

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

BACHILLERATO EN INGENIERÍA
INDUSTRIAL

MEJORAMIENTO DEL DISEÑO DE
PROCESO DE EMPAQUE SECUNDARIO EN
LA COMPAÑÍA ALLERGAN COSTA RICA EN
EL PRIMER CUATRIMESTRE DEL AÑO 2018

PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR
POR EL GRADO DE BACHILLERATO EN
INGENIERÍA INDUSTRIAL

ESTUDIANTE: LUIS ALBERTO VALERIO ZAMBRANA

TUTOR: ING. ANA CATALINA MARTÍNEZ MATARRITA

HEREDIA, ENERO 2018

DECLARACIÓN JURADA

Yo Luis Alberto Valerio Zambrana, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 155803075322 egresado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Bachillerato en Ingeniería Industrial, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: MEJORAMIENTO DEL DISEÑO DE PROCESO DE EMPAQUE SECUNDARIO EN LA COMPAÑÍA ALLERGAN COSTA RICA EN EL PRIMER CUATRIMESTRE DEL AÑO 2018, es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público. en fe de lo anterior, firmo en la ciudad de San José, a los 18 días del mes de Junio del año dos mil 18.

L. Valerio

Firma del estudiante

Cédula 155803075322

CARTA DE APROBACIÓN DEL TUTOR

CARTA DEL TUTOR

Heredia, 18 de Junio de 2018

Destinatario
Departamento de Registro
Universidad Hispanoamericana

Estimado señor:

El estudiante **Luis Valerio Zambrana**, cédula de identidad número 155803075322, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado **MEJORAMIENTO DEL DISEÑO DE PROCESO DE EMPAQUE SECUNDARIO EN LA COMPAÑÍA ALLERGAN COSTA RICA EN EL PRIMER CUATRIMESTRE DEL AÑO 2018**, el cual ha elaborado para optar por el grado académico de **Bachillerato en Ingeniería Industrial**.

En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

a)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	10%
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	18%
c)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	29%
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	18%
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	20%
	TOTAL		95%

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,


Msc. Ana Catalina Martínez Matarrita
111510151

CARTA DE APROBACIÓN DEL LECTOR

CARTA DE LECTOR

Universidad Hispanoamericana
Sede Heredia
Carrera Ingeniería Industrial

Estimado señor

El estudiante **LUIS VALERIO ZAMBRANA**, cédula de identidad: 155803075322, me ha presentado para efectos de revisión y aprobación, el proyecto denominado "MEJORAMIENTO DEL DISEÑO DE PROCESO DE EMPAQUE SECUNDARIO EN LA COMPAÑÍA ALLERGAN COSTA RICA EN EL PRIMER CUATRIMESTRE DEL AÑO 2018", el cual ha elaborado para obtener su grado de Bachillerato en Ingeniería Industrial.

He revisado y he hecho las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente lo relativo a la coherencia entre el marco teórico y análisis de datos, la consistencia de los datos recopilados y la coherencia entre éstos y las conclusiones; asimismo, la aplicabilidad y originalidad de las recomendaciones, en términos de aporte de la investigación. He verificado que se han hecho las modificaciones correspondientes a las observaciones indicadas.

Por consiguiente, este trabajo cuenta con mi aval para ser presentado en la defensa pública.

Atte.

Firma



Nombre

George Dany Ramirez Vargas

Cartago, 03 de setiembre de 2018

Señores:

Universidad Hispanoamericana

Estimados señores:

Yo, María Fernanda Sanabria Coto, cédula de identidad 1-1429-0780, bachiller en Filología española, perteneciente a la Asociación Costarricense de Filólogos carné 225 y al Colegio de Licenciados y Profesores en Letras, Filosofía, Ciencias y Artes de Costa Rica código 75402, hago constar que he revisado el proyecto titulado:

***Mejoramiento del diseño de proceso de empaque secundario en la compañía Allergan
Costa Rica en el primer cuatrimestre del año 2018***

Dicho documento fue elaborado por Luis Alberto Valerio Zambrana, cédula de residencia 155803075322. El proyecto fue realizado con el fin de optar al grado de Bachillerato en Ingeniería Industrial. He revisado y corregido aspectos tales como construcción de párrafos, vicios del lenguaje trasladados a lo escrito, ortografía, puntuación y otros relacionados con el campo filológico. Por lo tanto, con los cambios aplicados, considero que está listo para ser presentado.

Atentamente,

Fernanda S. Coto



María Fernanda Sanabria Coto
Asociación Costarricense de Filólogos. Carné nro. 225
Colypro. Código 75402
fernanda.sanabria@filologos.cr

ACTA DE APROBACIÓN

DEDICATORIA

*Para ti que me amaste desde que no había nacido, me llevaste en
tu vientre, sacrificaste tus intereses personales,
tu tiempo, tus hábitos y hasta tu apariencia física por mí,
para traerme a este mundo, para cuidarme y hacerme feliz.
Te amo mamá.*

*Para ti que hasta el último momento diste todo por mí y nunca
pediste nada a cambio, siempre amé tus sonrisas, tus
ocurrencias, los gestos espontáneos de cariño, fue tanto lo
que me enseñaste, ahora lo entiendo.
Te amo papá.*

Luis Valerio.

AGRADECIMIENTOS

A Jehová sobre todas las cosas, por su amor, bondad y misericordia hacia la humanidad. Sin Él nada existiría.

A mis padres, Cándida y José Santos, por su amor, sacrificio y guía, por ocuparse en ser buenos ejemplos en mi vida. Sin ustedes no lo hubiera logrado.

A mi esposa Estela, por su paciencia, por su amor, por ayudarme con tantas cosas que no sabría por dónde empezar, pero que sin duda han contribuido con este proyecto.

A mis hermanos, Esteban, Oscar, Aleyda y Nataniel, de ustedes he aprendido tanto. Los amo a todos y les agradezco todo lo que han compartido conmigo. En definitiva, no lo hubiera logrado sin ustedes.

A mi princesa Sofía, sus juegos y sonrisas llenan de felicidad mi vida.

A la compañía Allergan, primeramente, por permitirme realizar este proyecto y también por más de 15 años de relación laboral que hemos compartido.

A la Universidad Hispanoamericana, por proveer el medio y las facilidades para completar mi carrera.

A mi tutora Ana Catalina, por su guía y sus consejos que me hicieron mejorar.

ÍNDICES

ÍNDICE GENERAL

ACTA DE APROBACIÓN	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS	IV
ÍNDICES.....	V
ÍNDICE GENERAL.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
ÍNDICE DE TABLAS	XIII
ACRÓNIMOS Y SIGLAS.....	XIV
CARTA DE APROBACIÓN DEL TUTOR.....	XV
CARTA DE APROBACIÓN DEL LECTOR.....	XVI
RESUMEN EJECUTIVO	XVII
CAPÍTULO I	18
INTRODUCCIÓN	18
1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO	19
1.2 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA	23
1.2.1 Descripción general de la compañía.....	23
1.2.2 Allergan Costa Rica	25
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	30
1.3.1 Definición del problema.....	30
1.3.2 Justificación.....	34
1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	35
1.4.1 Objetivo general	35
1.4.2 Objetivos específicos	35
1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES.....	36
1.5.1 Alcances.....	36
1.5.2 Limitaciones.....	36
CAPÍTULO II	37
MARCO TEÓRICO.....	37
2.1 MARCO CONCEPTUAL GENERAL RELATIVO A LA CARRERA.....	38
2.1.1 Mapa conceptual.....	38
2.1.2 Productividad	40

2.1.3 Manufactura esbelta.....	54
2.1.4 Indicadores de proceso.....	63
2.2 MARCO CONCEPTUAL ATINENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO	65
2.2.1 Metodología DMAIC.....	65
2.2.2 Definir:.....	66
2.2.3 Medir	68
2.2.4 Analizar	69
2.2.5 Mejorar.....	69
2.2.6 Controlar:	70
2.3 MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO.....	72
2.3.1 Costos.....	72
2.3.2 Clasificación de los costos	73
2.3.3 Evaluación económica del proyecto.....	74
CAPÍTULO III	77
MARCO METODOLÓGICO	77
3.1 METODOLOGÍA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	78
3.1.1 Enfoque del proyecto	78
3.1.2 Tipo de estudio.....	78
3.1.3 Finalidad del proyecto	79
3.1.4 Dimensión	79
3.1.5 Métodos	79
3.1.6 Sujetos y fuentes de información	81
3.1.7 Población y Muestra.....	81
3.1.8 Herramientas utilizadas para la definición del problema	82
3.2 METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO DE PROYECTO.	83
3.2.1 Herramientas de recolección de información.	83
3.2.2 Metodología para el procesamiento y análisis de datos.....	84
3.2.3 Determinación de variables de éxito del proyecto.....	84
3.3 METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA	85
3.3.1 Herramientas utilizadas para la propuesta de mejora	85
3.3.2 Metodología para desarrollar la propuesta de mejora.....	86
3.4 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.....	87
3.4.1 Herramientas utilizadas para la propuesta de mejora	87

3.4.2 Metodología de implementación de las propuestas planteadas.....	87
3.4.3 Mecanismo de la empresa para la implementación de acciones	88
3.5 METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE RESULTADOS.	89
3.5.1 Herramientas utilizadas para seguimiento y control.....	89
3.5.2 Metodología para la sostenibilidad de las mejoras.....	90
3.5.3 Mecanismo de la empresa para garantizar implementaciones exitosas	90
CAPÍTULO IV.....	91
LÍNEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSAS	91
4.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL	92
4.1.1 Diagrama del proceso de Empaque Secundario.....	93
4.1.2 Distribución del personal en Empaque Secundario.....	99
4.1.3 Distribución actual del área Empaque Secundario.....	100
4.1.4 Diagrama general de flujo del proceso.....	101
4.1.5 Estudio de tiempos actuales	103
4.1.6 Balance de línea actual.....	104
4.1.7 Mapeo de la cadena de valor VSM	106
4.1.8 Descripción del control de tiempos muertos.....	108
4.1.9 Descripción del reporte de tiempo de ciclo Lead time.....	109
4.2 RECOLECCIÓN DE LOS DATOS	110
4.2.1 Productividad actual	110
4.2.2 Tiempos muertos	112
4.3.3 Tiempo de ciclo Lead time	114
4.3.4 Datos generales	114
4.3 RESULTADO DEL ANÁLISIS.....	117
4.3.1 Análisis de los factores que provocan la baja productividad	119
4.3.2 Análisis de los factores que provocan los tiempos muertos	120
4.3.3 Análisis de los factores que afectan el tiempo de ciclo del proceso.....	121
CAPÍTULO V.....	125
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN.....	125
5.1 PROPUESTA DE MEJORA.....	126
5.2 PROPUESTA DE MEJORA PARA LA PRODUCTIVIDAD.	127
5.3 PROPUESTA DE MEJORA PARA LOS TIEMPOS MUERTOS.....	128
5.4 PROPUESTA DE MEJORA PARA EL TIEMPO DE CICLO.	129

5.5 BENEFICIO DE LAS PROPUESTAS	131
5.5.1 Productividad	131
5.5.2 Tiempos muertos	132
5.5.3 Lead Time	132
5.6 ANÁLISIS FINANCIERO	133
5.7 PLANIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES.....	135
5.8 AVANCE DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS	137
5.9 SOSTENIBILIDAD DE LAS MEJORAS	141
CAPÍTULO VI.....	142
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	142
6.1 CONCLUSIONES.....	143
6.2 RECOMENDACIONES.....	145
BIBLIOGRAFÍA	148
ANEXOS	153
ANEXO 1	154
ANÁLISIS FINANCIERO	154
ANEXO 2	159
ESTUDIO DE TIEMPO ACTUAL ALISTO DE MATERIALES.....	159
ANEXO 3.....	160
ESTUDIO DE TIEMPO ACTUAL POST ESTERILIZACIÓN.....	160
ANEXO 4	161
ESTUDIO DE TIEMPO ACTUAL MATERIAL HANDLER	161
ANEXO 5	162
ESTUDIO DE TIEMPO ACTUAL EMPAQUE SECUNDARIO	162
ANEXO 6.....	163
ESTUDIO DE TIEMPO ACTUAL SHRINK WRAP	163
ANEXO 7	164
FORMATO ESTUDIO DE TIEMPOS.....	164
ANEXO 8	165
ESTUDIO DE TIEMPO NUEVO ALISTO DE MATERIALES	165
ANEXO 9.....	166
ESTUDIO DE TIEMPO NUEVO POST ESTERILIZACIÓN	166
ANEXO 10.....	167
ESTUDIO DE TIEMPO NUEVO EMPAQUE SECUNDARIO.....	167

ANEXO 11	168
ESTUDIO DE TIEMPO NUEVO SHRINK WRAP	168
ANEXO 12.....	169
REPORTE DE OBSERVACIONES REALIZADAS EN EMPAQUE SECUNDARIO.	169

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Principales plantas de Manufactura e Investigación y Desarrollo	24
Figura 2 Organigrama de Allergan Medical Costa Rica	26
Figura 3 Diagrama de proceso del Área Empaque Secundario	30
Figura 4. Mapa Conceptual del marco metodológico	39
Figura 5. Cálculo de la productividad	42
Figura 6. Principales técnicas para la medición del trabajo.....	44
Figura 7 Ejemplo del estudio de tiempos por operación.....	50
Figura 8. Ejemplo de cálculo del Takt time.....	52
Figura 9. Ejemplo de una situación inicial en el proceso de balance de línea.....	53
Figura 10. Herramientas que se abordan en cada etapa de DMAIC.....	65
Figura 11. Estructura del capítulo IV.	92
Figura 12. Diagrama de proceso de Empaque Secundario.....	94
Figura 13.Desplazamiento entre Alisto y Empaque Secundario	96
Figura 14. Proceso de Emplastado Shrink Wrap.....	98
Figura 15. Distribución actual del proceso Empaque Secundario	101
Figura 16. Flujo general del producto.....	102
Figura 17. Balance de línea Actual	104
Figura 18. Value Stream Mapping (VSM).....	107
Figura 19. Índice de productividad de Empaque Secundario	111
Figura 20. Pareto de tiempos muertos.	113
Figura 21. Comportamiento de la demanda diaria en el 2018.....	115
Figura 22. Identificación de los factores.....	117
Figura 23. Ahorros estimados en el periodo de cinco años.....	133
Figura 24 Gastos estimados en el periodo de cinco años.....	133
Figura 25. Flujo neto de caja.....	134

Figura 26. TIR v VAN Proyecto de mejora.	134
Figura 27. Diagrama de Gantt resumido de las propuestas.	135
Figura 28. Detalle de las actividades A1, B1, C1 y D1	136
Figura 29 Distribución de tareas del Material Handler.....	138
Figura 30 Balance de línea futuro	139
Figura 31. Distribución propuesta	140

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Generalidades de la empresa	23
Tabla 2. Distribución del personal de empaque secundario.....	99
Tabla 3. Resumen de tiempos estándar, situación actual.....	103
Tabla 4. Catálogo de tiempos muertos.....	108
Tabla 5. Datos de producción y horas.....	111
Tabla 6. Distribución de tiempos muertos. enero - abril 2018.	112
Tabla 7. Tiempo Lead Time promedio en empaque secundario (horas)	114
Tabla 8. Comparación de tiempos estándar.....	116
Tabla 9. Descripción de los factores.	118
Tabla 10. Factores que afectan la productividad.....	119
Tabla 11. Factores que afectan los tiempos muertos.....	120
Tabla 12. Factores que afectan el tiempo de ciclo	121
Tabla 13. Escala de evaluación costo beneficio.....	122
Tabla 14. Evaluación de cada uno de los factores definidos en el VSM.	123
Tabla 15. Factores identificados para la propuesta de mejora.....	126
Tabla 16. Identificación de las propuestas de mejora de productividad	127
Tabla 17. Identificación de las propuestas de mejora de tiempos muertos	128
Tabla 18. Factores identificados para la propuesta de mejora del tiempo de ciclo	129
Tabla 19. Factores identificados para la propuesta de mejora del tiempo de ciclo	130

ACRÓNIMOS Y SIGLAS

DHR: *Device History Record* (Registro histórico del dispositivo, por sus siglas en inglés).

ERP: *Enterprise Resource Planning*, por sus siglas en inglés.

Plc: *Public limited company* (Sociedad Anónima por sus siglas en inglés).

SAP: Sistemas Aplicaciones y Programas.

VSM: *Value Stream Map* (Mapa Cadena de Valor por sus siglas en inglés)

WIP: *Work in Process* (Trabajo en proceso por sus siglas en inglés).

RESUMEN EJECUTIVO

Este documento desarrolla una propuesta de mejora y plan de implementación a la problemática existente en el proceso de empaque secundario de la compañía Allergan Costa Rica, la cual se dedica a la manufactura de implantes mamarios. La problemática envuelve tres indicadores claves del proceso: productividad, tiempos muertos y tiempo de ciclo o *Lead Time*.

Para el desarrollo de este proyecto, se privilegió el uso de la metodología DMAIC, mediante la cual, primeramente, se definió el alcance y los objetivos del proyecto; posteriormente, se continuó con la medición y análisis de los factores que provocan la brecha en el desempeño de los indicadores y finalmente, con base en el análisis, se formuló una propuesta de mejora viable desde el punto de vista financiero y de manufactura. La propuesta expone también los mecanismos para la sostenibilidad de las mejoras a través del tiempo.

En conformidad con los objetivos planteados, se logra establecer la propuesta de mejora en los indicadores de productividad, tiempos muertos y tiempo de ciclo del proceso de empaque secundario.

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

Este proyecto consiste en generar una propuesta de mejora para el proceso de empaque secundario en la compañía Allergan Costa Rica, la cual se dedica a la manufactura de dispositivos médicos, específicamente implantes mamarios. En el proceso se han detectado oportunidades de mejora relacionadas con elementos claves del área, los cuales son: el indicador de productividad del área, el indicador de tiempos muertos, o sea, el tiempo que se detiene la línea de producción por alguna razón y finalmente, el tiempo de ciclo, conocido en Allergan como *Lead Time*, es decir, el tiempo que le toma a la compañía manufacturar un dispositivo desde que un cliente coloca una orden hasta que le fue entregado el producto.

La línea de investigación de la Escuela de Ingeniería Industrial que responde a la investigación y propuesta de mejora de este proyecto es la de Operaciones Industriales, ya que este trabajo se relaciona con la mejora y optimización de la productividad, el estudio de tiempos de las operaciones, el análisis de los procesos, el flujo del producto, análisis de capacidad de las operaciones, la ingeniería de valor agregado y también la gestión de almacenamiento e inventario de producto en proceso.

Como parte importante del contexto relacionado con este trabajo, cabe mencionar que el empaque final del producto es considerado un proceso crítico en la industria médica, desde el punto de vista de calidad y trazabilidad del dispositivo. Por lo tanto, es de suma importancia tener los controles necesarios para evitar lo que se conoce como

“mezclas”, es decir, que por error se identifique un dispositivo con una etiqueta de otro producto, lo cual podría ocasionar inconvenientes al cliente y en casos muy graves hasta acciones legales en contra de la compañía.

El proceso de empaque final del producto implica que se agreguen en la caja algunos componentes que acompañan al dispositivo, tales como el manual, la tarjeta del paciente y ciertos componentes que utiliza el doctor al momento de realizar el implante del producto. Estos varían según el estilo o número de catálogo del producto. En la compañía se tiene actualmente un total de 6.539 catálogos, lo cual quiere decir que el proceso de empaque secundario se vuelve bastante complejo.

A manera de resumen, los principales puntos por resaltar del contexto en el cual se desarrolla este proyecto pueden puntualizarse de la siguiente manera:

- El proyecto se desarrolla en una compañía que manufactura dispositivos médicos, específicamente implantes mamarios.
- Se han detectado oportunidades de mejora en el área de empaque secundario relacionadas con los indicadores claves del proceso:
 - Productividad del área.
 - Tiempos muertos.
 - Tiempo de ciclo o *lead time*.

- Se tienen 6.539 catálogos de productos, esta cantidad implica muchos tipos de empaques diferentes, provocando un proceso complejo.
- El impacto, tanto para el cliente como para la compañía, al empacar un producto de forma incorrecta es muy alto.

Este documento tiene como fin presentar una propuesta de mejora para el proceso de empaque secundario, el cual se explique de forma estructurada logrando satisfacer las necesidades de la compañía. En el capítulo uno *Introducción*, se identifica y describe el problema, se realiza una descripción detallada de la compañía, se hace la justificación del proyecto, se describe el alcance, las limitaciones y también se declara el objetivo general y los objetivos específicos del proyecto.

El capítulo dos *Marco teórico* muestra los conceptos que sustentan la investigación, aborda las definiciones desde el punto de vista teórico, incluye exploraciones de trabajos previos y conceptos tomados de diferentes fuentes de investigación relacionadas con el tema en estudio. Esto con el fin de generar una mejor comprensión y aprovechamiento del proyecto.

El capítulo tres *Marco metodológico* explica la metodología utilizada para la definición del problema, medición, respaldo cualitativo del proyecto, propuesta de mejora y puesta en práctica del proceso mejorado. Resume la metodología para la implementación, verificación, control y seguimiento de los resultados del proyecto.

En el capítulo cuatro *Línea base y análisis de causas*, se describe de forma estructurada el diagnóstico de la situación actual con base en el resultado del análisis de los datos. Las conclusiones que se presentan, por lo tanto, son sustentadas de forma cuantitativa, utilizando herramientas de diferentes tipos que describen las posibles tendencias o comportamientos del proceso. Los datos podrían ser representados de forma gráfica, esto con el fin de tener una mejor comprensión y respaldar de forma robusta las propuestas de mejora.

En el capítulo cinco *Diseño e implementación de la solución*, se trazan las propuestas de solución al problema analizado y se determinan los elementos de control que permitirían que dichas propuestas sean sostenibles a través del tiempo. Por último, en el capítulo seis *Conclusiones y recomendaciones*, se valida el cumplimiento de los objetivos planteados, se documentan los principales resultados producto del trabajo durante el proyecto y también se establecen las recomendaciones puntuales.



1.2 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

1.2.1 Descripción general de la compañía.

Allergan plc, con sede en Dublín, Irlanda, es una compañía farmacéutica mundial audaz y líder en un nuevo modelo de industria: *Growth Pharma*. Allergan se centra en desarrollar, fabricar y comercializar productos farmacéuticos y médicos, de dispositivos, biológicos, quirúrgicos y regenerativos de marca, para pacientes de todo el mundo.

En Costa Rica, Allergan cuenta con una planta de manufactura ubicada en Global Park en la Aurora de Heredia. Algunos detalles generales de la corporación y la sede de Costa Rica se muestran a continuación, en la tabla 1.

Tabla 1. Generalidades de la empresa

Detalle	Corporación	Costa Rica
Logo de la compañía		
Tipo de industria	Farmacéutica / Médica	Médica
Sede	Dublín, Irlanda	Heredia, Costa Rica
Mercado	100 países	100 países
Número de empleados	Más de 18.000	601
Sitio web	www.allergan.com	www.allergan.com

Fuente: Elaboración propia

La cartera de Allergan incluye productos para gastroenterología, neurología, urología, oftalmología y medicina estética, esta última incluye los implantes mamarios y expansores de tejido que se fabrican en la planta de Costa Rica. A continuación, se

muestran las principales plantas de manufactura e investigación y desarrollo con las que cuenta Allergan alrededor del mundo

Figura 1 Principales plantas de manufactura e investigación y desarrollo



Fuente: This is Allergan (2017, p.4).

1.2.2 Allergan Costa Rica.

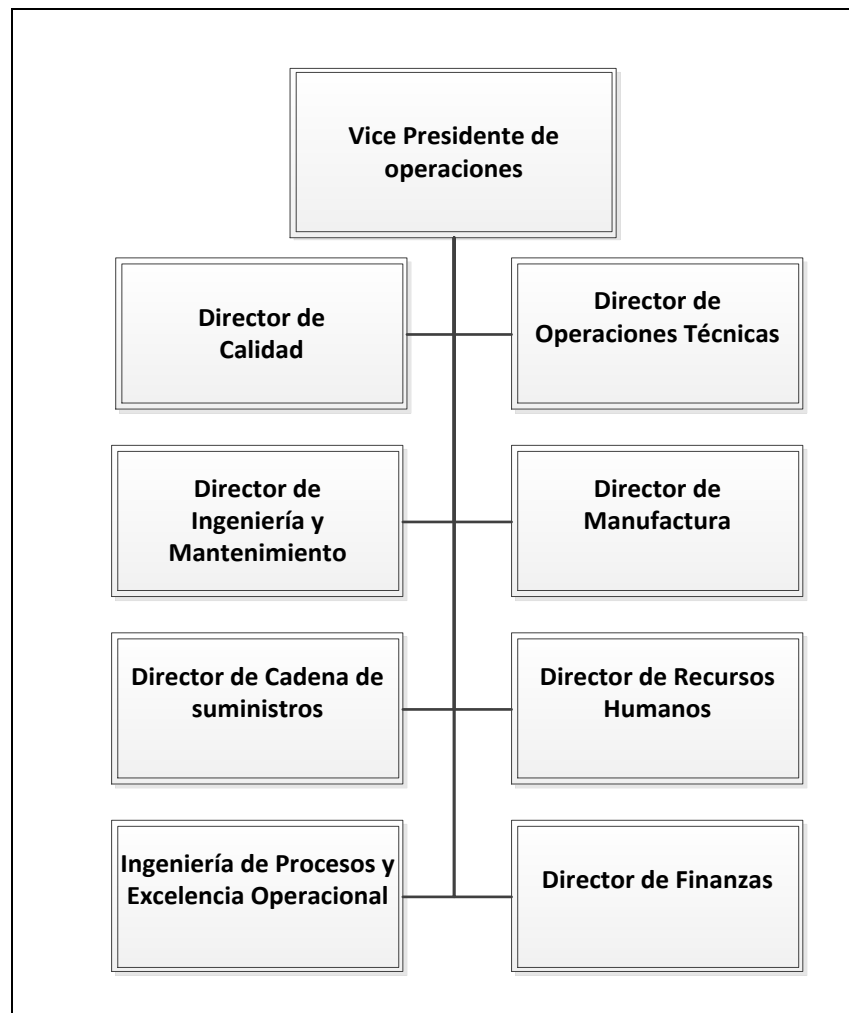
La empresa comenzó sus operaciones en Costa Rica en el año 1999, en la Zona Franca Metropolitana, ubicada en la comunidad de Barreal de Heredia. El producto con el cual inició las operaciones fueron los implantes mamarios rellenos de solución salina. Posteriormente, se transfirieron a la planta nuevas líneas de producto, como lo son los implantes mamarios rellenos con gel y los expansores de tejido, este crecimiento estimuló la necesidad de construir una planta más grande.

En el 2007, se inauguró un nuevo edificio en la Zona Franca Global Park ubicada en La Aurora de Heredia, un parque empresarial que contiene otros fabricantes de dispositivos médicos, incluidos Boston Scientific, Medtronic, ICU Medical (anteriormente Hospira), Nelipak, entre otros. La instalación es un edificio moderno, limpio y bien mantenido. El sitio emplea aproximadamente 600 personas en trabajo directo (62%), unidad de calidad (19%) y funciones administrativas (19%).

Dicha planta de 9.600 metros cuadrados alberga oficinas administrativas y la planta de manufactura (...) El interés de la compañía por el país surgió debido a la eficiencia del talento costarricense, ya que aquí se logró desarrollar un procedimiento que permite finiquitar el proceso de fabricación de implantes, el cual anteriormente se manufacturaba por partes en diferentes latitudes. (Retana, 2008, p.1)

Allergan Medical en Costa Rica está conformada por ocho departamentos principales, como se puede apreciar en el siguiente organigrama en la figura 2.

Figura 2 Organigrama de Allergan Medical Costa Rica



Fuente: Empresa *Allergan Medical* Costa Rica.

El departamento de Ingeniería de Procesos y Excelencia Operacional es el responsable de planear y ejecutar los proyectos relacionados con la mejora continua del proceso de manufactura, incluyendo aquellos proyectos enfocados en la reducción de los costos y mejora de productividad. Las restantes áreas están dedicadas no

solamente a brindar el soporte a la operación de la planta, sino que también son responsables de brindar todo el apoyo necesario para que los proyectos sean culminados con éxito.

En el marco estratégico de la compañía, se puede observar que está constituido por la misión, visión, valores y objetivos estratégicos. Estos cuatro elementos han tenido una evolución a lo largo del tiempo, asociándose tradicionalmente con la idea de planificación estratégica y mejora continua.

Misión.

Ser una organización integrada, sensible y confiable que proporciona productos de alta calidad y crea valor para nuestros clientes.

Visión.

Ser el criterio para el crecimiento farmacéutico.

Valores.

- Calidad: nunca comprometemos la calidad ni el cumplimiento.
- Cliente: Escuchamos la voz del cliente, el cliente es el centro de todo lo que

hacemos. Aseguramos un suministro fiable, cumplimos con sus necesidades. Somos veloces en nuestra cadena de suministro, llegamos más rápido y a tiempo.

- Valor: Optimizamos activos, invertimos sabiamente, cumpliendo con nuestras necesidades actuales y futuras. Aprovechamos el poder de la compra, damos valor a todos nuestros accionistas. Aseguramos la mitigación de los riesgos, solidez de nuestra cadena de suministros.
- Gente: Fortalecemos la comunicación y participación, nos conectamos globalmente con un propósito común. Buscamos oportunidades de desarrollo de talentos, creamos carreras para cumplir con aspiraciones personales. Aumentamos la seguridad y la sostenibilidad, protegemos a nuestros colaboradores y el planeta.

Los objetivos estratégicos:

- Clientes y entrega
- Calidad y cumplimiento
- Costos y Productividad
- Seguridad y Ambiente
- Personas y Moral.

