

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

BACHILLERATO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN EN EL ÁREA DE EMPAQUE DE LA FAMILIA DE PRODUCTOS DE CABLES GUÍA EN LA EMPRESA BOSTON SCIENTIFIC DEL COYOL DE ALAJUELA, I SEMESTRE 2018

TESINA PARA OPTAR EL GRADO DE BACH. EN LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

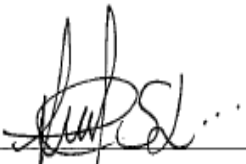
**ESTUDIANTE:
ANDREA SALAZAR LÓPEZ**

**TUTOR:
ING. JOHAN CASTRO VÁSQUEZ**

I SEMESTRE, 2018

DECLARACIÓN JURADA

Yo Andrea Salazar López, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 1-1179-0898 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, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN EN EL ÁREA DE EMPAQUE DE LA FAMILIA DE PRODUCTOS DE CABLES GUÍA EN LA EMPRESA BOSTON SCIENTIFIC DEL COYOL DE ALAJUELA, I SEMESTRE 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 25 días del mes de Enero del año dos mil dieciocho.



Firma del estudiante

1-1179 0898

Cédula

CARTA DE APROBACIÓN DEL TUTOR

San José, 20 de Enero de 2018

Destinatario
Carrera
Universidad Hispanoamericana

Estimado señor:

El estudiante Andrea Salazar López, cédula de identidad número 1-1179-0898, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN EN EL ÁREA DE EMPAQUE DE LA FAMILIA DE PRODUCTOS DE CABLES GUÍA EN LA EMPRESA BOSTON SCIENTIFIC DEL COYOL DE ALAJUELA, I SEMESTRE 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%	9%
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	20%
c)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	29%
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	20%
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	20%
	TOTAL		98%

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

Atentamente,



Nombre: Johan Castro Vasquez.
Cédula identidad: 1-1228-0842
Carné Colegio Profesional: -

CARTA DE APROBACIÓN DEL LECTOR

Heredia, 20 de enero de 2018

Señores

Departamento de Registro

Universidad Hispanoamericana

Estimados señores:

En mi calidad de lector del proyecto de graduación presentado por la estudiante Andrea Salazar Lopez, titulado "Implementación de un sistema para mejorar la capacidad de producción en el área de empaque de la familia de productos de cables guía en la empresa Boston Scientific del Coyol de Alajuela", para optar por el grado de Bachillerado en Ingeniería Industrial, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso y he evaluado aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

Debido a lo anterior considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser trasladado al proceso de revisión por el filólogo.

Atentamente,


Yostin Chacon Varela

Cédula: 110050171

II-9697

CARTA DE APROBACIÓN DEL FÍLOLOGO

CARTA DE REVISIÓN FILOLÓGICA

San José, 23 de enero del 2018.

SEÑORES

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

SEDE HEREDIA

Estimados señores:

Por este medio, yo, Bolívar Bolaños Calvo, mayor, casado, filólogo, incorporado al Colegio de Licenciados y Profesores, con el número de carné 2 949, vecino de Turrúcares de Alajuela, portador de la cédula de identidad 202790320, hago constar:

1. Que he revisado el **PROYECTO DE GRADUACIÓN (TESINA)** para optar por el grado académico de **BACHILLERATO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL** denominado **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN EN EL ÁREA DE EMPAQUE DE LA FAMILIA DE PRODUCTOS DE CABLE GUÍA EN LA EMPRESA BOSTON SCIENTIFIC DEL COYOL DE ALAJUELA, I SEMESTRE 2018**, de la estudiante **ANDREA SALAZAR LÓPEZ**
2. **Que** le han hecho las correcciones pertinentes en acentuación, ortografía, puntuación, concordancia gramatical y otras del campo filológico.

En espera de que mi participación satisfaga los requerimientos de la Universidad.

Se suscribe, atentamente,


Dr. Bolívar Bolaños Calvo
No. 2 949
202790320
sofyma@racsa.co.cr

AGRADECIMIENTO

Le agradezco a Dios por permitirme llegar donde estoy, por guiarme siempre en cada paso de mi carrera.

Con todo mi cariño agradezco a mi madre Luz Salazar López, por todas y cada una de sus palabras de aliento, por enseñarme a luchar y a alcanzar mis sueños.

Agradezco a Rodrigo Martínez Jiménez por estar conmigo de principio a fin y ser un apoyo incondicional en esta etapa de mi vida, por su amor, paciencia y comprensión, por sacrificar su tiempo para que yo pudiera cumplir mi sueño.

A mi inseparable amiga Yesenia Alvarado Cerdas que emprendió este viaje conmigo desde el principio y fue mi mano derecha en este proyecto.

A la empresa Boston Scientific y a todos mis compañeros que me apoyaron y que me permitieron realizar este proyecto en sus instalaciones.

Un agradecimiento muy especial para mi tutor, el Ing. Johan Castro Vásquez, porque aparte de ser un gran profesional es una gran persona que me aconsejó y me apoyó siempre en este camino.

DEDICATORIA

A mi Ángel especial que sé que desde el cielo me dio las fuerzas para que poder concluir este proyecto, German Mesén Madrigal.

Tabla de Contenidos

DECLARACIÓN JURADA	II
CARTA DE APROBACIÓN DEL TUTOR	III
CARTA DE APROBACIÓN DEL LECTOR	IV
CARTA DE APROBACIÓN DEL FÍLOLOGO	V
DEDICATORIA.....	VI
AGRADECIMIENTO.....	VII
Tabla de Contenidos	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	XV
ÍNDICE DE TABLAS	XVII
ACRÓNIMOS Y SIGLAS.....	XVIII
RESUMEN EJECUTIVO	XIX
CAPÍTULO I:	20
INTRODUCCIÓN	20
1.1 INTRODUCCIÓN.....	21
1.2 DESCRIPCIÓN BREVE DE LA ORGANIZACIÓN.....	23
1.2.1 Boston Scientific.....	23
1.2.2 Estructura organizacional.....	24
1.2.3 Tipos de Producto	25

1.2.4	Visión	26
1.2.5	Misión.....	26
1.2.6	Política de Calidad	26
1.2.7	Valores Boston Scientific.....	27
1.2.8	Prioridades del Negocio Boston Scientific.....	28
1.2.9	Contribución a la comunidad.....	29
1.3	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	31
1.3.1	La idea del problema.....	31
1.3.2	La pregunta del problema	32
1.4	JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	33
1.5	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	37
1.5.1	Objetivo general	37
1.5.2	Objetivos específicos.	37
1.6	ALCANCES Y LIMITACIONES.....	38
1.6.1	Alcances.....	38
1.6.2	Limitaciones y Exclusiones	39
CAPÍTULO 2		41
MARCO TEÓRICO.....		41
2.1	MARCO CONCEPTUAL RELATIVO AL ASPECTO DE LA CARRERA	42
2.1.1	Ingeniería Industrial en la actualidad.....	42

		X
2.1.2	Papel del Ingeniero Industrial.....	43
2.1.3	Proceso Productivo	44
2.1.4	Manufactura Esbelta	46
2.1.4.1	Desperdicio según Manufactura Esbelta.....	47
2.1.4.2	Herramientas de Manufactura Esbelta.....	49
2.1.5	Metodología 5s.....	50
2.1.6	Trabajo Estándar.....	53
2.1.7	Kaizen	53
2.1.8	Evento Kaizen	54
2.1.10	Gestión de Calidad	57
2.2	MARCO DE LA GESTIÓN DE PROYECTOS	60
2.2.1	Metodología DMAIC	60
2.2.1.1	Definir.....	61
2.2.1.1.1	Diagrama de Flujo	61
2.2.1.1.2	Diagrama de Pareto.....	63
2.2.1.2	Medir	64
2.2.1.2.1	Diagramas de flujo de proceso o Flujograma	64
2.2.1.3	Analizar	67
2.2.1.3.1	Lluvia de ideas.....	67
2.2.1.3.2	Diagrama Ishikawa (Causa- Efecto)	67

2.2.1.3.3	Eliminación de desperdicio	69
2.2.1.3.4	Histograma	70
2.2.1.4	Implementar	71
2.2.1.4.1	Diagrama de Gantt	72
2.2.1.5	Controlar	73
2.3	MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DE UN PROYECTO	74
2.4	ANTECEDENTES DE TEORÍAS O PROYECTOS.....	77
2.5	TEORÍAS Y POSTULADOS RELACIONADOS.....	80
2.5.1	Lean Manufacturing.....	80
CAPÍTULO III		81
MARCO METODOLÓGICO		81
3.1	METODOLOGIA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	82
3.1.1	Diagrama de Flujo.....	82
3.1.2	Diagrama de Pareto	82
3.1.3	Diagrama Ishikawa.....	83
3.2	METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUANTITATIVO DEL PROYECTO	84
3.2.1	Observación	84
3.2.2	Lluvia de Ideas	85
3.2.3	Análisis de datos	85

3.3	METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA.....	86
3.4	METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.....	87
3.5	METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DEL PROYECTO	88
	CAPÍTULO IV	89
	DIAGNÓSTICO	89
4.1	DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	90
4.1.1	Diagrama de Flujo del departamento de <i>Boxing</i>	90
4.1.2	Diagramas de Pareto	92
4.1.2.1	Diagrama de Pareto de Productos	92
4.1.2.2	Diagrama de Pareto de Familias de Cables Guía	93
4.1.4	Análisis del área de Empaque.....	95
4.1.5	Estudio de Tiempos.....	99
4.1.5.1	Cálculo de la Muestra	100
4.1.5.2	Descomposición de la Operación en Elementos.....	101
4.1.5.3	Tiempo disponible	102
4.1.6	Diagrama de Proceso.....	104
4.1.7	Prueba Ácida.....	106
4.1.8	Estandarización y orden del área de trabajo	107
4.2	Conclusiones del Diagnóstico	108

CAPÍTULO V	110
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN	110
5.1 Propuestas	111
5.1.1 Estandarización del Método	111
5.1.2 Mejora del Diagrama de Proceso	115
5.1.2.1 Ajuste de Meta basado en Diagrama de Proceso	119
5.1.3 Capacitación al personal	121
5.1.4 Control de Producción Hora a Hora	124
5.1.5 Hoja de Trabajo Estándar	126
5.1.6 Auditorías Internas	128
CAPÍTULO VI	129
CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES	129
5.1 Conclusiones y Recomendaciones.....	130
5.2 Recomendaciones.....	133
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	135
Libros consultados	135
Páginas web consultadas.....	136
GLOSARIO.....	140
ANEXOS	142
Anexo 1	142

Anexo 2	143
Anexo 3	144
Anexo 4	145
Anexo 5	146
Anexo 6	147
Anexo 7	148
Anexo 8	149
Anexo 9	150

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No.1: Organigrama de la empresa	25
Figura No.2: Diana de prioridades.....	28
Figura No.3: Boston Scientific, Coyol.....	29
Figura No 4: Ejemplo de Proceso Productivo en Boston Scientific	46
Figura No.5: Principios Básicos de 5s.....	51
Figura No.6: Resumen de 5s.....	52
Figura No. 7: Evento Kaizen realizado en la empresa Boston Scientific	55
Figura No.8: Ciclo DMAIC	60
Figura No.9: Ejemplo de Diagrama flujo.....	62
Figura No.10: Ejemplo de Diagrama de Pareto.....	63
Figura No.11: Ejemplo de diagrama de flujo de proceso.....	65
Figura No.12: Simbología del Diagrama de Flujo de Proceso.....	66
Figura No.13: Diagrama Ishikawa	69
Figura No.14: Ejemplo de Histograma	71
Figura No.15: Ejemplo Diagrama de Gantt	72
Figura No.16 Diagrama de Flujo Departamento de Boxing	91
Figura No.17 Diagrama de Pareto de Productos.....	92
Figura No.18 Pareto de Cables Guía	93
Figura No 19 Diagrama de Ishikawa	94
Figura No. 20 Diagrama de Flujo de Empaque	95
Figura No. 21: Plan Visual del Personal de Empaque y Boxing	98
Figura No.22 Formato Hoja de Trabajo Estándar.....	127

Figura No.23 Formato de Auditorías de trabajo Estándar 128

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No.1: Horas extras, Período Mayo- Agosto, 2017	35
Tabla No. 2: Clasificación de Horas Extra.....	35
Tabla No.3 Tabla de Producción del área de Boxing, 2017	97
Tabla No.4 Datos para Toma de Muestras.....	100
Tabla 5 Cuadro Resumen de Tiempos Muestreados	101
Tabla No.6 Elementos de la estación de Etiquetado y Sellado	102
Tabla No 7 Jornada laboral lunes a sábado	103
Tabla No.8 Resumen de Suplementos.....	103
Tabla No.9 Diagrama de Flujo de proceso de Empaque.....	105
Tabla No.10 Prueba Ácida	106
Tabla No.11 Diagrama del Proceso Mejorado.....	116
Tabla No.12 Aspirado de línea, Diagrama del Proceso.....	118
Tabla No.13 Mejoras del proceso.....	118
Tabla No.14 Gantt de Implementación de la Propuesta	123
Tabla No.15 Cantidad de personas por entrenar	123
Tabla No.16 Control de Producción Hora a Hora	124
Tabla No.17 Ejemplo de Archivo de Registro de Paros	125

ACRÓNIMOS Y SIGLAS

BSC: Siglas de Boston Scientific.

CTQ: Siglas de Crítico para Calidad (por sus siglas en inglés Critical to Quality).

PFMEA: Siglas de Análisis de los Modos de Falla y Efectos en el Proceso, (por sus siglas en inglés Process Failure Mode and Effect Analysis).

PI: Siglas de Intervención Periférica (por sus siglas en inglés Peripheral Intervention).

PU: Siglas de Unidad de Producción (por sus siglas en inglés Production Unit).

URO: Siglas de Urología.

VSP: Siglas de Plan Visual del Equipo (Por sus siglas en inglés Visual Staffing Plan).

RESUMEN EJECUTIVO

La empresa Boston Scientific de Costa Rica es una multinacional dedicada a la manufactura de dispositivos médicos menos invasivos, su casa matriz fue fundada en 1979, en la ciudad de Boston, Estados Unidos, iniciando operaciones en Costa Rica en el 2004 en Global Park en Heredia y en el 2009 en Global Park en Coyoil de Alajuela para un aproximado de 3 000 empleados dedicados a fabricar dispositivos en las áreas de la salud como Cardiología, Vascular Periférico, Endoscopía, Urología, Salud de la Mujer y Neuromodulación.

Este proyecto se realizará en el área de Empaque localizada en el edificio de Coyoil de Alajuela, específicamente en las estaciones de Etiquetado y Sellado que se encargan de identificar el producto terminado, empacarlo y enviarlo a la siguiente operación para luego ser colocado en cajas y realizar su distribución.

Esta investigación se enfocará en realizar un estudio del método actual que se utiliza en estas operaciones y mediante herramientas de ingeniería poder mejorar y estandarizar dicho método, además de analizar el proceso para poder eliminar todas aquellas actividades que no generen valor, se crearán controles para medir el cumplimiento de la meta de producción y del nuevo método seleccionado, así como herramientas que permitirán monitorear cualquier evento que afecte el proceso y poder corregir el problema.

CAPÍTULO I:

INTRODUCCIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

El presente trabajo es un estudio que se realizará en el área de Empaque de la empresa Boston Scientific, para investigar el proceso y poder implementar una propuesta de mejora para el aumento de capacidad de producción.

