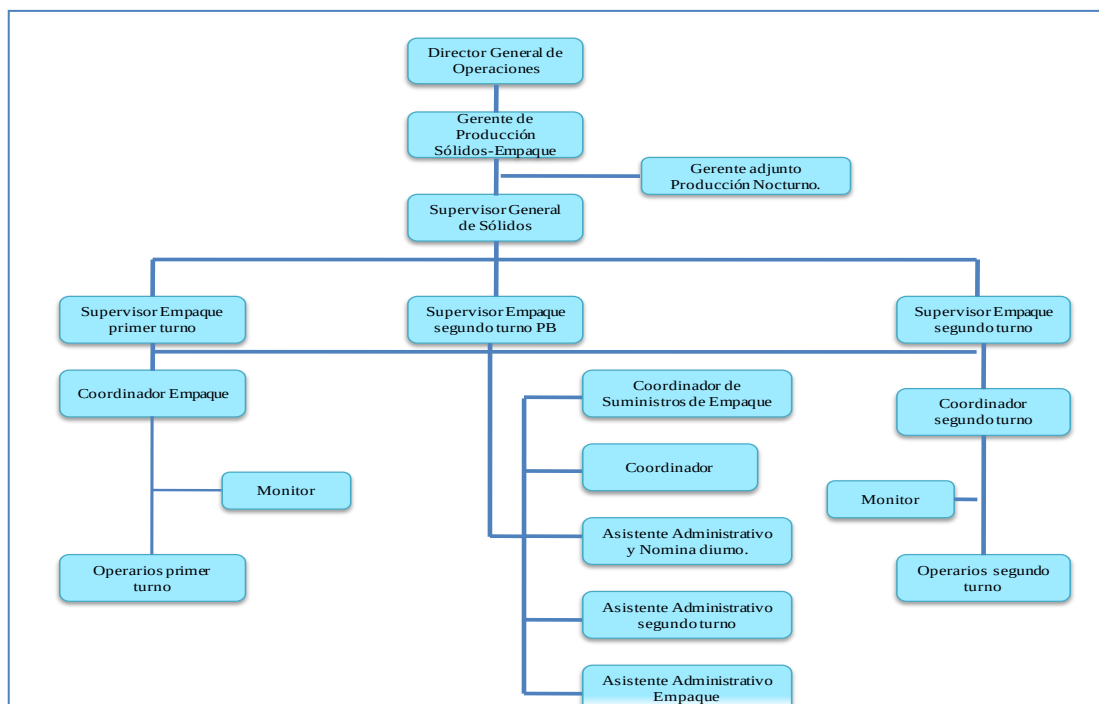


Figura N° 2: Organigrama de la dirección general de operaciones.

Fuente: Laboratorios Leti S.A.V

I.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el presente son muchos los retos y desafíos a los cuales se enfrentan las empresas; la gran demanda y las crecientes exigencias de los consumidores en cuanto a la calidad, flexibilidad, funcionalidad y bajos costos, han obligado a las organizaciones a revisar sus procesos y establecer las mejoras prácticas de producción, y así obtener un buen posicionamiento en el mercado.

La industria farmacéutica es actualmente uno de los sectores empresariales más rentables e influyentes del mundo. Hoy en día la demanda de medicinas está incrementándose drásticamente, debido al crecimiento poblacional y al aumento de los estándares de vida alrededor del mundo. Esta industria farmacéutica surgió a principios del siglo XIX, y es un sector empresarial dedicado a la fabricación, preparación y comercialización de productos químicos medicinales para el tratamiento y también la prevención de las enfermedades. Algunas empresas del sector fabrican productos químicos farmacéuticos a granel (producción primaria), y todas ellas los preparan para su uso médico mediante métodos conocidos colectivamente como producción secundaria. Entre los procesos de producción secundaria, altamente automatizados, se encuentran la fabricación de fármacos

dosificados, como pastillas, cápsulas o sobres para administración oral, soluciones para inyección, óvulos y supositorios.

En la industria farmacéutica los sólidos constituyen aquellos productos en forma de grageas, comprimidos, cápsulas, entre otros; donde el proceso productivo de estos medicamentos abarca, desde la fabricación (transformación de materia prima a la forma final) hasta el acabado final o empaque. Inicialmente estos productos son producidos en lotes, comúnmente llamados graneles, y son almacenados en cestas, para posteriormente pasar al proceso de acondicionamiento, obteniendo, de esta manera, el producto final.

Actualmente Laboratorios LETI S.A.V posee una línea de fabricación de productos sólidos llamada UPS 300-II, que puede producir más de setenta (70) productos en diferentes presentaciones.

La planificación para la fabricación de estos productos se encuentra influenciada por las necesidades de mercado de los medicamentos, ya que es difícil pronosticar el consumo de los mismos por parte de las personas, además se debe tomar en cuenta que por ser productos médicos, deben permanecer constantes en el mercado. Adicionalmente también influye la normativa gubernamental, ya que son los entes reguladores del gobierno, los encargados de asegurar que se lleve un estricto control y cumplimiento de las normas sanitarias, regulatorias, de exportación, manejo, almacenamiento, entre otras; que son necesarias para el adecuado consumo humano; en algunos casos intervienen estableciendo los precios de venta, lo cual directamente obliga a la empresa, a tener un eficiente proceso de producción que garantice la rentabilidad de sus productos.

En la actualidad, según información de la gerencia, la línea de fabricación de productos sólidos UPS 300-II de Laboratorios LETI S.A.V tiene una capacidad nominal de 150 Blíster/minutos, pero en los últimos meses se ha producido en promedio 45 Blíster/minuto. Adicionalmente la empresa considera que existe un inadecuado aprovechamiento de los recursos físicos y humanos, aunque cabe destacar que no posee un historial confiable de tiempos de producción, buen manejo y aprovechamiento de materiales. Otro problema presente en la línea a estudiar, es la

variabilidad de los tiempos de cambio de un producto a otro, ya que pueden tardar desde treinta (30) minutos hasta un día completo, dependiendo de la materia prima, presentación, proceso, entre otros; lo cual genera pérdidas de tiempo, y por ende, pérdidas de dinero a la empresa.

Por todo lo antes expuesto, se plantea generar mejoras en el proceso productivo que contemplen las variables que afectan al proceso. Ante lo cual surge la siguiente interrogante:

¿Será posible mejorar el proceso productivo de la línea de fabricación de productos sólidos UPS 300-II de Laboratorios LETI S.A.V para lograr un proceso más efectivo y eficiente?

La respuesta de esta interrogante constituye la razón de ser de la presente investigación.

I.4 JUSTIFICACIÓN

El sector farmacéutico está sometido a factores ambientales, científicos, sociales, económicos y legales a nivel global y doméstico, que rigen las etapas de aprobación, fabricación, comercialización y venta de medicamentos, por lo cual el nivel de competencia a nivel mundial y nacional es muy alto entre las diferentes compañías dedicadas a la fabricación de medicamentos.

Muchas de estas industrias llevan a cabo la fabricación de sus productos fármacos generando pérdidas para la empresa, debido a los altos costos de materia prima, mano de obra, proceso productivo, entre otros., y principalmente a que muchos productos se encuentran regulados.

Por estas razones, Laboratorio LETI S.A.V ha decidido evaluar posibles mejoras en el proceso de fabricación de productos sólidos de la línea UPS 300-II, con el fin de lograr obtener mejores tiempos de producción, eliminar retazos en el proceso productivo e incumplimientos en la elaboración de los productos, así mismo aprovechar eficientemente los recursos físicos y humanos, y así obtener una disminución en sus costos, máxima calidad en sus productos, satisfacción y fidelidad de sus clientes.

I.5 OBJETIVOS

I.5.1 Objetivo General

Mejorar los procesos productivos en una línea de fabricación de productos sólidos de una empresa farmacéutica ubicada en la zona industrial de Guarenas, Estado Miranda.

I.5.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar los procesos productivos de una línea de fabricación de productos sólidos.
- Analizar los procesos y la capacidad de una línea de fabricación de productos sólidos.
- Identificar las causas que determinan los valores actuales de la productividad de la línea en estudio.
- Proponer mejoras para la capacidad de producción de la línea de productos sólidos.
- Evaluar técnica, económica y financieramente las propuestas planteadas.

I.6 ALCANCE

- El estudio a realizar se enfoca en la línea de fabricación de productos sólidos UPS 300-II de Laboratorios LETI S.A.V ubicada en la zona industrial de Guarenas Estado Miranda, con el fin de analizar, evaluar y proponer mejoras, para su posterior implementación por parte de la empresa.
- La implementación de las mejoras propuestas en la investigación dependerá de la gerencia de la empresa y no forman parte del presente Trabajo Especial de Grado.

I.7 LIMITACIONES

- El análisis de los productos dependerá de la ejecución del plan de producción durante el periodo de ejecución del proyecto.
- No se podrá asegurar la confiabilidad y disponibilidad de los registros históricos proporcionados por la gerencia de Laboratorios LETI S.A.V.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

En el presente capítulo se exponen un conjunto de principios y definiciones muy precisas que el investigador tomó en consideración para sustentar el estudio realizado.

II.1 BASES TEÓRICAS

II.1.1 Productividad

Según (Antor, 2000) en concepción general, la productividad es una medida de la eficiencia económica que resulta de la relación entre los recursos utilizados y la cantidad de productos o servicios elaborados. Puede representarse así

$$Productividad = \frac{Productos\ obtenidos}{Insumos\ invertidos} \quad (1)$$

Se distinguen dos tipos de indicadores de productividad: los totales, cuya cifra expresa la eficiencia de toda una organización, su formula incluye, en el numerador, una expresión general del valor del producto o servicio y, en el denominador, un valore resumido de todos los insumos; y los parciales, que se construyen considerando en el denominador un solo tipo de recurso.

II.1.2 Indicadores de gestión

Según (Ing. Francisco Javier Rodriguez, 1992) “Para medir el desempeño de una empresa o unidad ya sea en calidad, productividad, costo, entre otros, necesitamos tener indicadores” (pág.34)

Los indicadores de gestión son expresiones cuantitativas que nos permiten analizar cuán bien se está administrando una empresa, en áreas como uso de recursos (eficiencia), cumplimiento del programa (efectividad), etc.

II.1.3 Desperdicio o merma

Es la pérdida de materia prima luego de aplicar un proceso. Esta pérdida puede ser generada por diferentes factores y según Lean Manufacturing se identifican 8 tipos de desperdicios:

- Desperdicio por sobreproducción
- Desperdicio por inventario
- Desperdicio por movimientos de materiales o transporte
- Desperdicio por productos defectuosos o retrabajos
- Desperdicio por movimiento

- Desperdicio por proceso
- Desperdicio por espera
- Desperdicio por información

II.1.4 Trabajo estandarizado

Un trabajo estandarizado según (Alberto Villaseñor Contreras, 2007) radica en encontrar la manera más eficiente en la unión entre personas, procesos, materiales y tecnología con el fin de conseguir un estándar entre las actividades realizadas de forma tal que se convierta en una regla de trabajo.

La mejor combinación entre los elementos antes mencionados permite, la mayor reducción de los desperdicios, siendo ésta la mejor vía que tiene la organización, para mejorar la calidad de sus productos, al menor costo posible.

II.2 HERRAMIENTAS A USAR

Para la elaboración del presente Trabajo Especial de Grado (TEG) se requirió la utilización de diversos diagramas y herramientas, las cuales facilitaron las explicaciones y las resoluciones de problemas. Dichas herramientas se presentan a continuación:

II.2.1 Diagrama Causa-efecto

Según (Alberto Villaseñor Contreras, 2007) un diagrama causa efecto es una herramienta que permite analizar de una manera integral, las diferentes causas que explican un problema determinado, facilitando el proceso de búsqueda de causas al surgir ramas y agrupaciones de las mismas.

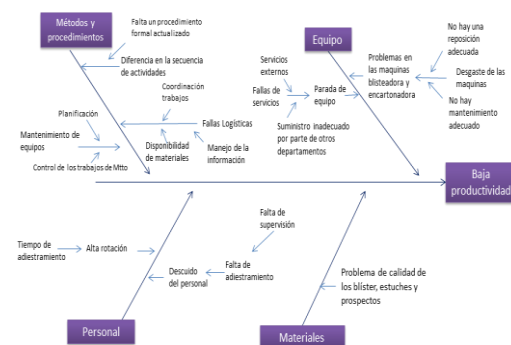


Figura N° 3: Ejemplo de un diagrama Causa-efecto

Fuente: Elaboración propia (2012)

II.2.2 Gráfico de Pareto

(Bravo, 1992) Define al diagrama de Pareto como una gráfica para organizar datos que queden en orden descendente, de izquierda a derecha y separados por barras, permitiendo, asignar un orden de prioridades.

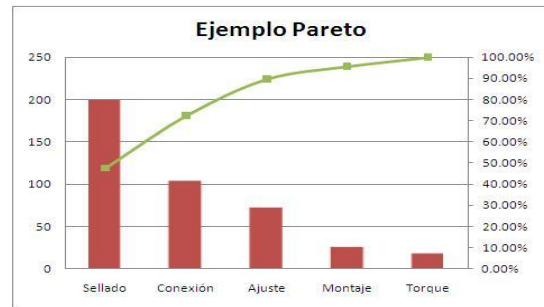


Figura N° 4: Diagrama de Pareto
Fuente: Elaboración propia (2012)

El diagrama, facilita el estudio comparativo de numerosos factores, dentro de la industria o empresa comercial de la cual se basa el presente Trabajo Especial de Grado. Se tendrá en cuenta que el 20 % de las causas totales hace que sean originados el 80% de los efectos.

II.2.3 Diagrama de flujo de procesos

Según (Bravo, 1992) es una representación gráfica, que tiene como objetivo mostrar una secuencia de pasos con el fin de llegar a un resultado final. Permite la demostración en físico de cada uno de los pasos de una operación, facilitando la comprensión global del proceso.

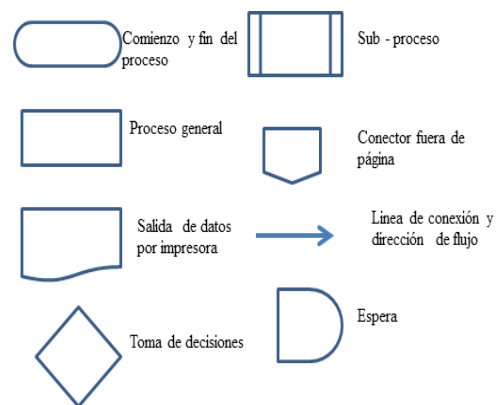


Figura N° 5: Simbología de los diagramas de flujo
Fuente: Elaboración propia (2012)

II.2.4 Diagrama de operaciones de procesos

Según (Bravo, 1992) un diagrama de operaciones de proceso, es la representación gráfica de los puntos, en los que se introducen materiales en el proceso y del orden de las inspecciones y de todas las operaciones, excepto las incluidas en la manipulación de los materiales.

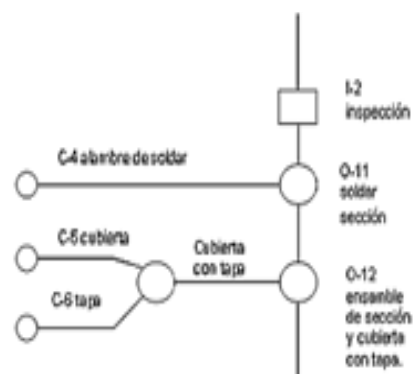


Figura N° 6: Ejemplo de un diagrama de operaciones de procesos
Fuente: Elaboración propia (2012)

II.2.5 Diagrama de recorrido

Según (Alberto Villaseñor Contreras, 2007) es un esquema de distribución de planta en un plano, que muestra el movimiento del material o de una persona que interviene en un proceso.

Su objetivo es determinar y después eliminar o disminuir los reprocesos, los desplazamientos y los puntos de acumulación de tránsito.

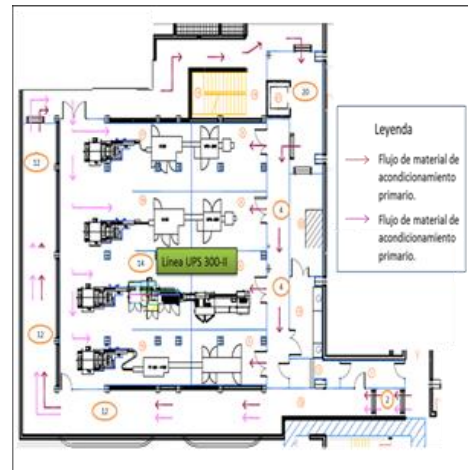


Figura N° 7: Ejemplo de un diagrama de recorrido

Fuente: Elaboración propia (2012)

II.2.6 Diagrama Gantt

Es una popular herramienta gráfica, cuyo objetivo es mostrar el tiempo de dedicación previsto para diferentes tareas o actividades a lo largo de un tiempo total determinado, según lo explica (Bravo, 1992).

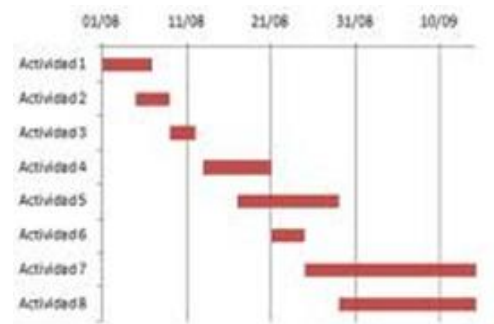


Figura N° 8: Ejemplo de un diagrama Gantt

Fuente: Elaboración propia (2012)

Aunque no indica las relaciones existentes entre actividades, la posición de cada tarea a lo largo del tiempo hace que se puedan identificar dichas relaciones e interdependencias.

II.2.7 SMED (Single-Minute Exchange of Die, Cambio de configuración)

Según (Alberto Villaseñor Contreras, 2007) “Es un método utilizado para minimizar el cambio de un número de partes a otro en una máquina o serie de máquinas en el área de producción, siendo un cambio de herramientas el tiempo transcurrido desde la fabricación de la última pieza válida de una serie, hasta la obtención de la primera pieza correcta de la serie siguiente, no únicamente el tiempo del cambio y ajustes físicos de la maquinaria” (pág. 93).

Este método se basa en las siguientes etapas:

1. Medir el tiempo total de configuración actual.
2. Identificar los elementos internos y externos (conocer los tiempos individuales de cada uno de los elementos).
3. Convertir la mayor cantidad de elementos internos en externos.
4. Reducir el tiempo de los elementos internos.
5. Reducir el tiempo de los elementos externos.
6. Estandarizar el nuevo procedimiento.

Elemento interno: actividad que se puede realizar únicamente cuando la máquina esta parada.

Elemento externo: actividad que puede ser realizada cuando la máquina está funcionando.

II.2.8 Software de Simulación de eventos discretos

Según (Aldo Fábregas Ariza, 2003) el software de simulación es una “Herramienta que busca representar una situación real en base a modelos matemáticos; imita el funcionamiento de un sistema del mundo real cuando evoluciona en el tiempo” (pág.1)

Este software permite experimentar diversas posibilidades y estimar medidas de desempeño de un sistema real estimado.

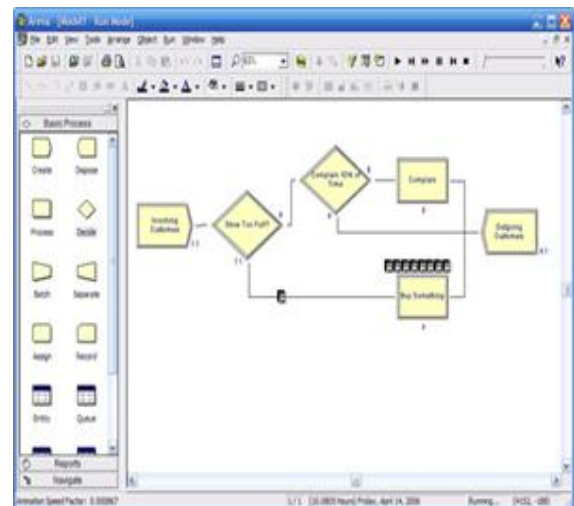


Figura N° 9: Ejemplo del software de simulación, Arena
Fuente: Elaboración propia (2012)

No es una optimización, entrega estimaciones de un sistema, pero es posible encontrar mínimos locales midiendo distintos escenarios. También permite conocer la sensibilidad del sistema cuando cambian las variables y puede ayudar a estudiar y mejorar la productividad de los diseños de los procesos.

II.2.9 Input Analyzer (analizador de datos)

Herramienta que se encuentra en el software de simulación Arena, se puede utilizar para determinar que distribución de probabilidad se ajusta a los datos de entrada según (Aldo Fábregas Ariza, 2003); también para ajustar una distribución

especifica a los datos, con el fin de comparar funciones de distribución o de visualizar los efectos de cambio en los parámetros de una misma distribución. Además el Input Analyzer puede generar grupos de números aleatorios que se pueden analizar a través de la función de ajuste del programa.