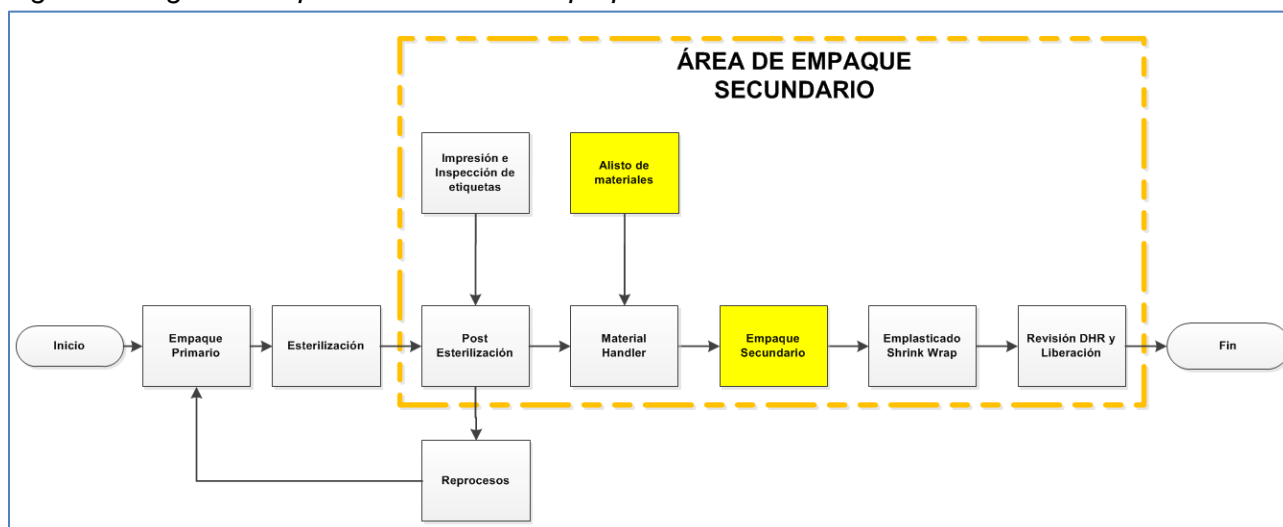
Las empresas de dispositivos médicos encontraron un ambiente agradable para establecerse y crecer en el país. Vindas (2013) afirma: “Desde hace unos 15 años, el país optó por dejar ir a la maquila y la industria intensiva en mano de obra como la agricultura y empezó a atraer empresas de alta tecnología, ya sea de manufactura avanzada, ciencias de la vida o servicios” (p.4). La compañía Allergan Medical forma parte de estas empresas de alta tecnología que lograron asentarse en el país y tener un crecimiento considerable.

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.3.1 Definición del problema.

Con el fin de definir el problema, es necesario explicar de forma general el flujo del proceso. El área de empaque secundario consta de varias operaciones, de las cuales dos se consideran claves: Alisto de materiales y Empaque secundario. Se resaltan dichas operaciones en la figura 3.

Figura 3 Diagrama de proceso del área Empaque secundario



Fuente: elaboración propia.

El diagrama de proceso se explica de la siguiente manera: de la operación de Empaque Primario se mueve el producto a Esterilización, donde permanece entre 21.5 y 28.5 horas, este tiempo es aprovechado por el personal de Impresión e Inspección de Etiquetas para preparar las etiquetas finales del producto, a la vez, el personal de Alisto de Materiales prepara los componentes que se van a requerir en la operación de Empaque Secundario.

Cuando el proceso de esterilización termina, se realiza una inspección del producto; en el proceso de Post Esterilización, el producto no conforme, se envía como reproceso a Empaque Primario y el producto conforme se entrega al *Material Handler*, quien se encarga de llevarlo al proceso de Empaque Secundario junto con los materiales que fueron previamente preparados por Alisto de Materiales.

Cuando se completa el proceso de Empaque Secundario, el producto se mueve al proceso de Emplastado conocido como *Shrink Wrap*, en esta operación se envuelven las cajas de producto final, en plástico termoencogible. Finalmente, se entrega el producto junto con la documentación, al personal de Calidad, quien se encarga de la revisión final del DHR (*device history record*) y da por concluido el proceso de manufactura. El producto se entrega al departamento de Logística para su embarque y los documentos al centro de documentación.

El problema, según el ingeniero de Manufactura de empaque secundario, es que el proceso de Alisto de materiales se encuentra muy distante de Empaque secundario. En algunas ocasiones, los componentes preparados por Alisto de materiales se encuentran dañados o sucios al momento de ser utilizados en la operación de Empaque secundario, por lo cual deben ser reemplazados, generando atrasos en la línea de Empaque secundario.

Se asignó un operario exclusivo para realizar los reemplazos de materiales de forma rápida y reducir el tiempo muerto a causa del reemplazo de material, no obstante, el índice de productividad del área no ha presentado mejora.

El área designada para el proceso de Alisto de materiales está a 95 metros del proceso de Empaque secundario, el personal encargado de hacer los reemplazos de materiales debe desplazarse esa distancia varias veces al día, cada vez que se requiere reemplazar un componente. Actualmente, no se tiene espacio en la planta para que las dos operaciones: Alisto de materiales y Empaque secundario, estén juntas, a pesar de que se considera una necesidad.

Otra de las preocupaciones del ingeniero de Manufactura del área de Empaque secundario es el tiempo que toma procesar una orden completa, es decir, el *lead time* de Empaque secundario. En la actualidad, el proceso completo de manufactura desde que se coloca una orden de trabajo hasta que sale de la producción es de 8.5 días en promedio durante el mes de enero de 2018, de los cuales dos días corresponden al proceso de Alisto de materiales y Empaque del producto.

Al preguntarle al ingeniero sobre sus principales expectativas o intereses en el proyecto, se concluye que lo más importante para él y la compañía es mejorar el índice de productividad, cuyo valor actual es de 10.11 unidades por hora. El índice de productividad es una métrica de la planta, el cual mide cuántas unidades se producen

por cada hora de trabajo invertida, este indicador es de mucha visibilidad a nivel de planta y tiene un alto impacto en los resultados financieros.

En segundo lugar, se toma en cuenta el tiempo de ciclo (*Lead time*) del proceso, ya que es importante asegurar el cumplimiento de los plazos de entrega comprometidos. Finalmente, la expectativa clara que el ingeniero tiene del proyecto es reducir el tiempo muerto a causa del material sucio o dañado que debe reemplazarse en el proceso de empaque.

La naturaleza de este proyecto está relacionada con la mejora de procesos, ya que busca generar una propuesta para resolver el problema de los desperdicios de tiempo que provocan una baja productividad en el proceso de empaque y afectan el tiempo ciclo (*Lead time*) general. Se considera un problema o una oportunidad, porque afecta directamente el costo de manufactura del producto y, por ende, las utilidades de la compañía. Tanto el ingeniero del área como los gerentes de la compañía consideran que existe un problema y quienes se ven afectados de forma directa son los colaboradores, quienes permanecen tiempo de su jornada sin trabajo y, posteriormente, deben trabajar con prisa para completar la meta de producción.

1.3.2 Justificación.

Este proyecto se justifica desde sus implicaciones prácticas, ya que contribuye a que la empresa Allergan pueda solucionar los problemas de productividad, tiempos muertos y *lead time* en la operación de empaque secundario.

La realización de un proyecto de mejora en el área tendría un impacto positivo en el indicador de productividad de la compañía, actualmente, por cada hora de trabajo invertida se obtienen 10.11 unidades. Por otra parte, contribuye a la reducción del tiempo de ciclo del proceso y los tiempos muertos por falta de material. Estos beneficios harán que la compañía sea más competitiva y desarrolle un producto de calidad, más rápido y a un menor costo.

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 Objetivo general.

Mejorar el diseño del proceso de empaque secundario, mediante el análisis del flujo del material y estudio de tiempos y movimientos de las tareas, con el fin de aumentar la productividad en un 10 %, reducir los tiempos muertos y el tiempo de ciclo del proceso en un 10 %.

1.4.2 Objetivos específicos.

- Definir el flujo actual del material y los tiempos de proceso de las operaciones de Alisto de materiales y Empaque secundario, mediante el estudio de tiempos y movimientos.
- Analizar los factores que provocan la baja productividad, los tiempos muertos y afectan el tiempo de ciclo del proceso.
- Establecer una propuesta de mejora en el diseño de proceso de Empaque secundario, con el fin de aumentar la productividad, reducir los tiempos muertos y el tiempo de ciclo del proceso.

1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES

1.5.1 Alcances.

Este proyecto se limita a las operaciones del área de Empaque secundario, de acuerdo con la figura 3 *Diagrama de proceso de Empaque secundario*, de la empresa Allergan Medical, ubicada en Global Park en la Aurora de Heredia. El desarrollo del proyecto comprende el periodo de enero a mayo de 2018. La propuesta de mejora es aplicable para todos los 6.539 catálogos que se producen en la planta.

1.5.2 Limitaciones.

No se tienen limitaciones metodológicas identificadas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

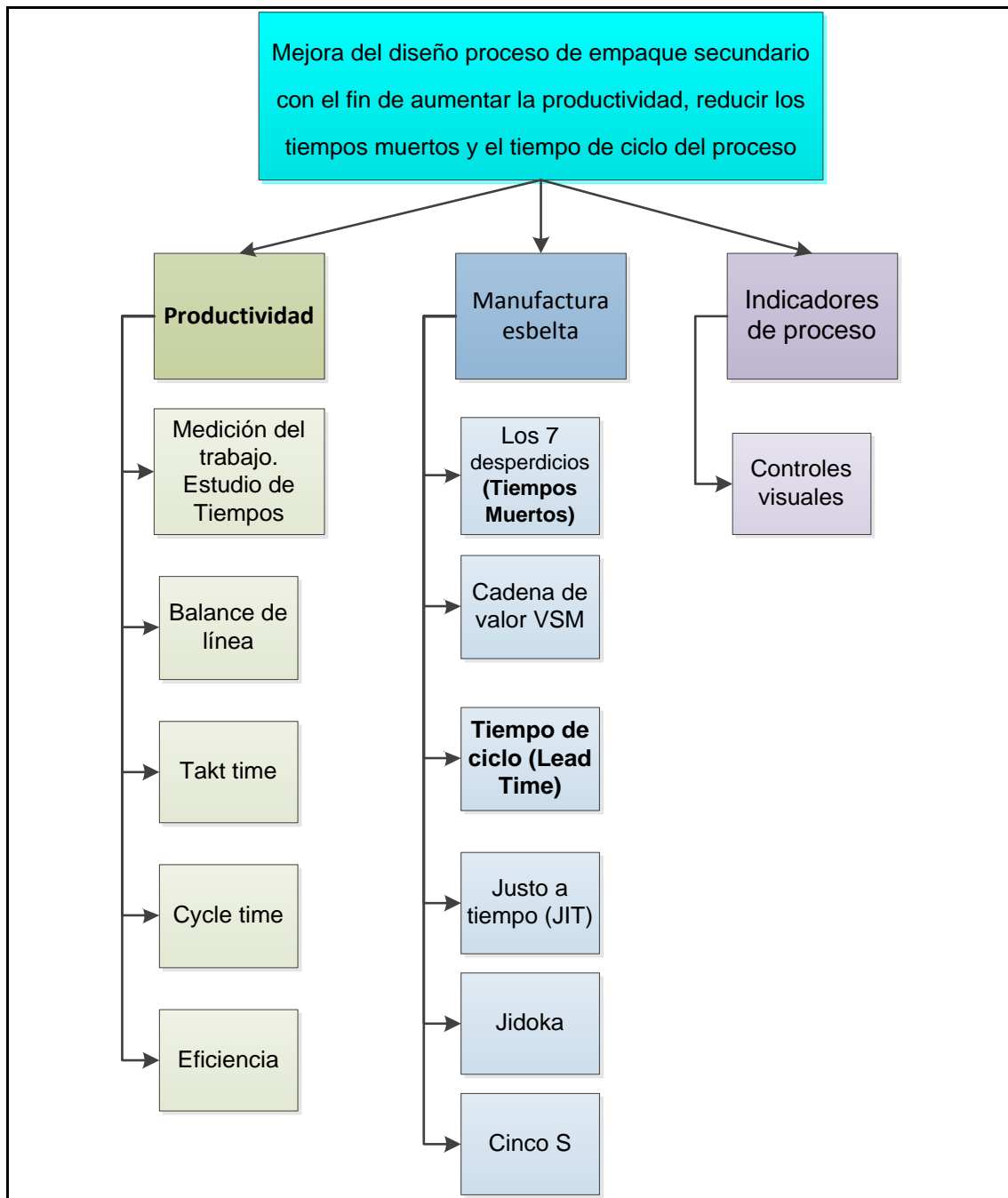
2.1 MARCO CONCEPTUAL GENERAL RELATIVO A LA CARRERA

2.1.1 Mapa conceptual.

En esta sección se detallan los conceptos teóricos que sustentan el proyecto, el cual busca mejorar el diseño del proceso de Empaque secundario, mediante el análisis del flujo del material y estudio de tiempos y movimientos de las tareas, con el fin de aumentar la productividad, reducir los tiempos muertos y el tiempo de ciclo del proceso, elementos que componen la problemática en la operación de Empaque secundario.

Primeramente, se aborda el concepto de productividad y los elementos que lo componen, tales como el estudio de tiempo, el balance de línea, entre otros. Así mismo, bajo el planteamiento general del concepto de manufactura esbelta, se muestra la teoría de los términos: *lead time* y los siete desperdicios o tiempos muertos, entre otros. Finalmente, se describe el concepto de indicadores de proceso, ya que mediante el uso de ellos se propicia la mejora continua. La figura 4 presenta el mapa de los conceptos teóricos que sustentan el proyecto.

Figura 4. Mapa conceptual del marco metodológico



Fuente: elaboración propia.

2.1.2 Productividad.

La productividad se refiere a la: “Capacidad o grado de producción por unidad de trabajo (...) es la relación entre lo producido y los medios empleados, tales como mano de obra, materiales, energía, etc.” (Real Academia Española, 2018).

Es importante mencionar en este punto, que el término productividad a veces suele confundirse con expresiones tales como producción, eficacia o eficiencia. A pesar de guardar mucha relación entre sí, sería un error concluir que se trata de lo mismo. Carro y González (2012a) mencionan: “Existe una confusión semántica respecto a la palabra productividad. El diccionario de la lengua no provee la acepción técnica de las palabras productividad, eficiencia, (...). Por ende, resulta importante precisar las definiciones respectivas” (p.4). Primeramente, se aclara que la producción no es lo mismo que productividad, no sería correcto alegar que la productividad aumenta simplemente porque se producen más unidades.

Con respecto a la eficacia, esta se trata del cumplimiento de objetivos o de un plan. Se puede decir que un proceso fue efectivo si cumplió con el plan previsto, en caso contrario, se dice que no fue efectivo. Sin embargo, no debe confundirse esto con productividad, ya que la eficacia no mide la relación de lo producido y los medios empleados. Por lo cual, un proceso puede ser efectivo sin ser productivo, es decir, constantemente cumple con el plan, sin embargo, usa más recursos de los requeridos.

Finalmente, el término eficiencia podría ser lo más parecido al concepto de productividad, algunas definiciones describen la productividad como la eficiencia de hacer alguna acción o trabajo, pero la eficiencia es una medida relativa donde se compara el desempeño real obtenido contra un desempeño estándar. Sin embargo, nada dice de la magnitud de lo productivo (Mohr, 2012).

Al ser una comparación, la eficiencia es un valor relativo y se mide en porcentaje, donde lo ideal es alcanzar el 100 %, por otra parte, la productividad, tal como lo indica la definición, es la relación entre lo producido y los medios empleados, entendiéndose como medios empleados los insumos del proceso, tales como horas de trabajo, materiales, capital, entre otros. Con respecto a esta idea, Carro y González (2012a) mencionan que:

Existen varias alternativas para expresar la productividad ... Productividad parcial y productividad total. La productividad parcial es la que relaciona todo lo producido por un sistema (salida) con uno de los recursos utilizados (insumo o entrada). La productividad total involucra ..., a todos los recursos ... utilizados por el sistema. (p.3)

Las variables que se decida controlar van a depender de las necesidades propias de cada compañía y de los componentes del proceso productivo que se consideren críticos. El concepto de productividad podría envolver tantos factores como se considere necesario, siempre en función de determinar la relación entre la producción y

los insumos. La fórmula para calcular la productividad se expresa de la siguiente manera:

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

La figura 5 ilustra la manera de aplicar el concepto.

Figura 5. Cálculo de la productividad

Cálculo Productividad Parcial	=	$\frac{\text{Total Producido}}{\text{uno de los Insumos}}$
Cálculo Productividad Total	=	$\frac{\text{Total Producido}}{\text{Todos los de Insumos}}$

Fuente: elaboración propia.

En el entorno de manufactura, rápidamente se asocia la palabra productividad con la cantidad de unidades completadas en relación con el tiempo de trabajo invertido. Por ejemplo, si en un día de trabajo de 8 horas se ensamblaron 15 piezas, la productividad puede calcularse al dividir 15 entre 8, esto da como resultado 1,87. Lo cual quiere decir que por cada hora de trabajo invertida se ensamblaron 1.87 piezas.

El valor obtenido como resultado no tiene significado, si no se cuenta con un índice para hacer una comparación, dicho de otro modo, es elemental entender qué significa que, por cada hora de trabajo invertida, se ensamblaran 1.87 piezas, determinar si es un valor aceptable para el proceso o no.

Es de suma importancia, por lo tanto, que en la medición de la productividad se tenga claro el índice ideal con el cual deba compararse el resultado, al mismo tiempo, este indicador puede servir como referencia para la mejora continua (Carro y González, 2012b). Una forma de establecer el índice de productividad ideal puede ser determinando cuál ha sido el mejor resultado histórico que el proceso ha demostrado. También podría utilizarse como referencia la relación de producción entre los insumos mínimos requeridos para obtener una ganancia o para que el negocio sea rentable.

La productividad tiene una relación directa con la mejora continua. El objetivo del ingeniero debe ser mejorar dicho indicador en cualquiera de las siguientes maneras:

- Aumentando la producción utilizando los mismos insumos.
- Manteniendo el nivel de producción utilizando menos insumos.
- Aumentando la producción utilizando menos insumos,

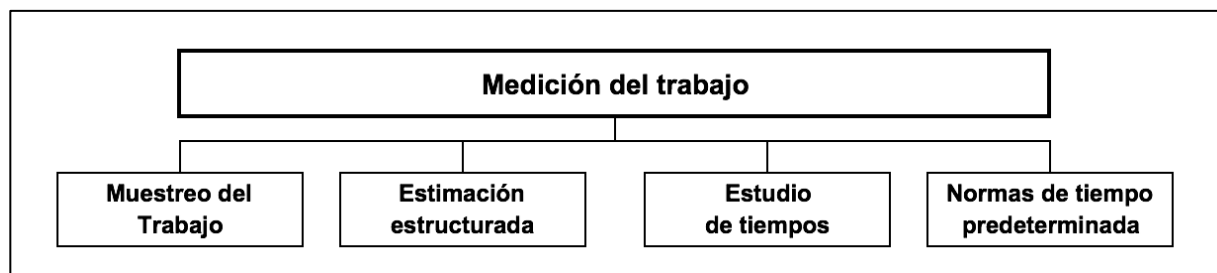
Es fundamental examinar la tendencia de la compañía en lo que respecta a la productividad, realizar comparaciones de resultados en diferentes periodos de tiempo. Esto con el fin de establecer todos los cambios que sean necesarios a fin de mejorar el trabajo, aumentando la productividad y haciendo que la compañía sea más rentable.

Con el afán de mejorar el índice de productividad, es de suma importancia mantener la línea balanceada, para lo cual se requiere tener claro el tiempo estándar de cada operación, el cual se obtiene mediante la medición del trabajo.

2.1.2.1 Medición del trabajo. Estudio de Tiempos

La Organización Mundial del Trabajo (OIT) (2002) menciona: “La medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida” (p.24). La medición del trabajo puede hacerse utilizando varias técnicas, la figura 6 muestra las principales.

Figura 6. Principales técnicas para la medición del trabajo.



Fuente: Organización Mundial del Trabajo (2002).

El muestreo del trabajo es una técnica basada en hacer observaciones aleatorias, en el cual, mediante establecer niveles de confianza y tamaños de muestras, se hace el control estadístico de actividades, este método se basa principalmente en la ley de probabilidades (OIT, 2002). Este proyecto utiliza dicha técnica de medición.

La estimación estructurada utiliza apreciaciones normalmente con base en la experiencia del observador, por lo cual tienden a ser poco confiables. Dichas apreciaciones sirven para determinar el tiempo y la ocurrencia de ciertas actividades. Este proyecto no se basa en esta técnica de medición.

Por otra parte, el sistema de normas de tiempo predeterminadas, cuyo pionero fue Frank B. Gilbreth, es una técnica de medición del trabajo, en la cual se utilizan tiempos determinados para los movimientos humanos básicos, usualmente se necesita una formación especializada para la utilización de esta técnica (OIT, 2012). Cabe mencionar que existen programas o *softwares* basados en esta técnica de medición. Este proyecto no utiliza dicho método de medición.

Por último, se encuentra el estudio de tiempos, este método principalmente se usa para la medición del trabajo. Básicamente, se trata de descomponer el trabajo en los elementos que lo conforman, hacer observaciones y mediciones en condiciones normales, registrar los tiempos y ritmos de trabajo, así como determinar lo que se conoce como el tiempo estándar. Este proyecto se basa en dicha técnica de medición del trabajo.

El estudio se hace, entre otros, con el fin de determinar el tiempo estándar de operación, es decir, el tiempo promedio requerido para elaborar un producto en una estación de trabajo. Rodríguez (2008) afirma: “Es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número de observaciones, el tiempo para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento

preestablecido” (p.251).

Importancia del estudio de tiempos

Mediante el estudio de tiempos, se define el tiempo estándar de cada operación. Esta información se utiliza principalmente para determinar la cantidad de recursos requeridos en la elaboración de un producto, en especial tiempo de trabajo, lo cual se traduce en cantidad de personas. También se utiliza con el fin de determinar la cantidad de equipos, herramientas, personas y otros insumos en el proceso de manufactura y medir la eficiencia (Rodríguez, 2008).

Requisitos

Para realizar el estudio se recomienda utilizar un operario con experiencia en el proceso, no se recomienda utilizar operarios nuevos o que se encuentren en curva de aprendizaje. Se debe tomar en cuenta que el tiempo estándar representa el tiempo que le toma a un operario con un ritmo normal de trabajo realizar una operación.

Cabe mencionar que el estudio podría requerirse en tareas nuevas o en procesos que aún no se han implementado, en ese caso, es importante tomar en cuenta que el operario debe estar familiarizado por completo con la nueva técnica antes de estudiar la operación. Por otra parte, un requisito clave que se debe considerar es que el método debe estandarizarse antes de iniciar el estudio (Esquer, 2013).

Herramientas

El estudio se puede realizar haciendo observaciones en el proceso y tomando muestras de medición utilizando un cronómetro normal o decimal de minutos o segundos, también podría utilizarse cámaras de video como herramientas de apoyo. El estudio de tiempos también requiere del uso de formularios definidos, en los cuales se registra la información obtenida en cada una de las etapas del proceso.

Etapas del estudio de tiempos

La OIT define ocho etapas en el estudio de tiempos las cuales se explican a continuación (OIT, 2012):

1. Conseguir y registrar toda la información posible acerca del proceso en estudio, también acerca del operario quien realiza la tarea y de las condiciones existentes que puedan influir en la ejecución del trabajo. Esta información se documenta mediante el formulario utilizado.
2. Efectuar una descripción completa del proceso, descomponiéndolo en los elementos que lo conforman. Una de las ventajas del diseño de proceso por lotes pequeños, como el de Empaque secundario, es que necesitan descripciones menos detalladas de los elementos.

3. Examinar la descripción del proceso y el desglose de los elementos, con el fin de evaluar si se están utilizando los mejores métodos para realizar la operación, en esta etapa también se define el tamaño de muestra, el cual es muy importante en el estudio de tiempos.
4. Medición del tiempo. En esa etapa se realiza la medición de los elementos desglosados del proceso, el número de mediciones dependerá de las muestras definidas en la etapa anterior. Todos los datos obtenidos se registran en los formularios utilizados en el estudio de tiempos.
5. Determinar la velocidad del operario mientras se efectúa la medición del tiempo; esta valoración la hace el observador con base en su criterio de lo que debe ser el tiempo ritmo normal del trabajo.
6. Con base en la velocidad del operario en la valoración que hace el observador, se convierten los tiempos observados en tiempos básicos.
7. En esta etapa se terminan los tiempos suplementarios que se añadirán al tiempo básico.
8. Finalmente se termina el tiempo propio de la operación.

Determinación del tamaño de muestra

Para determinar el tamaño de muestra: “mediante el método estadístico hay que

efectuar cierto número de observaciones preliminares (n') luego aplicar la fórmula siguiente para un nivel de confianza de 95,45 % y un margen de error de $\pm 5\%$ " (OIT, 2012, p.300).

$$n = \left(\frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - \sum (x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

siendo:

n = tamaño de muestra que se desea determinar

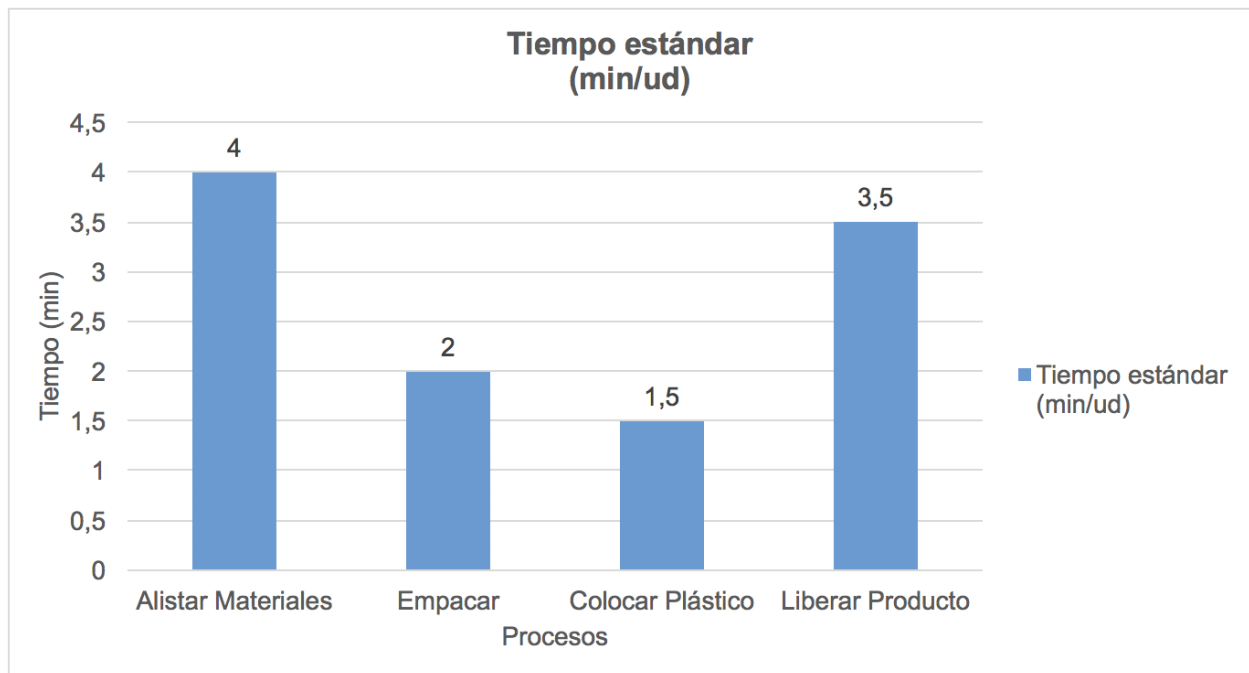
n' = número de observaciones del estudio preliminar

\sum = suma de los valores

x = valor de las observaciones

Una vez que se realiza el estudio de tiempo para cada una de las operaciones, es posible observar las diferencias de tiempo que pueden existir entre ellas. La figura 7 muestra un ejemplo que podría darse en un proceso de empaque.

Figura 7 Ejemplo del estudio de tiempos por operación.



Fuente: elaboración propia.

Es importante recalcar que el tiempo estándar de cada operación es información clave en un proceso de manufactura, Rodríguez (2008) define el tiempo estándar de la siguiente manera: “Es el patrón que mide el tiempo requerido para terminar una unidad de trabajo, utilizando método y equipo estándar, por un trabajador que posee la habilidad requerida, desarrollando una velocidad normal” (p.25).

El tiempo estándar de las operaciones rara vez es igual, por lo cual se requiere balancear los recursos asignados en la línea de producción, de tal manera que se logre la mayor eficiencia en la utilización de los recursos. Para lograrlo se debe emplear la técnica del balance de línea.

2.1.2.2 Balance de línea

El balance de línea es una de las técnicas más importantes en el control de la producción, ya que busca utilizar al máximo los recursos, reducir los tiempos ociosos o tiempos muertos de los procesos. Si se logra establecer el balance óptimo de la línea, los tiempos proceso de todas las estaciones serán exactamente iguales (Moreno y Montealegre, 2013).

El objetivo fundamental de un balance de línea es igualar los tiempos de trabajo en todas las estaciones del proceso, para lo cual se requiere determinar la secuencia óptima de procesar trabajos en una máquina y una buena asignación de las tareas a estaciones u operarios.

Para realizar el balance de línea se requiere de la siguiente información:

- Tiempo estándar de cada operación.
- *Takt Time*.
- *Cycle time*.
- Eficiencia de la operación.