Este trabajo presenta los siguientes capítulos:

El capítulo I, introducción al proyecto, se presentará la descripción y los antecedentes principales de la empresa donde se realizará la investigación, así como el planteamiento del problema, justificación, objetivos, alcances y limitaciones que se desarrollarán a lo largo de la investigación.

En el capítulo II, se abordan los aspectos teóricos relacionados con los principales conceptos, métodos y aplicaciones que se utilizarán para llevar a cabo la investigación del problema, además de material investigativo de proyectos relacionados.

En el capítulo III, se desarrolla una explicación teórica de las herramientas que se utilizarán para el análisis del problema planteado en la investigación con el fin

de ayudar a mantener la línea de análisis del planteamiento inicial y evitar el desenfoque del mismo.

Siguiendo con el capítulo IV, se realiza el diagnóstico del problema planteado al inicio de la investigación, para analizar la situación actual de la empresa con respecto de problema formulado.

En el capítulo V, se desarrolla la propuesta de mejora y la manera en que se llevará a cabo su implementación, además de los beneficios para la empresa.

En el capítulo VI, se presentan las conclusiones y las recomendaciones del proyecto.

Al finalizar el desarrollo del trabajo se presentará la bibliografía y glosario, elementos de apoyo que servirán para una mejor comprensión de la investigación.

Esta investigación se basará en la optimización de las operaciones de Etiquetado y Sellado en las cuales se requiere mejorar el método que se utiliza actualmente haciendo un uso adecuado de todos los recursos que intervienen en ambos procesos.

1.2 DESCRIPCIÓN BREVE DE LA ORGANIZACIÓN

A continuación se van a presentar las características más relevantes de la empresa Boston Scientific en la cual se desarrollará el proyecto.

1.2.1 Boston Scientific

A finales de los años sesenta al adquirir uno de sus fundadores, John Abele, parte de las acciones de Medi-tech, Inc., una empresa de investigaciones científicas especializada en la creación de alternativas a la cirugía tradicional. Los primeros productos de Medi-tech (un conjunto de catéteres dirigibles) aparecieron en 1969 y se utilizaron en algunas de las primeras intervenciones menos invasivas. Hoy en día todavía se emplean versiones de aquellos catéteres dirigibles.

En 1979, Abele se asoció con Pete Nicholas para adquirir Medi-tech y fundar Boston Scientific Corporation. En ese año, la empresa contaba con 38 trabajadores y sus ventas fueron de 2 millones de dólares, hoy en día, a partir del crecimiento en el Mercado y la absorción de otras compañías, como Intelect Medical Inc, AtritechInc, Asthmatx Inc., entre otras, Boston Scientific cuenta con un portafolio de más de 13 000 productos, los cuales llegan al cliente por un equipo de trabajo de aproximadamente 25 000 personas. En el año 2010 la compañía obtuvo ingresos por \$7,8 billones, de los cuales invirtió \$939 millones en investigación y desarrollo demostrando así sus intenciones por continuar

creciendo y adquiriendo un mayor papel en el mercado mundial. (Boston Scientific Costa Rica, 2017).

En Costa Rica, Boston Scientific inicia a partir del año 2004 con su planta ubicada en Global Park, en La Aurora de Heredia, ésta planta cuenta con un área de 9.864 metros cuadrados, posteriormente, por el éxito de su primer instalación en el país, se inició la construcción de su segunda planta ubicada en El Coyol de Alajuela, la cual cuenta con área de 31 772 metros cuadrados. (La Nacion, 2009).

En total Boston Scientific cuenta con 25 000 colaboradores aproximadamente; específicamente en la planta de El Coyol, Alajuela, Costa Rica cuenta con 2 400 colaboradores, de los cuales el 70% corresponde a personal directo y el restante 30% corresponde a personal indirecto.

1.2.2 Estructura organizacional

La estructura organizacional de Boston Scientific se encuentra dividida en los siguientes departamentos:

Figura No.1: Organigrama de la empresa

Fuente: Elaboración propia de la autora.

1.2.3 Tipos de Producto

Boston Scientific es una empresa de ámbito mundial que se dedica al desarrollo, la fabricación y la comercialización de dispositivos médicos menos invasivos.

Durante más de 25 años, Boston Scientific ha perfeccionado la práctica de la medicina menos invasiva, la cual ofrece alternativas a la cirugía mayor y a otros procedimientos médicos que, generalmente, son traumáticos para el cuerpo. En los procedimientos menos invasivos, los dispositivos normalmente se introducen en el cuerpo humano por medio de aberturas naturales o pequeñas incisiones y pueden guiarse a la mayoría de zonas anatómicas para diagnosticar y tratar una amplia variedad de problemas médicos.

De acuerdo con Cinde (The talent place, 2014), la empresa se caracteriza por tener las siguientes divisiones de la salud:

- Cardiología Vascular Periférico
- Endoscopía
- Urología y Salud de la Mujer
- Neuromodulación

1.2.4 Visión

Ser el mejor proveedor de dispositivos médicos en el mundo (Boston Scientific Costa Rica, 2017).

1.2.5 Misión

La compañía Boston Scientific está dedicada a transformar la calidad de vida ofreciendo soluciones médicas innovadoras que mejoren la salud de los pacientes de todo el mundo. (Boston Scientific Costa Rica, 2017).

1.2.6 Política de Calidad

Yo mejoro la calidad del cuidado del paciente y de todo Boston Scientific. (Boston Scientific Costa Rica, 2017).

1.2.7 Valores Boston Scientific

Los empleados de Boston Scientific trabajan regidos por una serie de valores para poder alcanzar la excelencia operacional y que sea sostenible en el futuro, estos valores son:

- **Valoramos:** Actuar con integridad y dedicación para ayudar a los pacientes y clientes en cada una de las comunidades.
- **Innovación:** Fomentar el progreso científico, desarrollando por medio de la tecnología médica la disminución del impacto en la salud física de los pacientes, a la vez, que se reduce el costo de la asistencia sanitaria.
- **Alto Desempeño:** Se esfuerzan por lograr un alto nivel de desempeño en la organización, buscando siempre el beneficio de los pacientes, médicos y accionistas.
- **Colaboración Global:** Trabajar juntos para aprovechar todas las oportunidades globales que pongan a nuestro alcance todas las soluciones médicas.
- **Diversidad:** Acoger la diversidad, valorar los talentos, las ideas y las experiencias únicas de nuestros empleados.

- **Espíritu Vencedor:** Adaptarse al cambio reaccionando con rapidez, agilidad y con gran responsabilidad para seguir mejorando en la atención al paciente. (Boston Scientific Costa Rica, 2017)

1.2.8 Prioridades del Negocio Boston Scientific

Las prioridades de Boston Scientific se pueden ver representadas en lo que se conoce como “Diana de prioridades” donde la más importante es el cuidado del paciente como lo podemos observar en la figura 3:

Figura No.2: Diana de prioridades



Fuente: Departamento de Ingeniería Industrial.

Además, podemos apreciar el edificio de Boston Scientific, Coyoil de Alajuela en la figura 4:

Figura No.3: Boston Scientific, Coyoil



Fuente: Intranet, Boston Scientific Coyoil

1.2.9 Contribución a la comunidad

En Costa Rica tanto la planta de Coyoil como Heredia, a través del programa InvolucraRSE, apoyan activamente organizaciones caritativas y entre sus contribuciones podemos mencionar:

- Casas construidas para personas necesitadas.
- Apoyo al Hospital Nacional de Niños.
- Son el principal contribuyente a Teletón local que recauda fondos para temas relacionados con la salud en el país.

1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

A continuación en los siguientes apartados se tratarán temas relacionados acerca del problema que será planteado, sus alcances y limitaciones, así como los objetivos que desean obtenerse en este proyecto.

1.3.1 La idea del problema

El área de Empaque del departamento de *Boxing* de la empresa Boston Scientific no cuenta con un método estándar de producción que le permita alcanzar las metas establecidas sin necesidad de realizar horas extra.

De acuerdo con (Meyers, 2000) en su libro “*Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil*” enfatiza lo que sucede si en una empresa no se tienen estándares definidos de metas:

En las plantas que no tienen estándares, los empleados saben que nadie se preocupa de cuanto producen. La reacción por parte de la gerencia a los problemas dice más que sus palabras. Si no hay estándares, ¿cómo saben los supervisores quien está produciendo y quién no? ¿Cómo se entera la gerencia de la magnitud de los problemas como los tiempos perdidos por falta de mantenimiento, materiales, instrucción, sistema de herramientas, servicios, etc., sino se informa de los tiempos perdidos? (p. 5)

1.3.2 La pregunta del problema

¿Cómo puede el departamento de Empaque de la empresa Boston Scientific alcanzar el cumplimiento del 100% de la meta de Producción en las operaciones de Etiquetado y Sellado, además de disminuir en un 30% las horas extra durante el primer semestre, 2018?

1.4 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Boston Scientific es una empresa que se caracteriza por tener una cultura de mejora continua en todas las áreas que la conforman tanto a nivel administrativo como productivo, así como tener métricas de control para cumplir con los más altos estándares de excelencia y requerimientos del cliente por lo que cualquier métrica que no se esté cumpliendo impacta directamente los costos de producción y, por lo tanto, las utilidades de la empresa.

De acuerdo con el departamento de Ingeniería Industrial de Boston Scientific (Anexo 1) puede mencionarse las métricas que le aplican directamente al departamento de producción, las cuales son medidas semanalmente:

- **Calidad:** Es la que mide las no conformidades del producto y las quejas de los clientes. Es una métrica donde su meta es alcanzar cero quejas y cero no conformidades.
- **Rendimiento:** Es la que mide la cantidad de piezas buenas de un total. Se calcula mediante un porcentaje de piezas buenas por lote que establece el departamento de manufactura. Por ejemplo, si el rendimiento establecido es de 98,9% quiere decir que el porcentaje de unidades desechadas de un lote de producción no debe sobrepasar el 1.1%.

- **Producción:** Es el total de piezas que se producen diariamente. Su meta es alcanzar 100% del plan de producción que define el departamento de planeación.
- **Eficiencia:** Es la relación entre las horas que se trabajan entre las horas que se ganan por cada pieza producida, dependiendo de la demanda mensual. Se calcula con la siguiente formula:

$$\text{Eficiencia} = (\text{Hrs ganadas} / \text{hrs pagadas})$$

- **Tiempo de Ciclo:** Es el tiempo que dura una orden desde que se crea en el sistema hasta que la misma es confirmada o cerrada. Es un cálculo promediado de los tiempos estándar de cada estación.

Donde todas tienen un papel muy importante para hacer de Boston una empresa sostenible y rentable en el mercado a corto y largo plazo.

El departamento de *Boxing* cuenta con un área llamada Empaque donde se procesan todas las familias de cables guía para realizar su respectivo Etiquetado y Sellado. Estas estaciones (Etiquetado y Sellado) se han convertido en el mayor

contribuyente para que la métrica de producción no se alcance (meta de producción=100% de acuerdo al plan de producción mensual).

Además, al no alcanzar las metas de producción y por ser el departamento de *Boxing* el último por donde se procesa el producto es de suma importancia que se cumpla la meta y para eso incurre en el uso de las horas extras, un promedio de 719 Hrs por mes.

Tabla No.1: Horas extras, Período Mayo- Agosto, 2017

Centro de Costos	Mayo			Junio			Julio			Agosto		
	1er Tiempo Extra	2do Tiempo Extra	3er Tiempo Extra	1er Tiempo Extra	2do Tiempo Extra	3er Tiempo Extra	1er Tiempo Extra	2do Tiempo Extra	3er Tiempo Extra	1er Tiempo Extra	2do Tiempo Extra	3er Tiempo Extra
GW Pack Box	49	114	278	75	150	195	46	160	232	71	160	270
Opticross Boxing	35	119	97	45	87	175	36	110	145	23	77	127
Total	692 hrs			727 hrs			729 hrs			728 hrs		
Total Promediado	719 hsr											

Fuente: Departamento de Planillas.

Los tiempos de las horas extras se calculan de acuerdo con la siguiente Tabla:

Tabla No. 2: Clasificación de Horas Extra

1er Tiempo	3:30pm a 6:00pm
2do Tiempo	3:30am a 6:00am
3ero Tiempo	10:00pm a 3:30am

Fuente: Departamento de Planillas.

Tomando en cuenta que el promedio del pago de extras es \$7,54 por hora, este pago de extras le está generando un gasto promediado a la empresa de \$5 420 por mes, \$65 040 mensuales.

Con esta investigación se pretende establecer un plan de mejora del proceso del área de Empaque que permita incrementar la capacidad de producción en las estaciones de Etiquetado y Sellado para lograr alcanzar la meta de producción de 100% cumplimiento de la demanda y reducir el uso de las horas extra en un 30%, así como recomendaciones y herramientas para un seguimiento adecuado del cumplimiento de las metas establecidas en este proyecto.

Adicional se aplicarán herramientas y metodologías propias de la Ingeniería Industrial, tales como el sistema DMAIC para realizar la mejora del área en estudio.

1.5 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

A continuación se formulan los siguientes objetivos.

1.5.1 Objetivo general

Implementar un sistema que permita aumentar la capacidad de producción mediante la mejora y estandarización del proceso de Etiquetado y Sellado del departamento de Empaque, cumpliendo la métrica de producción en un 100%, mejorando el tiempo disponible en un 20% y disminuyendo la cantidad de horas extras en un 40%, es decir, lograr una reducción de \$30 000 anuales.

1.5.2 Objetivos específicos.

- Analizar tareas de valor agregado y tareas de valor no agregado en la operación de Etiquetado y Sellado.
- Eliminar utilización innecesaria del recurso mano de obra.
- Diseñar un método estandarizado de las operaciones de Etiquetado y Sellado del área de Empaque.
- Determinar cuáles herramientas de Manufactura Esbelta son las más adecuadas para lograr la mejora en la métrica de Producción.
- Implementar herramientas de seguimiento y control de la producción de modo que se mantengan las mejoras implementadas.

1.6 ALCANCES Y LIMITACIONES

1.6.1 Alcances

El presente proyecto tiene el siguiente alcance:

- Alcanzar la meta de 100% de producción diaria incrementando la capacidad de unidades por hora de la línea con la misma cantidad de personal y con el mismo equipo, sin incurrir en gastos adicionales de implementación de nueva tecnología o gastos de nuevas facilidades.
- Se contemplará el proceso de Empaque, específicamente en las operaciones de Etiquetado y Sellado de las líneas de la empresa Boston Scientific, turno A y B de la sede Coyol de Alajuela, Costa Rica.
- Eliminar el uso de las horas extras en un 30% para alcanzar la meta de producción a través de la optimización de las operaciones y los procesos del área.
- Entregar a la gerencia de la unidad de producción de Intervención Periférica/Urología/Cables Guía/Empaque un estudio que permita alcanzar el cumplimiento de la demanda mensual 100%.

1.6.2 Limitaciones y Exclusiones

Para la realización del proyecto tenemos las siguientes limitaciones:

- **Recolección de datos:** la alta demanda y presión constante de la línea por cumplir con las metas de producción dificulta poder obtener información de los operarios acerca del proceso, además muchos de ellos trabajan rápidamente, lo cual podría sesgar los muestreos de los tiempos de ciclo de la línea.
- **Medio ambiente:** la familia de cables guía se produce en un ambiente de cuarto limpio o ambiente controlado, por lo que todos los recursos técnicos tales como Tablas, cronómetros, cámara de vídeo, papel, deben ser compatibles con los requisitos de ingreso al cuarto limpio.
- **Desarrollo del proyecto** se hace en un cuatrimestre por lo cual la implementación queda para tiempo posterior.
- **Tiempo:** dado que, en la actualidad, no se está alcanzando las metas de producción diaria y hay un alto uso de horas extra existe una presión por parte del departamento de producción para entregar la propuesta y que sea implementada al corto plazo.