II.2.10 Prueba de hipótesis

Muchos problemas requieren decidir si se acepta o se rechaza un enunciado acerca de algún parámetro. El enunciado suele llamarse hipótesis y el procedimiento de toma de decisiones en torno a la hipótesis recibe el nombre de prueba de hipótesis.

Según (William W. Hines, 1998) “una prueba t por pares ocurre cuando las observaciones en las dos poblaciones de interés se recaban en pares. Cada par de observaciones, se toman en condiciones homogéneas aunque estas condiciones puedan cambiar de un par a otro.” (pág. 363).

Siendo $\begin{cases} \text{La hipótesis nula } H_0: \mu_1 = \mu_2 \\ \text{La hipótesis alterna } H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \end{cases}$

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

En el presente capítulo se explica la manera en la que se desarrolló el Trabajo Especial de Grado. Contempla el tipo de investigación, el enfoque aplicado y el diseño de la misma. También se presentará la información requerida y las herramientas utilizadas para la recolección, procesamiento y análisis de datos necesarios para el desarrollo del mismo.

III.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.

La presente investigación se considera un proyecto factible, ya que la misma engloba un proceso de investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta con el objetivo de mejorar la productividad en una línea de fabricación de productos sólidos.

Se puede definir como proyecto factible según (Moya, 2002) “Un conjunto de actividades vinculadas entre sí, cuya ejecución permitirá el logro de objetivos previamente definidos, en atención a las necesidades que pueda tener una institución o grupo social en un momento determinado”. Es decir, la finalidad del proyecto factible, radica en el diseño de una propuesta de acción dirigida a resolver un problema o necesidad previamente detectada en el medio.

III.2 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

El presente Trabajo Especial de Grado puede catalogarse como documental y de campo, debido a que para su desarrollo son requeridas diferentes bibliografías, y las investigaciones se basan en información obtenida directamente de la realidad.

Existen dos enfoques básicos para una investigación: el Cuantitativo y el Cualitativo.

Según (Bogdan, 1986) “La investigación cualitativa es aquella que produce datos descriptivos, entre los que se encuentran: las propias palabras de las personas, habladas o escritas, y las conductas observables” (pág. 20).

El Cuantitativo, según (Hernández Roberto, 2000) “Utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas previamente y confía en la medición numérica, el conteo y

frecuentemente en el uso de la estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento de una población” (pág.5)

El Trabajo Especial de Grado tiene un enfoque mixto, es decir, cuantitativo ya que con el fin de resolver el problema planteado en la presente investigación se utiliza la recolección de datos y análisis de los mismos. Y cualitativo, porque es requerida la observación directa de la situación actual, así como una serie de entrevistas al personal involucrado el proceso productivo de la línea, con el objetivo de entender y analizar la situación.

III.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Se puede entender como diseño de la investigación según (Julio Cabrero García, 2008) “... el plan general del investigador para obtener respuestas a sus interrogantes o comprobar la hipótesis de investigación. El diseño de investigación desglosa las estrategias básicas que el investigador adopta para generar información exacta e interpretable.”

El diseño del presente Trabajo Especial de Grado es de tipo no experimental, que según (Uribe, 2004) en la investigación no experimental se observan fenómenos tal y como se presentan en su contexto natural, se obtienen datos y después estos se analizan.

Adicionalmente, según (Julio Cabrero García, 2008) explica que los tipos de diseños transversales implican la recolección de datos en un solo corte en el tiempo, mientras que los diseños longitudinales reúnen datos en dos o más momentos.

Para la presente investigación se emplea un diseño transversal, puesto que el estudio se realiza en un instante de tiempo establecido.

Por todo lo antes mencionado se puede decir que el presente Trabajo Especial de Grado es de tipo no experimental y transversal.

La metodología utilizada para el desarrollo del presente estudio, está compuesta por cinco (5) fases, contribuyendo cada una de ellas al desarrollo eficiente del contenido expresado en los capítulos que componen el Trabajo Especial de Grado.

A continuación se presenta una breve descripción de las fases desarrolladas:

III.4 FASES DE LA METODOLOGÍA

III.4.1 Fase I: Identificación y Recopilación de la información.

Esta fase consiste en obtener un conocimiento general de la empresa, conocer la estructura organizativa, las diferentes relaciones entre cada área e identificar el proceso de fabricación. Por otra parte en esta fase se especifica y ordena toda la información de funcionamiento, personal, materiales, datos históricos de producción, entre otros; los cuales posteriormente permitirán evaluar la situación actual de los procesos de la línea de fabricación.

III.4.2 Fase II: Análisis de la información.

En esta fase se procede a examinar la información recolectada para lograr detectar los problemas que se presentan en el proceso de fabricación de productos sólidos, por lo tanto, es necesario realizar un estudio de los datos cualitativos y cuantitativos. Los datos cualitativos están representados por la documentación, entrevistas y observaciones directas; además implica toda la información de la descripción del proceso, información técnica y manejo de materiales. Mientras que, los datos cuantitativos están representados por información tangible numéricamente, como tiempo de producción, índices de productividad, cantidad de desperdicios, entre otros.

III.4.3 Fase III: Identificación de causas raíces.

En la siguiente fase se pretende identificar e interpretar las causas que generan las diferentes fallas en la línea en estudio, frecuencia de las fallas, los desperdicios producidos por orden de producción, las demoras presentes en la línea, entre otros. Las cuales determinan los valores actuales de productividad de la línea de fabricación de productos sólidos.

III.4.4 Fase: Diseño de propuestas.

Una vez diagnosticado todos los problemas presentes en la línea de fabricación se elabora el análisis de las diferentes alternativas, con la finalidad de mejorar los procesos productivos de la línea de fabricación de productos sólidos.

III.4.5 Fase V: Evaluación de propuestas.

Por último, luego de detectar y diseñar las diferentes alternativas de mejora se procede a evaluar técnica, económica y financieramente las propuestas planteadas para dar solución a los problemas encontrados en el estudio.

Para poder cumplir con los objetivos planteados en el Trabajo Especial de Grado, se presenta a continuación una tabla con el esquema metodológico, que muestra la operacionalización de los objetivos, en la cual se especifica la información requerida y las herramientas utilizadas para llevar a cabo dichas fases.

Tabla N° 1: Esquema metodológico

	Objetivos Específicos	Información Requerida	Herramientas Utilizadas
Fase I: Iniciación y levantamiento de información	Caracterizar los procesos productivos de una línea de fabricación de productos sólidos.	-Funcionamiento de las máquinas y del personal técnico y operativo. -Tipos de materiales e insumos utilizados. -Datos históricos. -Planos de las máquinas.	-Observación directa de los procesos. -Entrevistas con el personal operario, técnicos, supervisores y gerentes. -Diagrama de flujo de procesos. -Diagrama de recorrido. -Levantamiento de planos
Fase II: Análisis de la Información	Analizar los procesos y la capacidad de una línea de fabricación de productos sólidos.	-Datos cualitativos y cuantitativos recolectados de la línea de fabricación. -Capacidad de las máquinas utilizadas. -Cantidades de recursos materiales y humanos.	-Diagrama de operaciones de procesos. -Diagramas Gantt. -Diagrama de flujo de procesos. -Software de hoja de cálculo.
Fase III: Identificación de Causas	Identificar las causas que determinan los valores actuales de la productividad de la línea en estudio.	-Tiempo de paradas programadas y no programadas. -Desperdicios producidos por orden de producción -Tiempo de producción por orden.	-Diagrama causa efecto. -Diagrama de Pareto. -Software de hoja de cálculo. -Software de Simulación de eventos discretos. -Software de ajuste estadístico de datos.
Fase IV: Diseño de propuestas	Proponer mejoras para la capacidad de producción de la línea de productos sólidos	-Modelo de simulación de la línea. -Datos del proceso de la línea.	-Software de Simulación de eventos discretos.
Fase V: Evaluación de propuestas	Evaluar técnica, económica y financieramente las propuestas planteadas.	-Propuestas de mejoras para el proceso de fabricación. -Identificar los recursos, materiales y/o insumos necesarios para desarrollar las propuestas.	-Herramientas de análisis financieros. -Indicadores de producción. -Prueba de inversión.

Fuente: Elaboración propia (2012)

CAPÍTULO IV. SITUACIÓN ACTUAL

En este capítulo se presenta una descripción de la línea de fabricación UPS 300-II, las distancias y tiempos del flujo de los materiales y personal, descripción de los desperdicios generados, indicadores, entre otros; con la finalidad de caracterizar los procesos productivos de la línea en estudio.

IV.1 DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA UPS 300-II

La línea UPS 300-II está ubicada en el área Servorama de Laboratorios Leti S.A.V, y está conformada por tres máquinas (blisteadora, encartonadora y termoencogible). A continuación se presenta una descripción de los productos, insumos, recursos, instalaciones, procesos, planificación, entre otros, de la línea.

IV.1.1 Los productos e insumos

IV.1.1.1 Los productos

Se les denomina familia de producto a aquellos medicamentos que poseen en común el principio activo de su forma farmacéutica, sin embargo, estos se diferencian en la concentración de dicho principio, la presentación del blíster y la cantidad de blísteres por estuche. Actualmente en la línea UPS 300-II se elaboran más de 70 productos para diferentes áreas y en diferentes presentaciones. En el anexo N° 1 se especifica la familia de producto, la concentración, comprimidos por unidad, el código SAP y las unidades estándar de fabricación para cada producto fabricado en la línea.

Formatos

Para conseguir diversas presentaciones de un producto, se deben ajustar o cambiar en la máquina blisteadora las siguientes herramientas:

- Guías: se utilizan para conducir el PVC en las diferentes estaciones de la máquina blisteadora. Estas están compuestas por una media luna y por secciones de guías que transportan el PVC desde la estación de formado hasta la entrada de la estación de corte.
- Placas: herramientas que definen los detalles de los blísteres, las placas son las siguientes:

Placa de Formado: herramienta metálica colocada en la parte superior de la estación de formado de la máquina blíster, cuya función es dar forma de blíster a la película de moldeo que ha sido previamente calentada.

Placa de Sellado: pieza metálica colocada en la parte inferior de la estación de sellado de la máquina blíster cuya función es la de brindar apoyo y resguardo a la película de moldeo que ya ha sido formada y que contiene el comprimido en sus cavidades.

- Troquel de corte: Herramienta metálica que constituye la estación de corte de la máquina blisteadora, concretando la medida del blíster.

En la figura N° 10 se puede apreciar la presentación de un blíster de dimensiones de 39x46mm, de una presentación de Viasek de 1 comprimido.

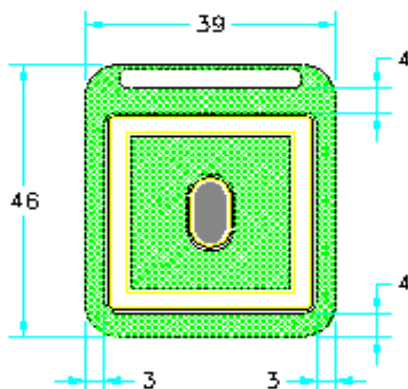


Figura N° 10: Presentación del Viasek, 1 comprimido.
Fuente: Departamento de producción de Laboratorios Leti S.A.V

IV.1.1.2 Los insumos

Los materiales que intervienen en este proceso se clasifican en primarios y secundarios. Los primarios son aquellos que tienen contacto directo con las cápsulas o comprimidos, siendo estos: el aluminio y el PVC. Los materiales secundarios son aquellos que no tienen contacto directo con el medicamento, como: estuches, prospectos, etiquetas entre otros.

Las cápsulas o comprimidos que se utilizan en la línea en estudio, son fabricadas y almacenadas en las instalaciones del edificio Leti, posteriormente son conducidas directamente a través de una esclusa al área de acondicionamiento de empaque primario.

Los insumos que se utilizan al momento del envasado de productos (materiales primarios y secundarios), provienen de distintos proveedores. Estos se encuentran en

los almacenes centrales de la planta y son suministrados al área de acondicionamiento (empaques primario o secundario, según corresponda) a través de una esclusa y por un canal que comunica el área de acondicionamiento con la zona de almacenaje.

A continuación se describe brevemente, algunas especificaciones de los insumos que se utilizan en el proceso de fabricación.

PVC: El ancho de la bobina de PVC es estándar para los distintos tipos de formato. Para la línea en estudio se utiliza PVC cristal 143mm y PVC/PVDC cristal de 134mm y 156mm.

Aluminio: El ancho de la bobina de aluminio es estándar y depende del tipo de formato utilizado, por lo tanto varía igual que la bobina de PVC.

Estuches: Estos contienen información impresa del medicamento, nombre del producto, medidas, concentración, fecha de vencimiento, entre otros.

Etiquetas: Este material contiene el serial de la paleta, fecha de vencimiento, código del producto, fecha de elaboración, peso bruto, entre otros.

Polietileno: se utiliza para recubrir y sellar un grupo de estuches

IV.1.2 Los recursos

Los recursos humanos que son necesarios para llevar a cabo el proceso productivo de la línea UPS 300-II, ubicada en un área denominada Servorama con dos líneas adicionales de productos sólidos; se presentan en la tabla N° 2, junto con la cantidad requerida y funciones que deben desempeñar cada uno de ellos.

Tabla N° 2: Descripción de los recursos

Recurso	Cantidad Requerida	Función
Operarios	Dos (2) en el área de empaque primario (blisteradora). Dos (2) en el área de empaque secundario (encartonadora y termoencogible).	Verificar constantemente el correcto funcionamiento de la línea de producción y suministrar los insumos necesarios a los sistemas de alimentación correspondientes.
Mecánicos	Dos (2) para toda el área de Servorama.	Realizar los cambios de formato en las líneas. Ajustar las máquinas para poder elaborar los productos. Resolver problemas ocasionados por paradas técnicas. Realizar el mantenimiento preventivo de la línea, y toda labor técnica que requieran las máquinas durante el proceso.
Supervisor	Un (1) supervisor de producción. Un (1) supervisor de mantenimiento.	Verificar constantemente el correcto funcionamiento de las líneas de fabricación.
Movimiento Interno	Uno (1) para toda el área Servorama.	Realizar todos los desplazamientos de material de empaque y producto terminado dentro del área de producción.

Fuente: Elaboración propia (2012)

En la planta se trabajan 2 turnos de 8 horas cada uno, de lunes a viernes. El primer turno está comprendido entre las 7 a.m. y las 3 p.m. y el segundo de 3 p.m. a 11 p.m.

IV.1.3 La planificación

IV.1.3.1 Planificación de la producción

Según entrevistas no estructuradas realizadas al Supervisor General de Empaque-Sólidos y Supervisor de producción del área Servorama diurno, la planificación de la producción se realiza semanalmente, en esta se contemplan los turnos de trabajo de cada línea y los productos que se elaborarán en los respectivos turnos.

Para elaborar dicho plan se contemplan inicialmente los productos que tengan prioridad, según la demanda del mercado, los compromisos de la empresa con determinada campaña por medicamento, si hay un producto que no tiene inventario y tiene una venta beneficiosa para la empresa, entre otros. Una vez que se obtienen los productos que tienen prioridad al momento de fabricarlos, se verifica la disponibilidad de la línea, la disponibilidad de mano de obra que se tenga para la semana, insumos necesarios para la producción de uno u otro producto, disponibilidad del granel, entre otros y se elabora el plan de producción semanal definitivo.

En el anexo N° 2 se muestra el flujograma de la elaboración del plan de producción de la empresa.

IV.1.3.2 “Proceso del flujo del material de empaque”

El proceso del flujo de material de empaque, al igual que la planificación de la producción se levantó en base a entrevistas no estructuradas realizadas al personal.

Una vez que se tiene el plan de producción semanal, el departamento de planificación libera la orden a todo producto que tenga el material disponible para su fabricación y asigna el número de orden correspondiente. El coordinador de suministro del material de empaque verifica el producto que se va a fabricar y la cantidad del mismo, para generar una solicitud al departamento de almacén para ir acondicionando el producto las 72 horas requeridas. Transcurrido este tiempo, el departamento de planificación activa la orden (también denominado liberación de orden) generando una orden de trabajo para preparar el material en el almacén de

suministro y el mismo ser enviado al área de producción para la fabricación del nuevo producto.

IV.1.3.3 Planificación del Mantenimiento.

La empresa cuenta con planes de mantenimiento preventivo que se encuentran cargados en el sistema de información SAP. Cada equipo posee distintas rutinas de inspección y cambio de piezas según los requerimientos en las mismas, que se realizan durante los días donde la línea no se encuentra en producción, generalmente los fines de semana o días festivos. Ver anexo N° 3 del cronograma de mantenimiento para el mes de Julio 2012.

IV.1.4 Las instalaciones

La línea de fabricación de productos sólidos UPS 300-II está compuesta por los siguientes equipos:

- Empaque primario: Una máquina blisteadora Uhlmann la cual se divide en diferentes etapas, sensores varios y guías de transporte, como se puede observar en la figura N° 12.
- Empaque secundario: Una máquina encartonadora Uhlmann, una máquina Domino (codificadora de estuches), una máquina dobladora de prospectos GUP, una máquina Termoencogible Multipack, sensores varios, y vías de transporte.

IV.1.5 Los procesos

El conjunto de actividades que se realizan durante el proceso de fabricación de productos sólidos en la línea UPS 300-II se agrupa en dos subprocesos o fases, las cuales son: arranque de línea y puesta a punto y la fabricación de productos sólidos propiamente dicha.

En la figura N° 11, se muestran de forma general los procesos que intervienen en la elaboración de las órdenes de producción.

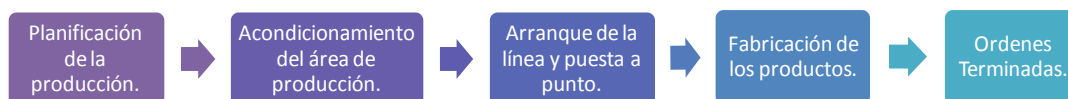


Figura N° 11: Procesos que intervienen en la elaboración de productos.
Fuente: Elaboración propia (2012)

IV.1.5.1 Descripción del Proceso de Arranque y Puesta a Punto.

Durante el proceso de arranque de la línea de fabricación, se verifican una serie de aspectos para poder asegurar las condiciones operativas de cada una de las máquinas y garantizar el proceso de fabricación de productos sólidos en la línea UPS 300-II. Esta actividad se realiza después de cada cambio de producto, después de un turno sin producir o después de un fin de semana o día feriado.

Para garantizar que el proceso de arranque se realice sin retrasos, el supervisor de la línea debe verificar que posee todo el personal de mantenimiento (mecánicos asignados a la línea) y personal operativo que permitan solventar cualquier inconveniente de manera rápida. Igualmente, debe verificar que cuenta con todos los insumos (comprimidos/cápsulas, estuches, prospectos, entre otros) y servicios requeridos para el proceso de producción. Adicional a esto, debe hacer un recorrido por cada uno de los equipos de la línea, verificando el cumplimiento de las condiciones necesarias para el arranque de la línea.

El tiempo de arranque y puesta a punto contempla el tiempo de verificación de las condiciones de los equipos hasta que se ha empezado la fabricación, se han alcanzado las condiciones de operación de los equipos y se han colocado todos los insumos en los alimentadores correspondientes.

IV.1.5.2 Descripción del Proceso productivo.

Los procesos productivos descritos en el presente Trabajo Especial de Grado se refieren exclusivamente al área de acondicionamiento de sólidos.

Se consideran productos sólidos, cuando han pasado por cada una de las etapas de fabricación y se han transformando de materia prima a su forma farmacéutica final, las cuales pueden ser comprimidos o cápsulas. Estos se producen en lotes, y son almacenados en tambores para posteriormente pasar al proceso de acondicionamiento.

Una vez arrancada la línea, comienza el proceso de fabricación de productos sólidos, el cual inicia cuando el comprimido/cápsula se encuentra en contacto directo con su envoltura y termina cuando ya ha pasado por todas las etapas de acondicionamiento, convirtiéndose en producto terminado.

A continuación se describen cada una de las etapas o procesos secuenciales que conforman el proceso productivo de la línea UPS 300-II de productos sólidos.

Blisteadora.

Es la primera máquina del proceso y está compuesta ocho etapas, que se indica en la figura N° 12.