2.1.2.3 Takt time

La palabra *Takt* tiene sus orígenes en el idioma alemán, donde literalmente significa

paso o ritmo. Cuando se habla de *Takt Time* se refiere al ritmo al que se necesita producir para satisfacer la demanda del cliente, eso quiere decir que es el cliente quien establece el ritmo de trabajo del proceso (Rother y Harris, 2001).

Para calcular el *Takt Time* se requiere conocer el tiempo efectivo de trabajo de la compañía y la demanda del cliente, en la figura 8 se muestra un ejemplo de cómo se podría calcular el ritmo de trabajo.

Figura 8. Ejemplo de cálculo del *Takt time*

Takt Time	=	$\frac{\text{Tiempo efectivo de trabajo}}{\text{Demanda del cliente}}$	
Ejemplo	=	$\frac{885 \text{ minutos al día}}{3500 \text{ unidades}}$	= 0,25 min
Significado	:	El cliente compra este producto a un ritmo de 1 unidad cada 0,25 min	

Fuente: elaboración propia.

El *takt time* es información muy importante, al igual que el tiempo estándar y el *cycle time* para realizar el balance de línea.

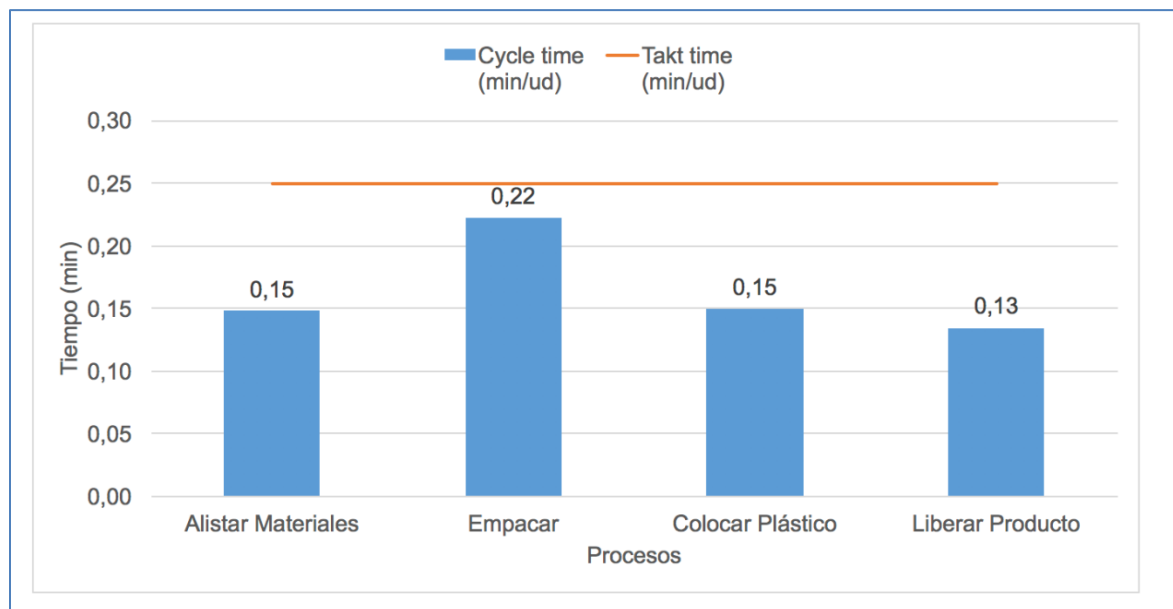
2.1.2.4 *Cycle time*

El *cycle time* representa el ritmo real de producción de una unidad. A diferencia del *takt*

time, el *cycle time* puede ser manipulado. Para aumentar el ritmo real de producción, podría ser necesario agregar operarios al proceso o aumentar el tiempo efectivo de trabajo, mejorar la eficiencia del proceso, entre otros. Si el *cycle time* es menor al *takt time* quiere decir que la compañía produce a un ritmo más rápido que la demanda del cliente, en caso contrario, se puede decir que la compañía no satisface la demanda del cliente (Rother y Harris, 2001).

La figura 9 muestra un ejemplo de lo que podría ser la situación inicial, en un proceso de balance de línea para los procesos de empaque.

Figura 9. Ejemplo de una situación inicial en el proceso de balance de línea



Fuente: elaboración propia.

En la figura anterior, el ritmo de producción real, es decir, *cycle time* para el proceso de Alistar materiales, tomando este como ejemplo, es de una (1) unidad cada 0,15

minutos. El ritmo de demanda del cliente, es decir, *takt time*, es una (1) unidad cada 0,25 minutos, En este caso, se puede concluir que el *cycle time* es menor al *takt time*, por lo tanto, el proceso trabaja a un ritmo más rápido que la demanda del cliente.

2.1.2.5 Eficiencia

Una vez que se definen los tiempos estándar de cada operación, es importante controlar que efectivamente se cumpla dicho tiempo, la eficiencia es una medida relativa donde se compara el desempeño real obtenido contra un desempeño estándar (Mohr, 2012). Es importante tomar en cuenta que no siempre se van a tener las condiciones ideales para la manufactura de los productos, factores en el material, el ambiente o de los mismos operarios, entre otros, podrían provocar que no se cumpla con la tasa de producción diseñada (Hidalgo, 2014).

La tarea del ingeniero de manufactura es controlar la eficiencia, ya que podría afectar el balance de línea.

2.1.3 Manufactura esbelta.

Parte de la problemática del proceso de Empaque secundario en la compañía Allergan tiene que ver con los tiempos muertos, estos están relacionados con los desperdicios existentes en el proceso. La manufactura esbelta, conocida también como *Lean Manufacturing*:

Consiste en la aplicación sistemática y habitual de un conjunto de técnicas de fabricación que buscan la mejora de los procesos productivos a través de la reducción de todo tipo de “desperdicios”, definidos estos como los procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios. (Hernández y Visán, 2013, p.6)

Los principales objetivos de la manufactura esbelta son incentivar la filosofía o cultura de mejora continua que le permita a las compañías reducir sus costos, mejorar los procesos y eliminar los desperdicios. De aquí se desprenden dos conceptos muy importantes en la teoría a saber: desperdicio y valor agregado.

El valor agregado: “Es una actividad que transforma la materia prima o información para satisfacer las necesidades del cliente” (Rajadell y Sánchez, 2010, p.5). Mientras que el desperdicio son todas aquellas; “Actividades que consumen tiempo, recursos y espacio, pero no contribuyen a satisfacer las necesidades del cliente, es decir, no aportan valor al cliente” (Rajadell y Sánchez, 2010, p.5).

2.1.3.1 Teoría de los 7 desperdicios (tiempos muertos)

En todos los procesos y en todas las áreas existen actividades que consumen tiempo, recursos y espacio, pero no contribuyen a satisfacer las necesidades del cliente, la teoría de manufactura esbelta: “identifica varios tipos de “desperdicios” que se observan en la producción: sobreproducción, tiempo de espera, transporte, exceso de

procesado, inventario, movimiento y defectos” (Hernández y Visán, 2013, p.10).

La sobreproducción quiere decir hacer más productos de los que realmente demanda el cliente. Este desperdicio podría esconder los problemas importantes del proceso productivo como, por ejemplo, una mala planificación de la producción o una distribución de la producción no equilibrada en el tiempo, Hernández y Vizán (2013) indican que: “El desperdicio por sobreproducción es el resultado de fabricar más cantidad de la requerida o de invertir o diseñar equipos con mayor capacidad de la necesaria” (p. 23).

Tiempo de espera se refiere a todo aquel tiempo que los trabajadores deben esperar para que les lleguen los materiales, mientras esperan que el producto sea recogido, cuando se presenta el mantenimiento de los equipos. Es cualquier momento en el que el valor no puede ser agregado por causa del retraso (González, 2007).

El desperdicio por transporte se asocia al excesivo movimiento de transportación de material, entre estaciones de trabajo, áreas de producción, bodegas, etc. “Los transportes dependen primordialmente de la distribución en planta, por lo que la mala o inadecuada distribución es la causa fundamental de este desperdicio, que son todas las actividades relacionadas con el traslado de material o herramientas a un lugar determinado para su procesamiento o almacenamiento” (Corredor, 2015, p.25).

El exceso de procesado consiste en añadir funciones adicionales respecto a la que inicialmente fue requerida por el cliente, utilizar recursos para actividades productivas más costosas de lo necesario, devolverse en el proceso para corregir errores, entre otros.

El desperdicio relacionado con el inventario se refiere a la existencia de materia prima o producto en proceso entre operaciones, sin que sea necesario. Muñoz (2014) refiere: “Mantener o comprar materias primas innecesarias, inventario en procesos, productos terminados” (p.34).

El desperdicio relacionado con movimientos es cuando en los procesos de producción y áreas de servicio, los trabajadores tienen que realizar movimientos excesivos para tomar partes productivas, herramientas para poder efectuar su operación. Las causas más comunes podrían ser: baja eficiencia de los trabajadores, métodos de trabajo inadecuados, desorden, entre otros.

El desperdicio derivado de los defectos es uno de los más aceptados en la industria, aunque significa una gran pérdida para la empresa desde varios puntos de vista como, por ejemplo, productividad, ya que incluye el trabajo extra que debe realizarse como consecuencia de no haber ejecutado correctamente el proceso productivo la primera vez. El control de calidad y el uso de técnicas como Jidoka juega un papel muy importante al respecto (Hernández y Vizán, 2013).

2.1.3.2 Cadena de valor VSM

Con el fin de identificar los desperdicios en los procesos de manufactura, se utiliza la técnica de mapeo de la cadena de valor, conocido en el ambiente de manufactura por las siglas VSM (*Value Stream Mapping* por sus siglas en inglés).

El mapa de la cadena de valor es una herramienta de diagnóstico, la cual consiste en un modelo gráfico que representa la cadena de valor, mostrando tanto el flujo de materiales como el flujo de información desde el proveedor hasta el cliente. El VSM facilita, de forma visual, la identificación de las actividades que no agregan valor al negocio con el fin de eliminarlas (Rother y Shook, 1999).

Esta es una herramienta muy flexible y podría enfocarse en el flujo del producto, el flujo de la información o de los materiales. Para realizar el mapeo, es importante tener claro el tiempo estándar de las operaciones, el *takt time*, *cycle time*, personal que se asigna en las operaciones, etc. Actualmente, existen en el mercado diferentes programas de *software* que facilitan la labor de elaboración de estos mapas.

2.1.3.3 Tiempo de ciclo (Lead Time)

Una de las informaciones claves obtenidas al realizar el mapeo de la cadena de valor es el tiempo de ciclo o *lead time*. El tiempo de ciclo corresponde al tiempo transcurrido desde que comienza la orden hasta que se completa el proceso: “es el tiempo que dura

un lote de producción desde que inicia hasta que es confirmado” (Lizano, 2014, p.25).

Puede enfocarse en el tiempo total del proceso desde que el cliente coloca una orden y le es entregada, o bien, en una sección del proceso, por ejemplo, puede tomarse el tiempo que dura una orden desde que comienza el proceso de empaque hasta que termina.

El *Lead time* puede mejorarse si se eliminan los desperdicios identificados mediante el mapeo de la cadena de valor. La filosofía de manufactura esbelta incluye herramientas con las cuales se puede contrarrestar o eliminar los desperdicios, tales como Justo a tiempo (JIT), Jidoka, 5s, entre otros.

2.1.3.4 Justo a tiempo (JIT)

Según Chase, Jacobs y Aquilano (2005): “Justo a tiempo es una serie integrada de actividades diseñadas para lograr un volumen elevado de producción utilizando inventarios mínimos de partes que llegan a la estación de trabajo exactamente cuándo se necesitan” (p.16).

Justo a tiempo se orienta a la eliminación de todo tipo de actividades que no agregan valor, busca tener la pieza correcta, en la cantidad correcta, cuando se

necesita en el proceso productivo, manteniendo un sistema de producción ágil lo suficientemente flexible que dé cabida a las fluctuaciones en los pedidos de los clientes. Kanawat (1996) afirma: “Con el método justo a tiempo, el material se hace avanzar a un puesto de trabajo desde el anterior y en la última instancia, desde el almacén de materias primas” (p.241). Algunos elementos específicos a través de los cuales se implementa la filosofía JIT son: visibilidad, sencillez, flexibilidad, estandarización y organización.

2.1.3.5 Jidoka

Jidoka: “es un término japonés, que significa automatización con un toque humano o autonomación. Esta palabra, que no debe confundirse con automatización, define el sistema de control autónomo propuesto por el Lean Manufacturing” (Hernández y Visán, 2013, p.55).

Bajo el enfoque *Lean*, el objetivo es que el proceso tenga su propio autocontrol de calidad, por lo tanto, cuando se presente una situación anormal que podría ocasionar defectos, el proceso se detendrá, ya sea por el operario o de forma automática, impidiendo que se generen unidades defectuosas o que las mismas avancen en el proceso, equivale a controlar la calidad en la fuente. La técnica Jidoka se puede aplicar de distintas maneras según las necesidades de cada compañía, es importante tomar en cuenta que la gerencia debe tener una gran confianza en sus trabajadores y los empodere del proceso.

2.1.3.6 Cinco S

La metodología de Cinco S está basada en palabras japonesas que comienzan con una S (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke*), esta filosofía se enfoca en trabajo efectivo, organización del lugar y procesos estandarizados de trabajo. Es una práctica aplicable al entorno de trabajo, la infraestructura de la planta, los mantenimientos, equipos, entre otros y tiene excelentes resultados, es sencillo de aplicar y tiene mucha efectividad (Cabrales y Curiel, 2012). A continuación, se describen los conceptos relacionados con la metodología 5 s.

Seiri - Clasificar:

Consiste en retirar del área de trabajo todos los elementos innecesarios, dejando solo aquellos que son requeridos para ejecutar la tarea de acuerdo con el estándar y con calidad, Krajewski, Ritzman y Malhota (2008) definen *Seiri* como: “Separar los elementos necesarios de los que no lo son (incluidas las herramientas, partes, materiales y papelería) y descartar los innecesarios” (p.353).

Seiton – Organizar:

Consiste en organizar los elementos de trabajo, herramientas, materiales y equipos de forma que se facilite la operación. González (2009) lo define: “La organización de los

elementos necesarios de modo que resulten de fácil uso y acceso, los cuales deberán estar, cada uno, etiquetados para que se encuentren, retiren y devuelvan a su posición, fácilmente por los empleados” (p. 94).

Seiso – Limpieza:

Consiste en identificar y eliminar las fuentes de suciedad, asegurando que todos los medios se encuentran siempre en perfecto estado. Lo más importante, además de la limpieza, es mantener las áreas limpias, esto genera un impacto positivo en la productividad de los trabajadores.

Seiketsu- Estandarizar:

Este paso es de suma importancia, sobre todo en los procesos de manufactura, ya que garantiza el cumplimiento de los tiempos estándares de producción. La fase de Seiketsu: “permite consolidar las metas una vez asumidas las tres primeras “S”, porque sistematizar lo conseguido asegura unos efectos perdurables. Estandarizar supone seguir un método para ejecutar un determinado procedimiento de manera que la organización y el orden sean factores fundamentales” (Hernández y Visán, 2013, p.40).

Shitsuke- Disciplina y hábito:

Consiste en trabajar permanentemente de acuerdo con los métodos definidos.

El objetivo central de las 5 S es lograr el funcionamiento más eficiente y uniforme de las personas en el centro de trabajo, el desarrollo de estándares de trabajo, eliminar desperdicios, así como mejorar el entorno de trabajo y las condiciones de seguridad industrial.

2.1.4 Indicadores de proceso.

“El análisis de datos para la evaluación de resultados a través de indicadores es uno de los puntos clave en la implantación de un sistema Lean. La definición de un sistema de indicadores es vital para monitorizar el avance y éxito de la implantación” (Hernández y Visán, 2013, p.94).

Un indicador busca llevar el control de un elemento en específico, el cual es observable y medible, además, puede ser usado para monitorear la mejora que está haciendo el proceso hacia el logro de un resultado específico. Los elementos básicos que debe tener un indicador son: meta o nivel numérico por alcanzar y plazo de tiempo, la fórmula de cálculo, frecuencia con la que se debe medir el indicador y fuentes de datos, responsables y representación gráfica del resultado (Hernández y Visán, 2013).

2.1.4.1 Controles visuales

Los controles visuales se refieren a cualquier mecanismo de comunicación que indique el estado de un indicador con un solo vistazo, permitiendo identificar si está fuera del

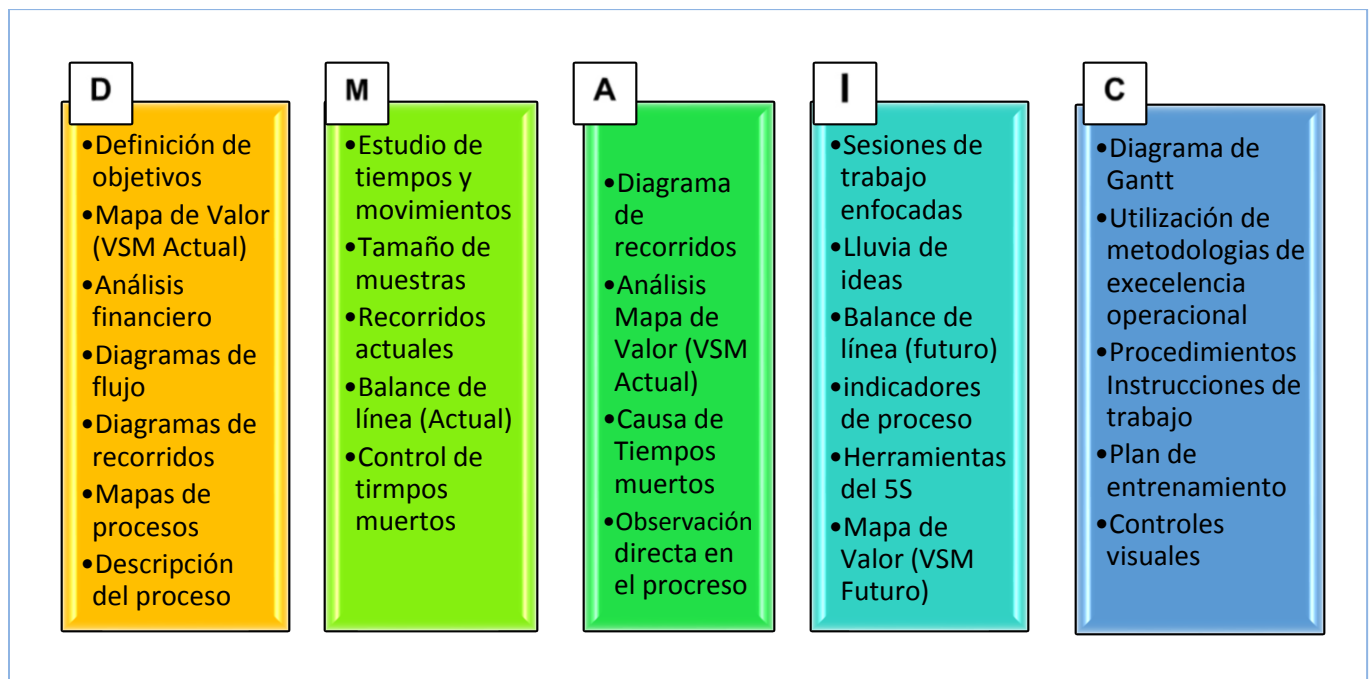
estándar, si cumple con las especificaciones o no. Estos controles sirven de guía para los operarios, con el fin de ver cómo están haciendo su trabajo. Otorgan información clara y permiten reaccionar de forma rápida a los problemas, además, benefician la estandarización de las operaciones.

2.2 MARCO CONCEPTUAL ATINENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO

2.2.1 Metodología DMAIC.

La metodología utilizada como base para la gestión de este proyecto corresponde a DMAIC, esta metodología consta de cinco fases, las cuales son: definir, medir, analizar, mejorar y controlar. La figura 10 muestra las herramientas que se abordan en cada etapa de este proyecto, con base en la problemática definida en la operación de Empaque secundario.

Figura 10. Herramientas que se abordan en cada etapa de DMAIC.



Fuente: elaboración propia.

Pérez y García (2014) mencionan que: “El método aplicado, que se denomina DMAIC (...), utiliza herramientas estadísticas, además de dispositivos que observan las variables de los procesos y sus relaciones, que ayudan a gestionar sus características” (p.90).

2.2.2 Definir.

Es la primera etapa, el objetivo de esta fase es dar a conocer, entender, delimitar, así como mostrar el objeto de estudio y justificación, el alcance y las limitaciones del proyecto. De acuerdo con Ocampo y Pavón (2012): “Es la fase inicial de la metodología, en donde se identifican posibles proyectos de mejora dentro de una compañía y en conjunto con la dirección de la empresa, se seleccionan aquellos que se juzgan más prometedores” (p.2).

Las principales herramientas que se involucran en esta fase del proyecto son las siguientes:

- Definición de objetivos
- Mapa de Valor (VSM Actual)
- Análisis financiero
- Diagramas de flujo
- Diagramas de recorridos
- Mapas de procesos

El diagrama de flujo es la representación gráfica de un proceso. Cada paso se representa con símbolos diferentes que están unidos entre sí con flechas, las cuales indican la dirección del flujo del proceso. La gráfica de flujo del proceso es la más completa de todas las técnicas y cuando está terminada, el ingeniero sabrá más que nadie acerca de la operación de la planta (Meyers y Stephens, 2006).

El diagrama de flujo del proceso es valioso, en especial al registrar costos ocultos no productivos, como distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales.

Diagrama de proceso

Los diagramas de procesos son la representación gráfica de los procesos y una herramienta de gran valor para analizarlos, así como ver en qué aspectos se pueden introducir mejoras. Hay determinadas actividades o acciones que implican una decisión y hacen que el camino seguido por el proceso se divida.

Diagrama de recorrido

El diagrama de recorrido es una representación gráfica de la distribución de la planta y los edificios, la cual muestra la localización de todas las actividades del diagrama de proceso de recorrido.

Su construcción incluye la identificación de cada actividad con el símbolo que la

representa y número correspondiente al que aparece en el diagrama de proceso de recorrido. La dirección del flujo se indica con el sentido de las flechas sobre las líneas. Y su elaboración ideal es sobre un plano existente de la planta donde se realiza el proceso y sobre el cual delinear el flujo del proceso.

Este diagrama indica las posibles áreas congestionadas, los avances y retrocesos del proceso, además, facilita el desarrollo de una mejor distribución de planta.

2.2.3 Medir.

La segunda etapa del DMAIC es la medición, en esta se establecen las técnicas para recolección de los datos acerca del desempeño actual del proceso identificado en la etapa de definición. Las variables que deben medirse son aquellas importantes para el negocio, como características del producto, contenido de mano de obra, tiempos de ciclos, materiales, además de todo lo que sea rentable para mejorar.

Las principales herramientas que se involucran en esta fase del proyecto son las siguientes:

- Estudio de tiempos y movimientos
- Tamaño de muestras
- Recorridos actuales
- Balance de línea (Actual)

- Control de tiempos muertos

2.2.4 Analizar.

El objetivo de esta etapa es entender por qué se generan los desperdicios, enfocándose en las oportunidades de mejora al observar más de cerca la información, analizar y encontrar fuentes de mejora. Se debe analizar la información recolectada para determinar cuáles son las posibles causas de los desperdicios encontrados que están afectando el cumplimiento de los indicadores.

Al final de esta etapa se deben encontrar las variables asociadas al proceso que se consideran vitales para determinar las mejoras. Las principales herramientas involucradas en esta fase del proyecto son las siguientes:

- Diagrama de recorridos
- Análisis Mapa de Valor (VSM Actual)
- Causa de tiempos muertos
- Observación directa en el proceso

2.2.5 Mejorar.

En esta etapa se ponen en marcha las ideas generadas luego del proceso de análisis.

Es importante recalcar que, para lograr la mejora, la organización debe comprometerse (Herrera y Fontalvo, 2011).

Como parte de la filosofía de manufactura esbelta, se mencionan ciertas herramientas que permiten desarrollar de una manera adecuada las ideas de mejora que se tengan. Las principales herramientas involucradas en esta fase del proyecto son las siguientes:

- Sesiones de trabajo enfocadas
- Lluvia de ideas
- Balance de línea (futuro)
- Indicadores de proceso
- Herramientas del 5S
- Mapa de Valor (VSM Futuro)

2.2.6 Controlar.

En esta etapa se pretende asegurar que, una vez estabilizado el nuevo proceso, las condiciones de este se van a mantener a través del tiempo. Es necesario mantener un sistema de control para prevenir la repetición de los problemas, impedir que las mejoras se olviden, mantener el desempeño del proceso y aumentar la mejora continua.

Las principales herramientas que se involucran en esta fase del proyecto son las siguientes:

- Diagrama de Gantt
- Utilización de metodologías de excelencia operacional
- Procedimientos e instrucciones de trabajo
- Plan de entrenamiento
- Controles visuales

2.3 MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO

La identificación y reducción o eliminación de desperdicios provocan que se tenga una mejor productividad, por ende, se logre aumentar la capacidad del proceso, es decir, producir más unidades. Esto sería beneficioso si el mercado desea comprar los productos, en cuyo caso significaría mayores ganancias. Por otra parte, en caso de que el mercado no requiera el producto, la ejecución del proyecto implicaría una reducción de los recursos utilizados o lo que es igual, reduciría los costos de manufactura.

Este proyecto está orientado a la reducción de costos en la manufactura del producto.

2.3.1 Costos.

Un costo se puede definir como un sacrificio o utilización de recursos para un propósito en particular, en este caso, la elaboración de un producto. Las compañías actuales trabajan continuamente para reducir el costo de los productos; la globalización y el aumento de la competencia provocan que las empresas deban buscar formas en las cuales se logre la reducción de los costos, manteniendo la calidad de los productos.

Es de suma importancia, sobre todo en empresas de manufactura, tener claro el costo de fabricación de producto, puesto que el aspecto monetario es el recurso vital

para cualquier empresa. Un buen estimado de costos abre las posibilidades de éxito en el cumplimiento del proyecto (Pearce, 2000),

2.3.2 Clasificación de los costos

Costo de producción: “Son los que se generan en el proceso de transformar las materias primas en productos elaborados. Son tres elementos los que integran el costo de producción: materia prima directa, mano de obra directa y cargos indirectos” (Robles, 2012, p.11).

Costo de materia prima: se refiere al importe de todos los materiales que pueden identificarse cuantitativamente dentro del producto, por ejemplo, las cajas, los libros, los componentes, las etiquetas, entre otros.

Costo de mano de obra directa: es la retribución en salario o en especie, se paga al personal que trabaja directamente en la transformación de la materia prima en un producto final. En el caso de Allergan, se refiere a los operarios de línea, el personal de soporte de línea, los inspectores de calidad, los monitores de proceso y los encargados del transporte de materiales, conocidos como *material handler*.

Costos por cargos indirectos: son aquellos costos distintos al material directo y mano de obra directa, los cuales se usan en el proceso de transformación de la

materia prima en producto final. Algunos ejemplos de ellos son los suministros de limpieza de líneas de trabajo, electricidad de las máquinas, entre otros.

2.3.3 Evaluación económica del proyecto.

La evaluación financiera del proyecto se hace con el propósito de analizar el costo o beneficio en el uso de recursos destinados a ejecutar un proyecto, los cuales están presupuestados para la ejecución de la mejora o reducir desperdicios. Los criterios que se utilicen deben garantizar la eficiencia financiera, económica, social y ambiental (Espinoza, 2008).

Los que se realicen son importantes para obtener estimaciones certeras de lo que se espera que ocurra al realizar un proyecto de inversión. Algunos criterios básicos por evaluar son los siguientes:

Relación Beneficio Costo (RB/C): la relación RB/C se utiliza para evaluar proyectos de desembolsos capitalizables. Lo primero es comprobar el índice de utilidad. Se calculan dividiendo el valor presente de las entradas a caja en un proyecto entre la inversión neta en este. Si la razón B/C es mayor a uno, el proyecto es aceptable; de otra manera debe rechazarse (Montalván, 2004).

Flujos de efectivo: es uno de los elementos básicos del análisis, la planeación y las decisiones de asignación de recursos. Los flujos de efectivo permiten conocer cuánto se recobra, periodo a periodo, como retribución al efectivo “invertido”. Se analizan, según la etapa del proyecto, a saber: flujos de efectivo asociados a la inversión inicial, como la compra de materiales o maquinaria; flujos de efectivo operativos, como la mano de obra necesaria para que el proyecto entre en operación y flujos de efectivo asociados al final de la vida útil del proyecto, como la depreciación (Montalván, 2004).

Valor Actual Neto (VAN): este permite conocer el valor de una cantidad futura, pues indica el valor del dinero expresado en su poder de compra hoy. También se define como la diferencia entre los flujos de caja del proyecto y la inversión realizada. Se pueden dar tres recomendaciones con base en el resultado de este análisis (Agüero, 2015).

- Si el VAN es mayor a 0, entonces se recomienda invertir en el proyecto.
- Si el VAN es igual a 0, es indiferente entre invertir o no en el proyecto, no hay creación de valor, aunque se alcanza el costo de capital.
- Si el VAN es menor a 0, no se recomienda invertir en el proyecto.

Tasa Interna de Retorno (TIR): es la tasa de retorno promedio generada por los flujos de caja con respecto a la inversión realizada. Se calcula obteniendo la tasa que permite igualar el valor actual de los flujos de caja con la inversión realizada. También se define como la tasa de descuento, la cual hace que el valor presente neto de un

proyecto sea exactamente igual a cero. Si la TIR de un proyecto es mayor que el costo de capital, el proyecto es aceptable; en caso contrario, debe rechazarse (Agüero, 2015).

Período de recuperación (PR): es el número de años que necesita una empresa para recuperar la inversión neta. Se obtiene al calcular el número de años requeridos para que los flujos de entrada de efectivo sean iguales a los flujos de salida. (Montalván, 2004).