- Información: dentro de los datos recopilados en la investigación, se cuenta con datos protegidos por los derechos de autor y son de uso interno de la compañía, por lo que dicha información será indicada exclusivamente como informativa.
- Resistencia al cambio: puede darse algún tipo de resistencia al cambio, ya que este proyecto contempla cambios en el método y aumento de metas de producción y disminución de extras.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1 MARCO CONCEPTUAL RELATIVO AL ASPECTO DE LA CARRERA

2.1.1 Ingeniería Industrial en la actualidad

La Ingeniería Industrial es por definición la rama de las ingenierías encargada del análisis, interpretación, comprensión, diseño, programación y control de sistemas productivos y logísticos con miras a gestionar, implementar y establecer estrategias de optimización con el objetivo de lograr el máximo rendimiento de los procesos de creación de bienes y/o la prestación de servicios. (Salazar, ¿qué es Ingeniería Industrial?, 2016)

En otras palabras, la ingeniería industrial es la creación una serie de sistemas o herramientas que son integrados para lograr la optimización de los recursos existentes ya sea recurso humano, equipos, recursos financieros, etc., y que, además, toma en cuenta las necesidades humanas básicas y para así poder abarcar todas las profesiones existentes.

En la actualidad, esta rama de la ingeniería se basa en el análisis de procesos o servicios a través de principios, normas y conocimientos para poder diseñar mejoras en siempre de la mano con la mejora continua.

2.1.2 Papel del Ingeniero Industrial

Según explica la Ing. Marianela Portillo Benavidez en su documento llamado *Perfil del Ingeniero Industrial* (2009) define al ingeniero industrial como aquel profesional capaz de hacer empresa a partir de la dirección de operaciones, perfeccionando continuamente toda actividad de manufactura o de servicio en donde un proceso tenga lugar, además destaca que los elementos básicos que debe poseer el ingeniero industrial son:

- **Conciencia profesional:** Reflejar un servicio de calidad al cliente, seriedad en el trabajo y responsabilidad.
- **Habilidad para resolver problemas:** Debe tener ingenio, creatividad e iniciativa.
- **Actitud de investigación:** Tomar los problemas como reto a su capacidad profesional para encontrar soluciones factibles.
- **Superación personal:** Mostrar capacidad y actitud de aprendizaje y adaptación a cambios rápidos.

Actualmente, la amplitud de un ingeniero industrial es de suma importancia en las empresas de hoy en día ya que gracias a su versatilidad y capacidad de adaptación a cualquier medio puede involucrarse en la solución de problemas, planeación de proyectos (metas, recursos, costos y tiempos), la organización y coordinación de grupos de trabajo, elaboración de planes de producción, además de tener la capacidad de liderazgo y trabajo en equipo. (Portillo, 2009).

2.1.3 Proceso Productivo

Podemos definir el significado de proceso productivo como “El proceso de mayor generación que brinda el mayor agregado en cualquier organización. Los sistemas productivos han sido el eje de los procesos de desarrollo de las empresas de manufactura e industria alrededor del mundo” (Salazar, Producción, 2016)

La producción de una empresa puede medirse de acuerdo al volumen que la misma procese en un determinado lapso de tiempo, la diferencia entre lo producido y los bienes consumidos en su fabricación será la rentabilidad o ganancia de la empresa, es por esta razón que las empresas están continuamente midiendo, reorganizando y combinando factores de manera que el producto sea cada vez más novedoso de la mano con la reducción de costos, en otras palabras mejores productos y menos costoso, por lo tanto las ganancias más elevadas.

En ocasiones suele subestimarse los procesos productivos en una empresa, sin embargo se debe entender que pueden transformarse en una importante ventaja competitiva, ya que si lo se liga a factores como innovación y optimización de recursos puede obtener resultados muy positivos, sin dejar de lado la parte de calidad y servicio a un cliente cada día más exigente.

El desarrollo de los sistemas de producción está estrechamente ligado con el desarrollo de la ingeniería industrial misma, y se encuentran históricamente en la evolución de los sistemas productivos de una producción artesanal (El más alto nivel de calidad y que representaba altos costos operativos) a una producción seriada (a causa de la Segunda Guerra Mundial) en la cual primaba la fabricación repetitiva y de altos volúmenes, desde entonces la producción se ha convertido en el área más disciplinar de esta ingeniería y su desarrollo moderno redonda en los más afamados y eficientes sistemas productivos de la actualidad que permiten la implementación de flujos continuos de fabricación e incluso de la personalización masificada. (Salazar, Producción, 2016)

Figura No 4: Ejemplo de Proceso Productivo en Boston Scientific



Fuente: (El Financiero, 2014)

2.1.4 Manufactura Esbelta

Hoy en día, las empresas buscan la manera de implementar nuevas metodologías para lograr mayor competitividad y rentabilidad en el mercado. El modelo de Manufactura Esbelta o como bien se le conoce por su nombre en inglés *Lean Manufacturing* es un sistema o filosofía de mejora continua que tiene como base la eliminación de todos los desperdicios en un proceso y, con ello, reducir el tiempo de espera del cliente, mejorando la calidad y logrando una reducción de costos.

Basados en el libro *Lean Manufacturing conceptos, técnicas e implementación* de Juan Carlos Hernández y Antoni Vizan (2013, p10) podemos agregar el siguiente concepto:

Lean Manufacturing es una filosofía de trabajo, basada en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de “desperdicios”, definidos éstos como aquellos procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios.

Esta nueva metodología aparece en los años 50 con él visionario e inventor Sakichi Toyoda, fundador con su hijo Kiichiro de la Corporación Toyota Motor Company en 1930, ellos implementan la técnica Just in Time (Justo a Tiempo) como parte de una tecnología moderna de producción. (Historia, 2017).

2.1.4.1 Desperdicio según Manufactura Esbelta

Según este modelo de mejora continua la clave es implementar una cultura que permita la mejora a través de la eliminación de desperdicios, es decir identificar las actividades que tiene valor agregado en el proceso y eliminar los posibles desperdicios, los cuales mencionamos a continuación:

- 1) **Exceso de almacenamiento:** Son los almacenamientos excesivos de materia prima, producto en proceso o producto terminado.

- 2) **Sobreproducción:** Es la acción de producir más o más rápido sin tomar en cuenta las requisiciones del cliente. Se considera como el principal desperdicio y la causa de la mayoría de los otros desperdicios.

- 3) **Tiempo de espera:** Operarios de producción que tienen que realizar esperas de un ciclo en el proceso o esperas de material o alguna máquina dañada.

- 4) **Transporte:** Mover el trabajo en proceso de un lado a otro incluso en distancias cortas.

- 5) **Movimientos innecesarios:** Cualquier movimiento adicional que el operario realice, por ejemplo, cuando las personas deben bajar y subir documentos, desplazarse para buscar materiales, entre otros.

- 6) **Defectos/rechazos:** Repetición o corrección de procesos. Se puede decir que este desperdicio se refiere a la identificación de no conformidades o

por devoluciones del cliente, destruir o re-procesar productos que no reúnen las condiciones óptimas de calidad, etc.

- 7) **Reprocesos:** Realizar pasos innecesarios para poder finalizar el trabajo. Procedimientos innecesarios o que no agregan valor por ejemplo contar, acomodar, inspeccionar, revisar o duplicar procesos.

- 8) **Talento humano:** No utilizar la capacidad intelectual de los colaboradores.

2.1.4.2 Herramientas de Manufactura Esbelta

El modelo de Manufactura Esbelta es más una filosofía de gestión empresarial que busca la máxima optimización de sus procesos, para ello, existen herramientas que pueden ayudar en las distintas fases de un proyecto, y que permite mejorar el nivel de calidad de nuestro entregable, así como la reducción de costos.

Algunas de estas herramientas son:

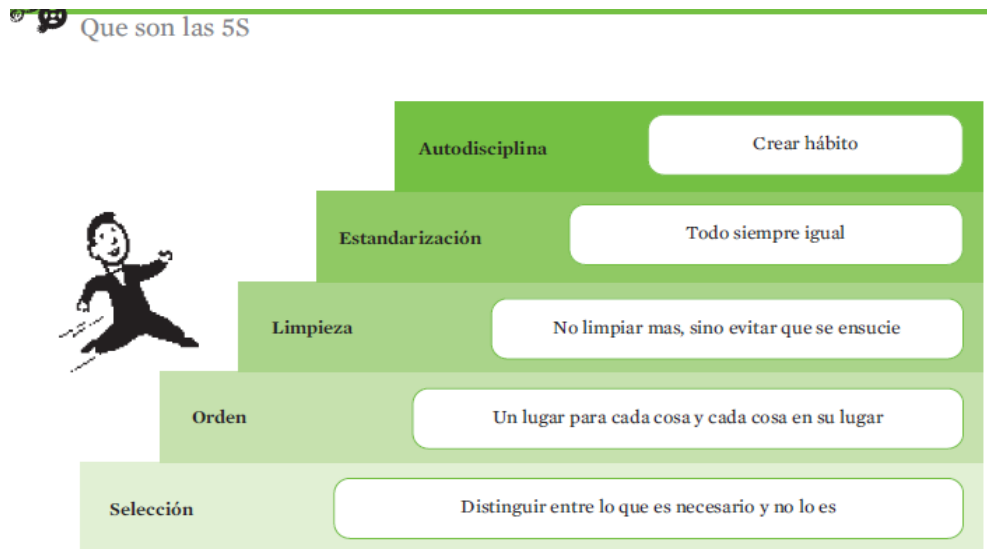
- VSM (Value Stream Map)
- 5s

- Trabajo estándar
- SMED
- Poka Yoke
- TPM (Total Productive Maintenance)
- JIT (Just in Time)
- Kanban
- Kaizen

2.1.5 Metodología 5s

La Metodología 5s es una herramienta que busca la aplicación de los principios de orden y limpieza en el lugar de trabajo por medio de la generación de cultura, dicha cultura se crea a través del reforzamiento de los buenos hábitos o comportamientos de los colaboradores creando un ambiente de trabajo más eficiente y productivo. Su puesta en marcha no requiere conocimientos especiales por lo que su implementación no lleva una planeación complicada.

Figura No.5: Principios Básicos de 5s



Fuente: (Hernández & Visan, 2013)

Es importante mencionar que cada “s” tiene su correspondiente significado.

1. “Seiri” (Seleccionar): Trabajar solo con lo necesario. No deben haber excesos, se debe mantener solo lo que agregue valor.
2. “Seiton” (Orden): Mantener todo en su respectivo lugar.
3. “Seiso” (Limpieza): La planta más limpia no es la que más se limpia, es la que menos se ensucia. Medio ambiente limpio, sano y en buen estado.
4. “Seiketsu” (Estandarización): Consolidar todas nuestras metas de las 3 primeras “S”.

5. “Shitsuke” (Seguimiento): Siempre evaluarnos para lograr mejorar.

Figura No.6: Resumen de 5s

 Resumen de la técnica 5S

SEIRI Separar y eliminar	SEITON Arreglar e identificar	SEIDO Proceso diario de limpieza	SEIKETSU Seguimiento de los primeros 3 pasos, asegurar un ambiente seguro	SHITSUKI Construir el hábito
Separar los artículos necesarios de los no necesarios	Identificar los artículos necesarios	Limpiar cuando se ensucia	Definir métodos de orden y limpieza	Hacer el orden y la limpieza con los trabajadores de cada puesto
Dejar solo los artículos necesarios en el lugar de trabajo	Marcar áreas en el suelo para elementos y actividades	Limpiar periódicamente	Aplicar el método general en todos los puestos de trabajo	Formar a los operarios de cada puesto para que hagan orden y limpieza
Eliminar los elementos no necesarios	Poner todos los artículos en su lugar definido	Limpiar sistemáticamente	Desarrollar un estándar específico por puesto de trabajo	Actualizar la formación de los operarios cuando hay cambios
Verificar periódicamente que no haya elementos no necesarios	Verificar que haya “un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar”	Verificar sistemáticamente la limpieza de los puestos de trabajo	Verificar que exista un estándar actualizado en cada puesto de trabajo	Crear un sistema de auditoría permanente de planta visual y 5s

Fuente: (Hernández & Visan, 2013)

2.1.6 Trabajo Estándar

Trabajo estandarizado es la manera de establecer los pasos para realizar una tarea específica, es decir que el personal realice las tareas de acuerdo con los lineamientos establecidos con el fin de lograr trabajar con eficiencia, calidad y seguridad. Podemos decir que es la manera de dar instrucciones claras y completas al operador.

Para dar una definición más precisa podemos mencionar según Hernandez y Visan (2013)

Los estándares son descripciones escritas y gráficas que nos ayudan a comprender las técnicas y técnicas más eficaces y fiables de una fábrica y nos proveen de los conocimientos precisos sobre personas máquinas, materiales, métodos, mediciones e información, con el objeto de hacer productos de calidad de modo fiable, seguro, barato y rápidamente.

2.1.7 Kaizen

Cuando hablamos del término Kaizen hablamos de una filosofía de mejora de manera que no solo se trata de reducir costos sino de una cultura de cambio constante siempre con la visión de mejora continua. Todas las ideas por más

pequeñas que sean son importantes, por un lado está el aporte de la idea y por otro ayuda a ir generando cultura de participación en los empleados.

De acuerdo al autor Salazar (2013) podemos también suministrar esta definición:

El término Kaizen es de origen japonés, y significa "cambio para mejorar", lo cual con el tiempo se ha aceptado como "Proceso de Mejora Continua". La traducción literal del término es:

KAI: Modificaciones

ZEN: Para mejorar

El principio en el que se sustenta el método Kaizen, consiste en integrar de forma activa a todos los trabajadores de una organización en sus continuos procesos de mejora, por medio de pequeños aportes, calidad y las condiciones del trabajo.

2.1.8 Evento Kaizen

Se denomina evento Kaizen a una serie de acciones que realizan los miembros de un equipo para lograr mejorar algún proceso o servicio existente. Es un evento muy efectivo para la mejora rápida, ya que logran reducir desperdicios y mejoran la calidad y las condiciones del trabajo. Dependiendo del enfoque y

del impacto que quiere lograrse va a depender la duración del mismo, puede tomar desde 1 día a 5 días.

Para que un evento Kaizen sea exitoso se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- Planeación.
- Agendar actividades.
- Desarrollo de actividades con un objetivo específico.
- Cierre con las conclusiones e ideas.
- Seguimiento

Figura No. 7: Evento Kaizen realizado en la empresa Boston Scientific



Fuente: El Fuente: Elaboración propia de la autora..

2.1.9 Capacitación de Personal

La fuerza laboral es uno de los recursos más importantes dentro de una compañía, si los trabajadores no se encuentran capacitados para realizar una tarea específica esto puede generar pérdidas a la compañía, ya que pueden tener baja productividad y problemas calidad.

La capacitación juega un papel muy importante cuando se adopta un nuevo método de trabajo, debe tomarse en cuenta de que si el método se cambia los trabajadores deben someterse a un nuevo proceso de capacitación y así lograr alcanzar el estándar requerido.