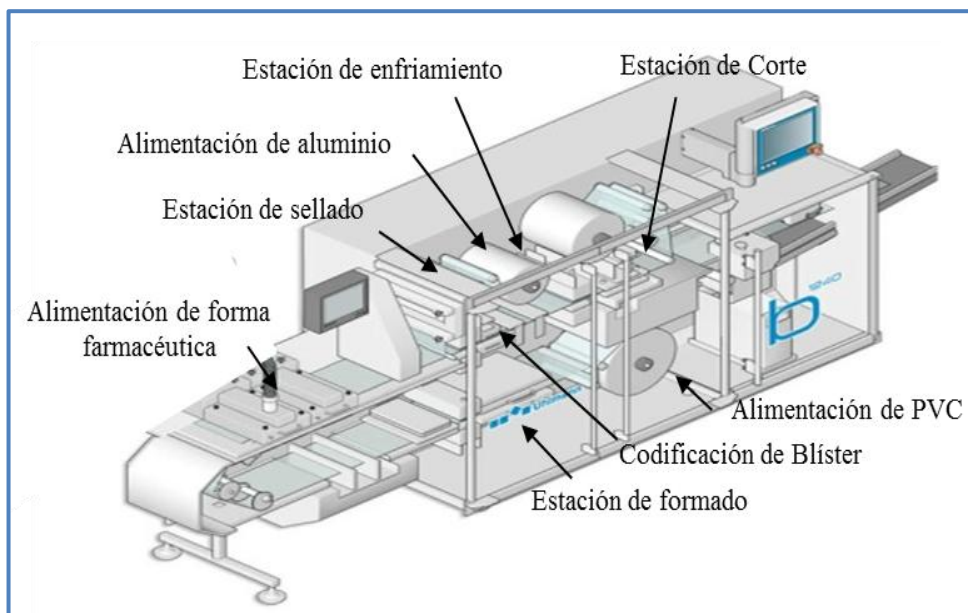


Figura N° 12: Estaciones que conforman la máquina Blisteadora

Fuente: <http://www.uhlmann.de/en/blister-machines-cartoners-blister-lines-end-of-line-bottle-lines-feeders>.

Alimentación de PVC

Es la parte inicial del proceso de blisteador, La colocación de la bobina de PVC se realiza en un rodillo que se despliega por toda la máquina blisteadora, pasando por todas las estaciones, como se muestra en la figura N° 12.

La alimentación de PVC es realizada por un operario, o por el mecánico en algunas ocasiones cuando es necesario efectuar un cambio de formato. Generalmente es el operario ubicado en la Blisteadora el que debe realizar el montaje y desmontaje de la bobina de PVC.

Estación de formado

La lámina de PVC pasa entre dos placas de formación de alvéolos una inferior y otra superior, que aplica presión sobre la lámina de PVC para moldear los alvéolos, que posteriormente serán llenados por el operario con los comprimidos o cápsulas, lo cual dependerá del producto que se desee manufacturar. Antes de este proceso el

PVC pasa entre unas placas de calentamiento que trabaja a una temperatura entre 115° - 120° para el PVC cristal y 125°- 128° para el PVC/PVDC cristal.

Alimentación de forma farmacéutica

Una vez formados los alvéolos en la lámina de PVC esta se transporta a través de la guía medialuna y se procede a ingresar la forma farmacéutica dentro de los mismos. El proceso de alimentación de los comprimidos/cápsula a los alvéolos se realiza vaciando el producto del granel por uno de los operadores de empaque primario a la superficie de trabajo (bandeja), de la cual el segundo operador (blisteador) toma los comprimidos/cápsulas y los va ingresando manualmente al PVC previamente formado que se traslada a través de una guía continua durante el proceso; este operario también se encarga de inspeccionar que no pasen blíster con alvéolos vacíos a la estación de sellado.

Alimentación de aluminio

Una vez formados los alvéolos y colocado el producto dentro de los mismos, se incorpora al proceso el aluminio. Este es colocado en la máquina Blisteadora por el operario en un rodillo ubicado en la parte superior de la máquina e ingresa a la formación del blíster por la parte superior de la lámina de PVC para lograr el sellado del mismo. El aluminio contiene la identificación del producto, nombre de la empresa, concentración, entre otros. Al igual que en el proceso de alimentación de PVC, el aluminio generalmente es montado y desmontado por el operario de la Blisteadora.

Estación de Sellado

Luego de unirse las láminas de PVC y aluminio, pasan por un proceso de sellado donde se adhieren a través de dos placas una superior y otra inferior, las cuales trabajan a una temperatura que varía entre 140°- 155°.

Estación de Código de Blíster

El blíster es codificado por medio de un porta-tipo al cual se le coloca el número de lote correspondiente a la orden en fabricación. Este proceso ocurre inmediatamente después de que el blíster pasa por la estación de sellado y graba la información en la parte superior del mismo.

Estación de enfriamiento

Luego de la codificación del blíster, este pasa a través de una línea continúa para lograr disminuir la temperatura de sellado alcanzando valores entre 70°- 80° antes de ingresar a la estación de corte.

Estación de corte

La lámina sellada con el producto pasa por un troquel de corte, el cual troquea 2 ó 3 blíster por paso, dependiendo del troquel. Luego los blíster listos caen en una banda transportadora, que cuenta con un sistema de retención de blíster, que permite que los mismos pasen uno a uno al área de empaque secundario.

Encartonadora

Una vez que los blíster terminan el proceso realizado en el área de empaque primario, pasan a través de una banda transportadora al alimentador de blíster de la encartonadora denominado dispensador de blíster (caracol), que los agrupa de forma vertical para luego dejarlos caer en la cantidad requerida (un blíster, dos blíster o tres blíster) en una cadena de producto, encargada de transportar los blíster hasta la estación de estuches, estos son abiertos automáticamente por la máquina mediante una ventosa de vacío por medio de succión, y de manera coordinada por medio de una empujadora se introduce el(los) blíster(es) y prospecto simultáneamente.

Los prospectos son doblados por una máquina dobladora que se encuentra ubicada en la parte superior de la encartonadora. Seguidamente los estuches son cerrados automáticamente a medida que pasan por una guía transportadora a la sección de codificación de estuche; uno de los operarios ubicados en el área de empaque secundario se encarga de colocar los estuches y prospectos en las guías de alimentación correspondientes, además de inspeccionar y verificar que los blíster que salen de la Blisteadora estén correctamente codificados, no tengan defectos en el sellado, corte, formación de alvéolo, entre otros, justo antes de ingresar al alimentador de blíster. En la figura N° 13 se indican las diferentes estaciones de la máquina encartonadora.

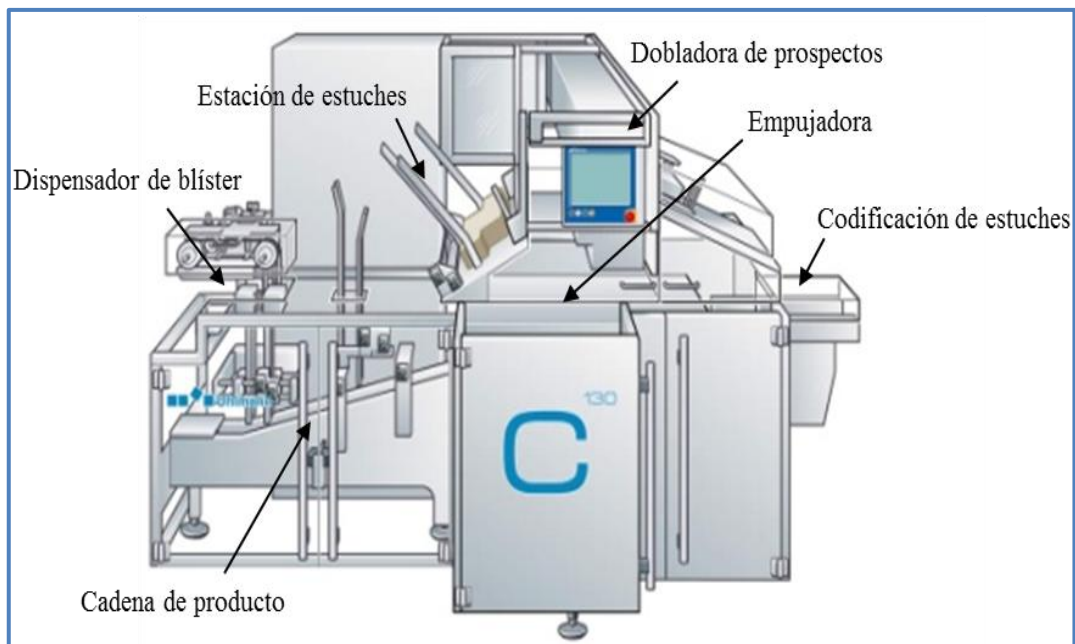


Figura N° 13: Estaciones que conforman la máquina Encartonadora.

Fuente: <http://www.directindustry.com/prod/uhlmann-pac-systeme/vibratory-feeders-60476-396759.html>

Codificación de Estuches

Esta codificación se realiza a través de una máquina llamada Domino ubicada al final de la Encartonadora (sobre la banda transportadora de estuches), en la cual se carga previamente la información necesaria (Fecha de elaboración, Lote, Fecha de vencimiento).

Termoencogible.

Los estuches ingresan a la Termoencogible a través de una banda transportadora; inicialmente entran a un proceso de apilamiento donde se forman los fardos (la medida de los fardos depende del producto en fabricación), seguidamente son envueltos en plástico polietileno y se les aplica termo inducción. El paquete de varios estuches (fardo) es revisado por el segundo operario, de manera que cumpla con todas las características establecidas, luego identifica cada fardo con la etiqueta correspondiente y por último los paletiza. El operario además debe verificar que los estuches que ingresan a la apiladora se encuentren correctamente codificados y en perfectas condiciones.

Paletizado.

Los fardos son colocados en paletas, luego de ser identificados por el operario. Se colocan generalmente 12 fardos por nivel y 5 niveles por paleta.

En la figura N° 14 se presenta un diagrama que especifica la secuencia de los equipos que intervienen en el proceso de fabricación de la línea en estudio, y los insumos necesarios para el funcionamiento de los mismos.

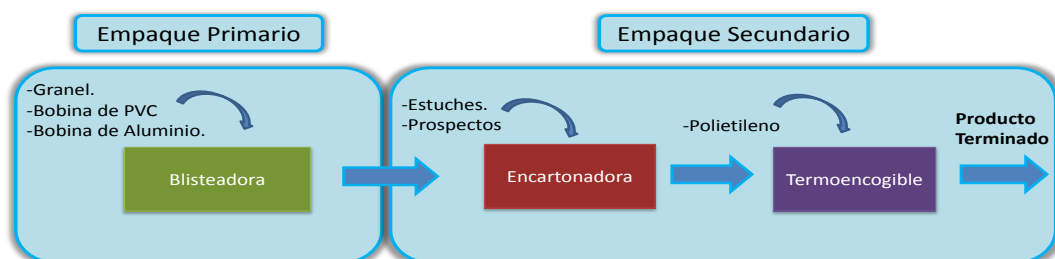


Figura N° 14: Diagrama del proceso general de la línea de productos sólidos.

Fuente: Elaboración propia (2012)

En el anexo N° 4 y N° 5 se puede apreciar el proceso de operación de empaque primario y secundario respectivamente de la línea UPS 300-II. Además en la figura N° 15 se puede observar el diagrama de operaciones del proceso en estudio.

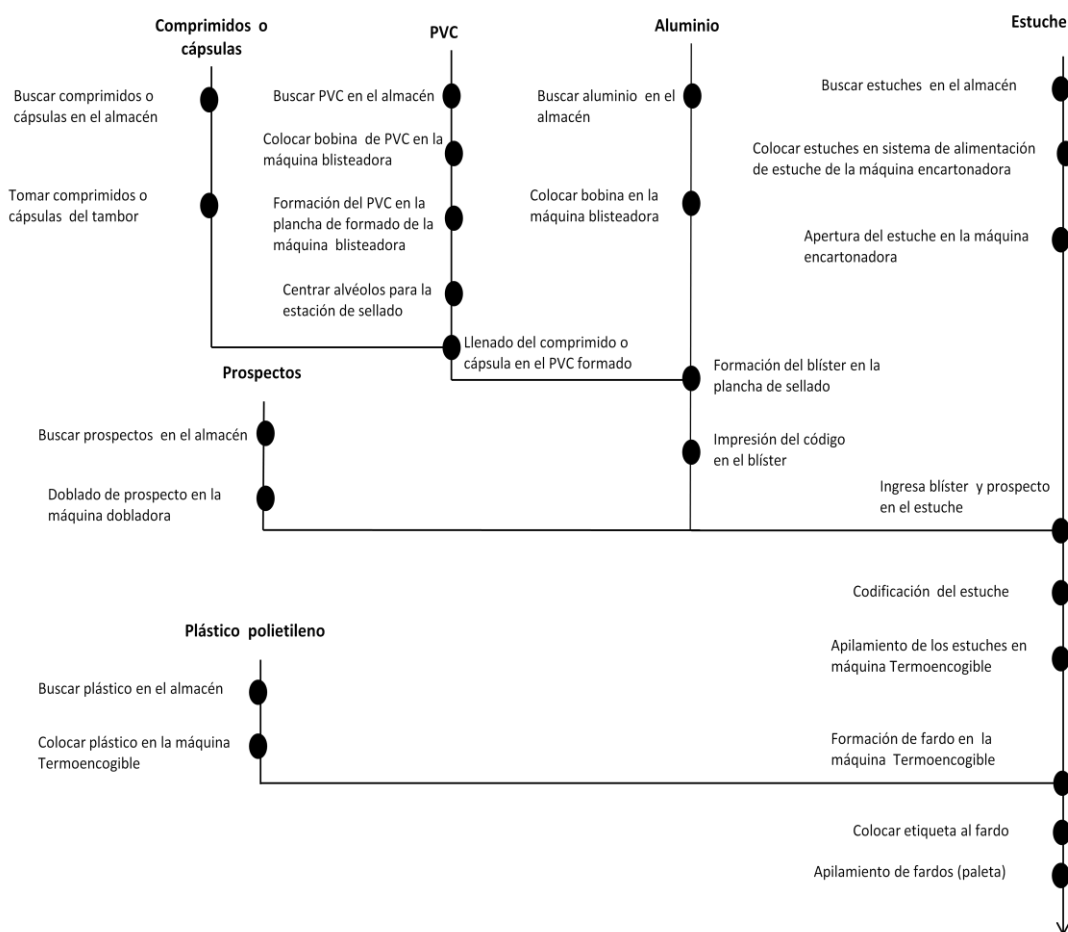


Figura N° 15: Diagrama de operaciones del proceso.

Fuente: Elaboración propia (2012)

La información técnica de las máquinas que conforma la línea se resume en la Tabla N° 3, donde se muestra el año y capacidad de cada una de ellas.

Tabla N° 3: Capacidad de máquinas de la línea.

Equipo	Año	Capacidad
Blisteadora	2004	15 a 70 ciclos/minuto
Encartonadora	2007	15 a 120 estuches/minuto
Termoencogible	2011	1 a 2 paquete/minuto

Fuente: Elaboración propia (2012)

IV.2 DISTANCIAS Y TIEMPOS DEL FLUJO DE MATERIAL Y PERSONAL.

IV.2.1 Flujo de materiales primarios y secundarios.

Los materiales necesarios para llevar a cabo el proceso de fabricación, cuando se encuentran en el área de Servorama cumplen con un flujo de recorrido, el cual se muestra en el siguiente Diagrama de recorrido (figura N° 16).

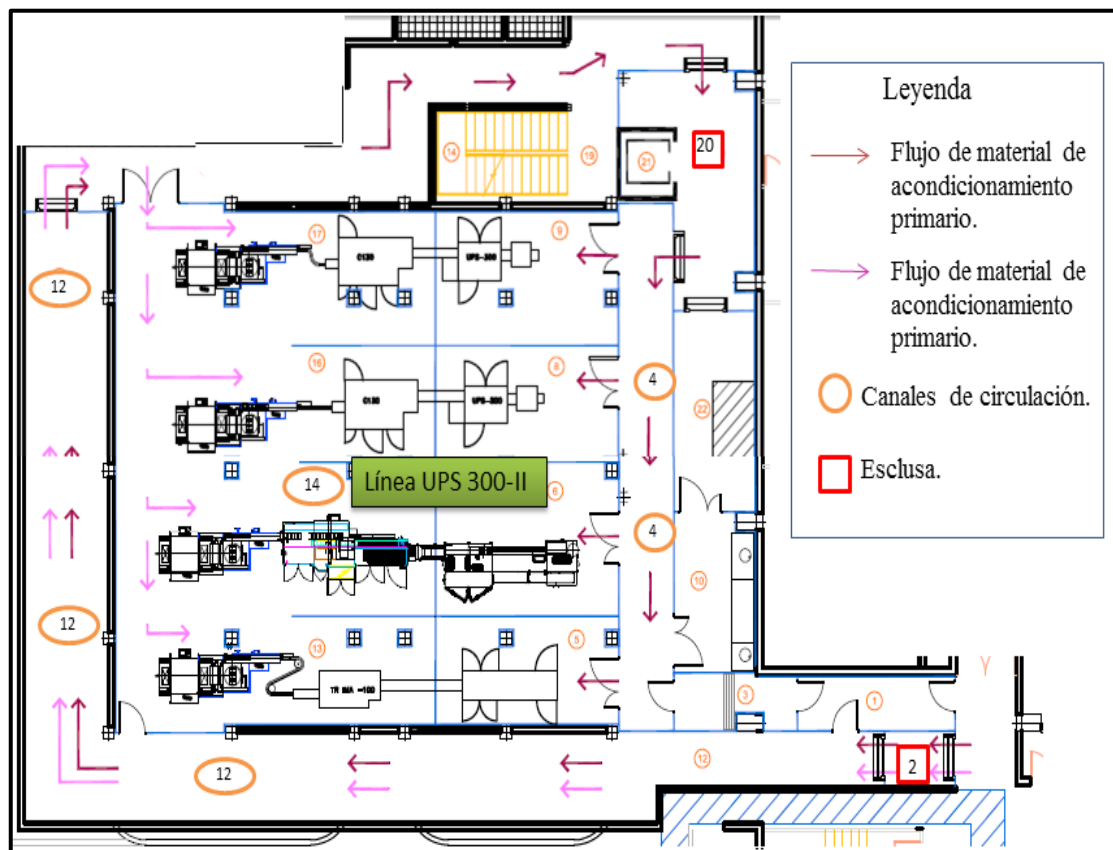


Figura N° 16: Flujo de materiales de empaque.

Fuente: Elaboración propia (2012)

- Los materiales de empaque primario (PVC y aluminio) proceden de Almacenes Centrales, acceden a la planta por la esclusa (2) y por el canal (12)

hasta llegar a la esclusa (20) y luego ingresan al área de empaque primario por medio del canal (4), se coloca en dicha área sobre una paleta la cantidad de material requerida para completar una orden de producción.

- Los materiales de empaque secundario (estuches, prospectos, etc.) son desplazados desde Almacenes Centrales por medio de un montacargas en paletas, al igual que el empaque primario acceden a la planta por la esclusa (2) y por el canal (12) e ingresan a la línea UPS 300-II por medio del canal (14), el material requerido para la orden de producción se encuentra en cajas y es colocado por el personal de movimiento interno en mesas ubicadas al lado izquierdo de la línea. El número de paletas que ingresan al área depende del tamaño de la orden de producción.

IV.2.2 Flujo de granel y producto terminado.

En el siguiente diagrama (figura N° 17) se muestra el flujo de granel y producto terminado dentro del área de acondicionamiento Servorama.