CAPÍTULO III
MARCO METODOLÓGICO

3.1 METODOLOGÍA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En esta sección se presenta la metodología utilizada para desarrollar el proyecto, se muestran aspectos tales como el tipo de trabajo, recursos utilizados, fuentes de información, variables estudiadas, análisis realizados y las principales técnicas de la Ingeniería Industrial que se aplicaron para analizar y resolver la problemática en la operación de Empaque secundario.

3.1.1 Enfoque del proyecto.

Los enfoques cuantitativo, cualitativo y mixto son, hasta ahora, las mejores formas diseñadas para investigar y generar conocimientos. Constituyen posibles elecciones y resultan igualmente valiosos para enfrentar problemas de investigación. Este proyecto se basa en el enfoque mixto, este tipo de visión no busca reemplazar a la investigación cuantitativa o cualitativa, sino que utiliza las fortalezas de ambos, combinándolas de tal manera que se minimicen sus debilidades potenciales.

3.1.2 Tipo de estudio.

Se tienen diferentes tipos de estudio: exploratorio, descriptivo y explicativo. Este proyecto obedece al tipo descriptivo, ya que busca describir el fenómeno a través de sus características, para medir independientemente cada una de ellas. En el proyecto se describe la situación actual del proceso de Empaque secundario para analizar cada

una de las variables e interpretar los datos recolectados, con el fin de solucionar problemas.

3.1.3 Finalidad del proyecto.

Este trabajo se desarrolla bajo una finalidad aplicada, el objetivo es resolver el problema utilizando los conocimientos y datos obtenidos. De esta forma, se darán soluciones y recomendaciones para aumentar la productividad y así lograr una estabilidad proceso.

3.1.4 Dimensión.

La dimensión de este estudio es transversal, dado que se realizan los estudios del proyecto en un momento y espacio específico, además, se pretende solucionar la problemática en un momento dado, debido a que se van a analizar los datos obtenidos desde setiembre 2017 hasta marzo 2018.

3.1.5 Métodos.

A continuación, se describen los métodos empleados para el análisis, síntesis y documentación del proyecto.

Método de Análisis: el análisis del proyecto es objetivo, sistemático y cuantitativo. La información obtenida de las diferentes técnicas y fuentes que se estudiaron y los datos numéricos se procesaron para conseguir una mejor comprensión, utilizando esquemas, tablas y gráficos de las diferentes variables, logrando una efectiva visualización e interpretación de los datos.

Método de Síntesis: una vez concluido el análisis del proyecto, integrando todas las características, se tomaron los resultados y se realizaron las relaciones entre la teoría expuesta y el análisis resultante. Se infieren las conclusiones adecuadas al proyecto, obteniendo, por lo tanto, la solución al problema expuesto.

Documental: se utilizan como fuente principal los registros históricos aportados por la empresa, además de los procedimientos correspondientes al proceso de Empaque secundario. También se consultan proyectos referentes al tema en estudio.

Se utilizan los registros que contienen información documentada del proceso en estudio, tales como reportes mensuales de finanzas, gráficos de control, manuales de procedimientos del proceso y datos de indicadores de la planta. Lo anterior permite describir, explicar, analizar y comparar, el comportamiento del proceso en estudio, para obtener soluciones al problema. Como parte del sostén de la mejora a través del tiempo, se modifican los procedimientos actuales y se documentan los cambios realizados utilizando los sistemas internos de la compañía.

3.1.6 Sujetos y fuentes de información.

Seguidamente, se describirán los sujetos y fuentes de investigación utilizados con el fin de obtener los datos requeridos para el desarrollo de este proyecto.

Las fuentes primarias proporcionan datos de primera mano, pues se trata de documentos que incluyen los resultados de los estudios correspondientes. En este trabajo se refiere a los libros, tesis, documentos oficiales, artículos periodísticos, entre otros. Las fuentes secundarias son aquellas que no tienen como objetivo principal ofrecer información, sino indicar qué fuente o documento la puede proporcionar.

Los sujetos de información se refieren a las personas a las cuales se les consultó durante el proceso, con el fin de obtener información necesaria para el desarrollo del proyecto. Para esta investigación, se consultó a las personas encargadas de liderar el área (líder, supervisor, entrenador), además, a los operarios que ejecutan el proceso, los mismos constituyen una fuente principal de información, ya que son ellos quienes poseen el conocimiento detallado de las tareas.

3.1.7 Población y muestra.

La población que sirvió como objeto de estudio corresponde a todo el personal de Empaque secundario. La muestra para el estudio de tiempos fue definida con base en el método estadístico.

3.1.8 Herramientas utilizadas para la definición del problema.

Para la definición del problema, se privilegiaron las herramientas que emplea el sistema de manufactura esbelta, ya que la problemática de Empaque secundario se relaciona con la reducción de los desperdicios, con el fin de mejorar el indicador de productividad y reducir el tiempo de ciclo del proceso. Las herramientas empleadas en esta etapa de definición del problema son las siguientes:

- Mapa de Valor (VSM Actual)
- Análisis financiero
- Diagramas de flujo
- Diagramas de recorridos
- Mapas de procesos

3.2 METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO DEL PROYECTO

A continuación, se explican los métodos de recolección, medición y respaldo cualitativo del proyecto.

3.2.1 Herramientas de recolección de datos.

La información requerida para el desarrollo del proyecto se obtuvo principalmente del uso de herramientas de manufactura esbelta, tales como:

- Mapa de Cadena de Valor (VSM)
- Control de tiempos muertos
- Diagramas de recorrido
- Consulta al personal del área
- Observación directa en el proceso
- Estudio de tiempos
- Balance de línea (Actual)

Para el desarrollo de estas herramientas, se hicieron las consultas a los trabajadores y se logró una mayor recolección de datos e información precisa y detallada de la situación actual.

3.2.2 Metodología para el procesamiento y análisis de datos.

Los datos obtenidos en la fase de recolección fueron procesados utilizando herramientas tales como Excel de Microsoft, para el desarrollo de gráficos y el cálculo de los mismos. Adicionalmente, se utilizó el programa Visio de Microsoft, para el desarrollo de los diferentes diagramas, por último, se utilizó el sistema Autocad de Autodesk, con el fin de establecer las posibles modificaciones en la distribución del proceso. Todos los datos recolectados fueron analizados y discutidos por un equipo de trabajo conformado por los departamentos de Calidad, Manufactura, Ingeniería, Procesos y operarios del área.

3.2.3 Determinación de variables de éxito del proyecto.

Los principales indicadores que definen el éxito del proyecto son los siguientes:

- Indicador de productividad
- Indicador de tiempos muertos
- Tiempo de Ciclo (*Lead time*)

3.3 METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA

Con base en los resultados de la medición y análisis de los datos, se procede a definir las mejoras del proceso. A continuación, se describe la metodología y las herramientas utilizadas para definir la mejora en el proceso de Empaque secundario.

3.3.1 Herramientas utilizadas para la propuesta de mejora.

Las herramientas utilizadas del sistema de manufactura esbelta tienen la ventaja de que son utilizadas a través del proceso de medición y propuestas de mejora relacionadas con la reducción desperdicios, por lo tanto, se convierten en las ideales y se le da continuidad al uso de las mismas. Las herramientas principales en esta fase del proyecto son las siguientes:

- Matriz esfuerzo beneficio
- Diagrama de Gantt
- Balance de línea (futuro)
- Indicadores de proceso
- Herramientas del 5S
- Mapa de Valor (VSM Futuro)

Otro de los recursos clásicos que se utiliza en esta etapa del proyecto es la Lluvia de ideas. Se realizaron sesiones con el fin de escuchar propuestas, principalmente de

las personas que laboran directamente en el proceso, para identificar los posibles desperdicios e ideas de mejora.

3.3.2 Metodología para desarrollar la propuesta de mejora.

Una vez completada la etapa de diagnóstico de la situación actual, se procedió a determinar por medio de sesiones de trabajo enfocadas, cuáles podrían ser las mejoras por realizar en el área, con el fin de reducir los desperdicios identificados. Con base en el uso del mapeo de la Cadena de Valor (VSM), se fueron colocando las oportunidades de mejora discutidas por el equipo. Cada oportunidad se coloca en el VSM utilizando una estrella que identifica el punto del proceso donde se encuentra la mejora.

3.4 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

Una vez definidas las acciones de mejora, se procedió a realizar una evaluación con base en esfuerzo y beneficio que implica ejecutar cada una de las propuestas de mejora relacionadas con el proceso de empaque secundario.

3.4.1 Herramientas utilizadas para la propuesta de mejora.

Las herramientas utilizadas en esta fase del proyecto son las siguientes.

- Matriz esfuerzo beneficio
- Diagrama de Gantt
- Indicadores de proceso
- Mapa de Valor (VSM Futuro)

3.4.2 Metodología de implementación de las propuestas planteadas.

Para cada una de las propuestas, se establece el desglose de tareas relacionado con la implementación de la actividad; adicionalmente, se desarrolla un Gantt. Una vez completadas estas acciones, cada propuesta se somete al proceso de evaluación por parte del equipo de directores de la compañía.

3.4.3 Mecanismo de la empresa para la implementación de acciones.

La empresa cuenta con una metodología de selección y categorización de los proyectos. El proceso consiste en llevar la propuesta al equipo de directores, con el fin de definir el nivel de prioridad que se le asigna a implementar la acción, así como los recursos y presupuesto. En caso de que la ejecución de las acciones de mejora sea aprobada, se debe llevar seguimiento detallado del proceso de implementación.

3.5 METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE RESULTADOS.

Una vez aprobadas las acciones de mejora, se procede a definir los controles para el aseguramiento, control y seguimiento de resultados. Los métodos utilizados en Allergan para acciones de esfuerzo bajo son la pizarra de rendición de cuentas. Para proyectos más grandes que involucran muchos recursos se utiliza el método de *KOP*. Este método consiste en presentaciones sistemáticas cada 15 días al equipo de directores, quienes llevan el control directamente.

3.5.1 Herramientas utilizadas para seguimiento y control.

Las herramientas utilizadas en Allergan en esta fase del proyecto son las siguientes.

- Pizarras de rendición de cuentas
- Reuniones de seguimiento
- Controles visuales
- Indicadores de proceso
- Hojas de Trabajo Estándar
- Procedimientos Instrucciones de trabajo

- Plan de entrenamiento
- Controles visuales

3.5.2 Metodología para la sostenibilidad de las mejoras.

Una vez ejecutadas las mejoras, se procede con la reunión de cierre del proyecto y se revisan entregables contra los objetivos planteados, en caso de cumplir con todos los requisitos, se realiza el cierre del proyecto. Las mejoras definidas pasan a formar parte del proceso normal de manufactura, en el cual quedan sujetas al sistema de control y seguimiento de resultados propios del área.

3.5.3 Mecanismo de la empresa para garantizar implementaciones exitosas.

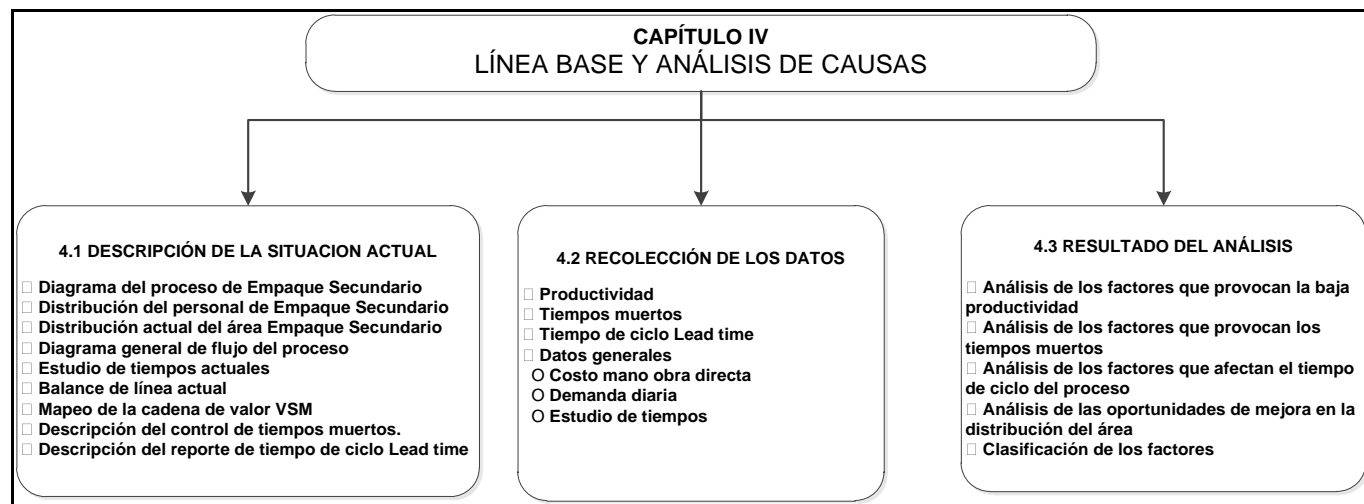
Como parte del control interno de la compañía, todos los cambios en los procesos de trabajo se registran por medio de un ECO (*Engineer Change Control*). Este control permite rastrear los cambios ejecutados como parte de un proyecto de mejora y hace que, antes de ejecutar un proyecto nuevo en el área, primero se tenga que revisar los cambios generados del proyecto anterior. Finalmente, cada proyecto se almacena en el centro de documentación.

CAPÍTULO IV
LÍNEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSAS

4.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Este capítulo se compone de tres secciones en las cuales se desarrolla el diagnóstico de la situación actual y se presentan los resultados. El contenido de este capítulo es equivalente a las secciones de Medir y Analizar de la metodología DMAIC. Se incluyen los datos cuantitativos que respaldan el proyecto, apoyados con diagramas que describen y clarifican la situación actual del proceso. La figura 11 muestra la estructura del capítulo.

Figura 11. Estructura del capítulo IV.



Fuente: elaboración propia.

El objetivo general del proyecto es aumentar la productividad, reducir los tiempos muertos y el tiempo de ciclo del proceso en el área de Empaque secundario, mediante el análisis del flujo del material y estudio de tiempos y movimientos de las tareas.

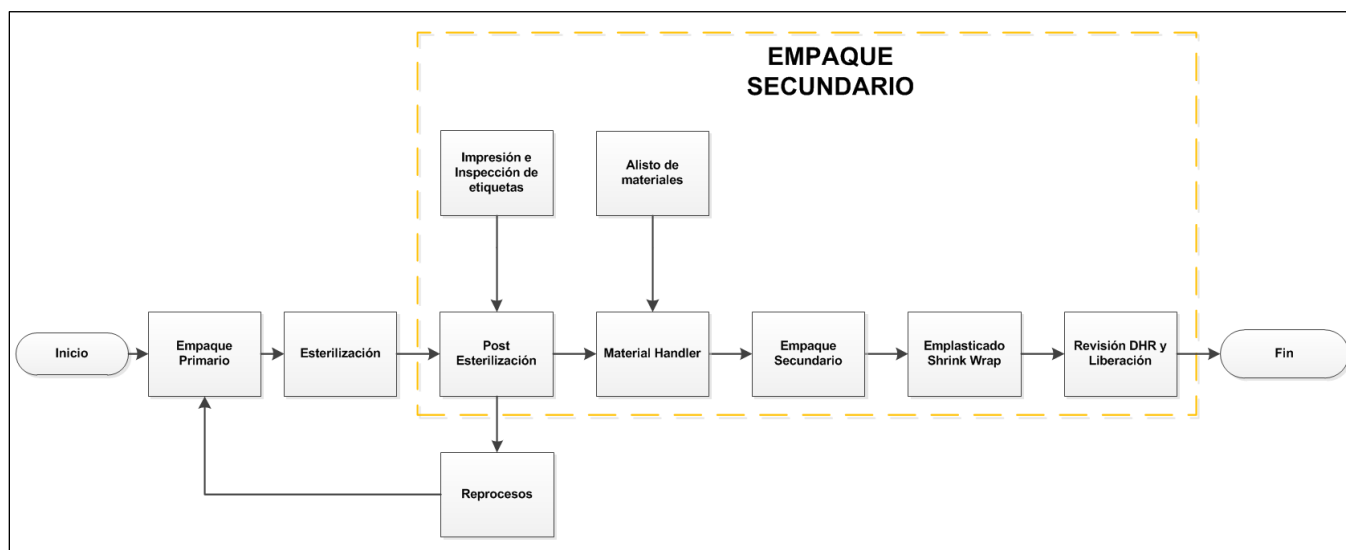
Con base en lo anterior, primeramente, se procede a realizar el análisis de flujo del material. Para este análisis, se utilizaron las herramientas que emplea el sistema de manufactura esbelta, especialmente el mapeo de la cadena de valor (VSM), ya que tienen completo enfoque a la eliminación o reducción de desperdicios en el proceso. Posteriormente, con base en este análisis, se determinan las oportunidades de mejora en relación con aumentar la productividad, reducir los tiempos muertos y el tiempo de ciclo del proceso en el área de Empaque secundario.

Se realizaron dos sesiones de trabajo que involucraron al supervisor de Producción, operarios de manufactura, Ingeniería de procesos, Calidad, Mantenimiento y Facilidades. Estas sesiones se llevaron a cabo con el fin de construir la cadena de valor actual. Primeramente, el equipo de trabajo se centró en definir el estado actual utilizando diagramas de proceso e información de los indicadores presentes del área. A continuación, se demuestra el resultado obtenido en dichas sesiones de trabajo.

4.1.1 Diagrama del proceso de Empaque secundario.

En esta sección se describen las siete operaciones principales que componen el proceso de empaque secundario. A continuación, se presenta, mediante la figura 12, el diagrama de proceso de Empaque secundario, seguido de una descripción breve de cada operación.

Figura 12. Diagrama de proceso de Empaque secundario



Fuente: elaboración propia.

4.1.1.1 Impresión e Inspección de etiquetas

En esta operación se imprimen las etiquetas que se van a colocar en las cajas finales del producto, esta actividad ocurre mientras el producto se encuentra en el proceso de esterilización, el cual dura aproximadamente 28 horas. Esta es la primera operación que se realiza en el área de Empaque secundario. Es importante resaltar que las personas que realizan esta operación deben hacerlo con sumo cuidado y verificar que toda la información impresa se lee bien y no se tienen defectos en la etiqueta, los cuales puedan afectar la trazabilidad del producto. Por decisión del supervisor del área, esta operación no forma parte del alcance de este proyecto.

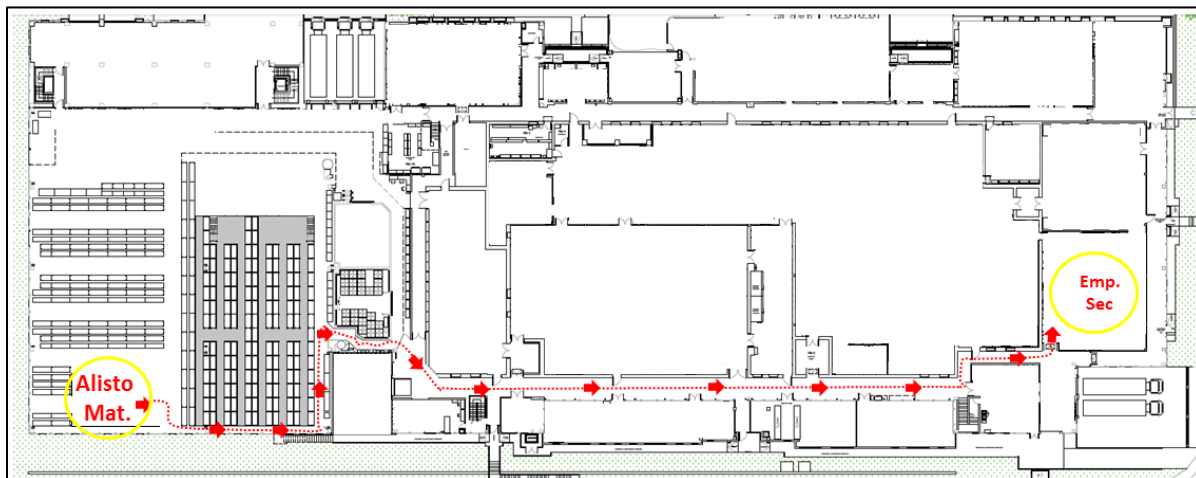
4.1.1.2 Alisto de materiales

En esta operación se alistan los materiales requeridos en el Empaque secundario del producto. Mientras el producto se encuentra en el proceso de esterilización, se aprovecha para realizar el alisto de los materiales que se van a usar hasta el día siguiente, es decir, se tiene un día de inventario en proceso. Cabe mencionar que, en algunas ocasiones, el material se encuentra dañado o sucio al momento de ser utilizado en la operación de Empaque secundario, por lo cual debe ser reemplazado, generando atrasos en la línea de empaque.

Por otra parte, es importante resaltar que el área de Alisto de materiales se encuentra a 95 metros aproximadamente del área de Empaque secundario. Durante el día de trabajo, es necesario realizar desplazamientos entre las áreas para realizar devoluciones de materiales. La figura 13 muestra el desplazamiento que deben realizar los operarios entre las operaciones.

Actualmente, no se cuenta con el espacio suficiente para realizar el alisto de los materiales en el área de Empaque secundario. En este proceso se asignan cuatro (4) operarios por turno y el tiempo estándar de la operación es de 0.77 minutos por unidad.

Figura 13. Desplazamiento entre Alisto y Empaque secundario



Fuente: elaboración propia.

4.1.1.3 Post Esterilización

Una vez que finaliza el proceso de esterilización, se realiza una inspección visual al 100 % de las unidades, con el fin de asegurar que el empaque primario cumple con las especificaciones de calidad, en caso de encontrar un empaque defectuoso, el mismo debe ser devuelto a Empaque primario. Esta devolución genera una diferencia entre los materiales que se alistaron para la orden de trabajo en el proceso de Alisto de materiales y la cantidad de unidades que llegan al proceso de Empaque secundario. Dado el tiempo requerido para realizar la devolución de los materiales que no van a ser utilizados, esta función la realiza el operario conocido como *material handler*.

En este proceso se asignan tres (3) operarios por turno y el tiempo estándar de la operación es de 0.61 minutos por unidad.

4.1.1.4 Material handler

La función principal del operario conocido como *material handler* es realizar la devolución de los materiales que no se van a utilizar en el proceso de Empaque secundario, debido a las unidades defectuosas que son devueltas a Empaque primario para ser reprocesadas.

Por otra parte, este operario cumple la función de buscar los materiales que pertenecen a la orden de trabajo y llevarlos a la estación de trabajo del operario de empaque secundario, dichas estaciones se encuentran dispersas en el área según se muestra en la figura 15. En este proceso se asigna un (1) operario por turno y el tiempo estándar de la operación es de 0.042 minutos por unidad.

4.1.1.5 Empaque secundario

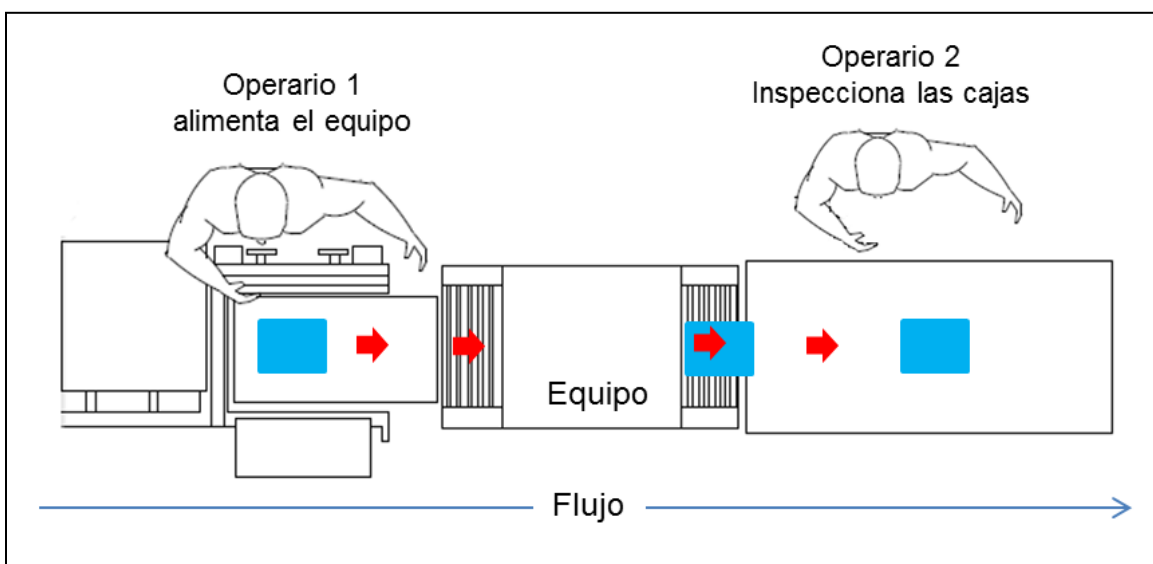
Este proceso es el corazón del área, consiste en realizar el empaque final del producto, colocarle las etiquetas y verificar que coinciden con el producto que se está empacando. Se cuenta con suficientes controles de calidad en el proceso, tales como verificación de conteo de línea y también controles del sistema, como la triangulación, la cual consiste en escanear la etiqueta y el UDI (Identificación Única del Dispositivo) del producto, esto con el fin de evitar que le llegue un producto incorrecto al cliente.

En este proceso se asignan ocho (8) operarios por turno y el tiempo estándar de la operación es de 1.640 minutos por unidad.

4.1.1.6 Emplastizado Shrink Wrap

Esta operación consiste en envolver la caja en plástico termoencogible, una vez que se encuentra empacado. Se utiliza un *conveyor* que trabaja a una temperatura de 50 grados Celsius a una velocidad de 6.5 metros por minuto. Usualmente, se asignan dos personas en la operación, una de ellas se encarga de alimentar el equipo, mientras que la otra se encarga de inspeccionar las cajas según se muestra en la figura 14.

Figura 14. Proceso de emplastizado Shrink Wrap



Fuente: elaboración propia.

En este proceso se asignan (2) operarios por turno y el tiempo estándar de la operación es de 0.262 minutos por unidad.

4.1.1.7 Revisión DHR y Liberación

En este proceso se revisa la documentación de cada orden de trabajo y si cumple con los requerimientos regulatorios, se libera el producto. Esta operación la realiza el personal del departamento de Calidad y no fue tomada en cuenta para efectos de este proyecto, por decisión del supervisor del área.

4.1.2 Distribución del personal en Empaque secundario.

Tal como se mencionó en la sección anterior, este proyecto está enfocado en las operaciones de Alisto de materiales, Post Esterilización, *Material handler*, Empaque secundario y Envoltura de la caja conocido como *Shrink Wrap*. En estas operaciones laboran un total de 18 personas por turno y se tienen dos turnos de trabajo. Turno A labora de 6 a.m. a 3:30 p.m. y Turno B labora de 3:30 p.m. a 10 p.m.

La tabla 2 muestra la distribución actual del personal de Empaque secundario de acuerdo con el informe del supervisor del área en la semana del 08 al 13 de enero de 2018. Se resaltan las operaciones en las cuales se centraliza el desarrollo de este proyecto. El Líder y Superuser forma parte del personal de soporte para el supervisor, en la administración del área.

Tabla 2. Distribución del personal de empaque secundario.

Puesto	Turno A	Turno B	Total
Líder	1	1	2
Superuser	1	1	2

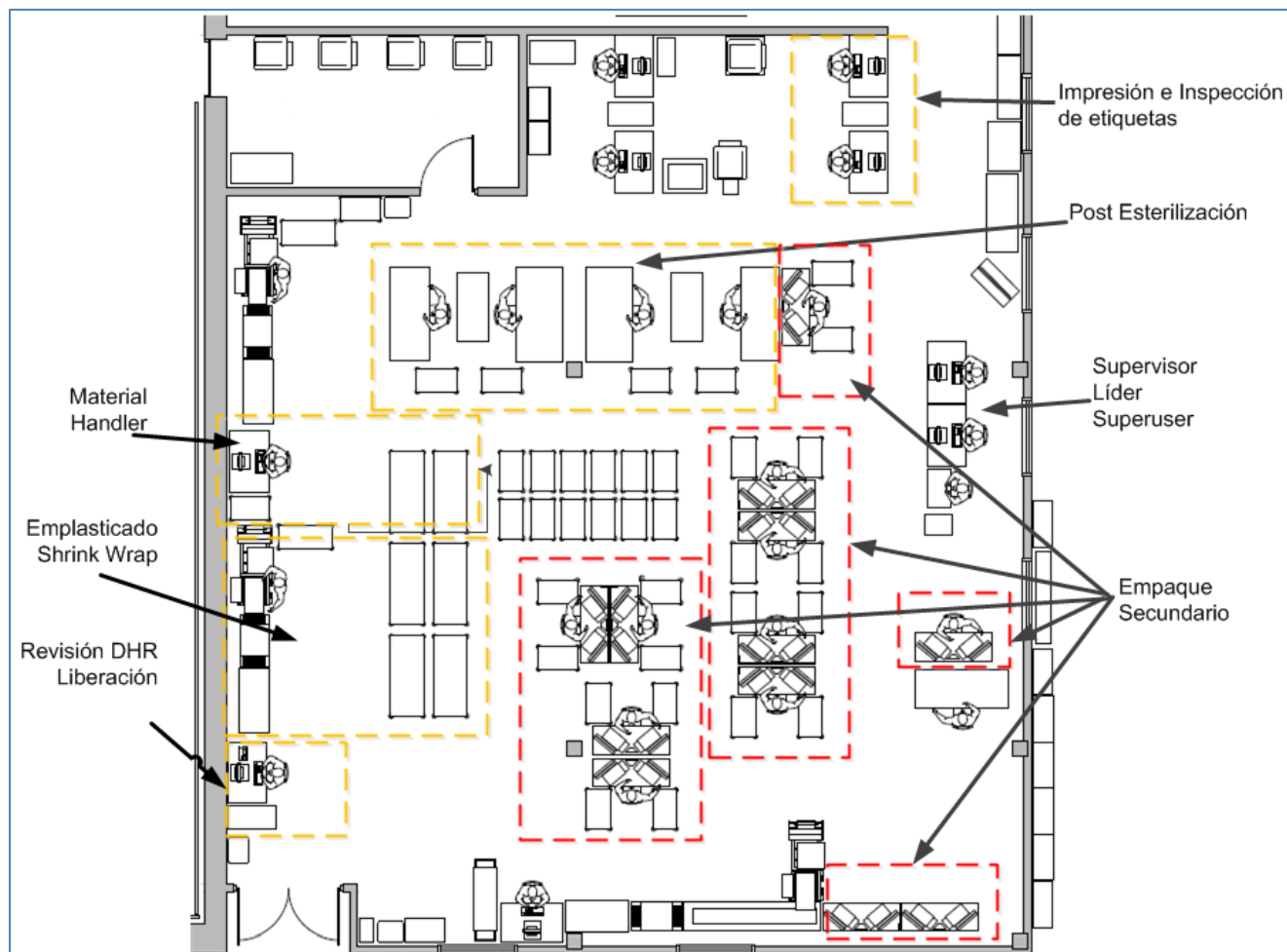
Clerk de Impresión de Etiquetas	2	2	4
Operarios de Alisto	4	4	8
Post Esterilización	3	3	6
Material Handler	1	1	2
Operario de Empaque	8	8	16
Operario de Shrink Wrap	2	2	4
Revisión DHR y Liberación	1	1	2
Total	23	23	46

Fuente: Datos suministrados por el supervisor del área.