Podemos mencionar que según Niebel y Frievals (2004) algunas opciones programadas de capacitación son:

- Aprendizaje en el trabajo: Colocar a los trabajadores directo en el nuevo trabajo.
- Instrucciones escritas: Descripción sencilla del método.
- Instrucciones gráficas: Uso de fotografías con las instrucciones.
- Videocintas: Las películas pueden mostrar la dinámica del proceso.
- Capacitación Física: Incluye modelos físicos, simuladores o equipos.

2.1.10 Gestión de Calidad

Cuando se habla del término gestión, se hace referencia a las normas que tiene una organización para lograr un objetivo de manera organizada, cuando se habla del término de Gestión de Calidad se hace alusión a todas las políticas para mantener nuestros procesos con calidad.

De acuerdo con (Calidad ISO) podemos definir que la gestión de calidad tiene ocho principios:

- Principio 1: Enfoque al Cliente

Se basa en analizar las necesidades del cliente de manera permanente para poder satisfacerlas.

- Principio 2: Liderazgo

Los líderes son los que dirigen al personal para que se involucren con los objetivos de la organización.

- Principio 3: Participación del personal

Es la esencia de la organización en todos los niveles, sus aportes son de suma importancia a la organización.

- Principio 4: Enfoque basado en procesos

Se obtienen mejores resultados cuando las actividades se ven como un proceso.

- Principio 5: Enfoque de sistema para la gestión

Identificar, entender y gestionar los procesos..

- Principio 6: Mejora continua

Objetivo permanente de una organización.

- Principio 7: Enfoque basado en hechos para la toma de decisión

Las decisiones se basan en el análisis de los datos y la información.

- Principio 8: Relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor

Una relación mutuamente beneficiosa aumenta la capacidad de ambos para crear valor.

2.2 MARCO DE LA GESTIÓN DE PROYECTOS

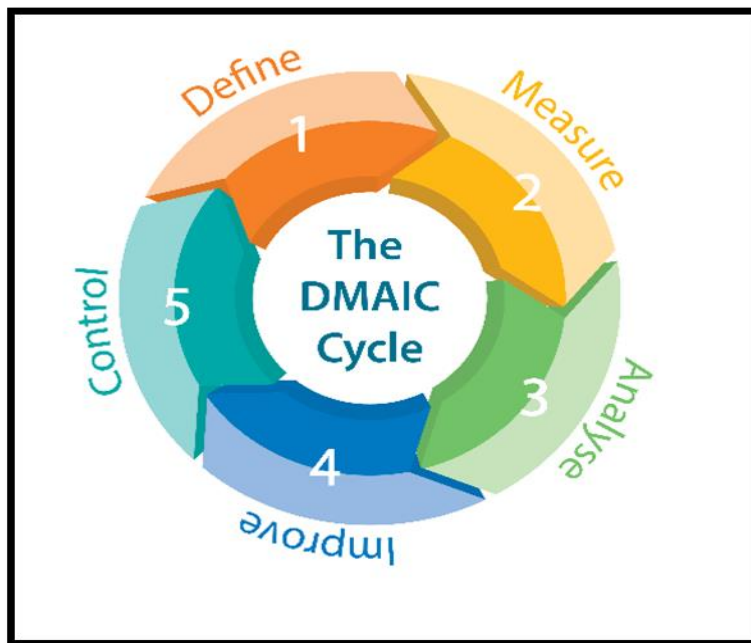
En esta etapa se desarrollarán las teorías y los conceptos propiamente relacionados con la realización del proyecto.

2.2.1 Metodología DMAIC

DMAIC se define como una herramienta enfocada en la mejora de procesos, se compone de cinco pasos que ayuda a lograr el perfeccionamiento de procesos.

Los procesos se definen por sus siglas como Definir, Medir, Analizar, Implementar y Controlar.

Figura No.8: Ciclo DMAIC



Fuente: Lean Six Sigma, 2017 (The Lean Six Sigma Model, 2017)

2.2.1.1 Definir

En esta primera etapa, se define lo que se necesita hacer o cual es el problema que se ha detectado.

De acuerdo con Gutiérrez (2010), la etapa de definir es:

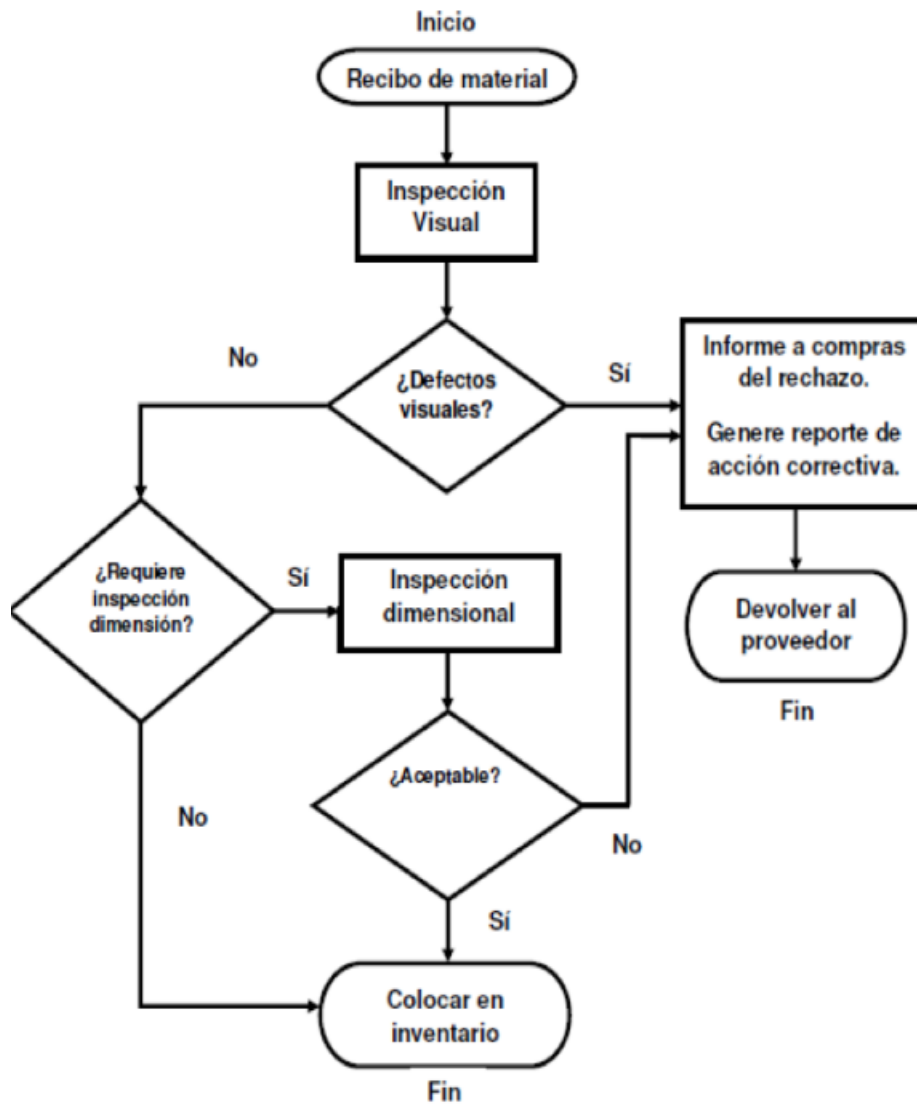
En la etapa de definición se enfoca el proyecto, se delimita y se sientan las bases para su éxito. Por ello, al finalizar esta fase debe tenerse claro el objetivo del proyecto, la forma de medir su éxito, su alcance, los beneficios potenciales y las personas que intervienen en el proyecto.

Es esta etapa se define claramente el problema, los objetivos, las razones y beneficios, se define el equipo de trabajo y los requerimientos del cliente.

2.2.1.1.1 Diagrama de Flujo

El diagrama de flujo es un diagrama que se realiza para que el proceso sea lo más apegado a la realidad para no perder ningún detalle del mismo, puede realizarse tanto a nivel macro como micro; sin embargo, en esta etapa, lo que se busca es delimitar el proceso y empezar a trabajar en este.

Figura No.9: Ejemplo de Diagrama flujo



Fuente: Iso Tools (Diario de la excelencia)

2.2.1.1.2 Diagrama de Pareto

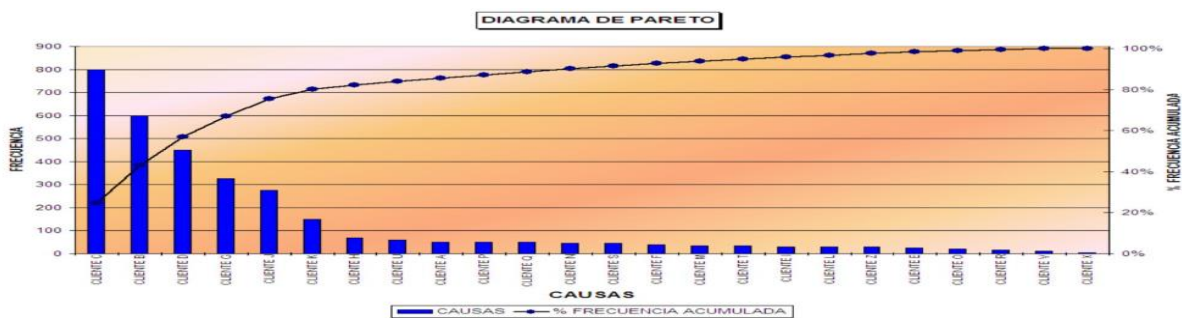
El diagrama de Pareto es un gráfico de barras que ayuda para visualizar causas o problemas en el proceso de una manera ascendente, el diagrama se basa en el principio enunciado por Vilfredo Pareto que dice:

"El 80% de los problemas se pueden solucionar, si se eliminan el 20% de las causas que los originan".

Lo que quiere decir que el 20% de los elementos genera el 80% de los defectos.

Con respecto a Pareto existen varias definiciones; por ejemplo, según el autor (Acuña, 2002): EL diagrama de Pareto ayuda a clasificar las características de calidad de acuerdo con su frecuencia de ocurrencia y su importancia.

Figura No.10: Ejemplo de Diagrama de Pareto



Fuente: Economía- Excel (Modelos y aplicaciones Excel para la economía y la gestión de empresas.)

2.2.1.2 Medir

En esta fase es donde se comienza a identificar y definir medidas para la evaluación del proyecto esto para definir cuál va a ser la capacidad del proyecto.

El propósito de esta etapa es determinar el estado actual del proceso y una vez con la información recopilada realizar su respectiva revisión.

De acuerdo con Gutiérrez (2010) puede darse la siguiente definición de esta fase:

El objetivo general de esta fase es entender y cuantificar mejor la magnitud del problema situación que se aborda en el proyecto. Por ello, se define el proceso a un nivel más detallado para entender el flujo del trabajo, los puntos de decisión y los detalla de su funcionamiento.

2.2.1.2.1 Diagramas de flujo de proceso o Flujograma

El diagrama de flujo de procesos es una forma de representar gráficamente las actividades o las secuencias de pasos que forman parte de la fabricación de un producto o un servicio esto para poder conocer el proceso a detalle, básicamente nos ayuda a dar una visión general del proceso, además nos ayuda a conocer como se relacionan las actividades entre sí.

Figura No.11: Ejemplo de diagrama de flujo de proceso

Diagrama de flujo del proceso		Resumen			
Ubicación: Dorben Ad Agency		Evento	Presente	Propuesto	Ahorros
Actividad: Preparación de anuncios por correo directo		Operación	4		
Fecha 1-26-98		Transporte	4		
Operador: J.S. Analista: A. F.		Retrasos	4		
Encierre en un círculo el método y tipo apropiados		Inspección	0		
Método: <u>Presente</u> Propuesto		Almacenamiento	2		
Tipo: <u>Trabajador</u> Material Máquina		Tiempo (min)			
Comentarios:		Distancia (pies)	340		
		Costo			

Descripción de los eventos	Símbolo	Tiempo (en minutos)	Distancia (en pies)	Resomendaciones al método
Cuarto con la existencia de materiales	○ ○ D □			
Hacia el cuarto de recopilación	○ ● D □ ▽		100	
Ordenar los estantes por tipo	○ ○ ● D □ ▽			
Ordenar cuatro hojas	● ○ D □ ▽			
Apillar	○ ○ ● D □ ▽			
Hacia el cuarto de doblado	○ ● D □ ▽		20	
Empujar, doblar, rayar	● ○ D □ ▽			
Apillar	○ ○ ● D □ ▽			
Colocar la engrapadora	○ ● D □ ▽		20	
Poner la grapa	● ○ D □ ▽			
Apillar	○ ○ ● D □ ▽			
Hacia el cuarto del correo	○ ● D □ ▽		200	
Colocar la dirección	● ○ D □ ▽			
A la bolsa del correo	○ ○ D □ ●			
	○ ○ D □ ▽			
	○ ○ D □ ▽			
	○ ○ D □ ▽			
	○ ○ D □ ▽			
	○ ○ D □ ▽			
	○ ○ D □ ▽			





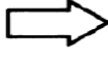




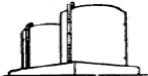










Fuente: Sites.google (Diagrama de proceso de flujo)

El diagrama de flujo de proceso nos ayuda a registrar los costos que no vemos a simple vista, por ejemplo, distancias recorridas, los retrasos, los

almacenamientos etc. Además de registrar operaciones e inspecciones y con esto poder disminuir las que no generan un valor agregado.

Cada símbolo representa una variable del proceso como puede verse en la Figura 13:

Figura No.12: Simbología del Diagrama de Flujo de Proceso

Operación  Un círculo grande indica una operación, como	 Clavar	 Mezclar	 Taladrar orificio
Transporte  Una flecha indica transporte, como	 Mover material mediante un carro	 Mover material mediante una banda transportadora	 Mover material transportándolo (mediante un mensajero)
Almacenamiento  Un triángulo representa almacenamiento, como	 Materia prima en algún almacenamiento masivo	 Producto terminado apilado sobre tarimas	 Archiveros para proteger documentación
Retrasos  Una letra D mayúscula indica un retraso, como	 Esperar un elevador	 Material en un camión o sobre el piso en una tarima esperando a ser procesado	 Documentos en espera a ser archivados
Inspección  Un cuadrado indica inspección, como	 Examinar material para ver si está bien en cuanto a cantidad y calidad	 Leer el medidor de vapor en el quemador	 Analizar las formas impresas para obtener información

Fuente: (Benjamin & Andris, 2004)

2.2.1.3 Analizar

El objetivo de esta fase es identificar la causa raíz del problema basado en la información recopilada en las fases anteriores tratando de entender cómo se genera el problema para brindarle una solución profunda y robusta. Puede ser muy difícil pero satisfactoria ya que es aquí donde llegamos a la solución.

2.2.1.3.1 Lluvia de ideas

La lluvia de ideas es una herramienta práctica que incluye la participación de un grupo de personas relacionadas con el proceso y mediante el cual se intenta de manera espontánea por medio de ideas que puedan servir para diferentes fines siempre relacionados con el tema antes definido.