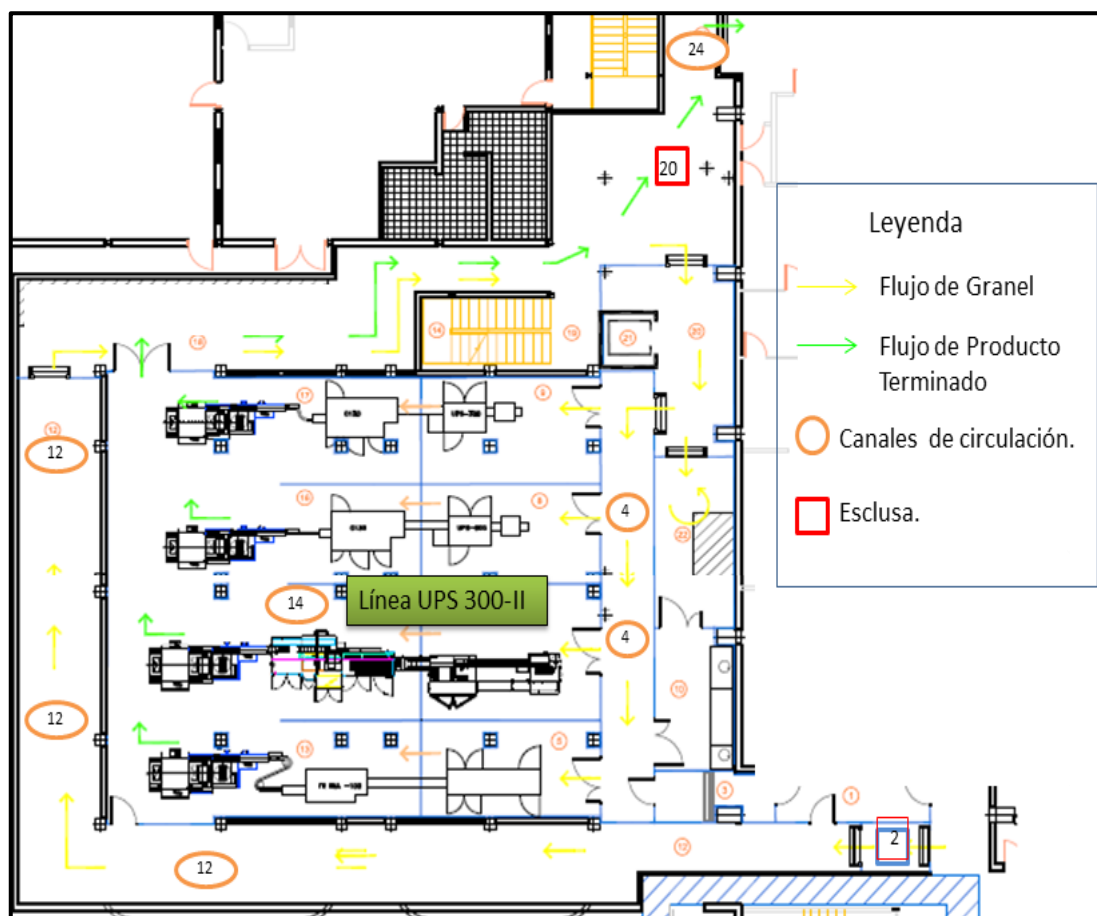


Figura N° 17: Flujo de granel y producto terminado.
Fuente: Elaboración propia (2012)

- Los graneles fabricados son trasladados desde el almacén de granel hasta el área de acondicionamiento Servorama mediante un montacargas, ingresan a dicha área por medio de la esclusa (2) y por el canal (12) hasta llegar a la siguiente esclusa (20) para luego pasar por el canal (4) al área de empaque primario.

- Existe una zona común de recogida de producto terminado al final de las líneas de producción, que permite direccionar el flujo de salida de producto terminado hacia los almacenes Centrales por medio de las zonas (23) y (24), evitando que el producto se acumule en la zona inmediata de producción.

En la tabla N° 4 se presentan las distancias que se deben recorrer para suministrar los materiales y graneles a la línea de producción, junto con los tiempos relacionados a cada una de ellas.

Tabla N° 4: Distancias que se deben recorrer para el suministro de los insumos

Inicio	Final	Distancia (metros)
Almacén Central de gráneles	Área de producción Servorama	60
Área de producción Servorama	Empaque primario	16
Almacén Central de materiales	Área de producción Servorama	60
Área de producción Servorama	Empaque secundario	24

Fuente: Elaboración propia (2012)

IV.2.3 Flujo de personal.

El flujo del personal de trabajo comienza en los vestuarios generales del primer cambio situados en el edificio LETI. El personal circula hacia la planta de acondicionamiento, accediendo a la misma por la esclusa (1). A partir de esta esclusa, el flujo de personal queda claramente diferenciado entre el personal de acondicionamiento primario y el personal de acondicionamiento secundario sin posibilidad de cruce.

Esta concepción de flujo implica que todo el personal está obligado a un primer cambio de vestuario; y el de acondicionamiento primario a un segundo cambio en la esclusa-vestuario (3). En la figura N° 17 se puede observar claramente dicho flujo dentro del área de Servorama.

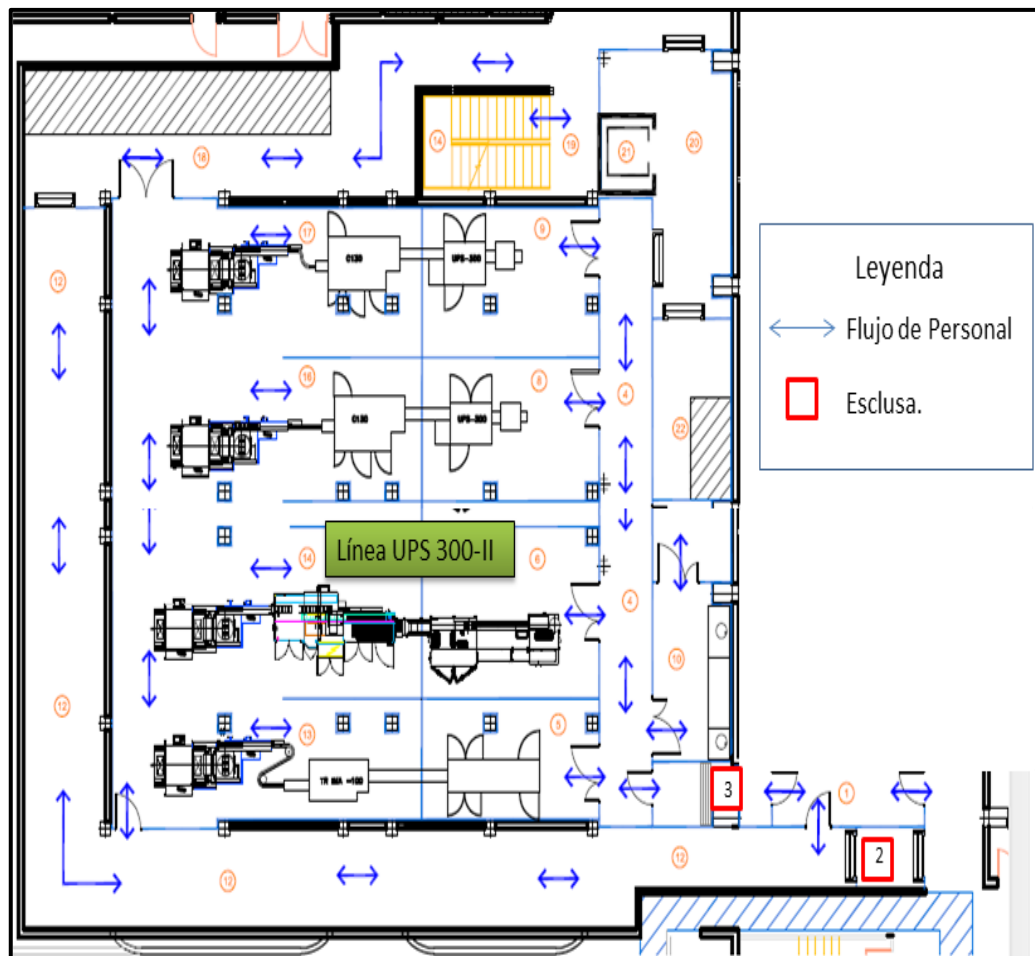


Figura N° 18: Flujo de Personal del área de producción Servorama
Fuente: Elaboración propia (2012)

IV.3 DESPERDICIOS GENERADOS EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN.

Una vez completada la recolección de la información por medio de las visitas al departamento de producción de sólidos, entrevistas con los operarios y supervisores, se observó que existen múltiples fallas en el proceso productivo que generan desperdicios, tales como:

Desperdicios por espera: este se presenta cuando el operario de empaque primario encargado de abastecer los comprimidos/cápsulas a la superficie de trabajo (bandeja) donde se ingresan a los alvéolos por el otro operador, permanece ocioso mientras no es necesario el suministro de los mismos o no ocurre ningún tipo de falla en la máquina Blisteadora.

Además se presenta en el proceso de arranque y puesta a punto (tiempo prolongado) ya que los operadores de empaque secundario tienen que esperar dicho tiempo ociosos, mientras los mecánicos junto con los operadores de empaque primario forman correctamente los blíster (formado de PVC, sellado, corte, entre otros).

También se pudo observar que los desperdicios por espera ocurren frecuentemente cuando se produce algún tipo de falla mecánica y los mecánicos asignados al área no se encuentran en la misma, por lo tanto los operadores permanecen ociosos mientras llega el personal y soluciona la falla presente, asimismo dicho desperdicio se genera debido a la falta de servicios suministrados por otros departamentos en el área (acondicionamiento, temperaturas, entre otros).

El desperdicio por espera en el proceso de fabricación, es en promedio de 37.500 blíster/mensual; el cual se logró determinar tomando en cuenta el tiempo inactivo (esperas) de la línea y la velocidad promedio de los equipos, dicho desperdicio representa un 6% de la cantidad total fabricada en promedio con un valor de 620.759 estuches/mes.

Desperdicio por el proceso mismo: este se observó principalmente cuando en el proceso productivo ocurrían las siguientes paradas no programadas.

- Ajuste de la máquina por fallas: cuando por alguna razón la máquina dejó de operar como era debido y se necesitó ajustarla correctamente; la cantidad de blíster perdidos por este motivo fue de aproximadamente 48.173 blíster/mes, para este cálculo se tomó en cuenta el tiempo por funcionamiento inadecuado de los equipos (ver anexo N° 10) y las velocidades de las máquinas, representando un 7,7% de desperdicios.

- Fallas en la Blisteadora: En esta máquina se presenta la mayor cantidad de desperdicios representando un 18% de la cantidad total producida con un valor de 113.352 blíster/mes en promedio. Ocasionadas generalmente por problemas en la estación de sellado, ya que el blíster salía defectuoso (quemado) debido a que las placas de sellado se encontraban mal posicionadas. También se presentaba fallas en la codificación de blíster y en la estación de corte (mal posicionamiento del troquel de corte).

- Falla en la encartonadora: se presenta comúnmente en la empujadora de blíster debido a que se ajusta incorrectamente la velocidad, altura del brazo y guías en el proceso de cierre de estuche o por la calidad del material de los estuches; ocasionando el desecho de prospectos, blísteres y estuches; la cantidad de desperdicios generados en esta máquina es aproximadamente de 20.550 estuches/mes (3,3% de la cantidad mensual producida).

- Falla en la Termoencogible: esta falla se genera en la apiladora de estuches, por problemas con ajuste de velocidad en la correa transportadora o por desbordamiento de los estuches en la formación de los fardos. Estos desperdicios representan el 3,8% con un valor de 23.971 estuches/mes, el cual se calculó tomando en cuenta los tiempos de parada de la máquina termoencogible (ver anexo N° 18).

Es importante destacar que las fallas mencionadas anteriormente son las que ocurren con mayor frecuencia o requieren de un mayor tiempo para lograr solucionarlas.

Desperdicio causado por productos defectuosos o retrabajo: este se presenta cuando los productos elaborados no cumplen con las especificaciones establecidas por lo cual se desechan; además se genera cuando la materia prima para la elaboración del producto muchas veces no tiene las especificaciones requeridas. (Ver anexo N° 6) La cantidad de desperdicios generados por esta causa, no se logró determinar para un mes de fabricación ya que presenta mucha variabilidad dependiendo del producto que se requiera fabricar, sin embargo, a través de los reportes suministrados por la empresa se obtuvo un valor aproximado de 1.099 estuches/orden que representa un 2,1% de desperdicios, tomando en cuenta que en promedio una orden equivale a 54.410 estuches.

Por otra parte si ocurre alguna falla en el área secundaria de la línea de fabricación, se debe detener el suministro de los blísteres almacenándolos en cestas, los cuales posteriormente ingresan a la línea manualmente, generando un proceso de retrabajo a los operadores ya que deben ordenar verticalmente los blísteres en la alimentadora correspondiente (ver anexo N° 7).

Desperdicio por movimiento de materiales o transporte: en la línea se presenta este tipo de desperdicio, debido a que el granel que contiene los

comprimidos o cápsulas al terminar cada turno debe ser inspeccionado y trasladado al almacén de materia prima por el encargado, y luego al inicio del siguiente turno se debe buscar el mismo granel (en caso de mantener la misma orden) de materia prima para comenzar el proceso de fabricación; asimismo ocurre con los materiales de empaque secundario.

La presencia de estos desperdicios en la línea de fabricación de productos sólidos generan una disminución en la productividad y eficiencia del proceso, es por ello que se realiza el análisis de la situación actual de la empresa, con el fin de conocer la productividad teórica y realizar propuestas para el aumento de la productividad real de la línea de producción.

IV.4 MEDICIONES DE TIEMPO

Para el análisis de la productividad de la línea UPS 300-II se realizó un estudio de tiempo con la finalidad de verificar la validez de los tiempos reportados diariamente por turno de producción. Estos tiempos se clasificaron en:



Figura N° 19: Clasificación de tiempos
Fuente: Elaboración propia (2012)

En el anexo N°10 se aprecia la clasificación de los tiempos según los reportes suministrados por la empresa, en el anexo N° 11 se puede apreciar los tiempos tomados para la verificación; en el anexo N° 12 se muestra para los reportes suministrados por la empresa y los tomados por los investigadores: el mínimo, moda y máximo para cada uno de los tiempos.

Por ejemplo, se tiene un valor promedio de 101 minutos para el tiempo muerto a partir del estudio realizado por el investigador, este tiempo está comprendido entre el mínimo 10 minutos y máximo 210 minutos del tiempo muerto obtenido según los reportes diarios. De dichos reportes el valor promedio de tiempo muerto fue de 96 minutos y al comparar estos dos valores promedios se obtuvo un error de 4%. En el anexo N°11 se muestran los tiempos promedios de cada categoría, con su respectivo tiempo mínimo y máximo y el porcentaje que representa cada categoría en la línea. Si se comparan los porcentajes de cada categoría de los tiempos reportados y estudiados, el que representa mayor variabilidad es el tiempo de cambio de producto,

con un 43% de error con respecto al tiempo obtenido por los reportes, lo cual es lógico debido que para realizar un cambio no existe un procedimiento formal y estandarizado, y diversos son los factores que pueden influir al momento de presentarse el mismo.

Por lo antes expuesto, se consideró aceptable los tiempos de los datos históricos y a continuación se muestra en la tabla N° 5 los tiempos promedios para cada categoría.

Tabla N° 5: Tiempos promedios por categoría

	Tiempo de cambio de producto	Tiempo inactivo	Tiempo de paradas	Tiempo muerto	Tiempo de almuerzo	Tiempo real	Tiempo teórico
Tiempo mínimo	30	5	10	10	60	194	480
Promedio	132	34	71	96	60	275	480
Tiempo máximo	350	160	280	210	60	405	480
Frecuencia	53	37	113	25	129		129
Promedio x Frecuencia	7.000	1.250	8.035	2.390	7.740	35.505	61.920
% presente en la línea	11%	2%	13%	4%	13%	57%	100%

Fuente: Elaboración propia (2012)

IV.5 DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO DE PRODUCTO

Un cambio de producto, se refiere al tiempo que transcurre desde que sale la última unidad del producto anterior, hasta la primera unidad del nuevo producto. Durante este tiempo se realiza el despeje de la línea, la limpieza, cierre y apertura del expediente, sustitución de las piezas de los diferentes equipos y preparación de la línea. Un cambio puede ir desde el más sencillo hasta el cambio más complejo, y de ello dependerá el tipo de limpieza que se le aplique a la línea. El cambio más complejo que se presenta en la línea es cuando ocurre un cambio de formato, en este se cambia la presentación del producto, las medidas del estuche, los blísteres por unidad entre otros.

Para definir los cambios se creó el siguiente árbol lógico según las características principales que diferencian a un producto de otro (figura N° 20).

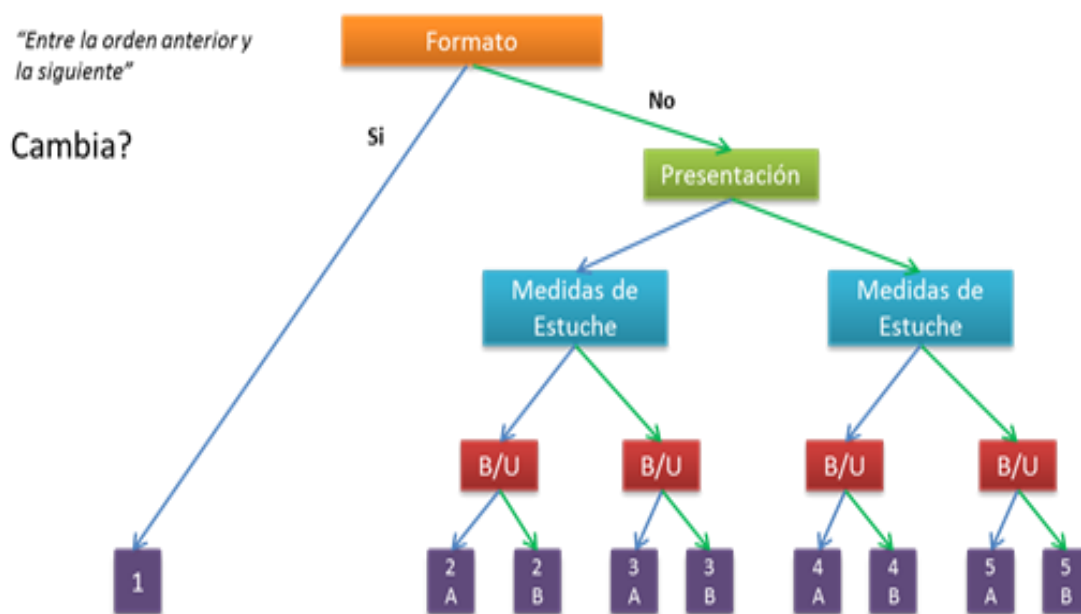


Figura N° 20: Árbol lógico de cambios.
Fuente: Elaboración propia (2012)

Durante el período de estudio se obtuvieron los tiempos promedios de cada tarea según datos históricos proporcionados por la empresa y observaciones directas. Los cambios que no se pudieron identificar, se lograron conocer mediante entrevista a los mecánicos y al personal encargado. En la tabla N° 6 se muestra el tiempo promedio en minutos por tipo de cambio.

Tabla N° 6: Tiempos promedios por tipo de cambio

Tipo de Cambio	1	2A	2B	3A	3B	4A	4B	5A	5B
Tiempo Total (minutos)	353	266	153	200	255	170	141	75	65

Fuente: Elaboración propia (2012)

Cada uno de los cambios fue estructurado en diagramas Gantt, así como la vinculación entre tareas, tiempo y recursos. En la figura N° 20 se pueden apreciar todas las actividades presentes en un cambio tipo 1; los diagramas restantes se aprecian en el anexo N° 13.