4.1.3 Distribución actual del área Empaque secundario.

La figura 15 expone la ubicación de los procesos descritos anteriormente del área de Empaque secundario. El área está compuesta por estaciones y celdas de trabajo distribuidos tal como se muestra a continuación.

Figura 15. Distribución actual del proceso Empaque secundario

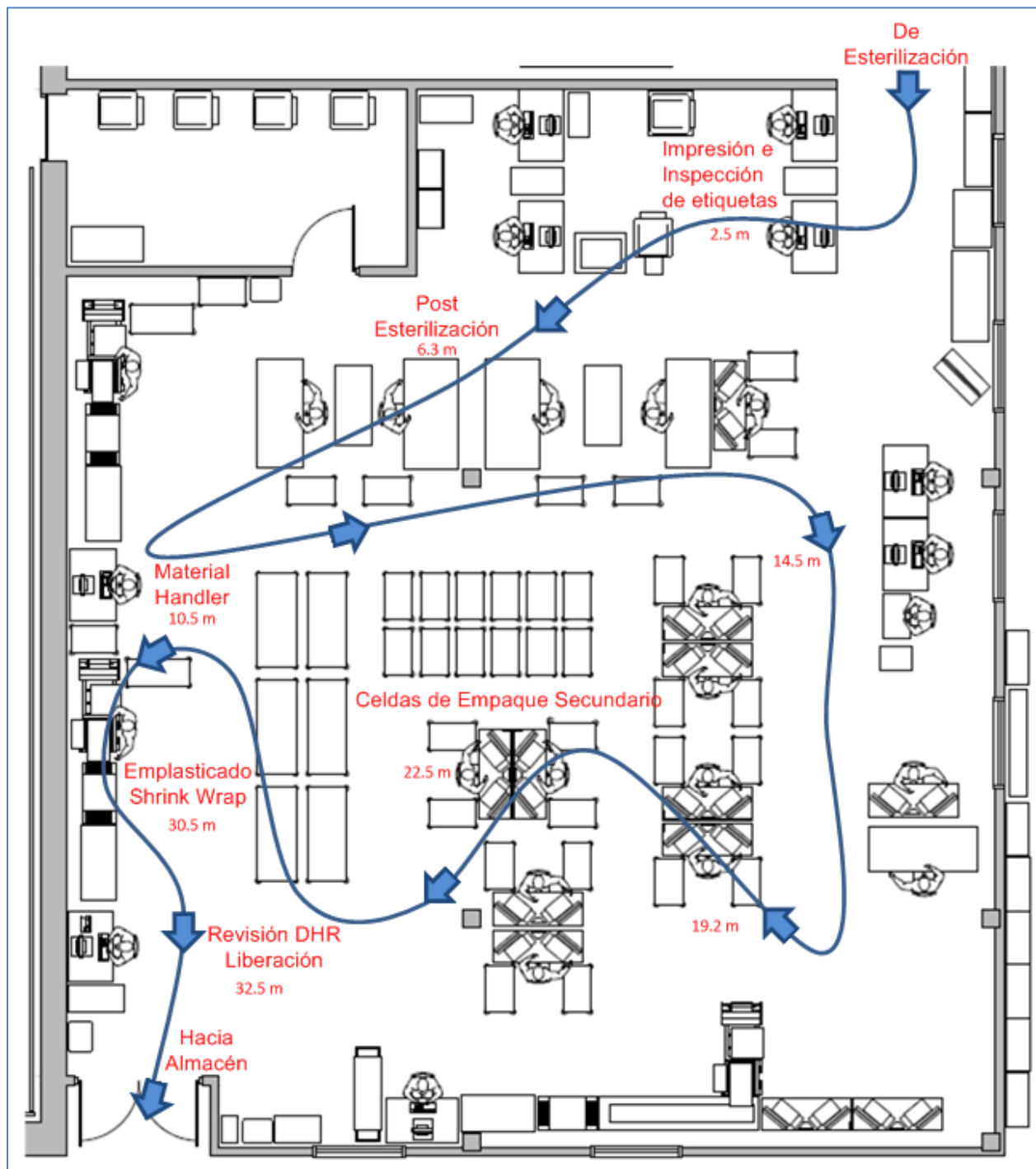


Fuente: elaboración propia.

4.1.4 Diagrama general de flujo del proceso.

A continuación, se muestra por medio de la figura 16, el flujo general del producto, a través de los procesos descritos, desde que sale del esterilizador hasta que se envía al almacén.

Figura 16. Flujo general del producto



Fuente: elaboración propia.

Como se puede apreciar, el producto no sigue un flujo lineal con sentido, sino que se desplaza por toda el área de Empaque secundario.

4.1.5 Estudio de tiempos actuales.

Con base en los estudios de tiempos vigentes, suministrados por el ingeniero de Estándares, se obtuvo la información del tiempo estándar de cada operación, utilizada para el diagnóstico de la situación actual.

Los estudios de tiempo son verificados anualmente por el ingeniero de Estándares. Refiérase a la sección de anexos, en la cual se adjuntan los estudios actuales. El tiempo estándar actual para cada operación se resume en la siguiente tabla 3.

Tabla 3. Resumen de tiempos estándar, situación actual.

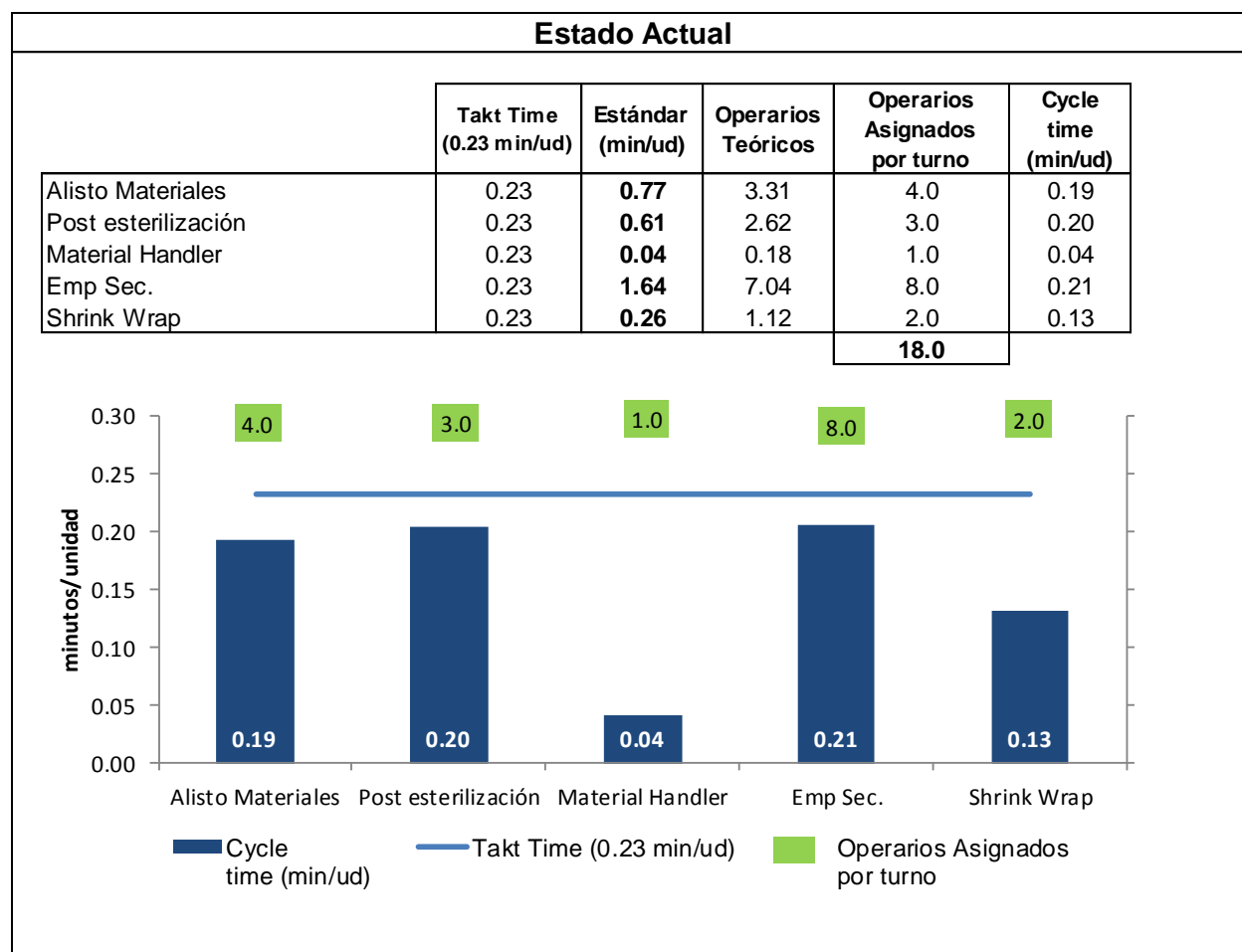
Área	Operación	Tiempo estándar (Min/ud)
Empaque Secundario	Alisto Materiales	0.770
	Post Esterilización	0.610
	Material Handler	0.042
	Empaque Secundario	1.640
	Shrink Wrap	0.262

Fuente: Datos suministrados por el ingeniero de Estándares.

4.1.6 Balance de línea actual.

Una vez obtenida la información de tiempo estándar, la distribución del personal en la línea y la demanda diaria, se procedió a realizar el balance de línea que describe la situación actual, la figura 17 muestra el resultado.

Figura 17. Balance de línea actual



Fuente: elaboración propia.

El gráfico anterior se interpreta de la siguiente manera.

Columna de *Takt time*: representa la velocidad en la cual el cliente solicita el producto. Se obtiene al dividir el tiempo disponible de trabajo por día, entre la demanda diaria.

- Tiempo disponible de trabajo por día: se tienen dos turnos de trabajo. Turno A labora de 6 a.m. a 3:30 p.m. y Turno B de 3:30 p.m. a 10 p.m. Al restar los tiempos de descanso del personal, se obtiene que el tiempo disponible para producción es de 885 minutos al día.
- La demanda diaria considerada para este proyecto corresponde a 3800 unidades. En la sección de recolección de datos de este capítulo se muestran los datos correspondientes a la demanda diaria.

Al dividir el tiempo disponible de trabajo por día, entre la demanda diaria, se obtiene como resultado 0.23. Eso significa que el cliente solicita una unidad cada 0.23 minutos. Este valor es el mismo para todas las operaciones.

Columna de Estándar: se obtiene con base en el estudio de tiempos actual suministrado por el ingeniero de Estándares, el dato se expresa en minutos por unidad.

Columna de Operarios teóricos: este valor se obtiene al dividir el estándar entre el *takt time* y representa la cantidad de operarios que deberían asignarse, este valor es teórico, dado que en algunos casos no es posible asignar fracciones de operarios.

Columna de Operarios asignados por turno: este valor representa la cantidad de operarios que se asignan realmente en la operación. Dicha información se obtuvo por medio del supervisor del área.

Columna de *Cycle time*: se obtiene al dividir el estándar entre los operarios asignados y representa la velocidad real de la operación tomando en cuenta los recursos que realmente fueron asignados.

Gráfico: en el gráfico se puede apreciar de una forma más visual la interacción de las variables, las columnas representan el *cycle time*, es decir, la velocidad real de las operaciones, lo ideal que las mismas se encuentren por debajo o justo en la línea del *takt time*.

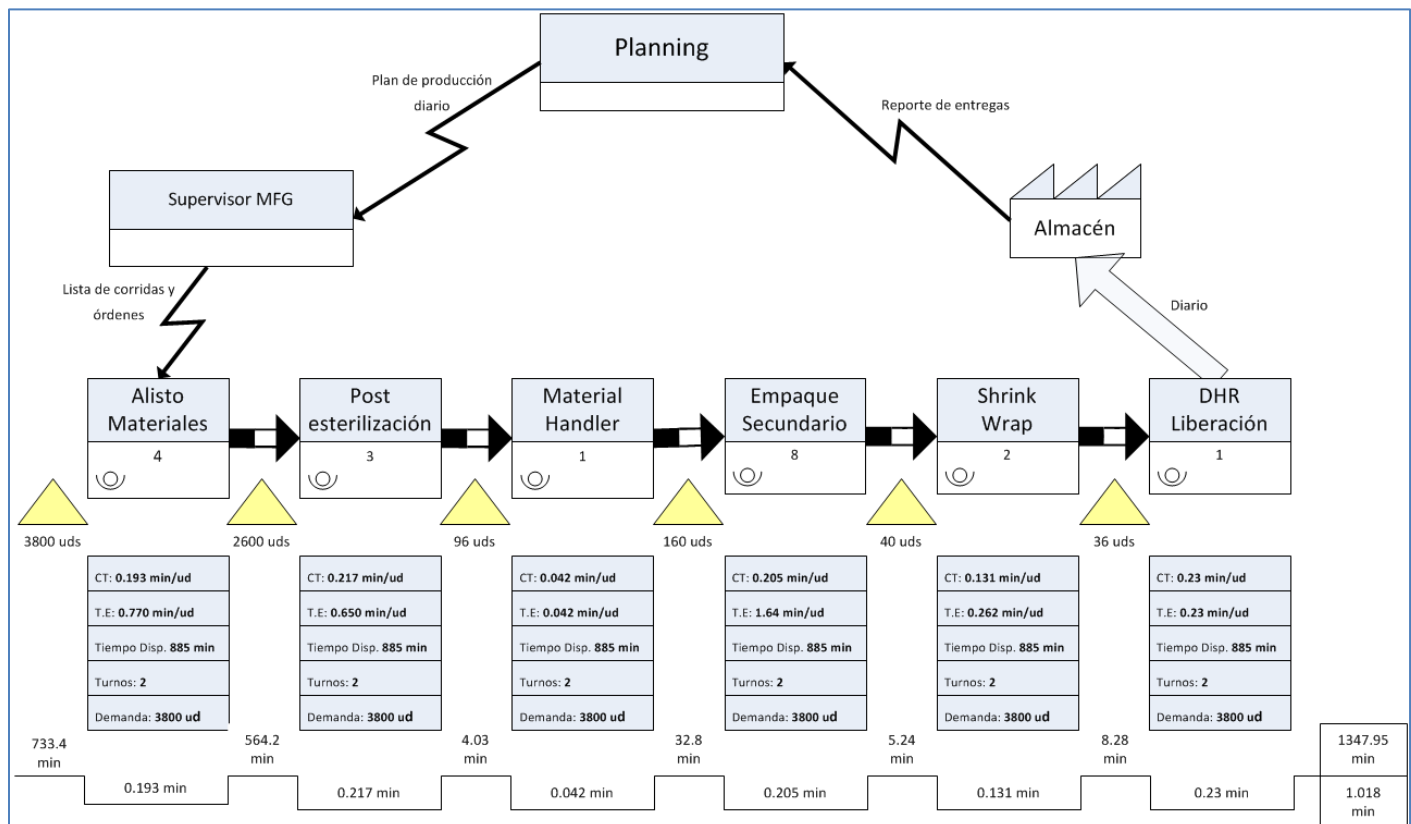
4.1.7 Mapeo de la cadena de valor VSM.

Como herramienta principal para determinar el estado actual del proceso e identificar los desperdicios, se utiliza el mapeo de la cadena de valor. La figura 18 muestra el resultado de este mapeo.

Cabe mencionar que, para poder realizar este mapeo, se requiere entender previamente el flujo del proceso, los recursos asignados en cada operación, el *takt time*, el *cycle time* y la cantidad de WIP que se maneja en cada operación. Esto con el fin de tener una mejor visión y entendimiento de la situación actual del proceso.

Se puede decir que, al realizar el mapeo de la cadena de valor, es como si se “tomara una foto” del proceso actual. La cual sirve de base para establecer las mejoras futuras.

Figura 18. Value Stream Mapping (VSM)



Fuente: elaboración propia.

4.1.8 Descripción del control de tiempos muertos.

La compañía utiliza un sistema de control para el monitoreo de tiempos muertos, el cual consiste en que cada operario apunta en una boleta cada vez que se detiene por alguna situación. Existen cuentas predeterminadas a las cuales se asigna el tiempo detenido, estas cuentas indican la razón del tiempo muerto. Por ejemplo, si un operario se detiene porque no tiene materia prima, entonces apunta la hora en la cual se detiene, notifica al líder de área, quien aprueba el tiempo muerto; posteriormente, una vez que se reanuda la producción, el operario apunta la hora y notifica al líder de área, quien confirma la información y se encarga de registrar y compilar los datos utilizando hojas de Excel.

El catálogo de tiempos muertos utilizado en Empaque secundario se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Catálogo de tiempos muertos

Cuenta	Descripción	Aplicación
I101	Ajuste de componentes	Cuando se detienen celdas de empaque porque se requiere el reemplazo o ajuste de materiales.
I700	Falta de material	Cuando no se cuenta con la materia prima para trabajar.
I301	Entrenamientos	Cuenta para dedicar horas de entrenamiento.
I201	Capacidad de Post	Cuando se excede la capacidad de Post esterilización y se debe realizar extras.
I200	Consultas a calidad	Cuando se detiene el proceso por consultas a Calidad.
I302	Reuniones	En esta cuenta se mandan las horas planeadas por reuniones.
I1002	Reimpresión de etiquetas	Cuando se tienen atrasos por reimpresión de etiquetas.
I1000	Reprocesos	Desperdicio de tiempo por reprocesos.
I900	Pruebas	Horas para pruebas experimentales (en este caso debe estar aprobado por el supervisor).
I802	Legales	Horas para atender asuntos legales y tiempos especiales por ley.

I1100	Problemas con el sistema	Problemas con <i>software</i> o <i>hardware</i> .
I300	Personal en curva de entrenamiento	Horas por curvas de entrenamiento.
I100	Nivelación de WIP	Tiempo muerto por regulación de WIP entre operaciones.
I500	Equipo fuera de servicio	Tiempo detenido por problemas con equipos.
I801	Citas médicas	Tiempo contemplado para citas médicas.
I400	Permisos especiales	Permisos aprobados por el supervisor solamente.
I401	Capacidad de asignación	Horas perdidas en empaque por capacidad de asignación.
I600	Capacidad de SW	Horas perdidas en empaque por capacidad de Shrink Wrap.
I800	Brigada Emergencias.	Horas dedicadas a reuniones o entrenamiento de brigadas de emergencias.

Fuente: Líder de área del proceso de Empaque secundario.

4.1.9 Descripción del reporte de tiempo de ciclo Lead time.

Cada vez que una orden cumple una operación, el operario debe realizar lo que se conoce como la confirmación de la orden, mediante esta confirmación el sistema registra la fecha y la hora en la cual se completa una orden. El departamento de Planning es el responsable de obtener la información del sistema SAP, compilar los datos, realizar el reporte y publicar los resultados de *Lead Time* de la planta.

El departamento de Planning establece que el tiempo de ciclo de una orden estándar en el proceso de Empaque secundario, desde que sale del esterilizador hasta que es liberada por el inspector de calidad, debe ser menor a 24 horas. En la sección de recolección de datos de este capítulo, se muestran los datos obtenidos durante el periodo de análisis.

4.2 RECOLECCIÓN DE LOS DATOS

En esta sección se muestran los datos recolectados pertenecientes a los indicadores de productividad, tiempos muertos y *Lead Time*.

4.2.1 Productividad actual.

El índice de productividad en el área de Empaque secundario se obtiene al dividir el total de unidades producidas entre la cantidad de horas invertidas. El total de unidades producidas se obtiene mediante reportes del sistema SAP. Los reportes oficiales que se generan del sistema son emitidos por el departamento de Planning, quien es responsable de publicar los resultados oficiales.

La cantidad de horas invertidas se obtiene por medio del control del sistema de planillas. El sistema consiste en que cada día los trabajadores deben marcar la entrada y salida de su jornada laboral, de esta manera, se lleva un registro de las horas trabajadas con las cuales posteriormente se realiza el pago del salario correspondiente.

Con base en la información anterior, se solicitó al departamento de Planning la información correspondiente al total de unidades producidas en los meses de setiembre de 2017 a marzo de 2018 y al departamento de Planillas los datos correspondientes al total de horas pagadas para el mismo periodo. La tabla 5 resume la información obtenida.

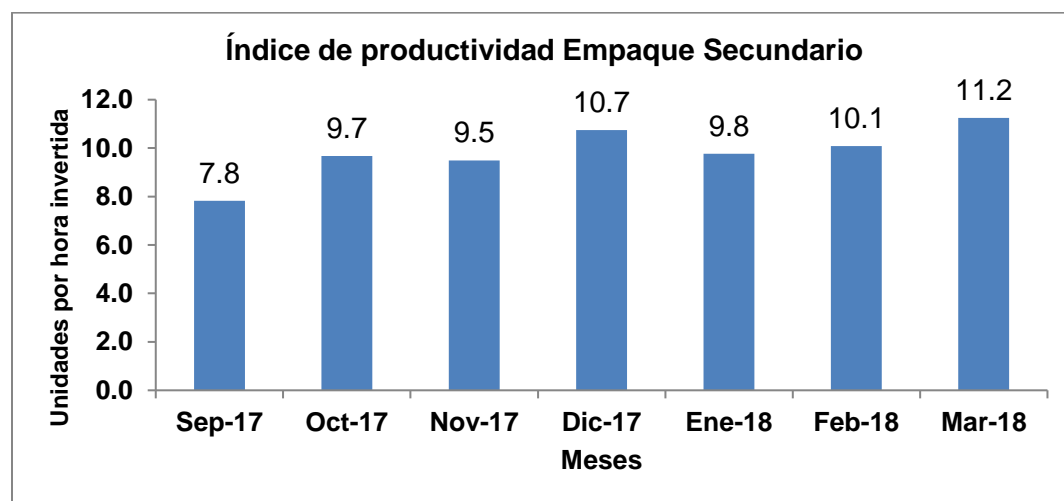
Tabla 5. Datos de producción y horas

Detalle	Sep-17	Oct-17	Nov-17	Dic-17	Ene-18	Feb-18	Mar-18
Total de unidades producidas	67357	90495	86627	90874	81877	83018	92558
Total de horas Invertidas	8605	9353	9128	8455	8380	8230	8230

Fuente: Datos proporcionados por el departamento de Planning y Planillas.

En la figura 19, se muestra de forma gráfica el resultado del indicador de la productividad en Empaque secundario correspondiente a los meses de septiembre de 2017 a marzo de 2018.

Figura 19. Índice de productividad de Empaque secundario



Fuente: elaboración propia.

Al observar el gráfico anterior, se puede observar que el mejor resultado obtenido en el tiempo analizado corresponde al mes de marzo de 2018, cuyo valor fue de 11.2 unidades producidas por hora de trabajo invertida, en contraste, el mes de septiembre de 2017, donde se obtuvo un índice de 7.8, siendo este el más bajo en el periodo analizado.

4.2.2 Tiempos muertos.

La tabla 6 muestra el reporte de tiempos muertos registrados desde enero hasta abril de 2018.

Tabla 6. Distribución de tiempos muertos enero - abril 2018.

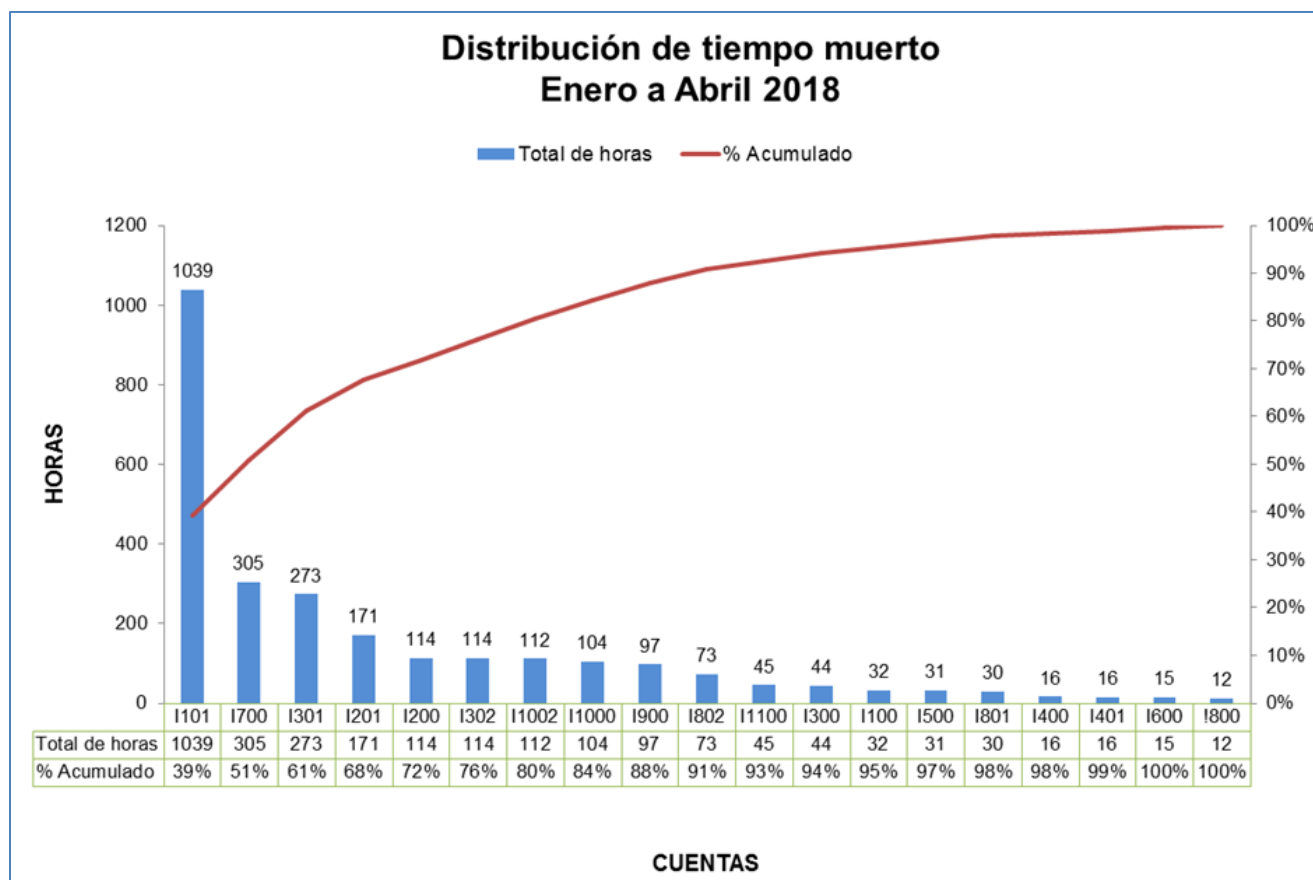
Cuenta	Descripción	Total	% Acumulado
I101	Ajuste de componentes	1039	39%
I700	Falta de Material	305	51%
I301	Entrenamientos	273	61%
I201	Capacidad de Post	171	68%
I200	Consultas a Calidad	114	72%
I302	Reuniones	114	76%
I1002	Reimpresión de etiquetas	112	80%
I1000	Reprocesos	104	84%
I900	Pruebas	97	88%
I802	Legales	73	91%
I1100	Problemas con el Sistema	45	93%
I300	Personal en Curva de entrenamiento	44	94%
I100	Nivelación de WIP	32	95%
I500	Equipo Fuera de servicio	31	97%
I801	Citas Médicas	30	98%
I400	Permisos Especiales	16	98%
I401	Capacidad de Asignación	16	99%
I600	Capacidad de SW	15	100%

I800	Brigada Emergencias.	12	100%
------	----------------------	----	------

Fuente: Control de tiempos muertos de empaque secundario.

La figura 20 muestra el gráfico de Pareto de tiempos muertos de la tabla 6.

Figura 20. Pareto de tiempos muertos.



Fuente: Control de tiempos muertos de Empaque secundario

4.3.3 Tiempo de ciclo Lead time.

El tiempo promedio del proceso de Empaque secundario, desde que una orden de trabajo sale del esterilizador hasta que es liberada por el inspector de calidad, se muestra a continuación por medio de la tabla 7.

Tabla 7. Tiempo Lead Time promedio en empaque secundario (horas)

Mes	Promedio (horas)
Sep-17	65.72
Oct-17	44.25
Nov-17	43.37
Dic-17	53.55
Ene-18	45.39
Feb-18	39.25
Mar-18	46.06

Fuente: Departamento de Planning

4.3.4 Datos generales.

A continuación, se presenta información correspondiente a los datos generales relacionados con la ejecución del proyecto.