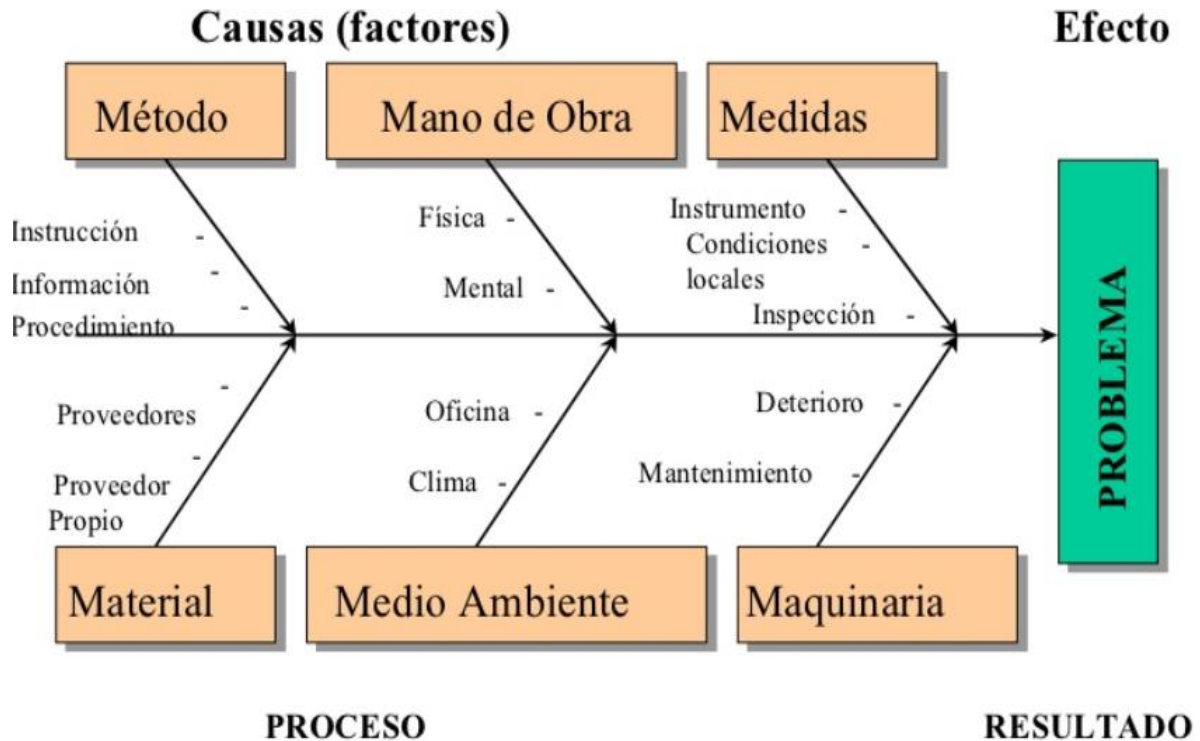
2.2.1.3.2 Diagrama Ishikawa (Causa- Efecto)

Creado por Kaoru Ishikawa, el diagrama de Ishikawa o Causa-Efecto tiene varios significados, pero según (Gutiérrez, 2010) puede definirse como el método gráfico mediante el cual se representa y analiza la relación entre un efecto (un problema) y sus causas.

Dentro de las causas más comunes puede mencionarse las 6M:

- **Mano de obra:** Está representada por el factor humano, lo que se busca es velar por la capacitación de los empleados y que ejecuten de acuerdo con los procedimientos.
- **Método:** El método se trata de que los pasos del proceso se encuentren bien documentados, claros para el personal y bajo las normas que apliquen.
- **Máquinas o equipos:** Es el equipo y maquina adecuado que tengan relación al proceso o producto.
- **Material:** Tener los mejores proveedores que no pongan en riesgo la calidad del producto.
- **Mediciones:** Es importante tener controles que me aseguren la calidad del producto y con rango de error bajo.
- **Medio ambiente:** Se refiere a todo lo referente al entorno donde se lleva a cabo el proceso, es decir, tener buenas condiciones de trabajo.

Figura No.13: Diagrama Ishikawa



Fuente: (Espina de pescado, 2012)

2.2.1.3.3 Eliminación de desperdicio

Con base a la información recolectada, se analizarán todas aquellas actividades que se consideren un desperdicio en el proceso de acuerdo con Manufactura Esbelta para eliminarlas para lograr un proceso más eficiente, con bajos costos y de calidad.

Debe recordarse que los 7 desperdicios son:

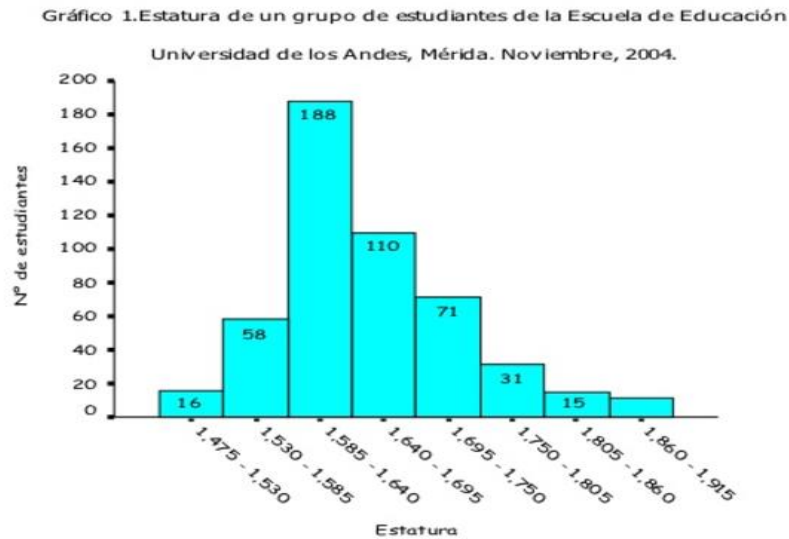
- 1) Exceso de almacenamiento.
- 2) Sobreproducción.
- 3) Tiempo de espera.
- 4) Transporte.
- 5) Movimientos innecesarios.
- 6) Defectos/rechazos.
- 7) Reprocesos.
- 8) Talento humano.

2.2.1.3.4 Histograma

Según (Gutiérrez, 2010), un histograma es una representación gráfica en forma de barras de la distribución de un conjunto de datos o una variable.

Basados en la anterior definición puede decirse que un histograma es una gráfica que muestra datos de la variable que se elige y sirve para darse un panorama general del comportamiento de esta.

Figura No.14: Ejemplo de Histograma



Fuente: Slideshare (Presentacion-grafica-de-datos)

2.2.1.4 Implementar

En esta etapa trata de recopilarse toda la información y empezar a tabular las ideas y la o las estrategias de implementación de solución o soluciones al problema planteado en la parte de definición.

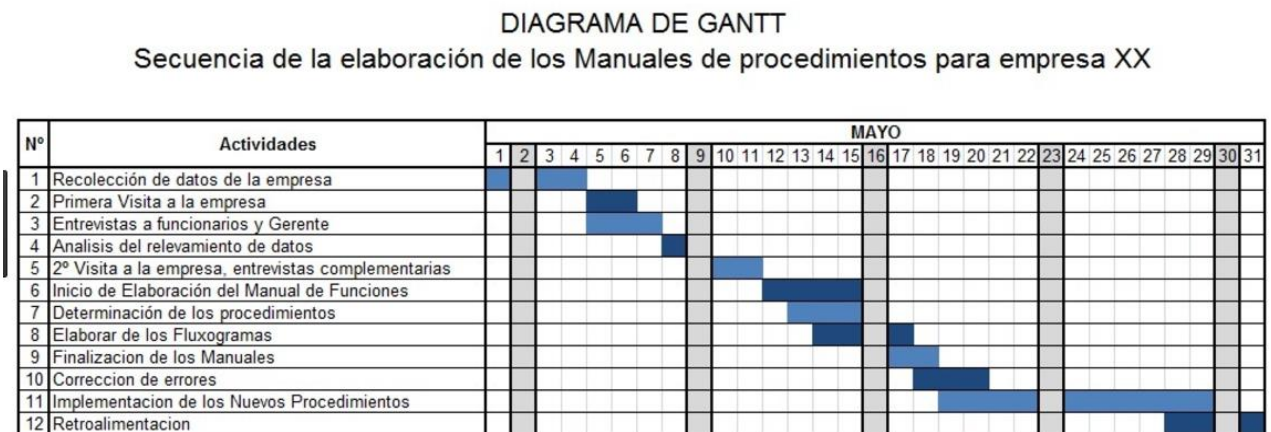
Es importante mencionar que de acuerdo con (Gutiérrez, 2010) puede decirse que el objetivo de esta etapa es proponer e implementar soluciones que atiendan la causa raíz y asegurarse de que se corrija o reduzca el problema.

2.2.1.4.1 Diagrama de Gantt

Es una herramienta en la cual se enlistan todas las tareas que se tienen que realizar para lograr la implementación de las soluciones planteadas en un determinado lapso.

Es una manera visual que nos ayuda a reproducir gráficamente las actividades que van a llevarse a cabo, así como su respectiva duración y la fecha de inicio y finalización del proyecto, por otra parte, ayuda a darle un adecuado seguimiento a la implementación del proyecto.

Figura No.15: Ejemplo Diagrama de Gantt



Fuente: albertoromeu (¿Por qué los diagramas de Gantt no sirven para planificar proyectos de software?)

2.2.1.5 Controlar

De acuerdo con (Gutiérrez, 2010):

Al final de cuentas, el reto de la etapa de control es que las mejoras soporten la prueba del tiempo. En este sentido, es necesario establecer un sistema de control para:

- Prevenir que los problemas que tenía el proceso no se vuelvan a repetir (mantener las ganancias).
- Impedir que las mejoras y conocimiento obtenido se olviden.
- Mantener el desempeño del proceso.
- Alentar la mejora continua.

2.3 MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DE UN PROYECTO

En una transnacional como lo es Boston Scientific es muy importante tener estrategias para garantizar su rentabilidad en el mercado y, para esto, debe tener una gestión adecuada en todos sus gastos, además de que cuentan con un presupuesto anual para darle un seguimiento adecuado de estos.

Unos de los gastos más altos que presenta el departamento de Empaque es el pago de horas extras que equivale aproximadamente 719 Hrs por mes (\$5 420) el cual no está presupuestado y genera un gasto muy alto. Entre los beneficios que podemos que este proyecto brindara a la compañía puede mencionarse:

- Corto plazo:

El objetivo principal de este proyecto es que una vez se eliminen los desperdicios de las actividades que no generan valor al proceso se pueda lograr una mejora en el uso de las extras, esto significa la reducción del 30% mensual de 719 Hrs que es el número actual promediado de extras que se realizan en el área y, además, poder cumplir con la meta del cumplimiento del 100% de producción.

- Mediano Plazo:

Una vez implementadas las mejoras y la estandarización del proceso a mediano plazo se espera tener operarios más expertos en la estación, además de brindarle a la organización un sistema de aprendizaje que le permita al personal nuevo una capacitación más rápida.

Lograr que el procedimiento se mantenga estandarizado se obtendrá mediante las auditorías internas que serán realizadas por un designado del área para velar que se cumpla las secuencias de pasos y su duración.

Por otro lado, tener el proceso estandarizado permitirá una reducción de errores que afecten a la calidad del producto y además relacionado con las personas que ejecuten la operación de Etiquetado y Sellado se tendrá un riesgo de lesiones ergonómicas más bajo, ya que los métodos que van a establecerse estarán basados en recomendaciones ergonómicas.

- Largo Plazo:

Toda propuesta de mejora continua se realiza con el fin de lograr que la empresa sea rentable a través del tiempo, por lo cual se espera que alcanzando las metas que vayamos a establecer y logrando la disminución de las horas extras se logre

un retorno de inversión que será calculado dependiendo de la relación entre la ganancia y el costo que tuvimos de la inversión en la implementación de este.

2.4 ANTECEDENTES DE TEORÍAS O PROYECTOS

De acuerdo con Arguello. E. (2017) se realizó un trabajo semejante utilizando la metodología de manufactura esbelta y DMAIC en el en el área de Empaque de la empresa Dos Pinos, disminución de tiempos improductivos por materiales con problemas de calidad el cual se aplicó de igual manera para buscar optimizar los recursos, se realizó una reducción tiempos improductivos y de desechos de producto que ocurren durante los mismos con lo cual se redujeron en un 38,8%.

Basados en la opinión de la autora las herramientas utilizadas le permitieron los principales tiempos improductivos y sus principales causas se concluyó que los métodos eran los principales causantes de paros en la línea de producción.

Otro de los proyectos realizados fue el de mejoramiento de la calidad y reducción de costos para el proceso de producción basados en la metodología de Manufactura Esbelta en la empresa Arpotex, S.A. de acuerdo al autor Quesada, M. (2015). se aplicó para buscar optimizar los recursos del área de utilizando la herramienta de Manufactura Esbelta y se logró una disminución del tiempo de espera de 77 min a 43 min y un aumento del tiempo efectivo de 22 min a 57 min.

De acuerdo con las conclusiones de la autora se puede decir que la implementación de las técnicas utilizadas ayuda a reducir los desperdicios en la

productividad y que la metodología Seis Sigma fue un éxito en cuanto a la mejora del tiempo de ciclo para la empresa Arpotex, S.A.

También podemos mencionar que en el ámbito internacional se realizó un trabajo similar en la empresa Continental Automotive, Jalisco, México, donde se trabajó en el análisis y propuesta de mejora en proceso de facturación de proyectos dentro del área de desarrollo de la empresa automotriz, de acuerdo con el autor Valadez (2013), basa su mejora utilizando la metodología DMAIC utilizando herramientas similares como Diagrama de Pareto, Ishikawa, Diagramas de proceso etc., con ellos logran eliminar varias actividades que no generaban valor, además con la implementación del proyecto redujeron un 35% de las actividades involucradas en el proceso.

En este caso, basados en la opinión de la autora aunque la metodología de implementación propuesta puede extenderse hacia otras áreas productivas no son herramientas universalmente aplicables en todos los casos, además es importante mencionar que las herramientas a utilizar van a depender de los desperdicios y del impacto deseado, priorizar esfuerzos, definir objetivos específicos y retos, crear planes y asignar recursos, monitorear el impacto y actualizar todo lo anterior de acuerdo con las variaciones de la realidad en la organización.

Por último, se realizó un proyecto de rediseño de un sistema productivo utilizando herramientas de *Lean Manufacturing* en la panadería industrias xyz., de acuerdo con los autores Cruz y Burbano (2012). el desarrollo del proyecto se pueden identificar los desperdicios y posibles herramientas *Lean* a utilizar para eliminarlos con lo cual se espera mejorar significativamente el sistema productivo, especialmente mejoras en los costos de producción y en el nivel de servicio de la empresa en estudio.

De acuerdo con la opinión de los autores que realizaron este proyecto cuando se sigue la metodología Lean, se esperan mejoras a nivel productivo, especialmente relacionadas con el tema de costos de producción y en el nivel de servicio de la línea de panadería de la empresa en estudio.

Con base en la información de proyectos anteriores que utilizaron metodologías y herramientas similares que se desarrollarán en esta investigación, podemos concluir que ayudan a reducir los desperdicios en la productividad y con ello lograr mejoras métricas como eficiencia, producción, tiempo de ciclo entre otros y además generan ahorros importantes.

2.5 TEORÍAS Y POSTULADOS RELACIONADOS

2.5.1 Lean Manufacturing

De acuerdo al Ing. Eldon Glenn Caldwell catedrático de la Universidad de Costa Rica menciona en su artículo (Lean Manufacturing: ¿Es posible en Costa Rica?):

Cada nación, rica o pobre, se enfrenta a nuevos desafíos de competencia y de adaptación a las nuevas reglas que emergen. Dentro de esas reglas que emergen surge un proceso que ya parece ser irreversible y que, a su vez, está propiciando eventos de cambio en todos los órdenes y que es llamado La Globalización, que hace de este planeta una aldea sin fronteras de transporte, cultura, comunicación, lenguaje, territorio, moneda y tecnología.