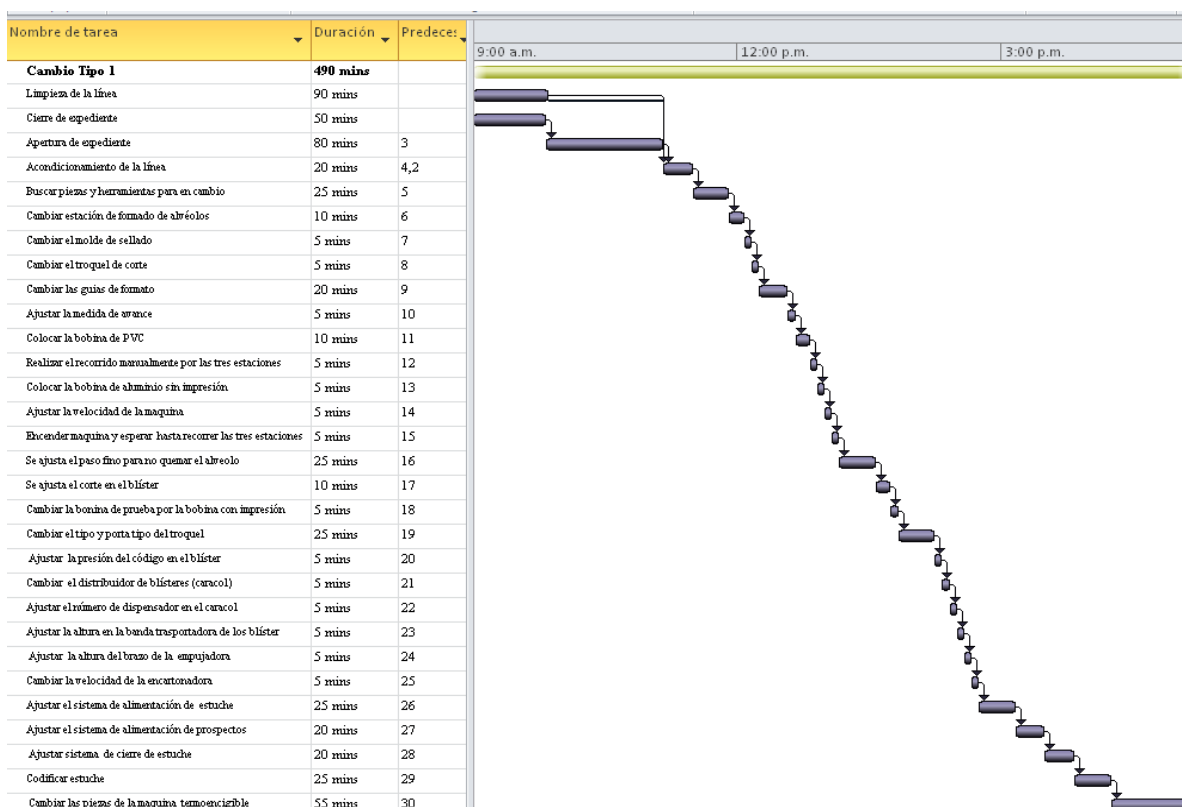


Figura N° 21: Diagrama Gantt del cambio tipo 1.
Fuente: Elaboración propia (2012)

IV.6 INDICADORES

Conocidos todos los tiempos en el estudio de las paradas y en el estudio de la planificación de la producción, se procedió al cálculo de indicadores que permitan analizar la administración de la empresa, en áreas como uso de sus recursos y cumplimiento del programa de producción, ya que la misma en la actualidad no cuenta con ningún tipo de indicador. Los indicadores se muestran a continuación:

De tiempo

Indicador 1: representa el porcentaje de utilización de las máquinas respecto a la jornada total que se hizo laborar.

$$\text{Utilización de máquina} = \frac{\text{Tiempo real}}{\text{Tiempo teórico}} \quad (2)$$

Indicador 2: sirve para conocer el grado de organización durante el tiempo de marcha de un medicamento.

$$\text{Inactividad x Producto} = \frac{\text{Tiempo inactivo}}{\text{Tiempo teórico}} \quad (3)$$

Indicador 3: indica el porcentaje de tiempo que se detuvo la máquina por falta de servicios.

$$Tiempo\ muerto \times Producto = \frac{Tiempo\ muerto}{Tiempo\ teórico} \quad (4)$$

Indicador 4: indica el porcentaje de paradas durante el proceso

$$Paradas\ durante\ el\ proceso = \frac{Tiempo\ de\ paradas}{Tiempo\ teórico} \quad (5)$$

De efectividad

Indicador 5: a través de este indicador se evalúa la efectividad en el cumplimiento de la cantidad de una orden, calculando la producción real respecto a la producción planificada.

$$Efectividad\ de\ cantidad\ de\ producto \times Orden = \frac{Producción\ real}{Producción\ planificada} \quad (6)$$

Indicador 6: mide el porcentaje de cumplimiento del programa de producción, las ordenes ejecutadas con respecto a las ordenes planificadas.

$$Efectividad\ del\ programa\ de\ producción = \frac{número\ de\ ordenes\ ejecutadas}{número\ de\ ordenes\ planificada} \quad (7)$$

Indicador 7: representa el porcentaje de cumplimiento de entrega de un producto u orden según lo planificado.

$$Cumplimiento\ de\ entrega \times Orden = \frac{Tiempo\ ejecutado\ del\ aorden}{Tiempo\ planificado} \quad (8)$$

Para cada uno de los productos estudiados en las paradas, se muestra en el anexo N° 14 y N° 15 una tabla con los indicadores de tiempo y los indicadores de efectividad respectivamente.

CAPÍTULO V. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

En este capítulo se presenta un análisis de la productividad de la línea de fabricación en estudio, paradas del proceso productivo, clasificación de las paradas, comportamiento de paradas por cada equipo perteneciente a la línea, indicadores, entre otros. Con la finalidad de identificar oportunidades de mejora en el proceso de fabricación de productos sólidos.

V.1 PRODUCTIVIDAD

La empresa no posee ningún indicador que le permita determinar la productividad de la línea de fabricación de productos sólidos, sin embargo, los operadores encargados de la línea realizan un reporte por orden de producción que contiene para los materiales de empaque secundario (estuches y prospectos) las unidades requeridas, unidades sobrantes y unidades producidas para el cumplimiento de cada orden. La empresa suministró solo cinco reportes de este tipo (ver anexo 16). A partir de dichos reportes se procedió a calcular la productividad de la línea como unidades producidas con respecto a los insumos utilizados.

La información contenida en dichos reportes no es totalmente confiable, ya que no se pudo verificar, por no tener acceso para contar las unidades sobrantes, también es importante mencionar que a pesar de que se produzcan desperdicios de estos materiales en el proceso productivo, estos no son relevantes, en comparación con los desperdicios generados en los materiales de empaque primario (PVC y aluminio).

En la tabla N° 7 se muestra la información contenida en cada uno de los reportes para los materiales de empaque secundario, junto con el cálculo de la productividad, tomando en cuenta dicha información.

La productividad que se obtuvo para la línea según el material de estuches es de 97,69% en promedio. Mientras que la productividad calculada a partir de los prospectos utilizados por orden es de 98,99% en promedio, para dicho cálculo se usaron solo cuatro (4) reportes, ya que en el reporte número tres (3) no se especifica la información de los prospectos.

Tabla N° 7: Productividad en base a los materiales de empaque secundario

Reporte de estuches							
Reporte	Unidades recibidas en el área de producción	Unidades adicionales	Unidades sobrantes			Unidades producidas	Productividad
			Unidades a devolver	Unidades destruidas	Total unidades sobrantes		
1	180.000	3.000	17.450	3.895	21.345	161.655	97,65%
2	2.000	0	0	56	56	1.944	97,20%
3	12.500	0	0	500	500	12.000	96,00%
4	66.000	0	6.000	388	6.388	59.612	99,35%
5	40.000	0	2.500	660	3.160	36.840	98,24%
Promedio de productividad							97,69%
Reporte de prospectos							
Reporte	Unidades recibidas en el área de producción	Unidades adicionales	Unidades sobrantes			Unidades producidas	Productividad
			Unidades a devolver	Unidades destruidas	Total unidades sobrantes		
1	60.000	122.000	22.000	0	22.000	161.655	101,03%
2	2.000	0	0	56	56	1.944	97,20%
3	0	0	0	0	0	0	0,00%
4	64.000	0	3.000	1.388	4.388	59.612	97,72%
5	40.000	340	3.500	0	3.500	36.840	100,00%
Promedio de productividad							98,99%

Fuente: Elaboración propia (2012)

Luego de conocer la productividad de la línea en estudio utilizando los reportes de materiales de empaque secundario, se realizó el cálculo de la productividad según los materiales de empaque primario, ya que en el periodo de estudio se logró observar que de estos materiales se produce la mayor cantidad de desperdicios en el cambio de producto, en el arranque de línea y en el transcurso del proceso productivo. Además de ser la máquina blisteadora, la que presenta mayor cantidad de paradas durante el proceso de fabricación, por lo tanto, se considera el cuello de botella de la línea, de tal forma que la productividad de la misma debe ser medida a partir del material de empaque primario.

El análisis de productividad de la línea en estudio se realizó por medio del material de empaque primario PVC, debido a que fue de este material que se pudo obtener la información necesaria para recopilar los datos, las cuales son una longitud de 350m y un peso de 18.200g; a través de estas medidas estándar, se logró determinar que el número de blíster teórico que se pueden producir por cada bobina de PVC utilizada es de 14.000 blíster/bobina de PVC, tomando en cuenta que la longitud de un blíster es de 7,2cm (corresponde a la longitud del Viasek, producto observado con mayor frecuencia durante el periodo de estudio) y que generalmente se producen tres blíster en el ancho de la bobina.

Partiendo de lo anteriormente expuesto y de la información suministrada por la empresa (ver anexo N° 17) se procedió a identificar el número de bobinas utilizadas para cada orden de producción y el número de Blíster teórico total, seguidamente se

calculó la productividad de la línea, obteniendo un valor de 44,82% en promedio. Dichos valores se muestran en la tabla N° 8.

Tabla N° 8: Productividad en base a material de empaque primario

Medida	Peso teórico de bobinas recibidas (g)	Nº de bobinas de PVC recibidas	Nº de blíster/bobina (teórico)	Nº de blíster fabricados	Productividad
1	403.400	22	308.000	161.655	52,49%
2	224.067	12	168.000	93.240	55,50%
3	68.462	3	420.000	27.982	66,62%
4	123.261	6	84.000	39.128	46,58%
5	91.283	5	70.000	36.840	52,63%
6	18.400	1	140.000	1.944	13,89%
7	806.800	44	616.000	161.655	26,24%
8	56.016	3	42.000	12.000	28,57%
9	143.431	7	98.000	59.612	60,83%
Promedio de la productividad					44,82%

Fuente: Elaboración propia (2012)

Después de identificar que la línea de fabricación tiene una productividad con un promedio de 44,82%, se procedió a identificar las causas que afectan dicha productividad.

Para la identificación de estas causas, fue necesaria la observación directa del proceso productivo y la realización de entrevistas al personal relacionado con la línea (supervisores de producción, mecánicos, operarios, entre otros), a fin de obtener ideas generales de la problemática existente. Con la información recolectada, se elaboró el diagrama de la figura N° 21 en donde se representan las causas que afectan la baja productividad de la línea UPS 300-II.

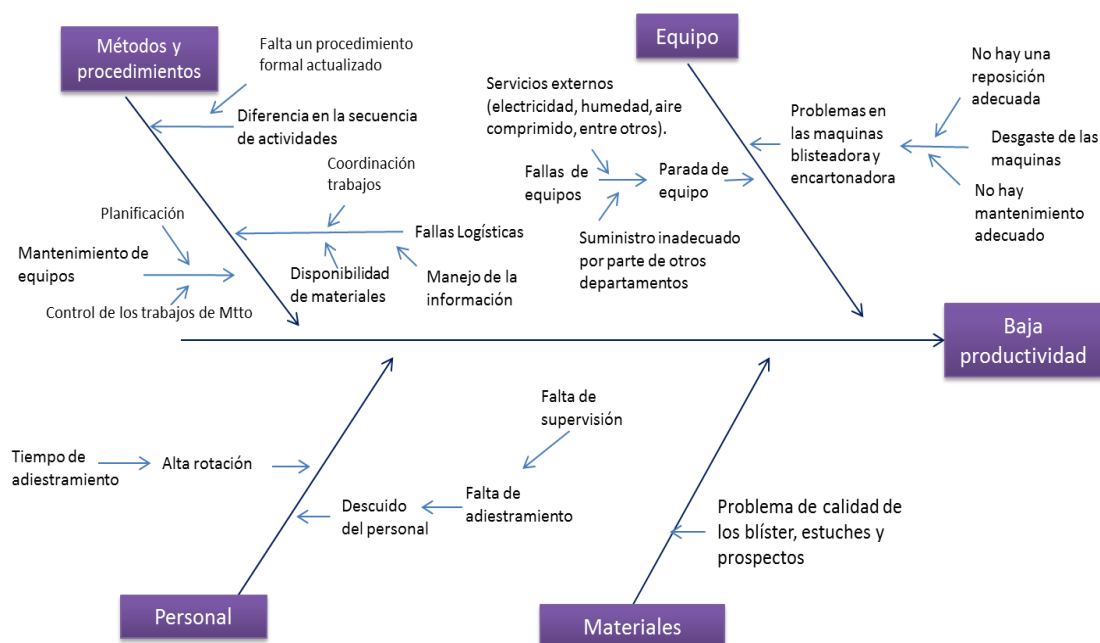


Figura N° 22: Causas que afecta la productividad de la línea.
Fuente: Elaboración propia (2012)

Seguidamente se presenta una breve explicación de las causas que generan baja productividad en el proceso.

En cuanto a los equipos

Desgaste de las máquinas: los equipos se ven afectados por la calidad de trabajo de los mecánicos debido a la falta de precisión en los ajustes realizados durante el cambio de producto y en la reparación de fallas, así como también la falta de mantenimiento.

Fallas: durante el arranque de máquina se presentan fallas en los equipos que atrasan el inicio de la producción y durante el funcionamiento se presentan fallas en la máquina o en el suministro de servicios externos que ocasionan tiempos perdidos o disminuyen el rendimiento de los equipos.

En cuanto a los métodos y procedimientos

Secuencia de actividades: durante el cambio de producto operativo y mecánico no se sigue una misma secuencia de actividades, es decir, no existe un procedimiento formal actualizado.

Mantenimiento de equipos: se presentan fallas en la planificación del mantenimiento, debido a que no hay control en la ejecución de los trabajos de mantenimiento.

Fallas en logística: en la coordinación de las actividades y ubicación de las piezas y herramientas en el momento de realizar algún cambio y en las reparaciones de fallas existe una deficiencia, así mismo en la disponibilidad de insumos y en el manejo de la información para realizar los mantenimientos.

En cuanto al personal

Tiempo de adiestramiento: generalmente en la máquina blisteadora se presentan mayores dificultades para el arranque de línea, por lo cual es necesario que el personal reciba un adiestramiento adecuado. Actualmente existe un déficit en el adiestramiento por rotación del personal, ausentismo, entre otros.

Falta de supervisión: la calidad de los productos se ve afectada por falta de supervisión en los trabajos realizados, tanto operativos como de mantenimiento.

En cuanto a los materiales

Problemas de calidad: la calidad del producto final se ve afectada por problemas con el control de calidad de los materiales de empaque primario y secundario.

V.2 CLASIFICACIÓN DE LOS TIEMPOS PRESENTES EN LA LÍNEA

A nivel general al analizar los reportes suministrados por la empresa se obtuvo el siguiente gráfico N°1.

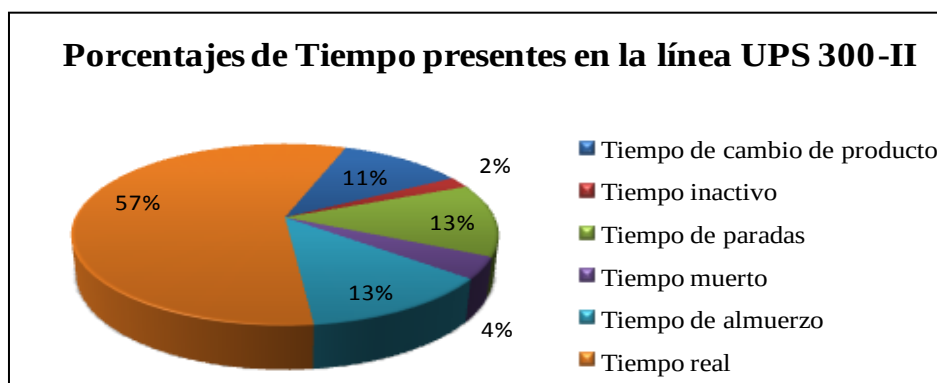


Gráfico N° 1: Porcentaje de tiempos en la línea de producción.
Fuente: Elaboración propia (2012)

En el anexo N° 10 se puede apreciar el promedio de cada categoría de tiempo, la frecuencia de ocurrencia y el porcentaje que representa cada categoría durante el proceso de producción. El promedio de paradas fue de 71 minutos, y 53% de los datos reportados se encuentran por encima de este valor. El promedio del tiempo inactivo fue de 34 minutos, y el de tiempo muerto fue de 96 minutos, encontrándose el 33% y 44% de los datos por encima de este valor respectivamente. A pesar de que el tiempo muerto tiene un valor promedio elevado de minutos, por representar solo el 4% del tiempo presente en la línea, el mismo no es considerado significativo en comparación con las categorías restantes. Por último el promedio de cambio de producto fue de 132 minutos, pero al compararse con los tiempos reportados, más del 62% de los cambios están por debajo de este valor, es decir, que se pierde aproximadamente un 11% del tiempo teórico en hacer cambios de producto u orden.

V.3 TIEMPO DE PARADA POR EQUIPO

Las paradas de producción en la línea de acondicionamiento de sólidos representan pérdidas de rendimiento y eficiencia en la planta. Por tal motivo se

realizó un análisis de los equipos que conforman la línea, para determinar cuáles de ellos ocasionan más tiempo perdido por fallas. Con el fin de desarrollar mejoras en el proceso productivo e incrementar los índices de productividad y eficiencia.

En la tabla N° 9 se puede observar el total de los tiempos de paradas y la frecuencia por cada una de las máquinas.

Tabla N° 9: Porcentaje de parada por equipo en la línea

Paradas por equipo de la línea				
Máquina	Tiempo (min)	Frecuencia	Tiempo frecuencia x	% de parada
Blisteadora	385	261	100377	70,24%
Encartonadora	267	115	30706	21,49%
Termoencogible	130	91	11820	8,27%
Total	781	467	142903	

Fuente: Elaboración propia (2012)

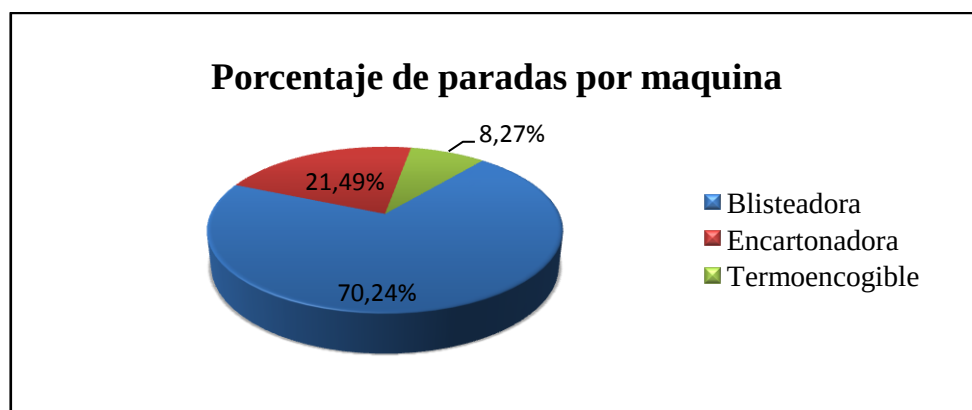


Gráfico N° 2 : Porcentaje de paradas por equipo.

Fuente: Elaboración propia (2012)

El gráfico N° 2 muestra que la máquina que presenta mayores tiempos de parada es la blisteadora con un 70,24% de las paradas totales, seguida de la encartonadora y Termoencogible con un 21,49% y 8,27% respectivamente. En el anexo N° 18 se presenta con detalle las causas principales de dichas paradas y sus frecuencias.

V.4 CLASIFICACIÓN DE LAS PARADAS DEL PROCESO

Una vez determinado el porcentaje de los tiempos de parada por cada equipo, se realizó una clasificación de las causas que generan dichas paradas en tres renglones: paradas por mantenimiento correctivo, paradas operativas y paradas por ocio. Para realizar este análisis se incluyeron las paradas por fallas de servicios

(electricidad, humedad, aire, entre otros) ya que la línea no puede funcionar sin el suministro correcto de estos servicios.

Este análisis se desarrollo con la finalidad de identificar, los tipos de paradas que afectan con mayor frecuencia el normal funcionamiento y flujo continuo del producto.

En la tabla N° 10 y el gráfico N° 3, se muestra el tiempo total y el porcentaje de parada por cada uno de los renglones de clasificación.

Tabla N° 10: Porcentaje de parada por cada tipo.

Tipo de parada	Tiempo total	% de parada
Paradas operativas	5553	39,83%
Paradas por mantenimiento	2971	21,31%
Paradas por ocio	2949	21,15%
Paradas por servicios	2469	17,71%

Fuente: Elaboración propia (2012)

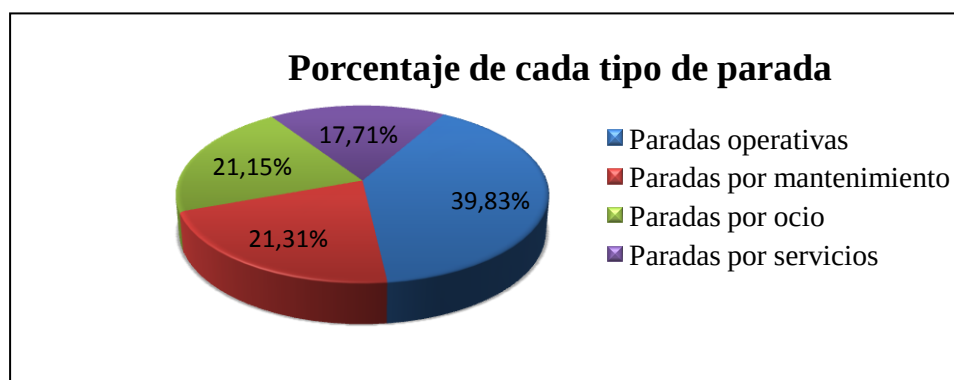


Gráfico N° 3: Porcentaje de parada por cada tipo presente en la línea

Fuente: Elaboración propia (2012)

En el gráfico N° 3 se observa que las paradas que tienen mayor incidencia en el proceso de acondicionamiento, son las paradas operativas, con un 39,83% de las paradas totales, seguido de las paradas por mantenimiento con un 21,31% y paradas por ocio con un 21,15%. Las paradas por servicios no son representativas para el presente estudio, ya que se producen por causas externas, las cuales no pueden ser controladas por el personal de la planta. En el anexo N° 19 se presenta las causas que pertenecen a cada tipo de parada junto con el tiempo y frecuencia de cada una.