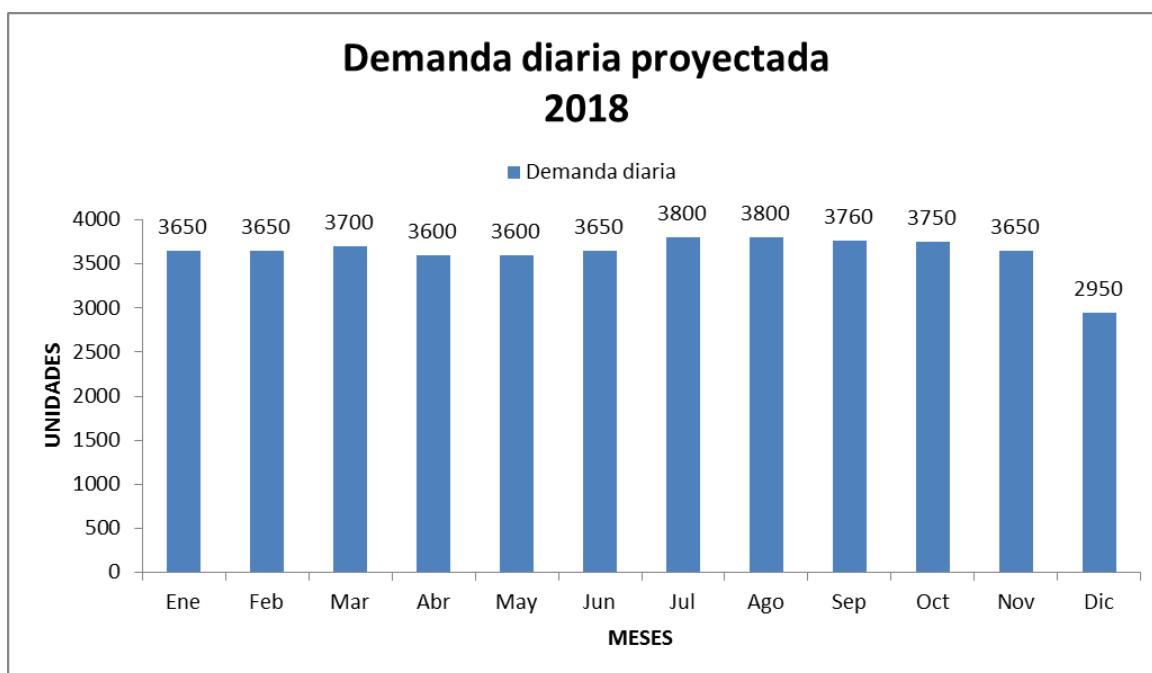
4.3.4.1 Costo mano obra directa.

De acuerdo con el Departamento de finanzas, el costo de mano de obra promedio de un operario es de \$16.000 dólares al año.

4.3.4.2 Demanda diaria.

De acuerdo con la información brindada por el departamento de Planning, para el año 2018, se tiene previsto que la demanda diaria se comporte según como se muestra en la figura 21.

Figura 21. Comportamiento de la demanda diaria en el 2018.



Fuente: Departamento de Planning.

El valor indicado para cada mes corresponde al promedio de la demanda diaria, como se puede observar, para el año 2018, se va a mantener en el rango de 2950 a 3800 unidades. Para efectos de este proyecto, se toma como referencia la demanda más alta del periodo, es decir, 3800 unidades correspondientes a los meses de julio y

agosto, esto con el fin de garantizar que las medidas propuestas van a asegurar el cumplimiento de la producción en el peor de los escenarios.

4.3.4.3 Toma de tiempos.

La tabla 8 muestra los datos referentes al tiempo estándar con base en el estudio de tiempo vigente y el estudio realizado como parte de la ejecución de este proyecto. Refiérase a la sección de anexos, en la cual se adjuntan los estudios actuales y nuevos.

Tabla 8. Comparación de tiempos estándar

Área	Operación	Actual Tiempo estándar (Min/ud)	Nuevo Tiempo estándar (Min/ud)
Empaque Secundario	Alisto Materiales	0.770	0.793
	Post Esterilización	0.610	0.653
	Material Handler	0.042	0.00
	Empaque Secundario	1.640	1.504
	Shrink Wrap	0.262	0.219

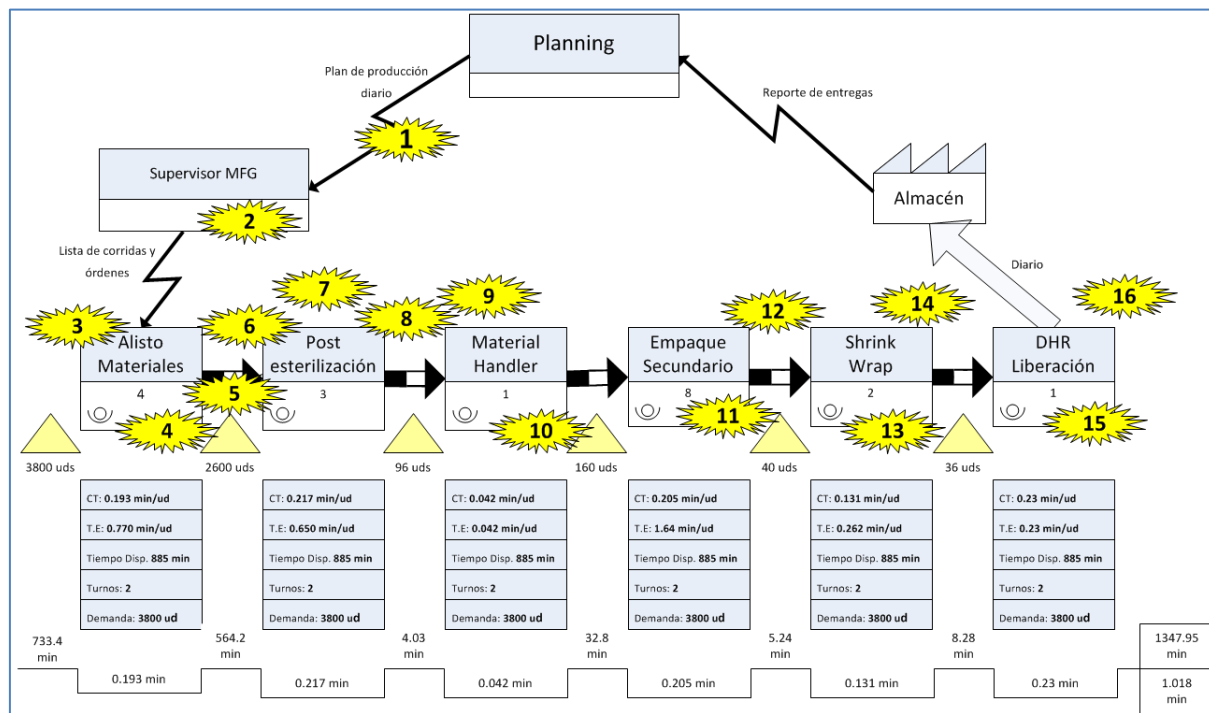
Fuente: Datos suministrados por el ingeniero de Estándares.

4.3 RESULTADO DEL ANÁLISIS

Una vez que se realizó la toma de los datos y el mapeo de los procesos involucrados, se llevaron a cabo sesiones de trabajo enfocadas en determinar los factores que afectan la productividad, los tiempos muertos y el tiempo de ciclo del proceso. Estas sesiones forman parte de la etapa de identificación de oportunidades de mejora, en la construcción de la cadena de valor VSM.

La figura 22 muestra cómo, por medio del mapeo de la cadena de valor, se identifican 16 factores que afectan la productividad, los tiempos muertos y el tiempo de ciclo del proceso. La tabla 9 describe cada uno de los factores.

Figura 22. Identificación de los factores



Fuente: elaboración propia.

La tabla 9 describe los factores que se encontraron por medio del mapeo. Se clasifican de acuerdo con el indicador que principalmente se vea afectado.

Tabla 9. Descripción de los factores.

Número	Descripción	Impacto		
		P	TM	LT
1	Comunicación insuficiente entre Planning y Supervisor			X
2	Hora en que el Supervisor envía la información del plan		X	
3	Falta iluminación para inspeccionar materiales		X	
4	Distancia del proceso de Alisto de Materiales	X		
5	Carritos sin divisiones, se caen materiales		X	
6	Acomodo de las cajas con etiquetas		X	
7	No siguen consecutivo de corridas			X
8	Falta de carritos de transferencia			X
9	Operario de Material Handler subutilizado	X		
10	Distribución del área	X		
11	Sistema SAP lento	X		
12	Operarios de Shrink Wrap subutilizados	X		
13	Recoger sobrante de plástico	X		
14	Errores de documentación			X
15	Falta de Jaulas para producto terminado			X
16	Comunicación con el personal del Almacén			X

P= Productividad **TM= Tiempos Muertos** **LT= Lead Time**

Fuente: elaboración propia.

Los factores determinados en esta fase del mapeo son comprobados en el área por medio de caminatas y consultas al personal que realiza la operación, después, se clasifican según el indicador que principalmente se vea afectado. A continuación, se detalla cómo afectan estos factores a dichos indicadores del proceso.

4.3.1 Análisis de los factores que provocan la baja productividad.

La tabla 10 describe cada uno de los factores que afectan la productividad, muestra la evidencia y se cuantifica el impacto que tiene sobre el indicador.

Tabla 10. Factores que afectan la productividad.

Factores	Evidencia	Cuantificación
4. Distancia del proceso de Alisto de materiales	Diagrama de desplazamiento entre Alisto y Empaque secundario. Refiérase a la figura 13.	La distancia aproximada es de 95 metros. El tiempo que le toma al operario recorrer la distancia ida y vuelta es de 3.5 minutos y debe desplazarse hasta 14 veces al día, por lo tanto, la duración total es de 49 minutos al día.
9. Operario de <i>material handler</i> subutilizado	Balance de línea actual. Refiérase a la figura 18.	El balance de línea actual muestra una holgura de 82%, esto representa 12.21 horas subutilizadas por día incluyendo ambos turnos.
10. Distribución del área	<ul style="list-style-type: none"> • El estudio de tiempos actual de Post esterilización, <i>material handler</i> y Empaque secundario por conceptos de traslados. Refiérase al anexo 3, 4 y 5. • Diagrama de distribución y flujo general del proceso. Refiérase a la figura 16. 	<ul style="list-style-type: none"> • Los estudios de tiempos para las operaciones de Post esterilización, <i>material handler</i> y Empaque secundario contemplan un tiempo de traslado total de 184.6 segundos por lote (10.25 seg/ud), para el volumen de producción 3800 unidades por día, esto representa 10.82 horas de traslado. • De acuerdo con la distribución del área y el flujo general, el producto recorre aproximadamente 32.5 metros desde que ingresa al proceso de Empaque secundario hasta que sale.
11. Sistema SAP lento	Se consulta al personal de IT y se determina que durante el año se ha presentado dos eventos que provocaron que el sistema fuera muy lento.	De acuerdo con la información obtenida del departamento de IT el impacto total acumulado del año es de 3.8 horas
12. Operarios de Shrink Wrap subutilizados	Balance de línea actual. Refiérase a la figura 18.	El balance de línea demuestra que la operación tiene un 43% de holgura, esto representa 13.03 horas subutilizadas por día.
13. Recoger sobrante de plástico	El estudio de tiempos actual de Shrink Wrap por concepto <i>Recoger Plástico Sobrante</i> refiérase al anexo 6.	El tiempo contemplado es 2.24 segundos por cada unidad, por lo tanto, para una demanda de 3800 unidades por día, se consumen 2.36 horas.

Fuente: elaboración propia.

4.3.2 Análisis de los factores que provocan los tiempos muertos.

La tabla 11 describe cada uno de los factores que afectan los tiempos muertos, muestra la evidencia y el impacto que tienen sobre el indicador.

Tabla 11. Factores que afectan los tiempos muertos

Factores	Evidencia	Cuantificación
2. Hora en que el supervisor envía la información del plan	Observación directa en el proceso y consulta a los operarios. Refiérase al Anexo 12.	El día que se hizo la observación, los operarios tenían 45 minutos de atraso. Debido a que el supervisor no había pasado el plan de producción. Este evento, según comentan los operarios, no ocurre con frecuencia.
3. Falta de iluminación para inspeccionar materiales	<ul style="list-style-type: none"> • Observación directa en el proceso y consulta a los operarios. Refiérase al Anexo 12. • Control de tiempos muertos por concepto de ajuste de componentes. Refiérase a la tabla 6. 	<ul style="list-style-type: none"> • No tener la iluminación necesaria en el alisto de materiales para realizar el proceso de inspección, provoca que no se inspeccionen correctamente los componentes y se tengan que hacer ajustes en Empaque secundario. • El registro de tiempo muerto por concepto de “ajuste de componentes” corresponde a un total de 1039 horas acumuladas durante el año, esto representa un 39% del total de tiempo muerto.
5. Carritos sin divisiones, se caen materiales	<ul style="list-style-type: none"> • Observación directa en el proceso y consulta a los operarios. Refiérase al Anexo 12. • Control de tiempos muertos por concepto de <i>Falta de materiales</i>. Refiérase a la tabla 6. 	<ul style="list-style-type: none"> • Al no contar con divisores y barreras los componentes se caen durante el traslado y se mezclan con otras ordenes, provocando que hagan falta durante el proceso de empaque. • El registro de tiempo muerto por concepto de <i>Falta de materiales</i> corresponde a un total de 305 horas acumuladas durante el año, esto representa un 12% del total de tiempo muerto.
6. Acomodo de las cajas con etiquetas	<ul style="list-style-type: none"> • Estudio de tiempos del proceso de post esterilización por concepto de escaneo de etiquetas. Refiérase al anexo 3. 	Para realizar el paso de escaneo de etiquetas, cuya duración es de 4.62 segundos por unidad, es necesario buscar las etiquetas en las cajas y dado que el acomodo no es ideal, se tiene tiempo muerto buscando las etiquetas y acomodando el área.

Fuente: elaboración propia.

4.3.3 Análisis de los factores que afectan el tiempo de ciclo del proceso.

El tiempo de ciclo del proceso se ve afectado por todos los 16 factores que se observaron en el mapeo de la cadena de valor. Todos contribuyen a que no se cumpla con la meta de procesar una orden en menos de 24 horas. En marzo de 2018, las órdenes fueron completadas en 46.06 horas en promedio. La tabla 12 describe elementos que afectan el tiempo de ciclo del proceso, muestra la evidencia y el impacto que tiene sobre el indicador.

Tabla 12. Factores que afectan el tiempo de ciclo

Factores	Evidencia	Cuantificar
1. Comunicación insuficiente entre Planning y Supervisor	Indicación del supervisor. El plan se pasa una vez por día, sin embargo, la necesidad de manufactura es que se divida por turno.	Se estima que el turno B dedica al menos 1.5 horas en hacer la revisión manual de las corridas procesadas en el turno A y determinar el nuevo plan.
7. No siguen consecutivo de corridas	Observación directa en el proceso y consulta a los operarios. Refiérase al Anexo 12.	Durante la semana de observación (05 al 09 de marzo de 2018), al menos 40 de las 66 corridas procesadas tenían más de 14 horas de espera, esto significa 8,4 horas por corrida.
8. Falta de carritos de transferencia	Observación directa en el proceso y consulta a los operarios. Refiérase al Anexo 12.	Durante la semana de observación se detectaron 5 casos en los cuales se tuvo un atraso de 7 minutos en promedio, por corrida.
14. Errores de documentación	Observación directa en el proceso y consulta a los operarios. Refiérase al Anexo 12.	Durante la semana de observación, 5 de 85 corridas presentaron errores de documentación, cuyo tiempo de corrección fue en promedio de 5.8 horas por corrida.
15. Falta de jaulas para producto terminado	Observación directa en el proceso y consulta a los operarios. Refiérase al Anexo 12.	Durante la semana de observación, 22 corridas tuvieron que esperar jaulas. El tiempo de espera promedio por corrida es de 0.73 horas.
16. Comunicación con el personal del Almacén	Observación directa en el proceso y consulta a los operarios. Refiérase al Anexo 12.	De acuerdo con la información del almacén, estos eventos no son frecuentes, sin embargo, están en proceso de compra de radios de telecomunicación.

Fuente: elaboración propia.

4.3.4 Clasificación de los factores

Los factores son evaluados de acuerdo con el esfuerzo o costo económico que implica implementar la solución y el beneficio que se obtendría. Cabe mencionar que todos los factores observados durante el ejercicio del mapeo de la cadena de valor serán corregidos. La clasificación busca generar prioridades y determinar el tipo de recursos requeridos para la implementación de las soluciones.

La compañía Allergan utiliza el análisis costo beneficio para evaluar los factores, el cual consiste en asignar un valor de uno (1) a tres (3) para el costo y el beneficio, estos valores son asignados por el equipo de trabajo y se basan en la experiencia y el conocimiento de los miembros sobre los procesos, formularios o trámites requeridos para implementar una solución específica. La tabla 13 muestra la escala de evaluación.

Tabla 13. Escala de evaluación costo beneficio

		Costo	Beneficio
Valor	1	La implementación se limita a un departamento, no se requiere de cambios en los documentos oficiales	Beneficio Bajo
	2	La implementación podría incluir varios departamentos, no se requiere de cambios en los documentos oficiales	Beneficio Medio
	3	La implementación incluye la interacción de varios departamentos y se requiere de cambios en los documentos oficiales	Beneficio Alto

Fuente: elaboración propia.

Para definir un resultado, se multiplican los valores asignados de costo y beneficio. Los factores cuyo resultado sea menor que seis se asignan al personal soporte del área. Los factores cuyo resultado sea igual o mayor que seis continúan con el equipo de trabajo para el desarrollo de la implementación de este proyecto. La tabla 14 muestra el resultado de la evaluación realizada a cada uno de los factores definidos en el mapeo de la cadena de valor.

Tabla 14. Evaluación de cada uno de los factores definidos en el VSM.

Indicador	Número	Descripción	Costo	Beneficio	Resultado
Productividad	4	Distancia del proceso de Alisto de materiales	3	3	9
	9	Operario de <i>material handler</i> subutilizado	3	3	9
	10	Distribución del área	3	3	9
	11	Sistema SAP lento	2	1	2
	12	Operarios de Shrink Wrap subutilizados	3	3	9
	13	Recoger sobrante de plástico	1	1	1
Tiempos Muertos	2	Hora en que el supervisor envía la información del plan	1	2	2
	3	Falta iluminación para inspeccionar materiales	2	3	6
	5	Carritos sin divisiones, se caen materiales	2	3	6
	6	Acomodo de las cajas con etiquetas	1	2	2
Lead Time	7	No siguen consecutivo de corridas	2	3	6
	8	Falta de carritos de transferencia	1	2	2
	1	Comunicación insuficiente entre Planing y Supervisor	1	2	2
	14	Errores de documentación	1	1	1
	15	Falta de jaulas para producto terminado	2	3	6
	16	Comunicación con el personal del Almacén	1	3	3

Fuente: elaboración propia.

Seguidamente, el capítulo 5 describe el diseño e implementación de las soluciones para los factores cuyo resultado fue mayor o igual a 6, los cuales fueron resaltados en la tabla 14 que muestra la evaluación de todos los factores.

CAPÍTULO V
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN

5.1 PROPUESTA DE MEJORA

En el capítulo cuatro se definieron los principales factores que afectan la productividad, los tiempos muertos y el tiempo de ciclo, posteriormente, se evaluaron mediante el análisis de costo beneficio y se determinó cuáles factores serían trabajados por el personal soporte del área y cuáles seguirían siendo tratados mediante este proyecto, la tabla 15 muestra estos últimos.

Tabla 15. Factores identificados para la propuesta de mejora

Indicador	Identificación	Descripción
Productividad	A	Distancia del proceso de Alisto de materiales
	B	Operario de <i>material handler</i> subutilizado
	C	Distribución del área
	D	Operarios de Shrink Wrap subutilizados
Tiempos Muertos	E	Falta iluminación para inspeccionar materiales
	F	Carritos sin divisiones, se caen materiales
Lead Time	G	No siguen consecutivo de corridas
	H	Falta de jaulas para producto terminado

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con la metodología definida en el marco metodológico, el recurso que se utiliza para elaborar las propuestas es la lluvia de ideas y las discusiones con el personal del área y los expertos en el proceso. Las propuestas de mejora se definen en conjunto con las actividades necesarias para la ejecución. Posteriormente, se realiza el análisis financiero que integra todo el proyecto y un cronograma de actividades que involucra todas las acciones.

5.2 PROPUESTA DE MEJORA PARA LA PRODUCTIVIDAD

La tabla 16 indica las propuestas definidas, el beneficio y las acciones requeridas para ejecutar las propuestas relacionadas con el indicador de productividad.

Tabla 16. Identificación de las propuestas de mejora de productividad

Descripción	Propuesta	Beneficio	Acciones
A. Distancia del proceso de Alisto de materiales	A.1. Acercar el proceso de Alisto a Empaque secundario	Reducción de 49 minutos de tiempo de traslado al día. Reducción de 95 metros de transporte del operario.	<ul style="list-style-type: none"> Definir un espacio en empaque secundario. Realizar una redistribución del área. Realizar cotizaciones con los proveedores.
B. Operario de <i>material handler</i> subutilizado	B.1. Eliminar el puesto de <i>material handler</i> y repartir sus funciones entre las operaciones de Post esterilización y Empaque secundario	Reducción de un operario por turno, en el costo de mano obra directa.	<ul style="list-style-type: none"> Definir el cambio en las tareas y hacer estudios de tiempo. Elaborar un nuevo Balance de línea.
C. Distribución del área	C.1. Hacer una redistribución del área para mejorar el flujo del material	Reducción de 10.82 horas de tiempo de traslado al día. Lo que provoca una reducción de un operario por turno, en el costo de mano obra directa en Empaque secundario.	<ul style="list-style-type: none"> Definir la distribución del área con base en los requerimientos del supervisor. Realizar cotizaciones con los proveedores
D. Operarios de Shrink Wrap subutilizados	D.1. Pasar de dos (2) operarios a uno (1) por turno, mediante el uso de una banda transportadora.	Reducción de un operario por turno en el costo de mano obra directa.	<ul style="list-style-type: none"> Definir el cambio en las tareas y hacer estudios de tiempo. Definir los requerimientos de la banda transportadora. Realizar cotizaciones con los proveedores. Elaborar un nuevo Balance de línea.

Fuente: elaboración propia

Cabe mencionar en este punto, que algunas actividades definidas ya han sido ejecutadas y se describen en la sección 5.7 de este capítulo.

5.3 PROPUESTA DE MEJORA PARA LOS TIEMPOS MUERTOS

La tabla 17 indica las propuestas definidas y las acciones requeridas para ejecutar las propuestas relacionadas con el indicador tiempos muertos.

Tabla 17. Identificación de las propuestas de mejora de tiempos muertos

Descripción	Propuesta	Beneficio	Acciones
E. Falta iluminación para inspeccionar materiales	Nota: Esta inspección se realiza en el proceso de alisto de materiales. Como parte de las propuestas para la mejora de la productividad, se definió mover este proceso al área de empaque secundario, la cual cuenta con la iluminación necesaria. E.1. Implementación de metodología JIDOKA.	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de tiempo muerto de las 1039 horas acumuladas durante el año por concepto de <i>ajuste de componentes</i>. • Establecer un método de trabajo de excelencia operacional. 	<ul style="list-style-type: none"> • No aplica definir acciones adicionales, dado que la solución está vinculada con las propuestas de mejora del indicador de productividad. • Entrenamiento y desarrollo de la metodología <i>JIDOKA</i>.
F. Carritos sin divisiones, se caen materiales	F.1. Comprar divisores y barreras. F.2. Colocar divisiones a los carritos.	Reducción de tiempo muerto de las 305 horas acumuladas durante el año por concepto de <i>Falta de materiales</i> .	<ul style="list-style-type: none"> • Cotización y compra de las divisiones y las barreras para los carritos. • Instalación de los divisores y barreras.

Fuente: elaboración propia.

Las propuestas de mejora para los tiempos muertos se consideran puntuales y muy relacionadas con la distancia que presenta desde la operación de empaque secundario.

5.4 PROPUESTA DE MEJORA PARA EL TIEMPO DE CICLO

La tabla 18 indica las propuestas definidas y las acciones requeridas para ejecutar las propuestas relacionadas con el tiempo de ciclo.

Tabla 18. Factores identificados para la propuesta de mejora del tiempo de ciclo

Descripción	Propuesta	Beneficio	Acciones
G. No siguen consecutivo de corridas	G.1. Utilización del sistema PEPS. Creación de controles visuales por medio de un sistema que indique la hora de arribo de una corrida y la hora planeada de salida. G.2. Compra de pantallas para proyectar las listas de corridas y su estatus. G.3. Implementación de metodología 5's.	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de <i>lead time</i> de 8.4 horas por corrida. • Facilitar el control visual y evitar traslados innecesarios. • Establecer un sistema de trabajo de excelencia operacional. 	<ul style="list-style-type: none"> • Definición y cotización del <i>software</i>. • Desarrollo del <i>software</i>. • Implementación. • Compra de pantallas. • Entrenamiento y desarrollo de las 5's
H. Falta de jaulas para producto terminado	H.1. Compra de jaulas faltantes y reemplazo de las jaulas en mal estado. H.2. Mejora en la comunicación con el personal del Almacén para que se lleven las jaulas. H.3. Creación de un sistema JIT (Justo a tiempo) de tal manera que se recojan las jaulas a tiempo y de devuelvan cuando se necesiten.	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de <i>lead time</i> de 0.73 horas por corrida. • Evitar pérdidas de tiempo, para que el personal de almacén no se lleve las jaulas llenas. • Establecer un sistema de trabajo de excelencia operacional. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cotización y compra de jaulas. • Reuniones entre los departamentos de manufactura y almacén para definir horarios de entregas. • Entrenamiento e implementación del sistema JIT en personal de Almacén y manufactura.

Fuente: elaboración propia.

Las oportunidades de mejora identificadas en este proyecto tienen un impacto de forma directa o indirecta en el indicador del tiempo de ciclo, por lo cual las implementaciones de todas las soluciones benefician de forma integral el tiempo de ciclo del proceso.

Debido a que la implementación de todas las propuestas requiere de la coordinación de múltiples departamentos, asignación de recursos y presupuestos de diferentes áreas, el equipo de directores decide asignar como líder general del proyecto al ingeniero de Procesos, quien, a su vez, es responsable de la ejecución de las propuestas A1, B1, C1 y D1. La tabla 19 muestra la asignación de responsables.

Tabla 19. Factores identificados para la propuesta de mejora del tiempo de ciclo

Propuestas	Evaluación Costo / Beneficio	Responsable
A.1. Acercar el proceso de Alisto a Empaque secundario	9	Ing. Procesos
B.1. Eliminar el puesto de <i>material handler</i> y repartir sus funciones entre las operaciones de Post esterilización y Empaque secundario	9	Ing. Procesos
C.1. Hacer una redistribución del área para mejorar el flujo del material	9	Ing. Procesos
D.1. Pasar de dos (2) operarios a uno (1) por turno, mediante el uso de una banda transportadora.	9	Ing. Procesos
E.1. Implementación de metodología JIDOKA.	6	Ing. Excelencia Operacional
F.1. Comprar divisores y barreras.	6	Supervisor del área
F.2. Colocar divisiones a los carritos	6	Supervisor del área
G.1. Utilización del sistema PEPS. Creación de controles visuales por medio de un sistema que indique la hora de arribo de una corrida y la hora planeada de salida.	6	Ing. Sistemas Informáticos
G.2. Compra de pantallas para proyectar las listas de corridas y su estatus.	6	Supervisor del área
G.3. Implementación de metodología 5's.	6	Ing. Excelencia Operacional
H.1. Compra de jaulas faltantes y reemplazo de las jaulas en mal estado.	6	Supervisor del área
H.2. Mejora en la comunicación con el personal del Almacén para que se lleven las jaulas.	6	Supervisor Almacén
H.3. Creación de un sistema JIT (Justo a tiempo), de tal manera que se recojan las jaulas a tiempo y se devuelvan cuando se necesiten.	6	Ing. Excelencia Operacional

Fuente: elaboración propia.

Este trabajo se concentra en las tareas del ingeniero de Procesos, por lo cual presenta detalle de las acciones que le fueron asignadas y, de forma general, la

información correspondiente a las etapas de definición, planeación e implementación de las demás actividades según se presenta en el diagrama de Gantt en la figura 27.

5.5 BENEFICIO DE LAS PROPUESTAS

Los principales beneficios de las propuestas de mejora se pueden resumir de la siguiente manera:

5.5.1 Productividad.

Reducción de horas invertidas correspondientes a seis operarios en total, debido a la eliminación del puesto del *material handler*, implementación de una banda transportadora en el proceso Shrink Wrap y debido a la nueva distribución del área en Empaque secundario.

Al reducir las horas invertidas, el índice de productividad aumenta, ya que manteniendo el nivel de producción actual, se estaría utilizando 20 % menos de los insumos. El proceso contempla actualmente 28 operarios en total, de los cuales, una vez implementadas las mejoras, pasaría a utilizar 22 solamente.

5.5.2 Tiempos muertos.

Reducción de tiempo muerto por concepto de *ajuste de componentes y falta de materiales*, al llevar el proceso de Alisto de materiales a Empaque secundario, así como colocar barreras y divisores a los carritos de alisto, con el fin de evitar que los componentes se caigan o se mezclen con otras órdenes

De acuerdo con los registros de tiempos muertos del área, se tiene un total de 1344 horas acumuladas durante el año por concepto de *ajuste de componentes y falta de materiales*, esto representa el 51 % del total de tiempos muertos, una vez realizadas las acciones de mejora, se reducirían completamente.