Es decir, hoy en día, para que una empresa sea rentable necesita tener en cuenta de que no puede producirse con un pensamiento o métodos de cinco años hacia atrás, esto hace que busquen herramientas que les permita ser más competitivos, mejorando sus procesos y reduciendo sus costos, una de las metodologías para hacerlo es llamada Manufactura esbelta o Lean Manufacturing.

En Costa Rica ya podemos mencionar que existen empresas que están bastantes adelantadas en la implementación de programas Lean y son bastante exitosas tales como Ind. Akron, Square D. y más recientemente, Btcino, Atlas Eléctrica (completamente nacional), Lab. Stein y Espion Corp., entre otras.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 METODOLOGIA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En esta etapa se utilizarán las siguientes herramientas

3.1.1 Diagrama de Flujo

Se realizarán diagramas de flujo tanto del área de *Boxing* como del área de Empaque, esto para entender de una manera más exacta el flujo del producto.

El propósito de realizar estos diagramas es poder analizar cómo se conectan las áreas de *Boxing* y Empaque y además desglosar los procesos de Etiquetado y Sellado en todas las actividades que los conforman y así poder encontrar los desperdicios del sistema.

3.1.2 Diagrama de Pareto

En esta parte de la definición del problema y como guía para conocer cuáles son las familias de producto que más se producen en el área se realizará un diagrama de Pareto y que, además, se desglosará para analizar dentro de cada familia de producto cual es la familia que más se produce en el área de Empaque.

3.1.3 Diagrama Ishikawa

Se utilizará la herramienta del Diagrama de Ishikawa o causa efecto. Dicha herramienta se utilizará como parte de la etapa de definir del proceso DMAIC, ya que con ella puede analizarse la relación del problema y sus posibles causas para poder identificar la(s) causa(s) reales y no solo los síntomas del problema.

Por medio de la lluvia de ideas se ordenarán las posibles causas en seis categorías: Método, Mano de Obra, Medio Ambiente, Medida, Hombre y Material para enlistar las posibles causas y, con ello, facilitar el poder encontrar la solución.

3.2 METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO

CUANTITATIVO DEL PROYECTO

Para que la investigación tenga un respaldo en todas sus etapas se realizará la recolección de datos los cuales transformarán la teoría planteada en hechos dándonos apoyo con fundamentos numéricos válidos y confiables.

3.2.1 Observación

La observación es una de las herramientas que nos permitirá recoger información del proceso que queremos tomar como base de estudio, para poder conocer y entender bien cuáles son las necesidades del área de Empaque se tomarán como punto de partida el análisis de su respectivo proceso tanto de la operación de Etiquetado como la operación de Sellado.

En este caso y como parte del diagnóstico y recolección de datos se utilizará la observación directa que consistirá en realizar visitas al área de Empaque para poder tener un contacto de manera personal con el área que nos permita conocer y entender el proceso y poder obtener información relevante que ayude al análisis del proceso, así como ver los pasos de la operación, transportes y todos aquellas tareas y movimientos que se realizan al ejecutarla así como análisis de la estación de trabajo y su entorno.

3.2.2 Lluvia de Ideas

Esta actividad nos ayudará a enlistar todas aquellas ideas o sugerencias que el personal de producción pueda aportar para poder mejorar la productividad en la línea y también resolver aquellos problemas que están presentes pero no saltan a la vista.

Se realizará con operarios expertos del área (por ejemplo, el entrenador y el líder) para que propongan ideas, conceptos, posibles soluciones, formas de actuar, etc.

3.2.3 Análisis de datos

En este caso particular, la empresa no tiene métodos establecidos ni tiempos estándar para el área de Empaque, por lo cual no se sabe cuántas piezas pueden procesarse las estaciones tanto en Etiquetado como en Sellado. Lo que pretende realizarse es hacer la toma de tiempos en el área y analizar los datos que se obtengan con la finalidad de valorar el método más efectivo para el área.

Además de las tomas de tiempos se tomarán en cuenta todos aquellos factores tanto internos como externos que puedan impactar en la producción, el cual permitirá calcular la cantidad de piezas estimadas que podrá procesar la línea.

3.3 METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA

Basado en la observación del proceso, análisis histórico de datos y recolección de información a través del personal de producción se enlistarán las propuestas de mejora con lo cual busca encontrarse una solución a todas las causas que se enlistaron en las etapas anteriores.

Dentro de los siguientes pasos en esta etapa, se seleccionarán las posibles alternativas de mejora, posteriormente analizaremos la prioridad de cada una de las propuestas para alcanzar los objetivos prefijados.

3.4 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

Teniendo identificadas las áreas de enfoque y las propuestas para su solución, podemos empezar a poner en marcha todas aquellas ideas o actividades que hemos planteado para la mejora que queremos lograr y para conseguirlo se utilizará un diagrama de Gantt que de forma muy visual podamos nos permitirá graficar todas las fases de las propuestas de mejora.

La idea de realizar este diagrama es poder organizar, ejecutar y monitorear todas las actividades o tareas relativas a la puesta en marcha de las propuestas planteadas, así como poder determinar el tiempo que durará cada una para ser ejecutada, así como definir las posibles fechas de inicio y fin, además de la asignación de recursos, su respectiva secuencia y el seguimiento de su cumplimiento.

3.5 METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DEL PROYECTO

En esta etapa se recomendarán los indicadores necesarios que deban implementarse para garantizar el cumplimiento de la producción, dichos indicadores deberán ser medidos de forma periódica para asegurar su cumplimiento. Se crearán herramientas para monitorear que las métricas que se establecerán se cumplan, y si existe alguna desviación de acuerdo con lo establecido poder tomar medidas para corregirlas.

Por otra parte, debe mencionarse que las herramientas que se implementen deben ir de la mano con la metodología “*Lean Manufacturing*”, ya que lo que buscamos es una optimización del proceso y para lograrlo debe eliminarse todo tipo de desperdicio que me esté afectando en el área productiva.

CAPÍTULO IV

DIAGNÓSTICO

4.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

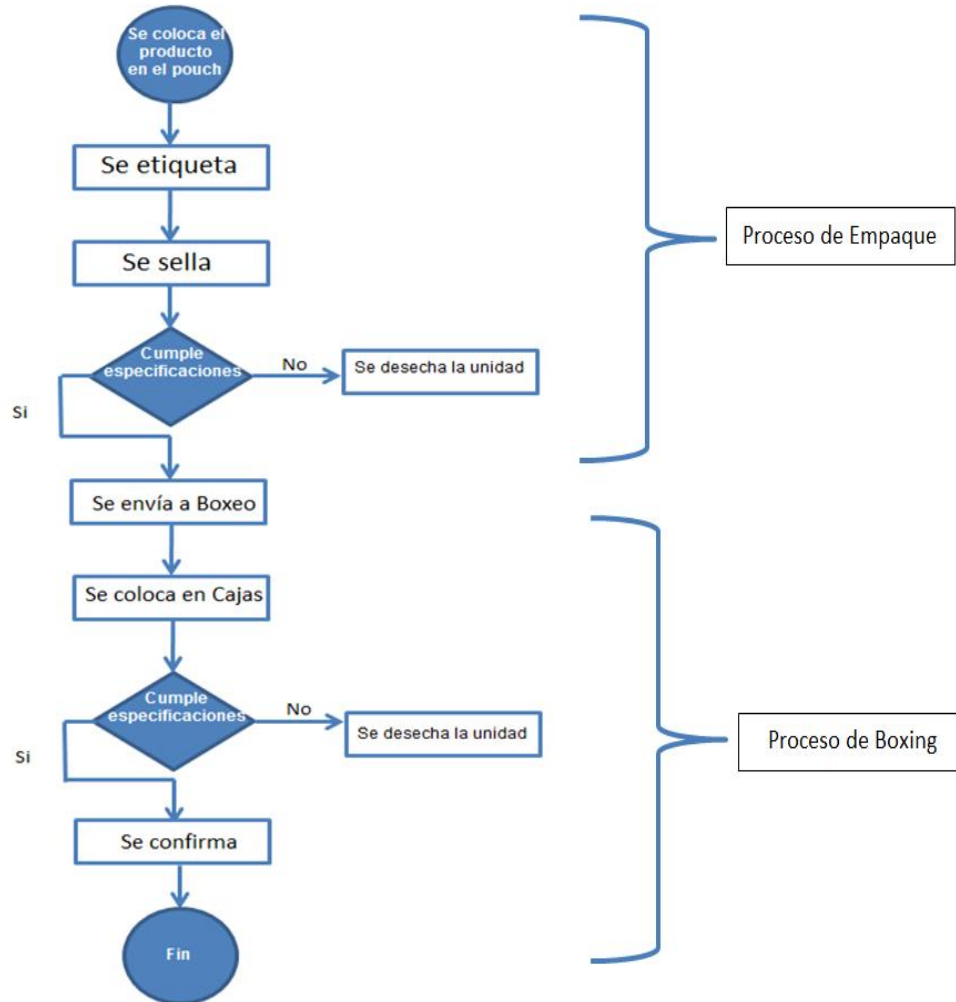
En el presente capítulo se describe la situación actual del problema planteado, con el objetivo de sustentar con datos, la existencia de una oportunidad de mejora en el proceso de Empaque, por medio de gráficos, Tablas y análisis que evidencian las diferentes variables o causas que están provocando que no se alcance el 100% del cumplimiento de la producción.

4.1.1 Diagrama de Flujo del departamento de *Boxing*

El área de *Boxing* de la empresa Boston Scientific es el área final del proceso de Manufactura, es la encargada de empacar el producto terminado, colocarlo en su respectivo Empaque (dependiendo del producto), identificarlo, colocarlo en cajas y luego trasladar el producto al departamento de Envío de Material (Shipping) para ser exportado.

A nivel macro, el flujo de proceso de *Boxing* puede verse en el siguiente diagrama:

Figura No.16 Diagrama de Flujo Departamento de Boxing



Fuente: Elaboración propia de la autora

En el anterior diagrama podemos ver que el área de *Boxing* comienza con el proceso de Empaque, es decir, las unidades antes de ser colocadas en cajas son identificadas y colocadas en sus respectivas bolsas (*Pouches*)

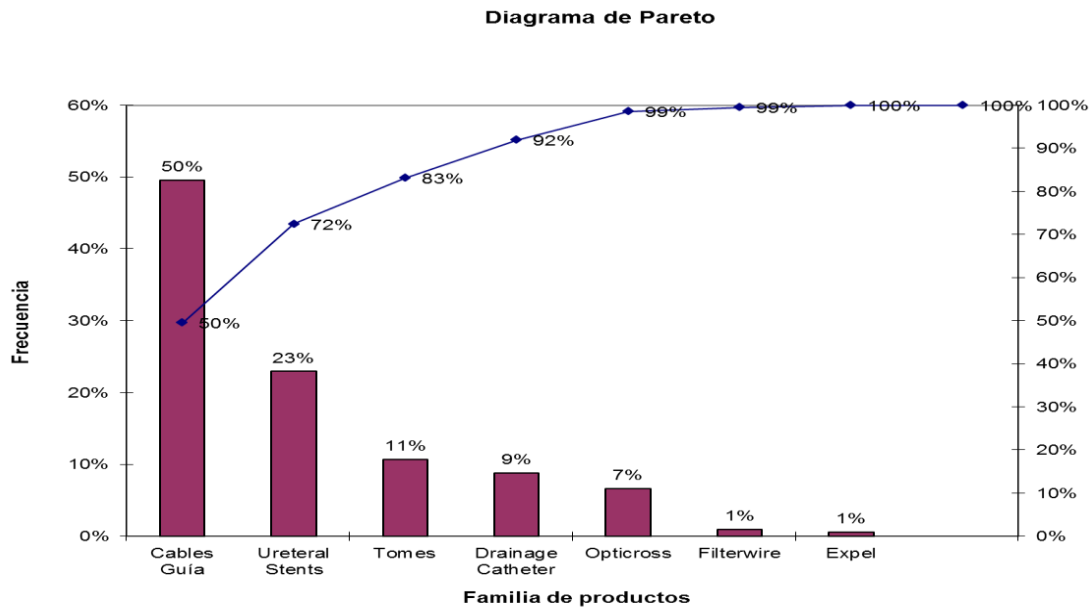
4.1.2 Diagramas de Pareto

Como parte del análisis es importante mencionar que no todos los productos son procesados en el área de Empaque, por lo cual, realizamos un Pareto basados en el reporte generado por el departamento de planeación (Anexo 2) para conocer cuáles son los productos que son procesados en esta área y poder resumir cuales son los que más se producen en el área de *Boxing*,

4.1.2.1 Diagrama de Pareto de Productos

En la siguiente figura puede observarse cuáles son los productos que más se producen en el área:

Figura No.17 Diagrama de Pareto de Productos



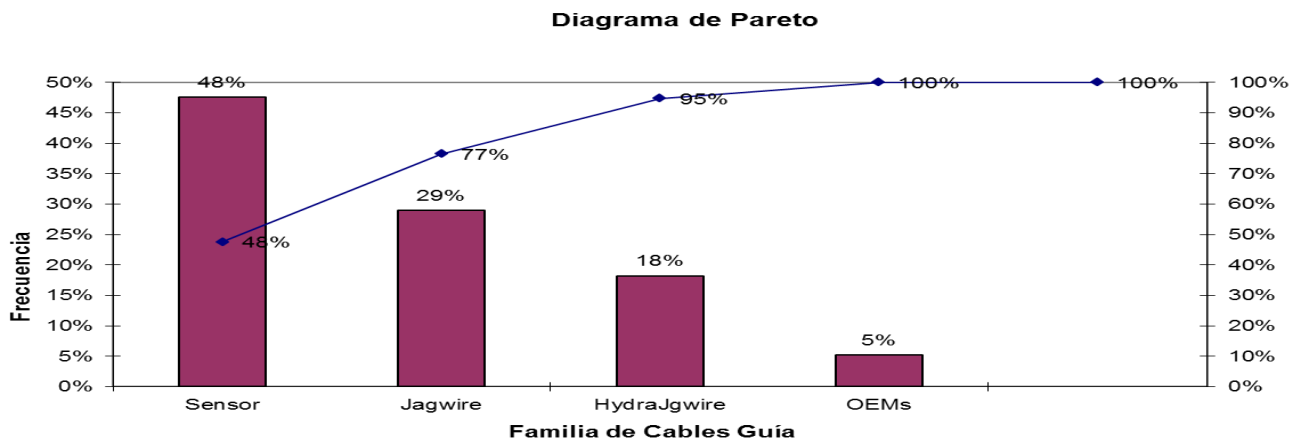
Fuente: Elaboración propia de la autora.

Con el grafico anterior podemos determinar que el 80% del volumen del área de *Boxing* son Cables Guía y como se mencionó anteriormente estos Cables además de procesarse en el área de *Boxing* también son procesados en la operación de Empaque que es el área de enfoque para esta investigación.

4.1.2.2 Diagrama de Pareto de Familias de Cables Guía

Una vez teniendo claro que el 80% de los productos que se procesan en el área de *Boxing* son los Cables Guía, se realizó un segundo Pareto para analizar dentro de esta familia de productos cuales son los que más se procesan en el área de Empaque, siendo el producto de sensor el que más demanda mensual presenta.