Cabe destacar que las paradas por mantenimiento, se presentan sólo en la máquina blisteadora (máquina más antigua de la línea de producción). Siendo este tipo de parada la segunda con más incidencia en el proceso productivo. Por lo tanto la blisteadora se considera la máquina con mayor problemática en el proceso de

fabricación, ya que es el equipo que presenta mayor tiempo de paradas y es el único que tiene fallas por mantenimiento.

V.5 DETERMINACIÓN DE LAS CAUSAS RAÍCES Y COMPORTAMIENTO DE PARADAS POR EQUIPO

Para determinar las posibles causas de paradas en el proceso productivo para cada una de las máquinas fue necesaria la observación directa del proceso y la realización de entrevistas al personal involucrado. Una vez conocidas e identificadas dichas causas; se realizó un análisis de los tiempos de paradas, por cada uno de los equipos presente en la línea de fabricación.

Para realizar el análisis de los tiempos de parada fue necesario clasificar los reportes suministrados por la empresa (ver anexo N° 9) para cada uno de los equipos, ya que los reportes no contienen la información, ni por equipo, ni por tipo de parada. El tiempo de parada ocasionado por espera de mecánico fue incluido en dicho análisis, sin embargo cabe destacar que es igual para todas las máquinas, ya que no fue posible diferenciar, según los reportes que máquina fue parada por espera de mecánico, y al ser una línea continua se detiene en su totalidad.

V.5.1 Blisteadora

Las fallas presentes en el proceso de fabricación de blíster, se producen por diferentes causas las cuales se representan en la figura N° 22.

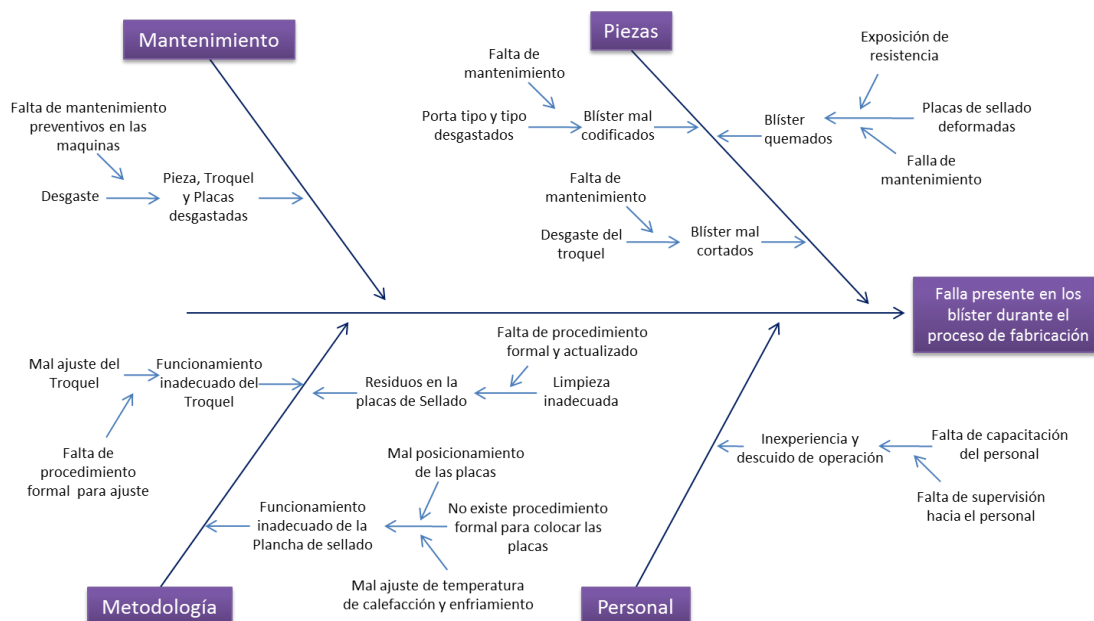


Figura N° 23: Causas que afectan el proceso de fabricación de blíster.

Fuente: Elaboración propia (2012)

Estas fallas pueden generar blíster mal codificados, quemados o mal cortados, siendo una de las razones la falta de mantenimiento preventivo en la máquina blisteadora, lo cual ocasiona desgaste en las piezas que la compone.

La falta de capacitación y supervisión genera inexperiencia y descuido en el personal al momento de operar la máquina, provocando paradas innecesarias en el proceso productivo o desperdicios de insumos.

Por último la falta de procedimientos formales y actualizados es una de las razones que también influyen en las fallas presentes durante el proceso de fabricación, principalmente en el proceso de limpieza de la máquina y cambio de producto, ya que los mecánicos realizan un mal posicionamiento de las piezas, troquel o plancha de sellado/ formado que produce un funcionamiento inadecuado de la blisteadora.

Una vez conocidas las causas que afectan la formación de blíster, se realizó el análisis de los tiempos de paradas de la máquina Blisteadora donde se consideran las paradas por mantenimiento, paradas operativa y parada por ocio.

En la tabla N° 11 y en el gráfico N° 4, se muestran las diferentes causas de paradas en la máquina blisteadora, con el tiempo y frecuencia de cada una de ellas.

Tabla N° 11: Tabla de Fallas en la máquina Blisteadora

Blisteadora						
#	Causa de Parada	Tiempo promedio	Total de frecuencia	Tiempo x frecuencia	% (Tiempo x frecuencia)	% Acumulado
1	Falla por blísteres Quemados	28	64	1769	25,76%	25,76%
2	Cambio de material (aluminio y PVC)	21	69	1444	21,02%	46,78%
3	Residuos en la placa de sellado	34	20	688	10,01%	56,79%
4	Espera de mecánico	31	19	583	8,49%	65,28%
5	Falla por blísteres mal cortados	27	20	546	7,95%	73,23%
6	Falla por blíster mal codificados	23	23	532	7,74%	80,97%
7	Inexperiencia y descuido de operación	57	6	340	4,95%	85,92%
8	Ajuste en la estación de formado	30	8	243	3,54%	89,47%
9	Espera de granel	23	9	210	3,06%	92,52%
10	Espera de material primario (aluminio y PVC)	34	6	205	2,98%	95,51%
11	Espera por arranque de máquina	14	13	185	2,70%	98,20%
12	Falla en la banda transportadora de blíster	48	2	97	1,41%	99,61%
13	Falla de aire comprimido	13	2	27	0,39%	100,00%
	Total	385	261	6869	100,00%	

Fuente: Elaboración propia (2012)

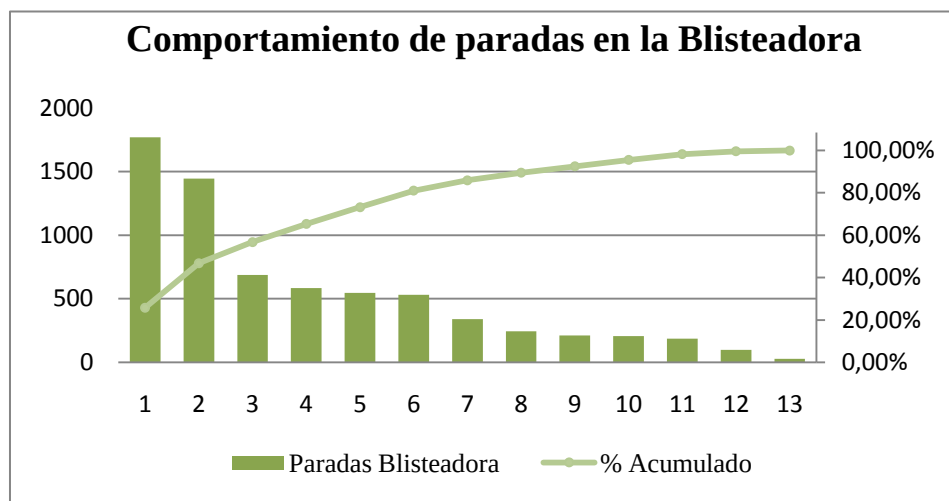


Gráfico N° 4: Comportamiento de los tiempos de falla en la blisteadora.
Fuente: Elaboración propia (2012)

Basado en lo expuesto anteriormente, se puede observar que el 80,97% del tiempo reportado por paradas abarca el 46,15% de las categorías (6 de 13).

V.5.2 Encartonadora

En la máquina encartonadora se presentan diferentes fallas que afectan el correcto funcionamiento de la misma, por tal motivo se determinaron cuales son las principales causas de paradas y se presentan en la figura N° 23.

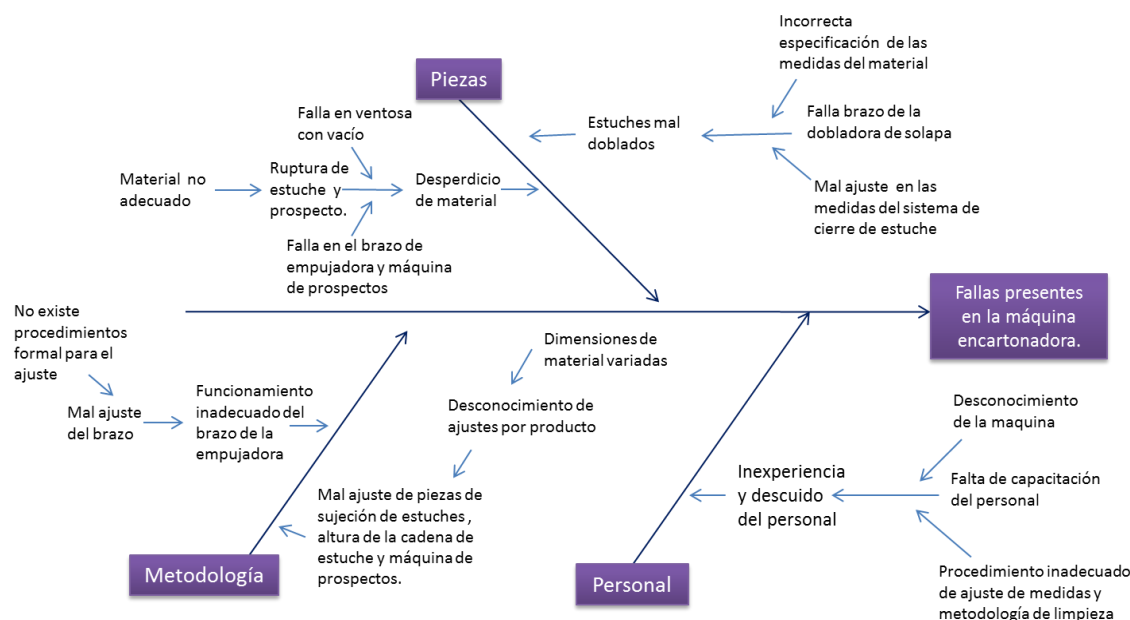


Figura N° 24: Causas que afectan el funcionamiento de la encartonadora.
Fuente: Elaboración propia (2012)

Como se puede observar en la figura anterior, las causas que producen fallas en esta máquina están representadas por las piezas, metodología de ajuste y personal.

Las fallas por pieza ocurren por mala calidad y especificaciones de medidas incorrectas de los materiales de empaque secundario lo cual produce un funcionamiento inadecuado en la ventosa con vacío (salida de estuches), en el brazo empujador de estuche y en la dobladora de solapas (sistema de cierre de estuches); dichas fallas generan desperdicio de material de empaque o una presentación inadecuada del producto.

En cuanto a la metodología, la falta de un procedimiento formal para el ajuste de la máquina por cada tipo de producto genera un funcionamiento inadecuado, así mismo, es importante destacar, que para realizar el ajuste de esta máquina se toma en cuenta las medidas de los estuches, que en algunos casos se encuentran mal especificadas por los proveedores de dicho empaque.

La falta de capacitación, genera un desconocimiento de la máquina por el personal, que conlleva a paradas innecesarias por el descuido e inexperiencia de los operadores. A partir de lo antes expuesto, se procedió a realizar un análisis de los reportes de fallas suministrados por la empresa. El mismo se presenta a continuación en la tabla N° 12 y gráfico N° 5.

Tabla N° 12: Tabla de Fallas en la máquina Encartonadora

Encartonadora						
#	Causa de Parada	Tiempo promedio	Total de frecuencia	Tiempo x frecuencia	% (Tiempo x frecuencia)	% Acumulado
1	Calidad del material de prospectos	54	20	1085	26,50%	26,50%
2	Funcionamiento inadecuado de la máquina encartonadora (inexperiencia del personal)	44	18	786	19,20%	45,69%
3	Calidad del material de estuche	36	17	609	14,89%	60,58%
4	Mal ajuste en la empujadora de blíster	33	18	593	14,48%	75,06%
5	Espera por mecánico	31	19	583	14,25%	89,31%
6	Espera por arranque de máquina	14	13	185	4,53%	93,83%
7	Espera por material secundario	40	4	160	3,91%	97,74%
8	Mal ajuste de caracol	15	6	93	2,26%	100,00%
Total		267	115	4093	100,00%	

Fuente: Elaboración propia (2012)

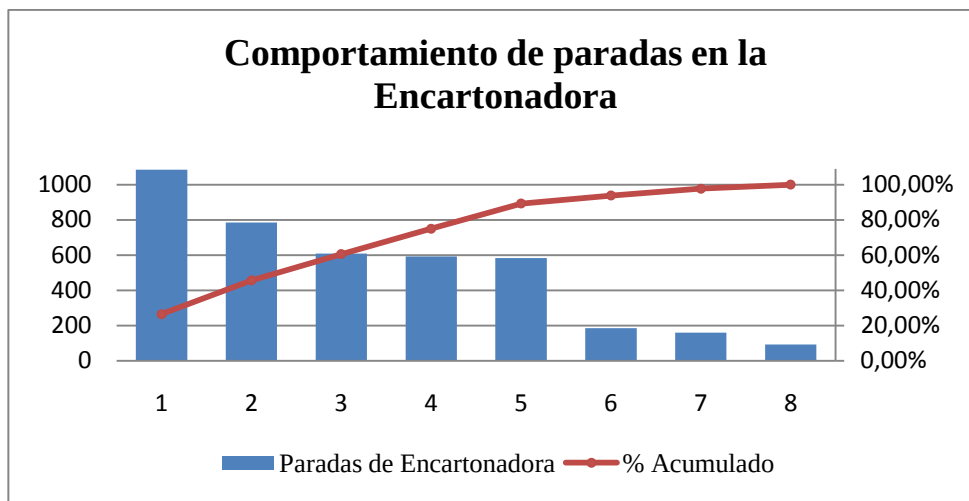


Gráfico N° 5: Comportamiento de los tiempos de falla en la Encartonadora
.Fuente: Elaboración propia (2012).

Tomando en cuenta los tiempos y la frecuencia de cada tipo de parada presente en la máquina encartonadora, se deduce que el 89,31% de los tiempos de paradas reportados corresponden al 62,5% de las categorías (5 de 8).

V.5.3 Termoencogible

En la siguiente figura N° 24 se presentan las causas que producen paradas en la máquina Termoencogible.

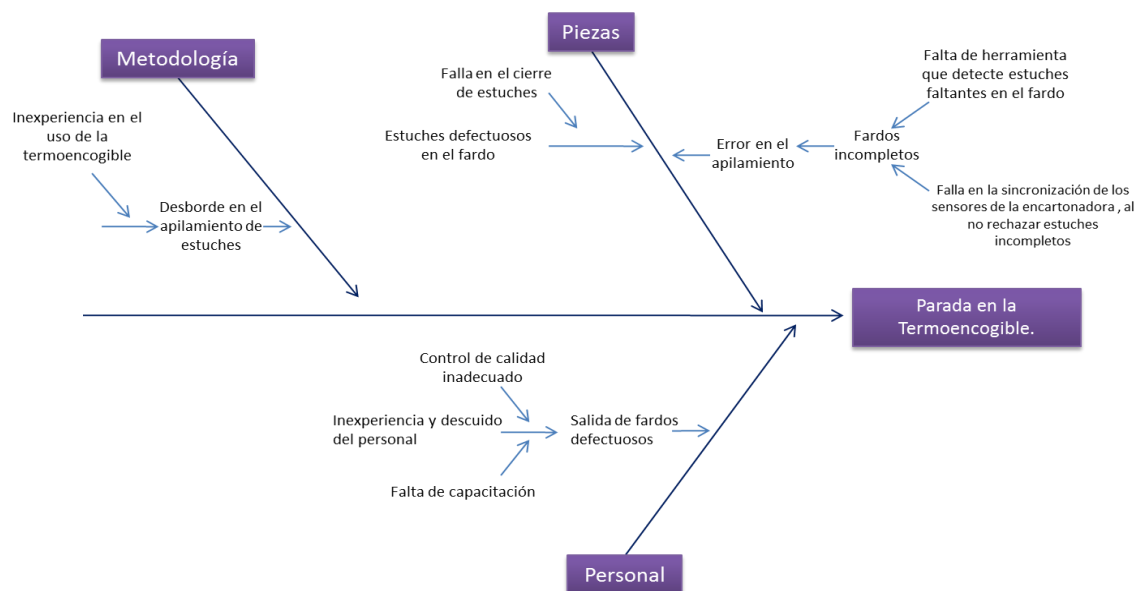


Figura N° 25: Causas que afectan el funcionamiento de la termoencogible.
Fuente: Elaboración propia (2012)

Las paradas en la máquina Termoencogible se generan mayormente por inconvenientes en el proceso de apilamiento para la elaboración de los fardos, ya sea

porque los fardos están incompletos, por defectos en los estuches que lo componen o por desbordamiento de estuches, esto ocasiona que se apague la máquina para realizar los ajustes necesarios en la sincronización de los sensores (para desechar los estuches incorrectos), en la velocidad de la correa transportadora de estuches para evitar desbordes, entre otras.

Es importante destacar, que esta máquina se considera nueva en la línea de producción, por lo tanto existe un desconocimiento por parte del personal para operar dicho equipo, esto genera salida de fardos defectuosos al área de paletización, lo que hace necesario tener un adecuado personal para el control de calidad, además de capacitar al personal operativo.

La tabla N° 13 y el gráfico N° 6 contienen los tiempos y frecuencias por cada causa de parada que se presenta en la Termoencogible.

Tabla N° 13: Tabla de Fallas en la máquina Termoencogible

Termoencogible						
#	Causa de Parada	Tiempo promedio	Total de frecuencia	Tiempo x frecuencia	%(Tiempo x frecuencia)	% Acumulado
1	Espera por mecánico	31	19	583	28,48%	28,48%
2	Funcionamiento inadecuado de la máquina Termoencogible (inexperiencia del personal)	27	18	480	23,44%	51,93%
3	Fardo incompleto	20	16	313	15,28%	67,21%
4	Estuches mal cerrados en los fardos	22	13	280	13,65%	80,86%
5	Desborde en el apilamiento de estuches	17	12	207	10,09%	90,95%
6	Espera por arranque de máquina	14	13	185	9,05%	100,00%
Total		130	91	2048	100,00%	

Fuente: Elaboración propia (2012)

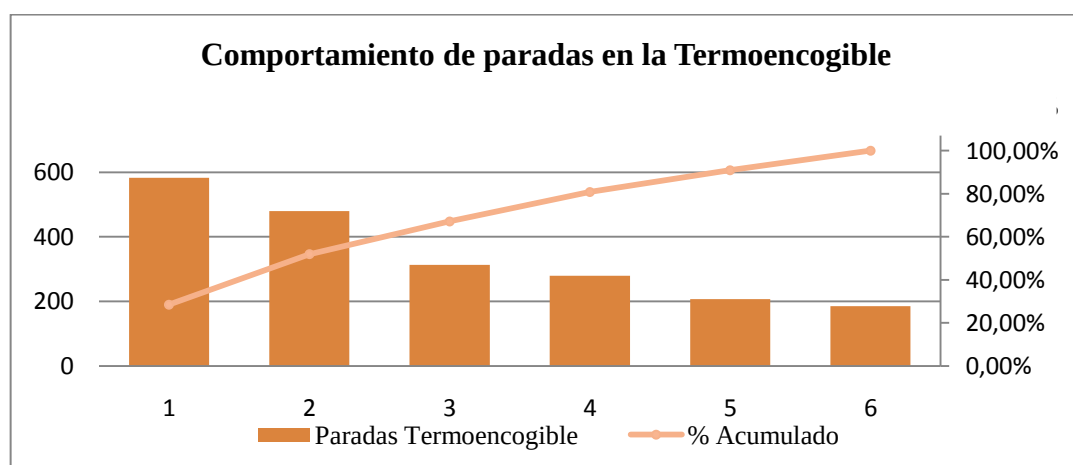


Gráfico N° 6: Comportamiento de los tiempos de falla en la termoencogible.
Fuente: Elaboración propia (2012)

Luego de analizar lo anteriormente expuesto, se logra determinar que el 80,86% de los tiempos de paradas reportados están relacionados con el 66,66% de las causas de paradas (4 de 6). Cabe mencionar que estos resultados se obtuvieron tomando en cuenta el tiempo de espera por mecánicos, el cual fue incluido en todos los equipos, pero en esta máquina surgió como el más relevante, ya que los tiempos de paradas en este equipo, son muchos más bajos en comparación a los restantes.