5.5.3 Lead Time.

Reducción de *lead time* de 9.13 horas por corrida, debido a la implementación del sistema PEPS en el proceso de post esterilización y la compra de jaulas faltantes en el proceso de liberación de producto. Durante el mes de marzo del 2018, el *lead time* promedio fue de 46.06 horas, por lo que esta mejora estaría reduciendo el tiempo de ciclo del proceso en un 19.8 %.

5.6 ANÁLISIS FINANCIERO

De acuerdo con Allergan, un proyecto se considera viable si la tasa de retorno promedio generada es mayor al 15 %. Se puede concluir, mediante el estudio financiero, que este proyecto es viable para la compañía por las razones que se describen a continuación.

La compañía utiliza un plazo de cinco años para realizar el análisis financiero, el ahorro en el costo de la mano de obra, durante ese periodo, es de aproximadamente quinientos treinta y seis mil dólares (\$ 536 000.00), según se muestra en la figura 23.

Figura 23. Ahorros estimados en el periodo de cinco años.

	2018	2019	2020	2021	2022
AHORROS Detalles					
Labor / operarios (con 6% aumento anual)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)
Operatorios	6	6	6	6	6
Labor ahorros	(97)	(102)	(107)	(112)	(118)
Sub-total	(97)	(102)	(107)	(112)	(118)

Fuente: elaboración propia. Datos expresados en miles de dólares

Los gastos e inversión, durante el mismo periodo, son de aproximadamente cincuenta mil dólares (\$ 50 000.00), según se muestra en la figura 24.

Figura 24 Gastos estimados en el periodo de cinco años.

	2018	2019	2020	2021	2022
Detalle Gastos e Inversión					
SAP					
Validación					
Submissions					
Facilidad Re-distribución	20				
Depreciación (5 años)	6	6	6	6	6
Sub-total	26	6	6	6	6

Fuente: elaboración propia. Datos expresados en miles de dólares.

El flujo neto de caja es positivo desde el primer año de implementación del proyecto, según se muestra en la figura 25.

Figura 25. Flujo neto de caja.

	2018	2019	2020	2021	2022
Flujo Neto FAV / (DESAFV)	\$71	\$96	\$101	\$106	\$112
Acumulativo / Reembolso	71	167	267	373	485

Fuente: elaboración propia. Datos expresados en miles de dólares

El Valor Actual Neto (VAN) que representa la diferencia entre los flujos de caja del proyecto y la inversión realizada es de doscientos ochenta y dos mil dólares (\$ 282 000.00). La tasa de retorno promedio generada por los flujos de caja con respecto a la inversión realizada (TIR) es de 159.8 %, según se observa en la figura 26, lo cual conlleva que el proyecto sea atractivo para la alta gerencia de la compañía.

Figura 26. TIR v VAN Proyecto de mejora.

Allergan Costa Rica, SRL				
Análisis Financiero				
Nombre Proyecto : PFO Secondary Packaging				
Project Owner : Luis Valerio			Actualizado: 12-Mar-18	
<hr/>				
Inversión	CAPEX	Expenses	Inversión	(51)
Equipo	\$30,700		2018	71
SAP			2019	96
Submissions			2020	101
Facilidad Re-distribución		\$19,800	2021	106
Validación			2022	112
Contingencia 5% de Equipo				
Total	\$30,700	\$19,800		
			TIR	5 años
				159.8%
			VAN	\$282

Fuente: elaboración propia. Datos expresados en miles de dólares

5.7 PLANIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES

La figura 27 muestra el diagrama de Gantt que resume las etapas de definición y planificación, así como la etapa de implementación de las propuestas. El periodo para ejecutar todas las actividades relacionadas de este proyecto ocurre a partir de mayo de 2018 hasta febrero de 2019.

Figura 27. Diagrama de Gantt resumido de las propuestas.

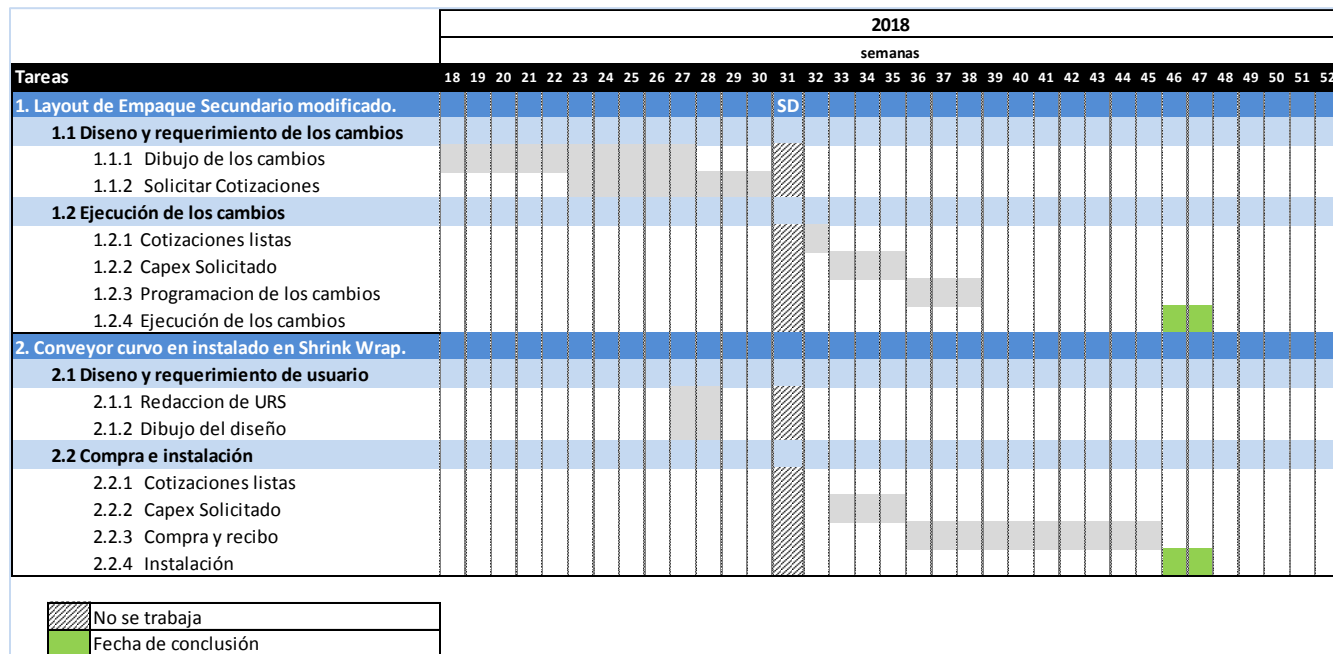
Propuesta	May-18	Jun-18	Jul-18	Aug-18	Sep-18	Oct-18	Nov-18	Dec-18	Jan-19	Feb-19
A.1. Acercar Alisto a Secundario	Etapa de definición y planificación	Etapa de Implementación de la propuesta	Etapa de Implementación de la propuesta	Etapa de Implementación de la propuesta	Etapa de Implementación de la propuesta	Etapa de Implementación de la propuesta	Etapa de Implementación de la propuesta			
B.1. Eliminar el puesto de Mat. Hand	Etapa de definición y planificación	Etapa de Implementación de la propuesta	Etapa de Implementación de la propuesta	Etapa de Implementación de la propuesta	Etapa de Implementación de la propuesta	Etapa de Implementación de la propuesta				
C.1. Redistribución del área.	Etapa de definición y planificación	Etapa de Implementación de la propuesta	Etapa de Implementación de la propuesta	Etapa de Implementación de la propuesta	Etapa de Implementación de la propuesta	Etapa de Implementación de la propuesta	Etapa de Implementación de la propuesta	Etapa de Implementación de la propuesta	Etapa de Implementación de la propuesta	
D.1. Banda transportadora.				Etapa de Implementación de la propuesta	Etapa de Implementación de la propuesta	Etapa de Implementación de la propuesta	Etapa de Implementación de la propuesta	Etapa de Implementación de la propuesta	Etapa de Implementación de la propuesta	Etapa de Implementación de la propuesta
E.1. Implementación de "JIDOKA".				Etapa de definición y planificación	Etapa de definición y planificación	Etapa de definición y planificación	Etapa de Implementación de la propuesta	Etapa de Implementación de la propuesta	Etapa de Implementación de la propuesta	
F.1. Comprar divisores y barreras.						Etapa de definición y planificación	Etapa de definición y planificación	Etapa de Implementación de la propuesta	Etapa de Implementación de la propuesta	
F.2. Colocar divisiones a los carritos.						Etapa de definición y planificación	Etapa de definición y planificación	Etapa de Implementación de la propuesta	Etapa de Implementación de la propuesta	Etapa de Implementación de la propuesta
G.1. Implementar PEPS Post-esterilizacion				Etapa de definición y planificación	Etapa de definición y planificación	Etapa de definición y planificación	Etapa de definición y planificación	Etapa de Implementación de la propuesta	Etapa de Implementación de la propuesta	Etapa de Implementación de la propuesta
G.2. Compra de pantallas para listas de corridas.						Etapa de definición y planificación	Etapa de definición y planificación	Etapa de Implementación de la propuesta	Etapa de Implementación de la propuesta	Etapa de Implementación de la propuesta
G.3. Implementación de 5's.				Etapa de definición y planificación	Etapa de definición y planificación	Etapa de Implementación de la propuesta	Etapa de Implementación de la propuesta			
H.1. Compra y reemplazo de Jaulas.				Etapa de definición y planificación	Etapa de definición y planificación	Etapa de Implementación de la propuesta	Etapa de Implementación de la propuesta			
H.2. Mejora comunicación personal del Almacén.				Etapa de definición y planificación	Etapa de Implementación de la propuesta					
H.3. Creación de un sistema "JIT"						Etapa de definición y planificación	Etapa de definición y planificación	Etapa de Implementación de la propuesta	Etapa de Implementación de la propuesta	Etapa de Implementación de la propuesta

Fuente: elaboración propia.

Por otra parte, se presenta mediante la figura 28, el detalle de las actividades A1, B1, C1 y D1 a cargo del ingeniero de Procesos, el cual consiste en la redistribución del área de empaque secundario, este incluye mover el proceso de Alisto a Empaque

secundario, eliminar el puesto del *material handler* y la instalación de la banda transportadora.

Figura 28. Detalle de las actividades A1, B1, C1 y D1



Fuente: elaboración propia.

Algunas de estas actividades de planificación ya se han realizado. Tal como la definición del lugar para ubicar el proceso de Alisto de materiales en Empaque secundario, el estudio de tiempos que respalda las mejoras del proceso y el balance de línea futuro. La siguiente sección muestra el avance de estas actividades.

5.8 AVANCE DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

Dentro de las actividades realizadas, se encuentra el diseño de la nueva distribución del área de Empaque secundario, en la cual se incluye Alisto de materiales; también se completó el estudio de tiempos nuevos y el balance de línea futuro. Los nuevos estudios de tiempo, así como la cotización general del trabajo se adjuntan en la sección de Anexos de este proyecto.

5.8.1 Balance de línea futuro

Las tareas del operario *material handler* fueron distribuidas entre las tareas de los operarios de Post Esterilización y Empaque secundario, de tal manera que el proceso ya no requiere del puesto del *material handler*. Con esta acción se reduce el requerimiento de operarios en el proceso.

Las tareas del *material handler* *Colocar producto en carrito y Trasladar material a la celda*, se sumaron a la tarea *Colocar material y enviar carro* del proceso de Post Esterilización. De igual manera, la tarea *Revisión de materiales vs prod* se encuentra agregada en las tareas *Tomar Router buscar dibujo en E.book* y *Contar unidades y revisar que las etiquetas coinciden*. La figura 29 ilustra las modificaciones efectuadas.

Figura 29 Distribución de tareas del material handler

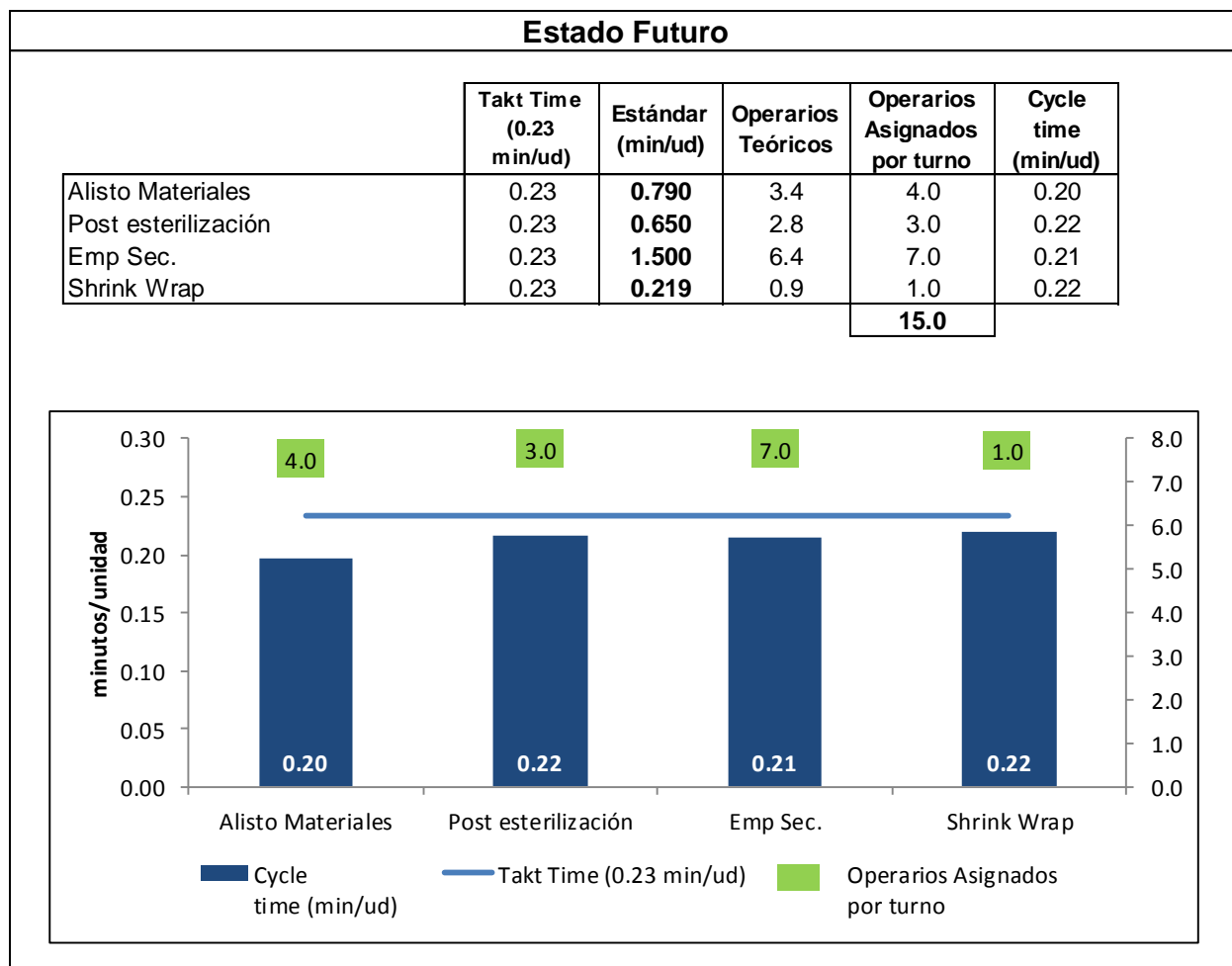
Estudio de tiempos Actual (Anexo 4)		Estudio de tiempos Actual (Anexo 3)		Estudio de tiempos nuevo (Anexo 9)		
Material Handler	Tareas Auxiliares	Tiempo Teórico [Seg/Lote]	Tareas Auxiliares	Tiempo Teórico [Seg/Lote]	Tareas Auxiliares	Tiempo Teórico [Seg/Lote]
	Revisión de materiales vs Prd	16.60	Triangulación	9.10	Triangulación	9.10
	Colocar producto en Carrito	6.18	Buscar dibujo en el procedimiento	33.67	Buscar dibujo en el procedimiento	33.67
	Trasladar Material a la celda	22.10	Documentación (Revisión de unidades)	23.20	Documentación (Revisión de unidades)	23.20
			Acomodo de carrito de empaque	10.60	Acomodo de carrito de empaque	10.60
			Trasladar el carro al área de trabajo	66.50	Colocar Material Y Enviar carro	98.87
Estudio de tiempos Actual (Anexo 5)		Estudio de tiempos nuevo (Anexo 10)				
Empaque Secundario	Tareas Auxiliares	Tiempo Teórico [Seg/Lote]	Tareas Auxiliares	Tiempo Teórico [Seg/Lote]		
	Documentar al Inicio del lote	6.41	Tomar Router buscar dibujo en E. book	8.85		
	Revisar dibujo	23.73	Contar unids rev. que etiquetas coinciden	40.48		
	Contar unidades	39.88	Contar mat., emitir y acomodar en celda.	217.12		
	Identificar contar y revisar los Libros	226.80	Confirmar la orden Documentar Router	22.54		
	Contar y revisar cajas	160.00	Llevar carrito de transferencia con producto a	49.70		
	Documentar al Final del lote	20.90	Transferir uds del carrito al rack	99.87		
	Llevar el empaqueal carrito	39.69	Sacar la basura de la estación	26.08		
	Escanear Materiales	12.50				
	Trasladar el carro al wip de shrink wrap	96.00				

Fuente: elaboración propia.

En la operación de Shrink Wrap, se utilizó una banda transportadora (con las mismas características que tendría la banda adquirida en el futuro), esto con el fin de realizar la toma de tiempos del proceso, de tal manera que se logra obtener el nuevo tiempo estándar de proceso. Actualmente, esta tarea requiere de dos operarios por turno, el uso de la banda transportadora permite que la tarea se pueda realizar con solo un operario por turno, por lo cual se reduce el requerimiento de ellos en esta operación.

El proceso de Empaque secundario presenta un mejor balance, comparado con el proceso inicial, esto debido a la utilización de la banda transportadora y la combinación de las tareas del material handler. La figura 30 muestra el balance futuro.

Figura 30 Balance de línea futuro



Fuente: elaboración propia.

5.8.2 Redistribución del área de empaque secundario

La distribución propuesta contempla los requerimientos del supervisor e incluye el espacio para mover el proceso de Alisto de materiales a Empaque secundario, como se puede apreciar en la figura 31.

distribución propuesta, se reduce el recorrido a 15.9 metros. Según la información presentada en la tabla 10, los estudios de tiempos para las operaciones involucradas en esta distribución (Post esterilización, *material handler* y Empaque secundario), contemplan un tiempo de traslado total de 10.82 horas diarias, con la nueva distribución se tendría una reducción de al menos 5.41 horas de ese tiempo.

5.9 SOSTENIBILIDAD DE LAS MEJORAS

Con el fin de garantizar la sostenibilidad de las mejoras, la compañía Allergan solicita establecer en los procedimientos de manufactura los cambios que se realicen en el proceso, lo cual queda definido como parte de la implementación de las mejoras.

Adicionalmente y en consecuencia con la metodología de manufactura esbelta, se establece la ejecución de métodos de trabajo de excelencia operacional, tales como la JIDOKA en Alisto de materiales, sistema PEPS y metodología 5s en Post Esterilización y el sistema justo a tiempo JIT en liberación final y Almacén. Estos sistemas tienen como objetivo dar sostenibilidad a las mejoras y buscar la mejora continua de los procesos eliminando los desperdicios.

CAPÍTULO VI
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

El proyecto en estudio nació de la problemática existente relacionada con los indicadores de productividad, tiempos muertos y *lead time*, en el área de Empaque secundario de la empresa Allergan Costa Rica.

Como objetivo general del proyecto, se propuso mejorar el diseño del proceso de Empaque secundario, mediante el análisis del flujo del material, así como el estudio de tiempos y movimientos de las tareas, con el fin de aumentar la productividad en un 10 %, reducir los tiempos muertos y el tiempo de ciclo del proceso en un 10 %.

Mediante el uso de diferentes herramientas de la ingeniería industrial, tales como el análisis de los procesos, mapeo de la cadena de valor VSM, diagramas de flujo y de recorrido, estudio de tiempos y movimientos, se realizó una descripción detallada de la situación actual. De esta manera, se cumple con el objetivo específico de definir el flujo actual del material, así como los tiempos de proceso de las operaciones de Alisto de materiales y Empaque secundario.

Posteriormente y por medio de la recolección de datos en las sesiones de trabajo, consultas al personal del área y análisis de datos existentes en la misma, se determinó que los factores que inciden en los indicadores de productividad, tiempos muertos y el tiempo de ciclo del proceso en el área de Empaque secundario, corresponden a la subutilización del operario *material handler* y de Shrink Wrap, la distribución del área de

Empaque secundario y la distancia del proceso de Alisto de materiales. Mientras que los factores de los tiempos muertos se relacionan con la falta de iluminación para inspeccionar materiales y los carritos sin divisores o barreras. Finalmente, el factor de *lead time* corresponde a la falta de jaulas para producto terminado y no se sigue el consecutivo de las corridas.

Los factores fueron expuestos en el desarrollo de este trabajo mostrando la evidencia correspondiente, logrando alcanzar el objetivo específico planteado al inicio sobre analizar los factores que provocan la baja productividad, los tiempos muertos y afectan el tiempo de ciclo del proceso.

Finalmente, se estableció la propuesta de mejora, la cual consiste en la inclusión de una banda transportadora en el proceso de Shrink Wrap, con el fin de aumentar la utilización de la mano de obra en esta operación; mover el área de Alisto de materiales al área de Empaque secundario, con el fin de reducir los transportes que realizan los operarios entre las operaciones; una nueva distribución del área para Empaque secundario que permite un mejor flujo del producto y del personal del área; la compra de jaulas y carritos de transferencias para reducir el tiempo muerto por la falta de los mismos; la creación de un control PEPS de corridas de esterilización para mejorar el *lead time* del proceso y la implementación de sistemas de excelencia operacional como JIDOKA, JIT, entre otras, para sostener las mejoras.

Como consecuencia, la propuesta de mejora permite aumentar la productividad en un 30 %, reducir los tiempos muertos en un 51 % y reducir el tiempo de ciclo del proceso en un 19.8 %. El análisis financiero demuestra que el proyecto es rentable, teniendo un VAN de \$ 282 000.00 y TIR de 159.8 %, la inversión del proyecto se recupera en el mínimo año de implementación.

6.2 RECOMENDACIONES

A raíz de este proyecto, se determinan ciertas recomendaciones para el personal del área de Empaque secundario, Alisto de materiales y supervisor del área, las cuales se describen a continuación.

- Al personal de Empaque secundario y Alisto de materiales, notificar al supervisor o la persona encargada cuando se presentan eventos de pérdidas de tiempo no tipificadas en el control de tiempos muertos, para asegurar la corrección.
- Al personal de Empaque secundario y Alisto de materiales, se recomienda participar en la elaboración de requisitos de usuario en la implementación del *software* para el control de corridas de esterilización.
- Al supervisor del área se le recomienda involucrar al personal operativo, en la implementación del *software* para el control de corridas de esterilización.

- Dar soporte y seguimiento al personal encargado de la implementación de las otras acciones que no fueron asignadas al equipo de trabajo de este proyecto.
- Establecer un método de revisión del proceso de Post Esterilización, para que tomen las corridas en el orden específico, mientras se implementa el control por medio de *software*.
- Establecer una verificación diaria del proceso con soporte del entrenador del área, con el fin de asegurar el cumplimiento de las acciones.
- Entrenar de forma recurrente a los empleados en buenas prácticas de manufactura en la industria médica, con el fin de evitar errores en la documentación.
- Diseñar y utilizar una hoja de trabajo estándar para el líder y el entrenador del área.
- A la compañía Allergan, se le recomienda mantener el compromiso de la alta Gerencia en los proyectos de mejora de la planta e incentivar la creación de nuevos proyectos en otros procesos.

- Dar seguimiento a la ejecución de las mejoras propuestas, tanto las que fueron desarrolladas por este equipo de trabajo, así como las que fueron asignadas al personal soporte del área.

- Documentar y administrar el conocimiento generado por la elaboración de este proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

Agüero, C. (2015). *Valoración de proyectos mineros en el Perú mediante el enfoque de opciones reales* (Tesis inédita de Doctorado). Universidad Politécnica de Catalunya, España.

Carro, R. (2014). *Investigación de operaciones en Administración*. Mar del Plata: Universidad Nacional del Mar del Plata.

Carro, R. y González, D. (2012a). *Diseño y Selección de Procesos*. Manuscrito no publicado.

Carro, R. y González, D. (2012b). *Productividad y competitividad*. Manuscrito no publicado.

Chapman, S. (2006). *Planificación y control de la producción*. Atlacomulco: Pearson Educación de México.

Córdoba, L. (2016). *Ahorro de energía en el sistema de aire comprimido, siguiendo el sistema Lean Energy de Baxter productos médicos* (Tesis inédita de Ingeniería). Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica.

Esguerra, W. (2012). *Metodología para la optimización del sistema de manufactura de electrodomésticos* (Tesis inédita de Maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

Esquer, J. (2013). *Determinación del tiempo estándar para la implementación de ayudas visuales en una empresa de tecnología celular* (Tesis inédita de Ingeniería). Instituto Tecnológico de Sonora, Navojoa, Sonora.

Fernández, M (2014). *Lean Manufacturing En Español Cómo eliminar desperdicios e incrementar ganancias*. Estados Unidos: Ed. Imagen

Hernández, J y Vizán, A (2013). *Lean manufacturing Conceptos, técnicas e implantación*. Madrid: Ed. Fundación OEI.

Hidalgo, C. (2015). *Diseño e implementación de un sistema para el control y monitoreo de equipos y sistemas productivos que permita obtener de forma automática la eficiencia global de la mano de obra (OLE)* (Tesis inédita de Licenciatura en Mecatrónica). Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica.

Jananía, C. (2008). *Manual de Tiempos y Movimientos Ingeniería de Métodos*. México, D.F: Ed. LIMUSA.

Lizano, M. (2014). *Desarrollar Habilidades en el área de Ingeniería de manufactura de empresas dedicadas a la producción de dispositivos médicos* (Tesis inédita de Licenciatura en Ingeniería). Universidad Nacional de Costa Rica, San José, Costa Rica.

Madariaga, F. (2013). *Lean Manufacturing exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos*. Ed. Bubok Publishing S.L.

Mohr, P. (2012). *Propuesta de metodología para la medición de eficiencia general de los equipos en líneas de procesos de sección mantequilla en industria láctea* (Tesis inédita de Ingeniería). Universidad Austral de Chile, Puerto Montt, Chile.

Montalván, H. (2004). *Estudio económico-financiero y evaluación económico financiera para la creación de una empresa de comercialización y venta de activos extraordinarios* (Tesis inédita de Licenciatura en Administrador de Empresas). Universidad Rafael Landívar. Guatemala.

Moreno, J y Montealegre, L. (2013). *Problema de balance de línea con múltiples líneas en paralelo y enfoque multiobjetivo* (Tesis inédita de Ingeniería). Universidad del Valle, Santiago de Cali, Colombia.

Organización Mundial del Trabajo, Programa de Actividades sectoriales. (2008).

Informe II. Medición del tiempo de trabajo. Ginebra, Suiza

Organización Mundial del Trabajo. (2002). *Introducción al estudio de trabajo* (4ª ed.).

México: LIMUSA.

Pérez, E y García, M. (2014). *Implementación de la metodología DMAIC- Seis Sigma en el envasado de licores en Fanal.* Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica.

Rajadell, M y Sánchez, J. (2010). *Lean Manufacturing la evidencia de una necesidad.*

España: Editorial Fernández Ciudad, S.L.

Real Academia Española [RAE]. (12 de febrero de 2018). *Concepto de productividad.*

Disponible en <http://dle.rae.es/?id=UH8mXZv>

Retana, K. (01 de febrero de 2008). Nacionales. *La República.* Disponible en

<https://www.larepublica.net/noticia/6434>

Robles, C. (2012). *Costos Históricos.* Estado de México: Editorial Eduardo Durán

Valdivieso.

- Rodríguez, J. (2008). *Determinación del tiempo estándar para la actualización de las ayudas visuales en una línea de producción de una empresa manufacturera* (Tesis inédita de Ingeniería). Instituto Tecnológico De Sonora. Navojoa, Sonora.
- Rojas, M. (2012). *Diseño automatización e implementación de línea de producción para productos tipo snaks* (Tesis inédita de Licenciatura en Electrónica). Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica.
- Rother, M y Harris, R. (2001). *Creating Continuous Flow*. Cambridge, USA: Lean Enterprise Institute, Inc.
- Rother, M y Shook, J. (1999). *Observar Para Crear Valor*. Massachusetts, USA: Lean Enterprise Institute, Inc.
- Verzola, D. (2015). *Propuesta para el mejoramiento de la disponibilidad de la línea de producción de pan MECATHERM 3* (Tesis inédita de Licenciatura en Ingeniería). Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica.
- Weil, M. (2016). *Estandarización en los procesos de análisis, desarrollo y evaluación de pinturas y recubrimientos aplicada a un caso de la industria de manufactura en Costa Rica* (Tesis inédita de Licenciatura en Ingeniería). Universidad Nacional de Costa Rica, San José, Costa Rica.