Figura No.18 Pareto de Cables Guía



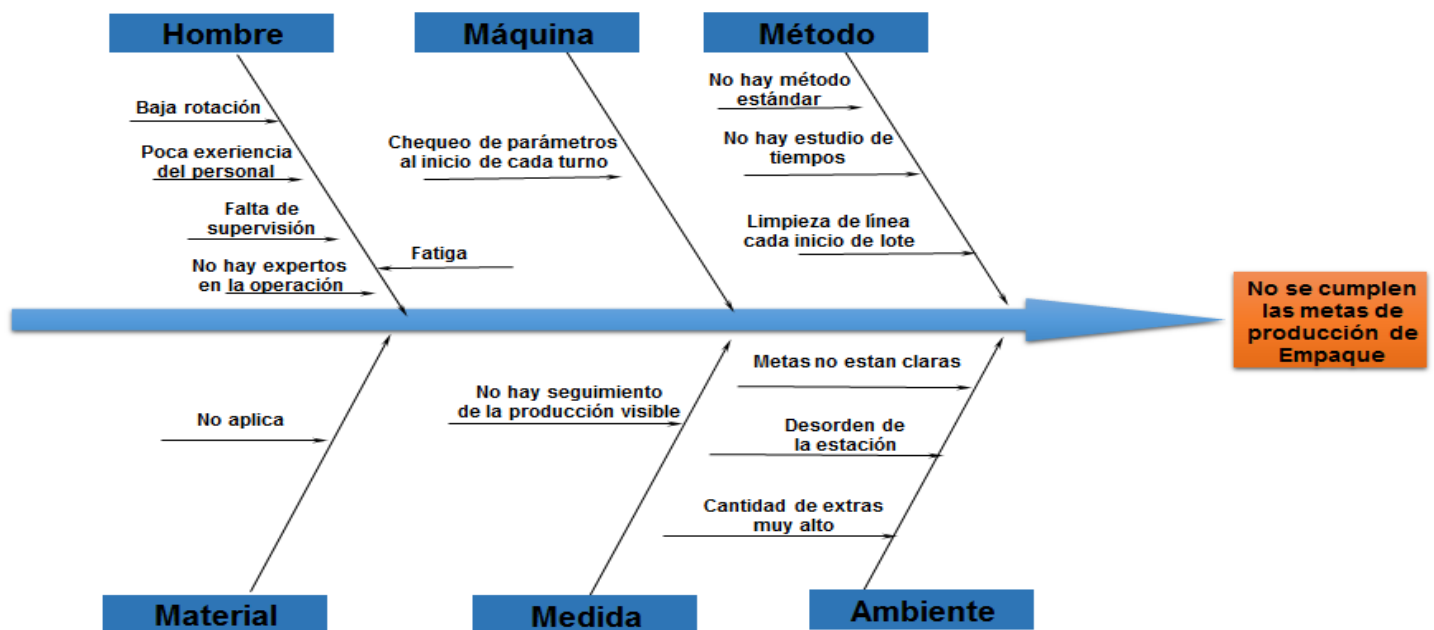
Fuente: Elaboración propia de la autora.

Basados en una demanda mensual de aproximadamente 209,000 unidades por mes y tomando el promedio de 22 días laborales que maneja el departamento de planeación la meta diaria para cumplir la producción debe ser 9500 unidades por día.

4.1.3 Diagrama Ishikawa

Con el Kaizen realizado se identificaron las posibles causas o factores que contribuyen a que el área de Empaque no alcanza la meta de producción, al analizar la información podemos observar que las causas más contribuyentes son Hombre, Método y Ambiente (ver figura 19).

Figura No 19 Diagrama de Ishikawa

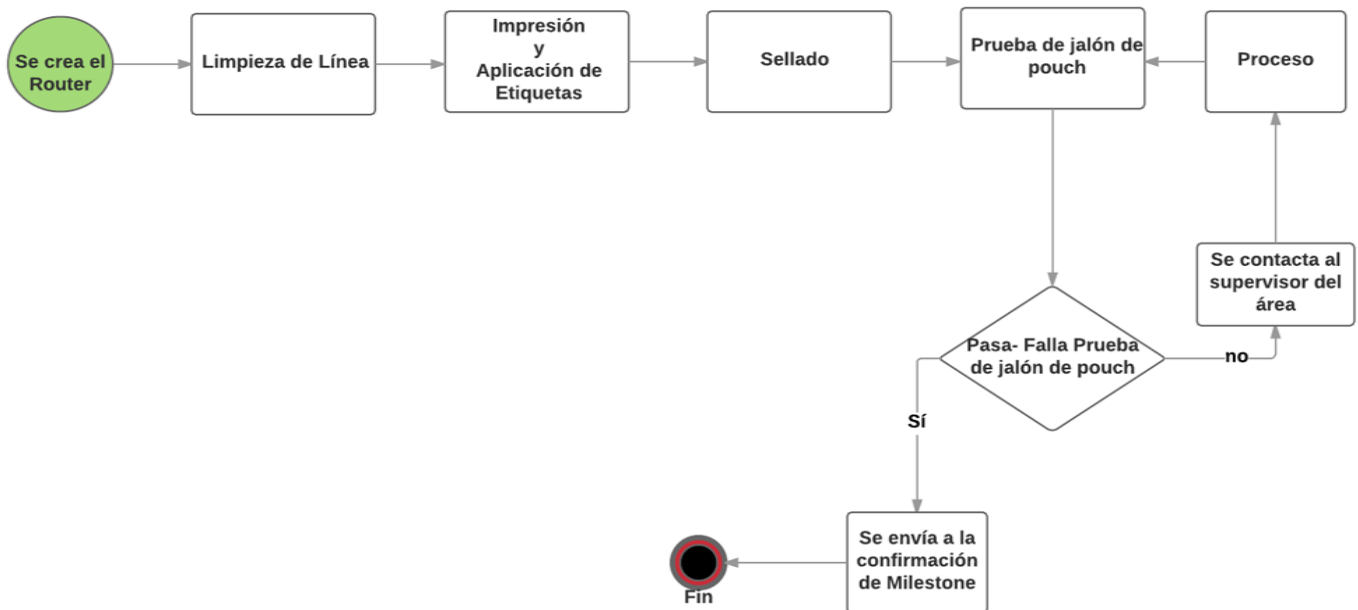


Fuente: Elaboración propia de la autora.

4.1.4 Análisis del área de Empaque

Como se puede observar en la figura 18 (Diagrama de Pareto de Productos), el 80% de los productos son procesados en el área de *Boxing* son Cables Guías y que como parte de su flujo son procesados por el área de Empaque, por lo cual analizamos el flujo de esta área como tal en la figura 20:

Figura No. 20 Diagrama de Flujo de Empaque



Fuente: Elaboración propia de la autora.

Con base en la información anterior, puede deducirse que el área de Empaque es el encargado de abastecer de producto al área de *Boxing*, si el área de Empaque no cumple su meta de producción el área de *Boxing* tampoco la cumplirá, por lo tanto si el área de Empaque realiza extras para recuperar producción no alcanzada el área de *Boxing* también deberá realizar extras con lo cual el gasto se duplica.

Una de las problemáticas con las que se encuentra el área de Empaque es que no cuenta con controles de ninguno tipo para monitorear la producción ya que se da por entendido que si el área de *Boxing* cumple con su meta es porque esta área también la cumplió, lo que nos plantea la necesidad de empezar a monitorear dicha producción.

Por otra parte, y basándonos en la siguiente información que nos brindó el departamento de producción, el área de *Boxing* cuenta con suficiente capacidad instalada para procesar las unidades que pide el plan de producción (9 500 por día aproximadamente).

En la Tabla No.3 se observa que el área de *Boxing* cuenta con seis líneas que están capacitadas para procesar los productos de Cables Guía, se trabajan en ambos turnos (turno de la mañana y turno de la tarde) con lo cual la capacidad

instalada es de 12 mil piezas por día, es decir, pueden cumplir la demanda de producción en un 126%.

Tabla No.3 Tabla de Producción del área de Boxing, 2017

Cables Guía					
Meta diaria de acuerdo al plan: 9502u	TA	TB	Total	Cantidad de operarios requeridos TA	Cantidad de operarios requeridos TB
Línea 1	954	600	1554	1	1
Línea 2	954	600	1554	1	1
Línea 3	954	600	1554	1	1
Línea 4	954	600	1554	1	1
Línea 5	1734	1200	2934	1	1
Línea 6	1734	1200	2934	1	1
Total diario			12083	6	6
Total de operarios				12	

Fuente: Departamento de Producción.

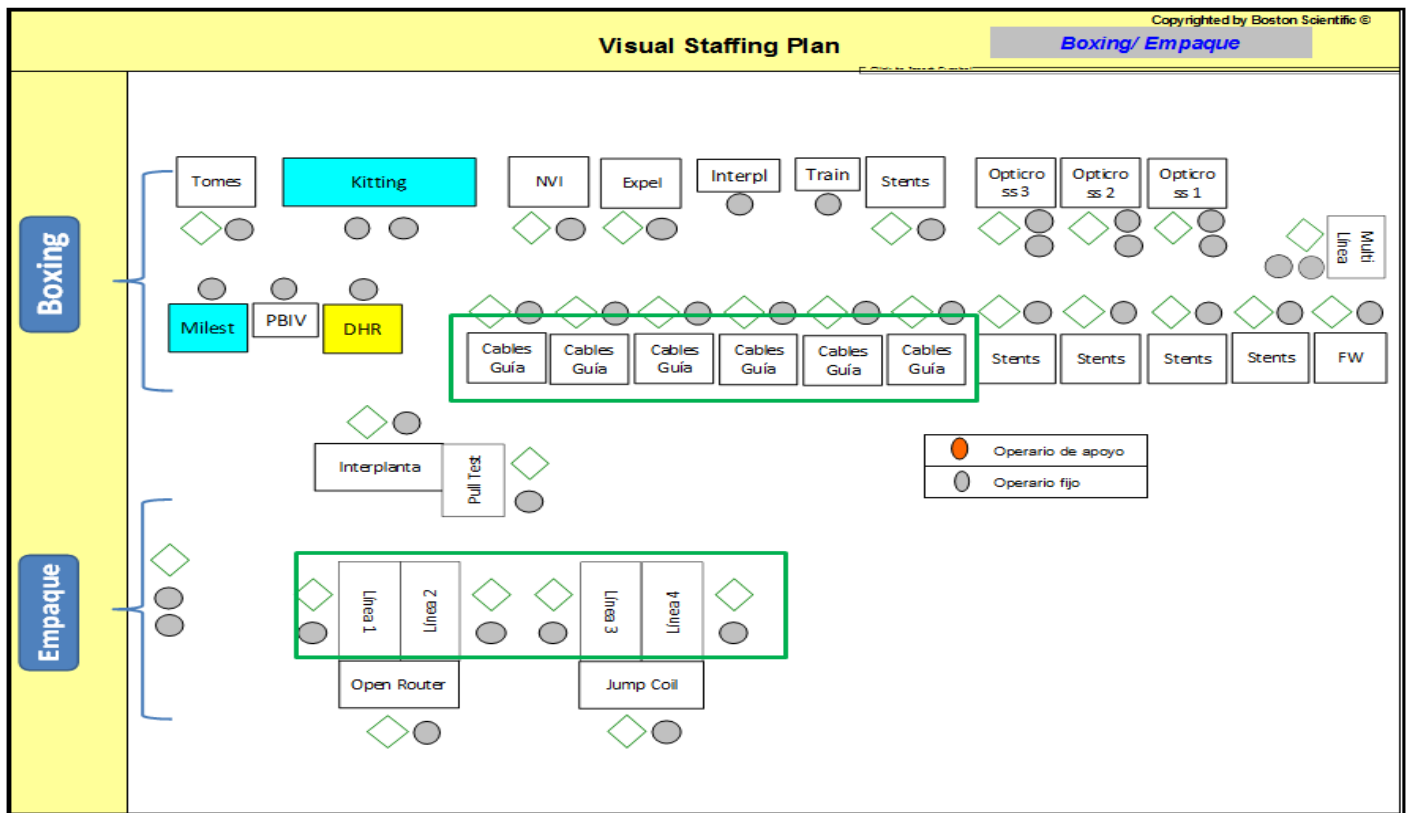
Los datos anteriores son proporcionados por el departamento de producción con base a los tiempos estándar establecidos en esta área, su última actualización se realizó en el primer trimestre del 2017 (Enero-Marzo). Dependiendo del producto se pueden procesar 110 unidades por hora o 200 unidades por hora.

Nota: Las líneas 5 y 6 corren el producto de Sensor que se procesa más

rápido ya que tiempo un tipo de Empaque (5 unidades en una misma caja) por eso su producción por hora es más alta que el resto.

Para comprender mejor la distribución del área, la empresa nos facilitó esta herramienta que el departamento de producción utiliza y que se llama por sus siglas en inglés VSP (Visual Staffing Plan) donde podemos observar que Empaque trabaja con 4 líneas y que *Boxing* cuenta con 6.

Figura No. 21: Plan Visual del Personal de Empaque y Boxing



Fuente: Departamento de Producción.

Esta herramienta nos ayuda a entender la distribución total del área de *Boxing*, su objetivo es ayudar a la gerencia a realizar un balance correcto del personal en función de las estaciones disponibles, esto en ambas áreas con el fin de coordinar que todas las operaciones tengan su respectiva cobertura y no tengan paros por falta de personal, también le facilita a la gerencia la toma de decisiones en caso de que se presente ausentismo de personal o realizar rotaciones estratégicas con personal de mayor experiencia en estaciones cuello de botella.

4.1.5 Estudio de Tiempos

Tomando en cuenta la lluvia de ideas que se realizó durante el desarrollo del *Kaizen* con los operarios de las estaciones de Etiquetado y Sellado (ver Anexo 3) se ve la necesidad de estandarizar el método ya que el proceso ha sufrido cambios y la metas de producción no se han actualizado.

La toma de tiempos se realizó basada en 3 niveles de experiencia:

- 1) Operario Experto: Más de 5 años en el área.
- 2) Operario Medio: De 2,5 años a 3 años en el área.
- 3) Operario Nuevo: Menos de 1 año en el área.

Además, para realizar esta toma de tiempos se utilizará una plantilla (ver Anexo 4) que será la base para tomar las 50 muestras de los 3 operarios que fueron definidos de acuerdo con su experiencia.

4.1.5.1 Cálculo de la Muestra

Basándonos en el programa Minitab (Anexo 5) realizamos una muestra de 50 tiempos a cada operario, además puede decirse que pertenecen a una distribución normal con una desviación estándar de 0,5 y un nivel de confianza de 90%. Se realiza un nivel de confianza de 90% ya que el área no cuenta con registros de paros y a esta etapa de la investigación los paros que registramos de acuerdo con la observación directa no contemplan otros posibles paros que no están a la vista.

Tabla No.4 Datos para Toma de Muestras

Parámetro	Desviación Estandar
Distribución	Normal
Nivel de Confianza	90%
Margen de error	0.1
Tamaño de la muestra	50

Fuente: Programa Minitab, versión 18

Esta toma de tiempos nos demuestra que existe una variabilidad importante entre los niveles de experiencia de los operarios (ver Anexo 6) como puede verse en el siguiente cuadro resumen:

Tabla 5 Cuadro Resumen de Tiempos Muestreados

Nivel de Experiencia	Promedio	Desviación Estándar
Operario experto	17.32s	0.49
Operario Medio	18.86s	0.52
Operario Bajo	22.61s	0.54

Fuente: Elaboración propia de la autora.