V.6 ANÁLISIS DE DISTANCIAS Y TIEMPOS DEL FLUJO DE MATERIAL DE EMPAQUE

El flujo de materia prima (cápsulas/comprimidos) necesario para lograr el proceso de acondicionamiento de empaque de productos sólidos, tiene una secuencia poco eficiente, debido a que el área de producción no cuenta con un almacén de graneles dentro de la misma, que facilite el suministro del material.

Asimismo los materiales de empaque primario y secundario, son enviados desde los almacenes centrales, en paletas que generalmente contienen las cantidades completas para el cumplimiento de la orden de producción, sin embargo en caso de faltantes o sobrantes de insumos, para lograr la producción requerida se deben trasladar los mismos, desde o hasta los almacenes correspondientes. Por otra parte estos materiales vienen completamente identificados de los almacenes, de modo que el proceso de verificación es rápido y sencillo de realizar, estos materiales son revisados inmediatamente después de llegar al área de empaque de la línea de fabricación, logrando evitar errores o confusiones y el cruce de material con otras líneas de producción.

El abastecimiento rápido y eficiente de estos materiales y el tiempo de traslados de los mismos al área es de gran importancia, ya que para comenzar el proceso productivo, es necesario que todos los insumos requeridos para una orden se encuentren en el área correspondiente dentro de la línea de fabricación.

Los materiales, una vez que se encuentran dentro del área de producción, poseen un flujo fijo con distancias cortas como se puede observar en las figuras N° 16 y N° 17. También se cuenta con un pasillo único central para el paso de personal a las líneas pertenecientes al área de Servorama, con el fin de disminuir distancias y garantizar la seguridad de los operarios y demás empleados al momento de trasladar materiales.

Por estas razones, surge la necesidad de ubicar un almacén de material de empaque dentro del área de producción de Servorama, el cuales tenga capacidad para almacenar por lo menos lo requerido para una semana de fabricación, con el fin de disminuir los tiempos de traslado y espera de material y mejorar la planificación de suministro de los mismos.

Por el contrario, el flujo de los productos terminados dentro del área de producción posee una secuencia adecuada, ya que el desplazamiento es continuo y en una sola dirección dentro del área (ver figura N° 17). De tal forma que no es necesario la ubicación de nuevos almacenes para los productos terminados.

En la tabla N° 14 se presentan las distancias y los tiempos de traslado de los materiales, desde los almacenes dentro del área de producción hasta la línea de fabricación en estudio.

Tabla N° 14: Distancias desde el nuevo almacén hasta la línea de producción.

Inicio	Final	Distancia (metros)
Almacén de graneles del área Servorama	Área primaria de la línea UPS 300-II	50.0
Almacén de empaque del área Servorama	Área de empaque secundario de la línea UPS 300-II	4.5

Fuente: Elaboración propia (2012)

V.7 INDICADORES

V.7.1 Indicadores de tiempo

Para el cálculo de los indicadores, como bien se explica en la figura N° 19 el tiempo teórico esta fraccionado en tiempo inactivo, muerto, de paradas, de cambio de producto, de almuerzo y por último el tiempo real. Para cada turno de producción se clasificó estos tiempos y se calcularon los indicadores de tiempo previamente mencionados, ver anexo N°14.

Por ejemplo, se tiene que para el producto Acetaminofén 500mg x 20 comprimidos, elaborado en el turno diurno el día 28/04/2012, se produjeron 11.482 unidades de estuches a un rendimiento de 32 estuches por minutos. Este producto obtuvo un 56 % de utilización de las máquinas que conforman la línea, un 8 % del tiempo en paradas técnicas en el proceso, y se invirtieron un 26% del tiempo de producción en limpieza y cambio solo de orden de producción (cambio tipo 5B). Adicionalmente se calculó el porcentaje de diferencia entre el tiempo real y el tiempo teórico por turno de producción, la misma fue de 56%.

El mismo producto fue elaborado el día 25/05/2012 en el turno diurno, con 11.520 unidades estuchadas a un rendimiento de 32 estuches por minutos. Este producto obtuvo un 77 % de utilización de las máquinas que conforman la línea, un 5% de tiempo muerto por producto y un 5% de tiempo de paradas por el proceso, y no se invirtió horas de producción en cambio de formato de la línea. El porcentaje de diferencia entre el tiempo real y el tiempo teórico fue de 77%, es decir que se obtuvo un 20% más de tiempo real en comparación al turno ante expuesto (28/04/2012).

Este ejemplo muestra, que para un mismo producto se tienen valores diferentes en paradas y utilización de la línea. Lo interesante de este ejemplo es que ambos días se obtuvo prácticamente iguales cantidades de estuches y de rendimiento de estuches por minutos. Lo ideal sería, obtener porcentajes similares de paradas, sin embargo este no fue el caso. Entre las razones de estos valores, se puede inferir que los operarios no reportan en su totalidad todas las paradas ocurridas en el proceso productivo, otro factor que podría influir, puede ser la diferencia de velocidades que se aplican en los equipos, por no tener procesos estandarizados, ni reportes donde se registren estos cambios, las velocidades pueden variar según el día de producción.

La estimación de un tiempo de producción por producto no puede ser aplicada, debido a que la muestra de productos tomados no es lo suficientemente representativa para el análisis estadístico. Para este estudio solo se pudieron tomar 20 productos en diversas presentaciones, debido a la programación de producción.

Para este estudio se obtuvo un 57% en promedio de utilización de las maquinarias de la línea, y solo el 40% de los días laborados estaba por debajo de este promedio; únicamente el 28% de los datos de la muestra presentaron paradas por tiempo inactivo, y el 20% presentaron paradas por tiempo muerto, en el 87% de los turnos se presentaron paradas durante el proceso, siendo el porcentaje de paradas 15% con respecto al tiempo que se pudo utilizar la máquina.

V.7.2 Indicadores de eficiencia

Por medio de los reportes diarios y la planificación mensual suministrados por la empresa, se pudo realizar una comparación de los productos que se planificaron en el periodo de estudio, y los que en realidad se ejecutaron en la empresa, la cual se puede apreciar en el anexo N° 15ma. En dicho anexo se puede apreciar además la proyección de la planificación por mes, el tiempo y las unidades que se iban a

producir por orden y el día en que se comenzaría la producción, en contraste con los productos que en realidad se ejecutaron, con sus respectivos tiempo de ejecución y unidades fabricadas, para el mes de abril, mayo y junio.

La efectividad promedio del programa de producción (indicador 6) planteado inicialmente para los tres meses fue de 49%, de estos productos ejecutados el porcentaje de cumplimiento de un producto u orden (indicador 7) fue de 47 %.

Para el cálculo de la efectividad de cantidad de producto por orden, se omitieron aquellos productos que se ejecutaron y no se encontraban planificados, por desconocer la cantidad que se requería del producto, así como también aquellos productos que se planificaron y se ejecutaron, pero la cantidad de productos sobrepasaba en más de 300% de la cantidad planificada, por ejemplo para el día 10/04/2012 se tenía planificado 23.000 unidades de Biotanol 2,5mg x 7 cr mm y se produjo 65.272 unidades, evidenciándose para estos casos un desperdicio por sobre producción. El promedio de la efectividad de las cantidades de producto por orden fue de 26%.

Estos indicadores de eficiencia evidencian la falta de cumplimientos de las cantidades y el tiempo planificado y el ejecutado. Las causas principales por lo cual no se cumple el tiempo programado para una orden es debido a que en la planificación no se toma en cuenta el tiempo de cambio de un producto a otro, ni las paradas que se pueden presentar al realizarse la orden. Otra causa importante es la falta de supervisión en la línea, durante el proceso de fabricación y culminación de una orden (cierre de expediente) y por tal motivo no existe el cumplimiento de las cantidades requeridas para cada orden de producción.

V.8 TIEMPOS DE CAMBIOS DE PRODUCTOS

Para reducir el tiempo de cambio de producto se consideró, principalmente separar las tarea internas y externas, con la finalidad de determinar qué actividades desarrolladas con la máquina parada, pueden adelantarse mientras está en funcionamiento; adicionalmente se determinó las actividades que se pueden hacer en paralelo después de que su predecesora haya finalizado, y a su vez se asignó determinadas tarea a los recursos disponibles con los que cuenta la línea de producción.

Al realizarse dichos cambio de producto, se disminuyó en promedio para los once (11) tipos de cambios que se presentan en la línea, un 44% de tiempo que se emplea en el cambio. Por ejemplo se tiene que para el cambio tipo 2B se empleaba 385 minutos en el cambio de productos, y al organizar las tareas y sus respectivos recursos se redujo a 210 minutos, representando un 45% del tiempo inicial (Ver Figura N° 25)

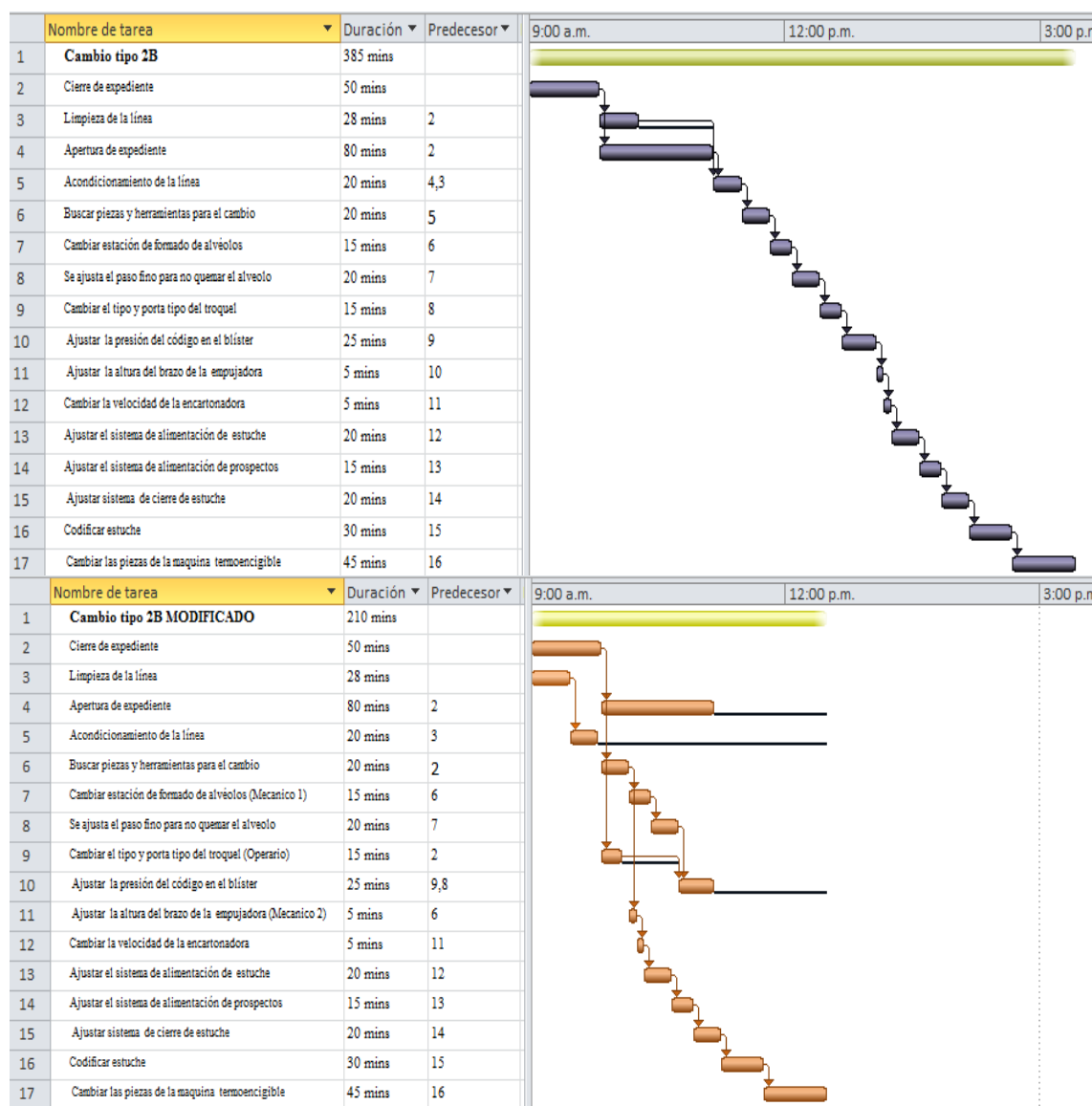


Figura N° 26: Comparación del cambio tipo 2B en diagramas Gantt
Fuente Elaboración propia (2012)

El resto de los diagramas Gantt para todos los cambios de productos, con y sin modificación de todas sus actividades y recursos, se pueden apreciar en los anexos N°13 y N° 20 respectivamente.

CAPÍTULO VI. PROPUESTAS DE MEJORA

En este capítulo se identifican las diferentes alternativas de mejora en el proceso productivo de la línea en estudio, en busca de aumentar la productividad de la misma.

VI.1 APLICAR METODOLOGÍA SMED

Al aplicar la metodología SMED se disminuirán los tiempos de cambio de formatos, según lo expuesto en el capítulo V, logrando implementar una adecuada metodología de trabajo en cada una de las actividades que implican un cambio de producto.

Los beneficios de esta metodología son aplicables a diferentes departamentos de la empresa, como lo son:

VI.1.1 Beneficios en el departamento de logística

- Conocimientos de las características técnicas de los productos y similitudes a nivel de procesos que benefician los cambios de formato.
- Conocimiento de los tiempos de cambios, los cuales son indispensables en el proceso, a la hora de realizar la programación.
- Balance de cambio en la línea y mejor distribución de los productos a fabricar.
- Disminución de los tiempos de cambio de producto en la planificación, lo que implica mayor productividad en las línea.

¿Que se necesita?

- Crear un programa que contenga toda la información elaborada en el árbol de cambio, de modo que el programador de la planificación de la producción tenga un fácil manejo de la herramienta SMED a la hora de realizar el programa de producción
- Adiestrar al personal del departamento de logística

Involucrado y responsable

- Supervisor general de empaque-solido: es el encargado de la aplicación de la metodología en la planificación del programa de producción.

VI.1.2 Beneficios en el departamento de mantenimiento

- Adecuada y eficiente metodología de trabajo para los cambios de formatos. Guías de trabajo (plantillas de cambio) para el personal técnico (anexo N°22)
- Disminución de los tiempos de cambio de producto.
- Metodología de autoevaluación con respecto a la forma de trabajo individual de cada técnico.
- Familiarización de los mecánicos con los tipos de cambio. A medida que el personal se familiarice con los tipos de cambio, igual lo harán con las piezas y herramientas a utilizar.

¿Que se necesita?

- Imprimir planilla para cada tipo de cambio. (ver anexo N° 20).
- Disponer de plantillas de parámetros de ajuste de máquina, ya previamente evaluadas y aprobadas por el supervisor de mantenimiento.
- Imprimir y plastificar metodología general con cada uno de los cambios de producto. (ver anexo N° 22).
- Adiestrar al personal técnico.

Involucrados y responsables

- Gerente de mantenimiento: es el encargado de solicitar por mes la información detallada de los cambios realizados, y el cumplimiento de la metodología.
- Supervisor de los mecánicos: debe supervisar el cumplimiento de la metodología por parte de los mecánicos.
- Mecánicos: encargado de cumplir la metodología de trabajo y de autoevaluar su desempeño.

VI.1.3 Beneficios en el departamento de producción

- Adecuada y eficiente metodología de trabajo para los operarios de la línea estudiada.
- Disminución de los tiempos de limpieza y despeje de línea, documentación y preparación de la línea.
- Guías de trabajo con metodología detallada según cada operario por línea, con descripción de pasos a seguir y tiempo promedio de duración de actividades.

- Metodología de autoevaluación con respecto a la forma de trabajo individual de cada operario.
- Familiarización de los operarios con cada una de las actividades que se realizan en cada uno de los puestos
- Aumento de la productividad de la línea

¿Que se necesita?

- Imprimir y plastificar metodología de trabajo general.
- Adiestrar a supervisores y gerentes del departamento de producción.

Involucrados y responsables

- Gerente de producción: encargado de solicitar al supervisor la información detallada de los tipos de cambio por línea al mes y cumplimientos de la metodología de trabajo.
- Supervisor de producción: debe velar por el estricto cumplimiento de la metodología por parte del personal operario.
- Operarios: encargado de cumplir la metodología de trabajo.

VI.2 ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROSPECTOS

En este caso, se propone estandarizar las medidas y el grosor del prospecto; utilizando para todo producto fabricado en la línea los prospectos de menor dimensión y grosor (ver anexo N° 23), ya que la cantidad de información contenida en estos no varía de un producto a otro, además la máquina dobladora de prospectos presenta mejor funcionamiento si se utiliza este tipo de insumo a diferencia de prospectos de mayor dimensión y mayor grosor. Al realizar dicho cambio, habrá una disminución en los tiempos de cambios de productos por no tener que modificar ni ajustar las medidas del sistema de alimentación de prospectos y también se reduciría el tiempo de duración de paradas de la máquina encartonadora.

VI.3 ALMACENES DE INSUMOS EN EL ÁREA SERVORAMA

Se propone realizar un pequeño almacén dentro del área Servorama, con capacidad de almacenaje de por lo menos una semana de producción, dicho almacén será para todos los insumos a excepción del granel, debido a que un almacén para granel necesita de ciertas condiciones para su almacenamiento (temperatura, humedad, etc.) y no puede estar expuesto al ambiente, a diferencia de los insumos

restantes. También se considera factible colocar almacenes dentro del área secundaria porque no incumple con ninguna norma ni regla por encontrarse el comprimido dentro del blíster, se dispone del espacio dentro del área para colocar el almacén y además al colocar un almacén dentro del área de producción, los tiempos por inactividad de la línea se eliminarían, reduciendo el tiempo de paradas en general, ya que si faltara cualquier insumo en el momento que se esté produciendo la orden, se tendrían los mismos a la mano dentro del área.

La ubicación y las medidas de este almacén se pueden apreciar en el anexo N° 24 con su respectivo flujo de recorrido dentro del área de Servorama.

VI.4 IMPLEMENTACIÓN DE UN NUEVO TURNO DE TRABAJO

A través de los reporte habilitados por la empresa se verificó que; el 87,5% de las veces se trabaja sobretiempo los días sábados en la línea estudiada, por este motivo y por el bajo porcentaje de cumplimiento en cantidad de una orden y en el cumplimiento de la fecha de entrega de una orden, 26% y 47 % respectivamente, se propone el implementar un tercer turno, comprendido desde las 11:00 pm hasta las 6:00 am. Este turno contara con tres operarios, encargados del manejo de las máquinas e insumos de la línea, un supervisor y un mecánico.

VI.5 ESTANDARIZACIÓN DEL FORMATO DE LOS TIEMPOS DE PARADAS

Actualmente la empresa cuenta con una planilla de paradas (anexo N° 26), pero debido a la simplicidad de la misma, la información transcrita de ella no es confiable ni precisa, por tal motivo se plantea la estandarización del formato de los tiempo de parada, codificando las diversas paradas que se pueden presentar en la línea de producción (ver anexo N° 28)

Para la aplicación de esta propuesta solo será necesario imprimir el formato propuesto (anexo N° 27), imprimir y plastificar la codificación de las paradas (ver anexo N° 28) y adiestrar al personal para la correcta toma de datos.

A través de estos formatos, se pretende estandarizar las paradas que ocurran en la línea, disminuir el tiempo de paradas injustificadas y conocer con exactitud los tiempos de paradas.

CAPÍTULO VII. EVALUACION TÉCNICA, ECONÓMICA Y FINANCIERA DE LAS PROPUESTAS

En este capítulo se presentarán el análisis técnico, económico y financiero de las propuestas planteadas en el capítulo VI.