ANEXOS

ANEXO 1

ANÁLISIS FINANCIERO

Allergan Costa Rica, SRL					
Análisis Financiero					
Nombre Proyecto : PFO Secondary Packaging					
Project Owner : Luis Valerio					
Actualizado: 12-Mar-18					
	2018	2019	2020	2021	2022
AHORROS Detalles					
Labor / operarios (con 6% aumento anual)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)
Operatorios	6	6	6	6	6
Labor ahorros	(97)	(102)	(107)	(112)	(118)
Sub-total	(97)	(102)	(107)	(112)	(118)
Detalle Gastos e Inversión					
SAP					
Validación					
Submissions					
Facilidad Re-distribución	20				
Depreciación (5 años)	6	6	6	6	6
Sub-total	26	6	6	6	6
Flujo Neto FAV/ (DESFAV)	\$71	\$96	\$101	\$106	\$112
Acumulativo / Reembolso	71	167	267	373	485
					960%
Inversión	CAPEX	Expenses		Inversión	(51)
Equipo	\$30,700			2018	71
SAP				2019	96
Submissions				2020	101
Facilidad Re-distribución		\$19,800		2021	106
Validación				2022	112
Contingencia 5% de Equipo					
Total	\$30,700	\$19,800			
				TIR	5 años
					159.8%
				NPV	\$282

Cotización adjunta: Banda transportadora



Belco Packaging Systems, Inc. Phone: 626.357.9566 www.belcopakaging.com
 910 South Mountain Avenue Toll-free: 800.833.1833 www.belcomedical.com
 Monrovia, California 91016 Fax: 626.359.3440 info@belcopakaging.com

June 6, 2018

Mr. Adolfo Fernandez Gonzalez
 Allergan
 900-Parkway, Global Park
 La Aurora, Heredia
 Costa Rica

Dear Adolfo:

Proposal # 18-285

Thank you for your interest in the Belco line of precision engineered shrink packaging machinery. Belco Packaging Systems, Inc. enjoys a worldwide reputation for designing durable, heavy-duty equipment that gives the customer repeatable shrink packaging performance, even after years of hard use. These machines require little maintenance, are safe to operate and have a life expectancy superior to the industry average. That adds up to maximum performance, optimum results and the best value in shrink packaging systems!

I am pleased to present the following for your review:

One Belco model CV180-A0L0-60 180° curved gravity conveyor that has a 5-foot straight section. This conveyor features a 15" roller width by a 1.125" diameter on 1.5" centers, a unique nose-over section for easy package transfer onto the conveyor, heavy-duty steel frame construction, end stop, adjustable legs, and a brushed Stainless-Steel finish.

CV180-A0L0-60	180-degree Conveyor w/60-inch return	\$2,575.00
CV180-A0L0-36	180-degree Conveyor w/36-inch return	\$2,375.00

Important Information:

Lead Time	Approx. 3 weeks from receipt of deposit
Terms	50% is due with your PO, 40% at shipment, Net 30
Crating	\$350.00 for export wood crate
Delivery	TBD, FOB, Monrovia, Ca. Prepaid and added to final invoice

Prices quoted are subject to change after thirty (30) days from the above proposal date. Delivery dates are based upon current production schedules and are subject to confirmation at the time of order acceptance.

Thank you for this opportunity to present our proposal for your consideration.

Sincerely,
 Mr. Craig Owen
 Belco Packaging Systems, Inc



180° Curved Conveyor

The 180 degree conveyor placed at the exit end of a shrink tunnel brings the finished product back to the operator for case packing creating a one person packing station.



180° Curved Conveyor with 5' Return

Standard Features

- 1" diameter plastic rollers
- Rollers on 1.5" centers
- Roller width 15"
- 3' & 5' straight returns
- Adjustable height
- Powder coat paint
- 9.75" inside radius
- Compact footprint

Model	Overall Width	Overall Length	Straight Section	Shipping Weight
180°-3' Return	52"	63"	3 Feet	150lbs.
180°-5' Return	52"	87"	5 Feet	165lbs.

STC 2520 Combination Machine with 180° Conveyor

Turn your combination machine into a system with a 180° conveyor with a 3' or 5' return.

Distributed by:



Belco Packaging Systems, Inc. 910 S. Mountain Ave. Monrovia, CA 91016
626/357-9566 Fax 626/359-3440 www.belcopakaging.com

Rev. 2/10/05

Cotización adjunta: Modificación de la distribución del área



Cotización N° 2018-082 Rev.N° 01

Hoja 1 de 1

Su contacto:

Luis Chinchilla 2573 1016 / 83852559

lchinchilla@tecnomedicacr.com

TMI TecnoMédica Montajes Industriales S.A. Ced: 3-101-523138 E-mail: tmi@tecnomedicacr.com		
Fecha: 02/01/2018	Válida hasta: 02/02/2018	Ref: Relayout Empaque secundario

Sr. Mario Molina
Allergan de Costa Rica
Teléfono: 2509-
E-mail: molina.mario@allergan.com

Línea	Descripción de Costo	Costo total línea
1	Relayout de facilidades empaque secundario Movimiento de los siguientes polos y sus facilidades Polo 1 y 2 Circuito con cuatro tomas dúplex Dos enlaces de red nuevos. Polo 3 y 6 Circuito con cuatro tomas dúplex Cuatro enlaces de red nuevos. Polo 5 Circuito con dos tomas dúplex Dos enlaces de red nuevos. Polo 10 y 12 Circuito con un toma dúplex Dos enlaces de red nuevos. Desmantelamiento de polo 4 y 8.	9,638.00
Total en US dólares:		\$9,638.00

Nota:

Se contempla hacer todos los puntos de red nuevos. Certificación Systemax.

Validez de la oferta: Un mes.
Forma de pago: Crédito

ANEXO 2

ESTUDIO DE TIEMPO ACTUAL ALISTO DE MATERIALES

Costa Rica



HOJA DE ESTÁNDAR DE PRODUCCIÓN

Tipo de Producto	Secundario
Operación	Alisto de Materiales
Estudio de Tiempos	SCPACK00001
MPs Relacionados	MP-04310

Versión de Hoja Estándar	1.0
Fecha de Emisión	04-Abr-17

Demanda diaria [uds]	3650
Jornada Teórica TA [h]	9.50
Jornada Teórica TB [h]	6.50
Jornada Efectiva [h]	14.75
Tamaño de lote promedio	18

Labor	
Tiempo Teórico [Seg/ea]	42.86
PF & D [%]	7.12%
Tiempo STD [Seg/ea]	45.91
Tiempo STD [Min/ea]	0.77
Personal Requerido por turno [#]	4.0
Output Efectivo [ea/h]	314

Resumen de tiempos

Operación	Tiempo Teórico [Seg/ea]
Buscar y contar cajas	1.62
Buscar y contar libros	1.84
Buscar y contar etiquetas de paciente	2.14
Buscar y contar etiquetas redondas(amarilla)	1.27
Buscar y contar etiquetas redondas(gris)	2.36
Buscar y contar plásticos	1.02
Buscar y contar etiquetas largas	2.10
Desglose	19.10

Tareas Auxiliares	Tiempo Teórico [Seg/Lote]
Buscar en el procedimiento	129.90
Pegar etiqueta en el rack	1.70
Escanear cajas	4.40
Escanear libros	6.00
Escanear etiquetas amarillas	8.90
Escanear etiquetas gris	8.90
Escanear etiquetas largas	3.34
Colocar las etiquetas en los materiales	6.70
Recoger las etiquetas	14.50
Meter componentes en la bolsa	21.00

Operación Completa	Tiempo Teórico [Seg/ea]	Output Individual [ea/h]	Op Teórico [#]	Op Asignado [#]	Tiempo Final [Seg/ea- #]	Output Teórico [ea/h]
Operación y Tareas Auxiliares	42.86	84.00	4.00	8	5.36	672.01

ATENCIÓN: Este documento no pretende servir como instrucción para elaboración del producto. Para esto refiérase a los procedimientos y dibujos aprobados en QUMAS.

ANEXO 3

ESTUDIO DE TIEMPO ACTUAL POST ESTERILIZACIÓN

Costa Rica



HOJA DE ESTÁNDAR DE PRODUCCIÓN

Tipo de Producto	Empaque Secundario
Operación	Inspección Post Esterilización
Estudio de Tiempos	SCPAQA0002
MP's Relacionados	QC-590

Versión de Hoja Estándar	1.0
Fecha de Emisión	21-Mar-17

Demanda diaria [uds]	3650
Jornada Teórica TA [h]	9.50
Jornada Teórica TB [h]	6.50
Jornada Efectiva [h]	14.75
Tamaño de lote promedio	18

Labor	
Tiempo Teórico [Seg/ea]	33.97
PF & D [%]	7.12%
Tiempo STD [Seg/ea]	36.39
Tiempo STD [Min/ea]	0.61
Personal Requerido por turno [#]	3.0
Output Efectivo [ea/h]	297

Resumen de tiempos

Operación	Tiempo Teórico [Seg/ea]
Bajar unidades de carro de esterilización	2.36
Escaneo y Revisión QA de las unidades	13.21
Generar reprocesos y/o rechazos	2.54
Escaneo de Etiquetas	4.62
Colocar unidades en carrito para empaque	3.29

Tareas Auxiliares	Tiempo Teórico [Seg/Lote]
Triangulación	9.10
Buscar dibujo en el procedimiento	33.67
Documentación (Revisión de unidades)	23.20
Acomodo de carrito de empaque	10.60
Trasladar el carro al área de trabajo	66.50

Operación Completa	Tiempo Teórico [Seg/ea]	Output Individual [ea/h]	Op Teórico [#]	Op Asignado [#]	Tiempo Final [Seg/ea- #]	Output Teórico [ea/h]
Operación y Tareas Auxiliares	33.97	105.98	3.00	8	4.25	847.85

ATENCIÓN: Este documento no pretende servir como instrucción para elaboración del producto. Para esto refiérase a los procedimientos y dibujos aprobados en QUMAS.

ANEXO 4

ESTUDIO DE TIEMPO ACTUAL MATERIAL HANDLER

Costa Rica



HOJA DE ESTÁNDAR DE PRODUCCIÓN

Tipo de Producto	Secundario
Operación	Material Handler
Estudio de Tiempos	SCPACK0003
MPs Relacionados	MP-889/MP-854

Versión de Hoja Estándar	1.0
Fecha de Emisión	13-Jun-17

Demanda diaria [uds]	3650
Jornada Teórica TA [h]	9.50
Jornada Teórica TB [h]	6.50
Jornada Efectiva [h]	14.75
Tamaño de lote promedio	18

Labor	
Tiempo Teórico [Seg/ea]	2.49
PF & D [%]	7.12%
Tiempo STD [Seg/ea]	2.67
Tiempo STD [Min/ea]	0.04
Personal Requerido por turno [#]	1.0
Output Efectivo [ea/h]	1348

Resumen de tiempos

Operación	Tiempo Teórico [Seg/ea]


Tareas Auxiliares	Tiempo Teórico [Seg/Lote]
Revisión de materiales vs Prd	16.60
Colocar producto en Carrito	6.18
Trasladar Material a la celda	22.10

Operación Completa	Tiempo Teórico [Seg/ea]	Output Individual [ea/h]	Op Teórico [#]	Op Asignado [#]	Tiempo Final [Seg/ea- #]	Output Teórico [ea/h]
Operación y Tareas Auxiliares	2.49	1443.85	1.00	1	2.49	1443.85

ATENCIÓN: Este documento no pretende servir como instrucción para elaboración del producto. Para esto refiérase a los procedimientos y dibujos aprobados en QUMAS.

ANEXO 5

ESTUDIO DE TIEMPO ACTUAL EMPAQUE SECUNDARIO

Costa Rica 

HOJA DE ESTÁNDAR DE PRODUCCIÓN

Tipo de Producto	Gel, Salinos, Japón, Sizer	Versión de Hoja Estándar	1.0
Operación	Empaque Secundario	Fecha de Emisión	04-Abr-17
Estudio de Tiempos	SCPACK0001		
MPs Relacionados	MP-04310		

Demanda diaria [uds]	3650
Jornada Teórica TA [h]	9.50
Jornada Teórica TB [h]	6.50
Jornada Efectiva [h]	14.75
Tamaño de lote promedio	18

Labor	
Tiempo Teórico [Seg/ea]	91.73
PF & D [%]	7.12%
Tiempo STD [Seg/ea]	98.27
Tiempo STD [Min/ea]	1.64
Personal Requerido por turno [#]	7.0
Output Efectivo [ea/h]	256

Resumen de tiempos

Operación	Tiempo Teórico [Seg/ea]
Pegar Etiquetas blancas en caja	7.14
Colocar etiquetas de color (Redondas)	7.77
Armar caja e introducir libro	14.39
Alcanzar unidad, escanear ID Label (Lid, Ruler)	7.04
Pegar Etiqueta sobre la Lid	3.72
Pegar etiqueta del paciente sobre la tarjeta de	3.26
Meter la unidad dentro de la caja	3.27
Pegar identificación a la caja	6.62
Sellar la caja con dos adhesivos	3.78

Tareas Auxiliares	Tiempo Teórico [Seg/Lote]
Documentar al Inicio del lote	6.41
Revisar dibujo	23.73
Contar unidades	39.88
Identificar contar y revisar los Libros	226.80
Contar y revisar cajas	160.00
Documentar al Final del lote	20.90
Llevar el empaqueal carrito	39.69
Escanear Materiales	12.50
Trasladar el carro al wip de shrink wrap	96.00

Operación Completa	Tiempo Teórico [Seg/ea]	Output Individual [ea/h]	Op Teórico [Φ]	Op Asignado [Φ]	Tiempo Final [Seg/ea-Φ]	Output Teórico [ea/h]
Operación y Tareas Auxiliares	91.73	39.24	7.00	8	11.47	313.95

Preparado por (firma, fecha) _____ Aprobado por (firma, fecha) _____

ATENCION: Este documento no pretende servir como instrucción para elaboración del producto. Para esto refiérase a los procedimientos y dibujos aprobados en QUMAS.

ANEXO 6

ESTUDIO DE TIEMPO ACTUAL SHRINK WRAP

Costa Rica



HOJA DE ESTÁNDAR DE PRODUCCIÓN

Tipo de Producto	Secundario
Operación	Beko Shrink Wrap
Estudio de Tiempos	SCPACK0006
MPs Relacionados	MP-899/MP-854/MP-915

Versión de Hoja Estándar	1.0
Fecha de Emisión	8-May-17

Demanda diaria [uds]	3650
Jornada Teórica TA [h]	9.50
Jornada Teórica TB [h]	6.50
Jornada Efectiva [h]	14.75
Tamaño de lote promedio	18

Labor	
Tiempo Teórico [Seg/ea]	14.34
PF & D [%]	7.12%
Tiempo STD [Seg/ea]	15.36
Tiempo STD [Min/ea]	0.26
Personal Requerido por turno [#]	2.0
Output Efectivo [ea/h]	469

Resumen de tiempos

Operación	Tiempo Teórico [Seg/ea]
Colocar la caja en la Beko	3.9
Presionar botones	0.7
Recojer Plástico Sobrante	2.24
Inspeccionar Caja	6.93


Tareas Auxiliares	Tiempo Teórico [Seg/Lote]
Colocar Router en la Beko	4.30
registra datos QRTF	6.00

Operación Completa	Tiempo Teórico [Seg/ea]	Output Individual [ea/h]	Op Teórico [#]	Op Asignado [#]	Tiempo Final [Seg/ea- #]	Output Teórico [ea/h]
Operación y Tareas Auxiliares	14.34	251.01	2.00	8	1.79	2008.06

ATENCIÓN: Este documento no pretende servir como instrucción para elaboración del producto. Para esto refiérase a los procedimientos y dibujos aprobados en QUMAS.

ANEXO 7

FORMATO ESTUDIO DE TIEMPOS

Costa Rica 

HOJA DE ESTÁNDAR DE PRODUCCIÓN

Tipo de Producto	Secundario	Esta sección indica los detalles de propios del estudio de tiempo, tipo de producto, operación, número del estudio, y los procedimientos relacionados
Operación	Alisto de Mate	
Estudio de Tiempos	SCPAC00001	
MP's Relacionados	MP-04310	

Versión de Hoja Estándar	2.0
Fecha de Emisión	26-Ene-18

Demanda diaria [uds]	3800	Esta sección incluye los datos del proceso, Demanda, Jornadas de trabajo y tamaño de lote promedio
Jornada Teórica TA [h]	9.50	
Jornada Teórica TB [h]	6.50	
Jornada Efectiva [h]	14.75	
Tamaño de lote promedio	18	

Labor	
Tiempo Teórico [Seg/ea]	42.86
PF & D [%]	11.00%
Tiempo STD [Seg/ea]	47.57
Tiempo STD [Min/ea]	0.79
Personal Requerido por turno [#]	4.0
Output Efectivo [ea/h]	803

Resumen del estudio de tiempos

Resumen de tiempos

Operación	Tiempo Teórico [Seg/ea]
Buscar y contar Componentes	12.35
Desglose	19.10

Tareas Auxiliares	Tiempo Teórico [Seg/lote]
Buscar en el procedimiento	129.90
Pegar etiqueta en el rack	1.70
Escanear cajas libros	10.40
Escanear etiquetas amarillas	27.84
Recoger las etiquetas	14.50
Meter componentes en la bolsa	21.00

Operación Completa	Tiempo Teórico [Seg/ea]	Output Individual [ea/h]	Op Teórico [#]	Op Asignado [#]	Tiempo Final [Seg/ea + #]	Output Teórico [ea/h]
Operación y Tareas Auxiliares	42.86	84.00	4.00	4	10.71	336.00

El tiempo de operación
Se refiere al tiempo de los elementos que se repiten en cada unidad.

Esta sección contiene:
 Tiempo teórico = Suma de todos los tiempos Operación + auxiliar
 Output Individual = Cantidad de unidades que podría hacer un operario en 1 hora.
 Op Teórico = Cantidad de operarios requeridos.
 Op Asignado = Cantidad de operarios asignados.
 Tiempo Final = Velocidad real de línea según los Op asignados.
 Output Teórico = Unidades por hora que la línea es capaz de procesar

El tiempo de Tareas Auxiliares
Se refiere a los elementos que se repiten en cada lote de producción. Este tiempo se debe dividir entre el tamaño de lote promedio para obtener el tiempo en segundos por unidad.

ATENCIÓN: Este documento no pretende servir como instrucción para elaboración del producto. Para esto refiérase a los procedimientos y dibujos aprobados en QUMAS.

ANEXO 8

ESTUDIO DE TIEMPO NUEVO ALISTO DE MATERIALES

Costa Rica



HOJA DE ESTÁNDAR DE PRODUCCIÓN

Tipo de Producto	Secundario
Operación	Alisto de Materiales
Estudio de Tiempos	SCPAC00001
MPs Relacionados	MP-04310

Versión de Hoja Estándar	2.0
Fecha de Emisión	26-Ene-18

Demanda diaria [uds]	3800
Jornada Teórica TA [h]	9.50
Jornada Teórica TB [h]	6.50
Jornada Efectiva [h]	14.75
Tamaño de lote promedio	18

Labor	
Tiempo Teórico [Seg/ea]	42.86
PF & D [%]	11.00%
Tiempo STD [Seg/ea]	47.57
Tiempo STD [Min/ea]	0.79
Personal Requerido por turno [#]	4.0
Output Efectivo [ea/h]	303

Resumen de tiempos

Operación	Tiempo Teórico [Seg/ea]
Buscar y contar Componentes	12.35
Desglose	19.10

Tareas Auxiliares	Tiempo Teórico [Seg/Lote]
Buscar en el procedimiento	129.90
Pegar etiqueta en el rack	1.70
Escanear cajas libros	10.40
Escanear etiquetas amarillas	27.84
Recoger las etiquetas	14.50
Meter componentes en la bolsa	21.00

Operación Completa	Tiempo Teórico [Seg/ea]	Output Individual [ea/h]	Op Teórico [#]	Op Asignado [#]	Tiempo Final [Seg/ea - #]	Output Teórico [ea/h]
Operación y Tareas Auxiliares	42.86	84.00	4.00	8	5.36	671.99

ATENCIÓN: Este documento no pretende servir como instrucción para elaboración del producto. Para esto refiérase a los procedimientos y dibujos aprobados en QUMAS.

ANEXO 9

ESTUDIO DE TIEMPO NUEVO POST ESTERILIZACIÓN

Costa Rica



HOJA DE ESTÁNDAR DE PRODUCCIÓN

Tipo de Producto	Empaque Secundario
Operación	Inspección Post Esterilización
Estudio de Tiempos	SCPQA0002
MPs Relacionados	QC-590

Versión de Hoja Estándar	2.0
Fecha de Emisión	28-Feb-18

Demanda diaria [uds]	3800
Jornada Teórica TA [h]	9.50
Jornada Teórica TB [h]	6.50
Jornada Efectiva [h]	14.75
Tamaño de lote promedio	18

Labor	
Tiempo Teórico [Seg/ea]	35.28
PF & D [%]	11.00%
Tiempo STD [Seg/ea]	39.16
Tiempo STD [Min/ea]	0.65
Personal Requerido por turno [#]	3.0
Output Efectivo [ea/h]	276

Resumen de tiempos

Operación	Tiempo Teórico [Seg/ea]
Bajar unidades de carro de esterilización	2.36
Escaneo y Revisión QA de las unidades	13.21
Escaneo de Etiquetas Colocar carrito para empaque	9.96

Tareas Auxiliares	Tiempo Teórico [Seg/Lote]
Triangulación	9.10
Buscar dibujo en el procedimiento	33.67
Documentación (Revisión de unidades)	23.20
Acomodo de carrito de empaque	10.60
Colocar Material Y Enviar carro	98.87

Operación Completa	Tiempo Teórico [Seg/ea]	Output Individual [ea/h]	Op Teórico [#]	Op Asignado [#]	Tiempo Final [Seg/ea- #]	Output Teórico [ea/h]
Operación y Tareas Auxiliares	35.28	102.05	3.00	8	4.41	816.40

ATENCIÓN: Este documento no pretende servir como instrucción para elaboración del producto. Para esto refiérase a los procedimientos y dibujos aprobados en QUMAS.

ANEXO 10

ESTUDIO DE TIEMPO NUEVO EMPAQUE SECUNDARIO

Costa Rica



HOJA DE ESTÁNDAR DE PRODUCCIÓN

Tipo de Producto	Gel, Salinos, Japón, Sizer
Operación	Empaque Secundario
Estudio de Tiempos	SCPAC0001
MPs Relacionados	MP-04310

Versión de Hoja Estándar	2.0
Fecha de Emisión	16-Feb-18

Demanda diaria [uds]	3800
Jornada Teórica TA [h]	9.50
Jornada Teórica TB [h]	6.50
Jornada Efectiva [h]	14.75
Tamaño de lote promedio	18

Labor	
Tiempo Teórico [Seg/ea]	81.30
PF & D [%]	11.00%
Tiempo STD [Seg/ea]	90.25
Tiempo STD [Min/ea]	1.50
Personal Requerido por turno [#]	7.0
Output Efectivo [ea/h]	279

Resumen de tiempos

Operación	Tiempo Teórico [Seg/ea]
Verificación de unidad Router-Lot ID- Serie	28.10
Empacar unidad por unidad escanear Lot Id-Serie	27.39

Tareas Auxiliares	Tiempo Teórico [Seg/Lote]
Tomar Router buscar dibujo en E.book	8.85
Contar unids rev. que etiquetas coinciden	40.48
Contar mat., emitir y acomodar en celda.	217.12
Confirmar la orden Documentar Router	22.54
Llevar carrito de transferencia con producto a	49.70
Transferir uds del carrito al rack	99.87
Sacar la basura de la estación	26.08

Operación Completa	Tiempo Teórico [Seg/ea]	Output Individual [ea/h]	Op Teórico [#]	Op Asignado [#]	Tiempo Final [Seg/ea - #]	Output Teórico [ea/h]
Operación y Tareas Auxiliares	81.30	44.28	7.00	8	10.16	354.23

ATENCIÓN: Este documento no pretende servir como instrucción para elaboración del producto. Para esto refiérase a los procedimientos y dibujos aprobados en QUMAS.

ANEXO 11

ESTUDIO DE TIEMPO NUEVO SHRINK WRAP

Costa Rica



HOJA DE ESTÁNDAR DE PRODUCCIÓN

Tipo de Producto	Secundario
Operación	Belco Shrink Wrap
Estudio de Tiempos	SCPAC0006
MPs Relacionados	MP-899/MP-854/MP-915

Versión de Hoja Estándar	2.0
Fecha de Emisión	9-Mar-18

Demanda diaria [uds]	3800
Jornada Teórica TA [h]	9.50
Jornada Teórica TB [h]	6.50
Jornada Efectiva [h]	14.75
Tamaño de lote promedio	18

Labor	
Tiempo Teórico [Seg/ea]	11.84
PF & D [%]	11.00%
Tiempo STD [Seg/ea]	13.14
Tiempo STD [Min/ea]	0.219
Personal Requerido por turno [#]	1.0
Output Efectivo [ea/h]	274

Resumen de tiempos

Operación	Tiempo Teórico [Seg/ea]
Colocar la caja en la Belco	3.9
Presionar botones	0.7
Recoger Plástico Sobrante	2.24
Inspeccionar Caja	4.43

Tareas Auxiliares	Tiempo Teórico [Seg/Lote]
Colocar Router en la Belco	4.30
registra datos QRTF	6.00

Operación Completa	Tiempo Teórico [Seg/ea]	Output Individual [ea/h]	Op Teórico [#]	Op Asignado [#]	Tiempo Final [Seg/ea - #]	Output Teórico [ea/h]
Operación y Tareas Auxiliares	11.84	304.00	1.00	8	1.48	2431.98

ATENCIÓN: Este documento no pretende servir como instrucción para elaboración del producto. Para esto refiérase a los procedimientos y dibujos aprobados en QUMAS.

ANEXO 12**REPORTE DE OBSERVACIONES REALIZADAS EN EMPAQUE SECUNDARIO**

Objetivo de la reunión

- Revisar las mejoras del proceso identificadas.
- Definir los pasos a seguir.

Mejora del proceso de Empaque Secundario

Objetivo:

- Optimizar los recursos
- Reducción FTE'S
- Mejorar los indicadores del área

OBSERVACIONES REALIZADAS EN EL PROCESO

Semana (05 al 09 de marzo de 2018)

Proceso de Alisto de Materiales detenido

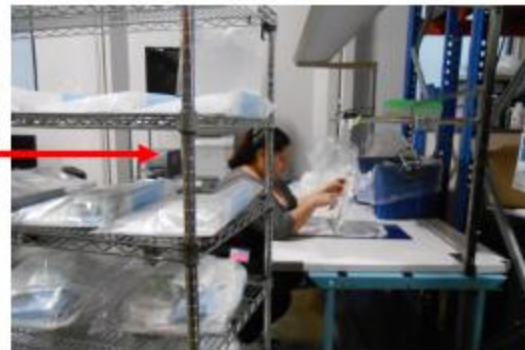


Los operarios no contaban con el plan de producción del día, aún se estaba revisando los datos. (45 minutos de atraso).

Nota: este evento es poco recurrente según comentaron los operarios

Iluminación en Alisto de Materiales no es adecuada

Alisto



Empaque
Secundario



Falta iluminación en el proceso de Alisto de Materiales para realizar la inspección de componentes. En contraste en empaque Secundario se cuenta con una excelente iluminación

Carros de Materiales de Alisto sin barreras ni divisores



Los componentes se caen en el camino y se mezclan con otras órdenes.

Falta de carritos de transferencia de Empaque

Operario en espera



Carritos Dañados



Las corridas se atrasan por falta de carritos de transferencia. Hay algunos dañados

Falta de Jaulas para producto terminado



Corridas en espera de jaula



Comprar 7

Se calcula que faltan al menos 7 jaulas ya que 22 corridas tuvieron que esperar casi 45 minutos, durante toda la semana, por día fueron alrededor de 7.

Plástico Sobrante de la Shrink Wrap



Idea:
Que se haga
automático

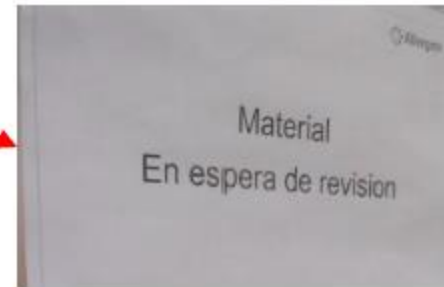
El operario pierde tiempo recogiendo el plástico

Errores de documentación

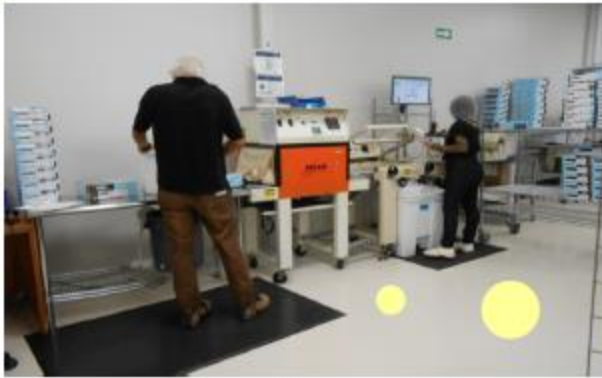


Corrida en espera de correcciones lleva todo el turno A (5 horas)

Ajustes en componentes y Materiales dañados



Operarios de Shrink Wrap Subutilizados



Idea:



Según el estudio de tiempos se puede
asignar la tarea a un solo operario

Consecutivo de corridas



**Corridas con más
de 14 horas de
espera**



Durante la semana al menos 40 de las 66 corridas procesadas, tenían más de 14 horas de espera ya que en el área no se sigue un proceso PEPS.

Las corridas que se procesan de primero son las que tienen más unidades

Otros

Comunicación con el personal del Almacén. A veces no responde porque esta pasando las shells a Kitting. Se esta en proceso de compra de radios.

El plan de producción debe ser segregado para cada turno y no uno por día.

Oportunidad de mejora en 5s en general

EQUIPO:

- | | |
|--------------------|-------------|
| • Luis Valerio | Procesos |
| • Katherine Ross | Procesos |
| • Diana Brenes | Manufactura |
| • Pamela Bolaños | Manufactura |
| • Alberto Vindas | Calidad |
| • Ricardo Bermúdez | Ingeniería |

***Espacio de
Preguntas***