VII.1 ANÁLISIS TÉCNICO DE LAS PROPUESTAS

Una vez identificadas las diferentes alternativas de mejora en el proceso productivo de la línea en estudio, se creó un modelo de simulación de la línea UPS 300-II (ver capítulo de simulación, anexo N° 21) con el fin de poder evaluar distintos escenarios del proceso productivo según las propuestas planteadas.

Se realizan modificaciones en variables relevantes que intervienen en el proceso productivo de la línea en estudio a través del modelo de simulación, y se determina el grado de mejora al realizar dichas modificación. Las variables que se consideran modificar en el modelo se presentan a continuación:

- **Tiempo de cambio de producto (SMED):** es el tiempo transcurrido desde que se produce el último producto de la orden anterior hasta el nuevo producto de la orden siguiente. En el modelo de simulación se modifica la distribución que representa el tiempo por tipo de cambio que se presente en la línea.
- **Tiempo de paradas en las máquinas:** este tiempo de paradas está representado por una distribución diferente para cada máquina de la línea, según el análisis de la situación actual se identificaron las principales problemáticas que se presentan y se planteó propuestas referentes a:
 - Calidad de los prospectos
 - Espera por material primario y secundario
- **Implementación de un nuevo turno de trabajo:** con este nuevo turno se contará con ocho horas diarias adicionales, modificándose en el modelo de simulación la disponibilidad de los recursos por día.

Validación estadística de los resultados

Inicialmente se realizó la validación de los resultados obtenidos de las propuestas planteadas, para verificar que los datos arrojados no son causados por la aleatoriedad del modelo de simulación; se calcula el intervalo a un 95% de confianza

para la prueba de hipótesis de diferencias entre medias del tiempo de duración promedio de una orden dentro de la línea UPS 300-II del modelo de simulación validado (actual) y el tiempo de duración promedio para cada uno de los escenarios planteados. Siendo:

H₀: El tiempo promedio de duración de una orden del modelo validado actual es igual al tiempo de duración de una orden de los valores arrojados por el modelo de simulación de la propuesta planteada.

H₁: El tiempo promedio de duración de una orden del modelo validado actual es diferente al tiempo de duración de una orden de los valores arrojados por el modelo de simulación de la propuesta planteada.

Tabla N° 15: Resultados de comparaciones de medias del escenario actual con las propuestas.

Escenarios	Intervalo de Confianza	Hipótesis Nula (H ₀)
Reducción en los tiempo de cambio de producto (SMED)	(-301,8631; -226,0536)	Se rechaza H ₀
Estandarización de los prospectos	(-120,4564; -47,1110)	Se rechaza H ₀
Almacenes de insumo en el área Servorama	(-104,2635; -27,4612)	Se rechaza H ₀
Implementación de un tercer turno de trabajo	(-1140,43; -1055,46)	Se rechaza H ₀
Implementando todas las propuestas	(1291,6103; 1381,3460)	Se rechaza H ₀

Fuente: Elaboración propia (2012)

En la tabla N° 15 se evidencia que para cada escenario al variar el parámetro correspondiente en el modelo de simulación el sistema refleja cambios significativos, debido a que para cada caso el valor cero(0) no está contenido en su correspondiente intervalo de confianza. Por lo tanto se rechaza la hipótesis nula para cada escenario propuesto.

Se puede apreciar en la tabla N° 16 para cada escenario el valor mínimo, máximo y media arrojado por la simulación. En el anexo N° 32 se muestra los resultados obtenidos para replicación de cada escenario.

Tabla N° 16: Valores del modelo de simulación de la situación actual y las propuestas.

Escenarios	Valor Máximo	Valor Mínimo	Media
Situación actual de la línea UPS 300-II	308,13	8.168,40	2.851,99
Reducción en los tiempo de cambio de producto (SMED)	190,78	7.230,63	2.588,03
Estandarización de los prospectos	259,59	8.270,01	1.482,23
Almacenes de insumo en el área Servorama	295,92	7.352,33	2.786,13
Implementación de un tercer turno	214,69	4.730,22	1.754,05
Implementando todas las propuestas	177,55	4.383,75	1.515,51

Fuente: Elaboración propia (2012)

Una vez validadas las propuestas, se compara las medias de los resultados obtenidos por el modelo de simulación con la media de la situación actual, si se implantara la metodología SMED el tiempo de elaboración de una orden se reduciría en 9%, si se estandarizara las dimensiones y el grosor de los prospecto habría una disminución en los desperdicios de los insumos y el tiempo de elaboración de una orden se reduciría en un 48%, colocando un almacén dentro del área Servorama el tiempo disminuiría en comparación al tiempo actual en un 3 %, si se implementara un tercer turno nocturno el tiempo de elaboración de una orden se reduciría en un 39% y por último si se implementara todas las propuestas juntas la disminución sería de un 47%. Se considera que todas las propuestas son viables, pues al disminuir el tiempo de elaboración de una orden, la productividad aumentaría significativamente.

VII.2 EVALUACIÓN ECONÓMICA

Después de conocer las propuestas planteadas en el Trabajo Especial de Grado, se presenta en la tabla N ° 17 un análisis de costos sencillo de las diferentes propuestas, debido a la limitación de obtención de datos por parte de la empresa.

Tabla N° 17: Evaluación económica de las propuestas.

Propuesta planteada	¿Qué se necesita?	Costo (BsF)	Observaciones
Utilizar formato estandarizado de registro para los tiempos de paradas presentes en la línea.	Imprimir formato	0	La empresa cuenta con los equipos de impresión.
	Imprimir hoja de codificación de paradas	0	La empresa cuenta con los equipos de impresión
	Adiestrar supervisores de producción. (2 H-H)	37,22	
	Adiestrar operarios (3 H-H)	91,58	
Aplicar metodología SMED (cambio de configuración)	Contratar programador	0	La empresa cuenta con un programador
	Adiestrar personal de logística, gerente de producción y mantenimiento (7 H-H)	390,83	
	Adiestrar supervisores, Ing. de producción (5 H-H)	186,11	
	Adiestrar mecánicos (10 H-H)	266,11	
	Imprimir plantillas de cambios y metodología para mecánicos	0	La empresa cuenta con los equipos de impresión
Implementar un nuevo turno de trabajo	Contratar tres operarios	2747,52	La empresa incurriría en este costo mensualmente por cada empleado, con un aumento interanual de 20%
	Contratar un supervisor de producción	6700	
	Contratar un mecánico	4700	
Ubicar un almacén dentro del área de producción.	Adquirir un estante para el almacén de los materiales de empaque	15.650,58	
Estandarizar las dimensiones y grosor de los	Indicarle al proveedor correspondiente las medidas requeridas	0	La empresa ya cuenta con un proveedor de prospecto

Fuente: Elaboración propia (2012)

La implementación de algunas de las propuestas generaría un costo por parte de la empresa como se especifica en la tabla N° 17, sin embargo los costos de impresión se consideran despreciables ya que solo se cambiarían los formatos y planillas utilizados actualmente por la empresa por los propuestos. Al aplicar dichas propuestas se lograría disminuir los tiempos de cambio, mejorar la metodología de trabajo, disminuir los desperdicios de la línea y aumentar la productividad. (El anexo N° 25 contiene un presupuesto de un estante de almacenamiento).

VII.3 EVALUACIÓN FINANCIERA DE LAS PROPUESTAS.

Para realizar la evaluación financiera de las propuestas planteadas se procedió a calcular el valor presente de la situación actual de la empresa, tomando en cuenta el salario anual de los operarios, mecánicos y supervisor, y las horas extras anuales efectuadas por los empleados; el valor presente de cada una de las cinco propuestas utilizando de igual forma el salario anual de los empleados y las inversiones necesaria según el escenario; adicionalmente se calculó el valor presente de diferentes combinaciones entre propuestas, con la finalidad de identificar cuáles son los escenarios factibles. En el anexo N° 33 se presentan todos los cálculos realizados para obtener dichos valores, cabe destacar que los salarios utilizados para cada uno de los empleados son aproximados debido a la confidencialidad de información por parte de la empresa y definido por los investigadores. En la tabla N° 18 se muestra el valor presente para los distintos escenarios.

Tabla N° 18: Costos de las propuestas planteadas.

Escenarios	Valor presente (Bs)
Situación actual	-2.661.582,85
Propuesta 1: Formato para el registro de paradas	-2.661.711,65
Propuesta 2: Aplicar tercer turno de trabajo	-120.283.955,85
Propuesta 3: Aplicar SMED	-2.446.815,09
Propuesta 4: Estandarizar dimensión y grosor de prospectos	-2.445.977,04
Propuesta 5: Ubicar almacén de material dentro del área	-2.658.993,99
Propuesta 1 con 2	-120.284.084,66
Propuesta 1 con 3	-2.446.943,90
Propuesta 1 con 4	-2.446.105,84
Propuesta 1 con 5	-2.659.122,79
Propuesta 2 con 3	-120.284.793,91
Propuesta 2 con 4	-120.283.955,85
Propuesta 2 con 5	-120.291.633,94
Propuesta 3 con 4	-2.446.815,09
Propuesta 3 con 5	-2.454.493,18
Propuesta 4 con 5	-2.453.655,12
Todas las propuestas	-120.292.600,80

Fuente: Elaboración propia (2012)

Luego de conocer el valor presente para cada escenario planteado, se puede visualizar que los escenarios más factibles comparados con el valor de la situación actual de la empresa son: la aplicación de la propuesta 4, propuesta 3, propuesta 5, propuesta 1 con 4, propuesta 1 con 3, propuesta 3 con 4, propuesta 4 con 5, propuesta 3 con 5 y propuesta 1 con 5. Siendo la propuesta 4 la que presenta mayor valor presente diferenciándose en un 9% del valor presente actual, además al implantarse dicha propuesta se disminuirían en un 48% el tiempo de elaboración de una orden; por lo tanto se considera la de mayor factibilidad.

Por otra parte, la propuesta 2 (implementación de un tercer turno de trabajo) y las combinaciones en las que intervienen esta propuesta genera mayores costos para la empresa y por ende un menor valor presente, sin embargo, con la aplicación de la misma se incrementa la productividad en un 38%, que conlleva a una disminución en el tiempo de fabricación de las ordenes, mayor capacidad de respuesta ante la variación del mercado, mayor cantidad de ordenes culminadas en un determinado tiempo, cumplimiento en el número de unidades por orden, entre otras. (Ver evaluación técnica de propuestas).

VII.4 MATRIZ PUESTA A PUNTO

Una vez realizada la evaluación técnica, económica y financiera de las propuestas planteadas y según los resultados obtenidos de las mismas, se procedió a realizar una matriz puesta a punto de la situación actual de la línea y de las distintas propuestas tomando en cuenta la productividad, el costo y el valor presente de cada una, con la finalidad de determinar cuáles son los mejores escenarios. Para la realización de dicha matriz se utilizó una escala del 1 al 5, siendo 5 el valor óptimo y 1 el valor más desfavorable.

Tabla N° 19: Matriz puesta punto de las propuestas planteadas

	Situación actual		Propuesta 1		Propuesta 2		Propuesta 3		Propuesta 4		Propuesta 5		Todas las propuestas	
	Evaluación	%	Evaluación	%	Evaluación	%	Evaluación	%	Evaluación	%	Evaluación	%	Evaluación	%
Evaluación técnica:														
Productividad	1,000	0,200	1,000	0,200	4,167	0,833	1,750	0,350	5,000	1,000	1,417	0,283	4,917	0,983
Evaluación económica:														
Costo	5,000	1,000	4,969	0,994	5,000	1,000	4,797	0,959	5,000	1,000	1,234	0,247	1,000	0,200
Evaluación financiera:														
Valor presente	4,113	0,823	4,993	0,999	1,000	0,200	5,000	1,000	5,000	1,000	4,993	0,999	1,000	0,200
Total	3,371	0,674	3,654	0,731	3,389	0,678	3,849	0,770	5,000	1,000	2,548	0,510	2,306	0,461

Fuente: Elaboración propia (2012)

En la tabla N° 19 se observa que la mejor propuesta es la estandarización de los prospectos (propuesta 4) sobrepasando en un 23% a la siguiente propuesta (implementación de SMED), en el tercer lugar con un porcentaje de importancia de un 73,1% se encuentra la estandarización de los tiempos de paradas, seguido de la implementación del tercer turno, situación actual, ubicación del almacén dentro del área, cuarto, quinto y sexto lugar respectivamente y por ultimo con un 46,1% la implementación de todas las propuestas planteadas.

CAPÍTULO VIII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una vez desarrollado el Trabajo Especial de Grado, se presentan las conclusiones obtenidas a través del estudio en base a los objetivos planteados, así como también una serie de recomendaciones útiles con la finalidad de mejorar el proceso productivo de una línea de fabricación de productos sólidos.

VIII.1 CONCLUSIONES

- La línea de fabricación está conformada por tres máquinas, siendo la Termoencogible la más moderna, por lo que no se presenta con frecuencia en esta máquina paradas que afecten el tiempo de producción, a diferencia de la máquina blisteadora y encartonadora donde ocurre el mayor tiempo de paradas, de tal manera que requieren un mejor ajuste en el proceso y mayor cantidad de mantenimientos preventivos y correctivos.
- La línea de fabricación estudiada tiene una capacidad nominal de 120 estuches/minuto; y según reportes suministrados por la empresa y medidas tomadas durante el desarrollo del estudio, se produce en promedio 30 estuches/minuto, es decir, que actualmente la empresa está utilizando solo un 25% de la capacidad total de la línea de fabricación de productos sólidos.
- El proceso de fabricación de productos sólidos no es totalmente automatizado, la alimentación de la forma farmacéutica (comprimido/cápsula) a los alvéolos de PVC se realiza manualmente por un operador de empaque primario, que además se encarga de verificar que no ingresen a la estación de sellado blíster con alvéolos vacíos.
- Actualmente la empresa presenta un descontrol e ineficiencia en los procesos productivos de la línea de fabricación, debido a que no cuenta con manuales de procedimientos para los procesos, que faciliten a los operadores y demás empleados el manejo y funcionamiento de los equipos que componen la línea en estudio.
- La planificación de la producción desarrollada por la empresa no toma en cuenta para su elaboración los tiempos de cambio de producto y limpieza de la línea de producción, por lo que se considera ineficiente, siendo el porcentaje de cumplimiento en cuanto a las cantidades que conforman la orden de producción

de 26% en promedio y de un 47% en cuanto al tiempo de culminación de las ordenes con respecto al tiempo programado

- Analizados los tiempos de paradas y por medio de reportes suministrados por la empresa se clasificaron los tiempos presentes en la línea de fabricación, obteniendo que el 13% representa el tiempo de paradas, el 11% corresponde al tiempo de cambio de producto y apenas un 2% y 4% para los tiempos inactivo y muerto respectivamente por lo que no fueron significativos para el desarrollo del estudio; de esta manera se determinó que el tiempo real del proceso productivo está representado por un 57% en promedio.
- Según el tiempo y frecuencia de paradas durante el proceso productivo, se determinó que la mayor cantidad de paradas ocurren en la máquina blisteadora y encartonadora con un 70,24% y 21,49% respectivamente y apenas un 8,27% en la máquina Termoencogible.
- Las paradas que tienen mayor tiempo de incidencia en el proceso de fabricación de la línea estudiada son las operativas representadas por un 39,83%, las paradas por mantenimiento y ocio presentan prácticamente el mismo tiempo con un 21,30% y 21,15% respectivamente, seguidamente se encuentran las paradas por servicio (temperatura, electricidad, aire, entre otros) con un 17,71% del total registrado.
- En la estimación de tiempos de cambio de productos se determinaron los tiempos máximos para cada tipo, donde el más sencillo puede durar 170 minutos; y el más complejo 490 minutos. Estos tiempos representan la situación actual de la empresa la cual no posee una metodología definida, y fueron determinados en base a observaciones directas del proceso, entrevistas realizadas al personal involucrado y análisis de los reportes suministrados.
- La empresa no posee ningún tipo de indicador que le permita medir la productividad de la línea de producción, por lo que fue necesario realizar un análisis de la productividad de la línea a partir del empaque primario PVC obteniendo un valor de 44,82% en promedio; dicho estudio se realizó a partir de este material debido a que presenta la mayor cantidad de desperdicios durante el proceso y en la máquina blisteadora ocurre la mayor cantidad de fallas.

- En el estudio de desperdicios durante el proceso productivo se determinó que el porcentaje de desecho de material de empaque primario (aluminio y PVC) es de un 91%, este porcentaje de desperdicios se evidencia mayormente en el cambio de producto; los desperdicios de empaque secundario son de 4,5%, las causas de estos desperdicio se debe a la calidad del material y al ajuste inadecuado de las máquinas del área secundaria.
- La empresa no cuenta con un formato estandarizado para el registro de los tiempos de paradas durante el proceso de fabricación, por lo que los operarios encargados de la línea deben reportar manualmente sin ningún tipo de codificación las paradas presentes, de tal manera que los reportes generados no son confiables ni precisos, porque dependen de la veracidad del empleado; por otra parte la empresa no hace una verificación de la información suministrada en dichos reportes.
- El manejo de materiales dentro del proceso productivo representa un problema significativo, ya que no existen almacenes dentro del área de fabricación que faciliten el suministro del material, por lo tanto en caso de faltantes o sobrantes de los materiales de empaque para el cumplimiento de una orden se deben trasladar a los almacenes centrales de la empresa, recorriendo 76m para empaque primario y 84 m para empaque secundario, por tal motivo se considera que la secuencia de traslado de materiales es ineficiente.
- Si se implementaran todas las propuestas de mejora desarrolladas en el presente Trabajo Especial de Grado, se aumentaría la productividad de la línea en un 47%, logando disminuir las cantidades de desperdicios de materiales, mejorar la metodología de trabajo de la empresa, disminuir los tiempos de cambio de producto, mejorar el flujo de información entre los departamentos, entre otros.

VIII.2 RECOMENDACIONES.

Con la finalidad de mejorar el proceso de fabricación de productos sólidos y solventar las fallas encontradas durante el estudio, se hace énfasis en la aplicación de la metodología SMED, implementación de un tercer turno de trabajo, utilización de los formatos de reportes de paradas y la estandarización de

materiales de empaque; junto con el desarrollo de las siguientes recomendaciones:

- Disminuir y unificar la cantidad de documentos que rellenan los operarios de la línea.
- Mejorar la infraestructura que comunica el área de empaque primario con secundario.
- Establecer velocidades de producción fijas por productos.
- Estandarizar los tamaños del troquel de corte y dimensiones de los estuches.
- Estandarizar la presentación de los estuches y utilizar estuches que no estén barnizados. Al aplicar esta recomendación se disminuye el tiempo de parada en la encartonadora obteniendo así una mayor productividad.
- Adiestrar a los operarios a nivel técnico, sobre manejo de maquinarias.
- Realizar un estudio de factibilidad para ubicar una balanza al final de la línea de producción para asegurar que el producto salga completo.
- Exigir mayor calidad en los insumos a los proveedores.
- Cumplir un plan de mantenimiento preventivo en cada uno de los equipos ubicados en las líneas.
- Colocar en el área de producción un reloj digital, para facilitar a los operarios exactitud al momento de plasmar la información en los reportes.
- Para presentaciones de 3 blísteres/estuche mejorar el ancho de los estuches, para que exista mayor holgura y disminuyan las fallas en la empujadora.
- Realizar la planificación de la producción en base a la capacidad del área y no de empaque.

BIBLIOGRAFÍA

- Alberto Villaseñor Contreras, E. G. (2007). *Conceptos y reglas de Lean Manufacturing*. México: Limusa S.A .
- Aldo Fábregas Ariza, R. W. (2003). *Simulación de sistemas productivos con Arena* . Barranquilla, Colombia : Uninorte.
- Antor, B. S. (2000). *Aumento de la productividad en una línea de fabricación de cápsulas para la industria farmacéutica, haciendo énfasis en variables directamente relacionadas con el proceso*. Caracas, Venezuela : Universidad Católica Andrés Bello .
- Bogdan, S. T. (1986). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación* . Barcelona : Paidós Ibérica S.A.
- Bravo, I. L. (1992). *Mejoramiento continuo de calidad y productividad* . Venezuela: FIM.
- Hernández Roberto, F. C. (2000). *Metodología de la investigación* . México : McGraw, Hill Interamericana.
- Ing. Francisco Javier Rodríguez, I. L. (1992). *Indicadores de calidad y productividad en la empresa*. Venezuela: FIM.
- Julio Cabrero García, M. R. (2008). *Metodología de la investigación I* .
- Moya, R. D. (2002). *El proyecto factibl: una modalidad de investigación* . Caracas, Venezuela: Universidad pedagógica experimental libertador.
- Uribe, F. G. (2004). *Diccionario de metodología de la investigación científica*. México : Limusa.
- William W. Hines, D. C. (1998). *Probabilidad y estadística para ingeniería* . México: Continental, S.A. DE C.V.