4.1.5.2 Descomposición de la Operación en Elementos

Para realizar la toma de tiempos de manera que sea de fácil entendimiento, que pueda delimitar un inicio y un final y que, además, ayude a tomar de una manera más clara decisiones, se ha dividido la operación de Etiquetado y Sellado en los siguientes elementos para ser muestreados:

Tabla No.6 Elementos de la estación de Etiquetado y Sellado

Proceso	#	Elementos	Operario
Impresión y Aplicación de Etiquetas	1	Tomar el pouch	
	2	Tomar e inspeccionar la etiqueta	
	3	Pegar la etiqueta	
	4	Tomar el hoop, inspeccionarlo y cargar en pouch	
Proceso	#	Elementos	Operario
Sellado	1	Tomar unidad e inspeccionar	
	2	Sellar el pouch en máquina, inspeccionar y disponer en base	
	3	Colocar unidad en bin	

Fuente: Elaboración propia de la autora.

4.1.5.3 Tiempo disponible

El proceso de Empaque ha experimentado cambios importantes en su demanda por lo cual el proceso también ha cambiado, actualmente, no se cuenta con una lista actualizada de los suplementos o condiciones de trabajo que no permiten que este se realice con la fluidez que se necesita. Por esto, parte del análisis consiste en definir todos los suplementos que están directamente relacionados con el proceso.

El área de Empaque tiene una jornada laboral de 6:00 a.m. a 10:00 p.m. que se dividen en 2 turnos, puede verse representado en la Tabla No 7:

Tabla No 7 Jornada laboral lunes a sábado

Horario			
Turnos	TA	TB	Sábado
Hora Entrada	06:00 a.m.	03:30 p.m.	07:00 a.m.
Hora Salida:	03:30 p.m.	09:55 p.m.	03:30 p.m.
Tiempo Disponible (hrs)	9.5	6.5	7.5
Tiempo Disponible (min)	570	390	450

Fuente: Elaboración propia de la autora.

Por medio del *Kaizen* realizado con los operarios, el aporte del Departamento de Ingeniería Industrial y por medio de la observación directa realizada en las visitas al área se enlistaron todos los suplementos (Anexo 7) que puede resumirse de la siguiente manera:

Tabla No.8 Resumen de Suplementos

Suplemento	Tiempo	Sábado
Arranque/Final de turno (min)	20	10
Desayuno (min)	20	20
Ergonómicos (min)	12	6
Almuerzo (min)	30	30
Cena (min)	30	0
Baños (min)	20	10
Cambio de Lote (min)	80	40
Reunión Diaria (min)	20	10
Reunión Mensual (min)	6	0
Limpieza después de Comidas y 5Ss (min)	10	5
Revisión de Pizarra (min)	10	5
5% Fátiga	44	20
Paro de Equipo (min)	20	10
Total	322	166
Conversión a Horas	5.4	2.8
Jornada laboral diaria	16	7.5
Tiempo de línea disponible	10.6	4.7

Fuente: Elaboración propia de la autora.

Con la anterior Tabla de suplementos puede resumir que el tiempo real con el que dispone la línea para producir es de 10,8 hr entre semana y 4,7 hr los sábados.

4.1.6 Diagrama de Proceso

Para poder analizar tareas que estén generando un desperdicio en el proceso, se realiza un Diagrama de Proceso para ver a detalle todo el entorno de la operación como tal, es decir, procesos no productivos de la operación.

A continuación el Diagrama de Proceso aplicado en el área de Empaque:

Tabla No.9 Diagrama de Flujo de proceso de Empaque

Área:	Empaque	Resumen						
		Actividad	Cantidad					
Descripción de la tarea:	Empaque	●	6.58					
Fecha:	06-ago-17	➔	5.68					
Método:	Actual	◐	474.86					
Tipo:	Obrero	■	11.28					
Comentarios: Se observan varias actividades que le quitan tiempo al operario y no están contemplados dentro del estudio de métodos		▼	0					
		Tiempo Total (sec)	498.40					
		Distancia total (m)	11					
▼	Descripción de la actividad ▼	Símbolo					Tiempo (se) ▼	Distancia (m) ▼
1	Alistar bins	●	➔	◐	■	▼	312.6	0
2	Llevar bins a la línea	●	➔	◐	■	▼	5.35	5.5
3	Limpieza de línea	●	➔	◐	■	▼	11.54	0
4	Contar unidades	●	➔	◐	■	▼	44.61	0
5	Aspirar estación	●	➔	◐	■	▼	12.78	0
6	Soplar unidades	●	➔	◐	■	▼	43.42	0
7	Aspirar estación	●	➔	◐	■	▼	15.91	0
8	Documentar en sistema y acomodar estación	●	➔	◐	■	▼	33.00	0
9	Tomar e inspeccionar el pouch	●	➔	◐	■	▼	1.63	0
10	Tomar e inspeccionar la etiqueta	●	➔	◐	■	▼	1.90	0
11	Pegar la etiqueta en el pouch	●	➔	◐	■	▼	1.01	0
12	Tomar el hoop, inspeccionarlo	●	➔	◐	■	▼	1.78	0
13	Cargar el hoop en el pouch	●	➔	◐	■	▼	1.2	0
14	Tomar unidad e inspeccionar	●	➔	◐	■	▼	1.01	0
15	Sellar el pouch en maquina	●	➔	◐	■	▼	4.37	0
16	Inspeccionar y disponer en la base	●	➔	◐	■	▼	4.96	0
17	Colocar unidades en el BIN	●	➔	◐	■	▼	1.00	0
18	Entregar lote al área de Boxeo	●	➔	◐	■	▼	0.33	5.5

Fuente: Elaboración propia de la autora.

Con la información anterior podemos ver que hay tareas que se convierten en demoras para la línea de producción que no le agregan valor al producto, y que, además, puede ser realizada por cualquier operario que no necesariamente se encuentre en la operación de Empaque, ya que no requiere ninguna preparación previa para su ejecución.

4.1.7 Prueba Ácida

Como complemento de la investigación y para realizar un análisis de las tareas, se realizó una prueba ácida a los elementos que conforman la estación de trabajo.

La prueba ácida se utiliza para entender cuáles actividades de la operación le agregan valor al proceso además de analizar cuales forman parte de los controles del mismo. En la Tabla No.10 puede observarse el resultado:

Tabla No.10 Prueba Ácida

Área:	Empaque	Fecha: 22/ Ago/ 2017
Descripción de la tarea:	Etiquetado y Sellado	
Actividades de la tarea	Aporta Valor?	Es un control?
Toma el pouch y lo inspecciona	Sí	Sí
Toma la etiqueta y la inspecciona	Sí	Sí
Toma la pieza y la inspecciona	Sí	Sí
Toma el pouch y lo sella	Sí	No
Revisa el sellado	Sí	Sí
Coloca la pieza en el fixture	Sí	Sí

Fuente: Elaboración propia de la autora.

Puede analizarse que el área de Empaque se compone en su mayoría de actividades de control para garantizar la calidad del producto, por eso, esta área se considera crítica a nivel de calidad (CTQ) y que, además, basándonos en el Análisis de los Modos de Falla y Efectos en el Proceso con el que cuenta la empresa Boston, PFMEA por sus siglas en inglés (Process Failure Mode and Effect Analysis) todo lo relacionado con fallas de Empaque se considera crítico. De ahí la gran importancia de hacer esta prueba para conocer los controles de la estación, y no poner en riesgo la calidad del producto a la hora de tomar una decisión.

4.1.8 Estandarización y orden del área de trabajo

Al visitar las estaciones de trabajo presentan oportunidades de mejora en cuanto a orden, ya que los operarios desconocen cuál es la manera correcta de mantener el área, no tienen ayudas visuales que les permita guiarse para que su área permanezca en orden.

4. 2 Conclusiones del Diagnóstico

Con toda la información recopilada anteriormente en este capítulo de diagnóstico se puede comprobar que el área de Empaque presenta grandes oportunidades de mejora a nivel de estandarización de método, dichas oportunidades las ampliamos a continuación:

- a) El área de Empaque es la que entrega producto al área de *Boxing*, sin embargo solo el área de *Boxing* cuenta con metas establecidas y controles de producción ya que es la operación por la cual se miden las métricas del área total. Además el nivel de capacidad instalada y de personal disponible se encuentra en óptimas condiciones para poder satisfacer la demanda, por lo tanto esta área no es un factor contribuyente a que se realicen alto número de extras para alcanzar el cumplimiento 100% de la demanda.

- b) Al desarrollar un análisis en el área de Empaque podemos notar que no tiene controles de producción, no hay herramientas que permitan tabular los paros de la línea, ya que no se registran no hay históricos ni Paretos que ayuden a saber cuáles son las causas más comunes de paros.

- c) Al realizar la toma de tiempos es donde se encuentran las oportunidades de mejora más grandes, las cuales pueden mencionarse:
 - No hay un método estándar establecido, a nivel de tiempos no está claro cuánto deben durar los operarios en cada tarea de la operación, se basan en un cálculo que está obsoleto, y que no toma en cuenta todos los suplementos.

 - Ninguno de los 3 niveles de experiencia de operarios muestreados alcanza la cantidad requerida para cumplir la demanda.

- No hay ayudas visuales que le muestren al operario cuál es la mejor manera de trabajar.
 - Hay mucha variación entre un operario experto, medio y nuevo, lo cual indica que el método de entrenamiento tampoco es estándar, no se les indica cuál es el tiempo que tienen para alcanzar 100% la curva de aprendizaje.
 - No hay registros de producción por operario, es decir, a este punto de la investigación no se sabe quiénes cumplen y quienes no cumplen con su producción.
- d) Al no alcanzar los niveles de producción se recurre al uso de las horas extra lo que le está costando a la empresa aproximadamente \$5 420 por mes.
- e) Al utilizar las herramientas de lluvia de ideas, entrevistas y diagrama de Ishikawa, se obtiene información adicional que nos indica la poca supervisión que hay en el área de ahí el bajo control o control inexistente en el área.
- f) Por último, los operarios de la línea no tienen ayudas visuales de cómo mantener ordenada su área de trabajo.

El encontrar estas causas raíz nos permite entender y, además, confirmar que el área de Empaque no está trabajando de manera estandarizada y, por lo tanto, no alcanza su meta de producción.

CAPÍTULO V

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN

5.1 Propuestas

Las propuestas para la investigación estarán enfocadas en diseñar un sistema para mejorar y estandarizar el método de trabajo del área de Empaque, así como mejorar su capacidad de producción.

Los diseños de las propuestas serán desarrolladas de la forma más clara posible, para una mejor comprensión del lector.

5.1.1 Estandarización del Método

Con base a la información analizada en el diagnóstico del capítulo anterior, el área de Empaque no cuenta con un método estándar en las operaciones de Etiquetado y Sellado.

Para brindar una solución a este problema se realizó una toma de tiempos 3 operarios que fueron escogidos de acuerdo con su experiencia en el área (experto, medio y nuevo), basados en 50 muestras por cada uno.

Como siguiente paso y basados en estos tiempos se decide estandarizar a partir de los tiempos del operario medio.

El operario medio cumple un tiempo de ciclo aproximado de 18,86s por unidad, con lo cual se puede decir que la cantidad de piezas por hora seria la siguiente:

***Piezas por minuto**

$$= (60 \text{ s/u}) / 18.86\text{s}$$

$$= \mathbf{3.18 \text{ u.}}$$

***Piezas por hora**

$$= 60 \text{ min} * 3.18 \text{ u}$$

$$= \mathbf{190 \text{ und/h.}}$$

Basados en una jornada laboral de 16hrs tenemos que el tiempo disponible de la línea queda de la siguiente manera:

***Tiempo disponible**

$$= (\text{Jornada laboral} - \text{Suplementos})$$

$$= (16 \text{ Hrs} - 5.4 \text{ Hrs})$$

$$= \mathbf{10.6 \text{ Hrs.}}$$

*** Tiempo disponible sábado**

$$= (7.5 \text{ Hrs} - 2.8 \text{ Hrs})$$

$$= \mathbf{4.7 \text{ Hrs.}}$$

Tomando en cuenta el tiempo de línea disponible de 10.6 Hrs al día, la producción por día por línea quedaría de la siguiente manera:

***Producción por línea**

$$= (\text{Tiempo disponible} * \text{Piezas por Hora})$$

$$= 10,6 \text{ Hrs} * 190 \text{ u}$$

$$= \mathbf{2014 \text{ und/h.}}$$

Basándonos en que el área de Empaque tiene cuatro líneas disponibles la producción total por día sería:

***Total de producción diaria**

$$= 2014 \text{ und/h} * 4$$

$$= \mathbf{8056 \text{ und/h.}}$$

Nota: Se multiplica por la cantidad de líneas que son 4 para sacar la producción diaria total.

Adicionalmente, a estos datos se le debe sumar el cálculo de la meta para el día sábado:

***Producción por línea**

= (Tiempo disponible* Piezas por hora)

= 4.7 Hrs*190 u

= 896 und/h.

***Total de producción diaria**

=896 und/h*4

=3584 und/h.

Si la producción del sábado se divide entre la semana serian 716 u diarias adicionales con lo cual podemos resumir que la capacidad total diaria de la línea sería la siguiente:

***Total de producción diaria**

= 716.8 u+ 8056 u

= **8772 u.**

Con lo cual basándonos en la estandarización del método estaríamos teniendo un desempeño del 92% con respecto a la meta mensual de producción de 9502 u por día.

5.1.2 Mejora del Diagrama de Proceso

De acuerdo con el diagrama de proceso realizado, se puede ver que hay tareas que pueden delegarse a los operarios de la estación de *Boxing* por las siguientes razones:

1. Basados en una meta de 9502 u por día, el proceso de *Boxing* está subutilizado ya que se encuentra trabajando a un 78% de su capacidad, su capacidad es de 12000u por día, esto quiere decir que tenemos un porcentaje aproximado de 12% ocioso de los operarios.
2. Analizando la complejidad de las tareas de Empaque enlistadas en el Diagrama de Proceso y basándonos en las esperas de esta área, existen

tareas que no necesitan un entrenamiento extra para poder ser realizadas, por lo cual se pueden delegar sin poner el riesgo la calidad del producto.

Habiendo realizado el anterior análisis la propuesta del diagrama de proceso quedaría de la siguiente manera:

Tabla No.11 Diagrama del Proceso Mejorado

Área:	Empaque	Resumen	
		Actividad	Cantidad
Descripción de la tarea:	Empaque	●	6.58
Fecha:	06-ago-17	➔	0.33
Método:	Actual	◐	137.94
Tipo:	Obrero	■	11.28
Comentarios: Se observan varias actividades que le quitan tiempo al operario y no están contemplados dentro del estudio de métodos		▼	0
	Tiempo Total (sec)		156.13
	Distancia total (m)		11

	Descripción de la actividad	Símbolo						Tiempo (se)	Distancia (i)
1	Contar unidades	●	➔	◐	■	▼	44.61	0	
2	Soplar unidades	●	➔	◐	■	▼	43.42	0	
3	Aspirar estación	●	➔	◐	■	▼	15.91	0	
4	Documentar en sistema y acomodar estación	●	➔	◐	■	▼	33.00	0	
5	Tomar e inspeccionar el pouch	●	➔	◐	■	▼	1.63	0	
6	Tomar e inspeccionar la etiqueta	●	➔	◐	■	▼	1.90	0	
7	Pegar la etiqueta en el pouch	●	➔	◐	■	▼	1.01	0	
8	Tomar el hoop, inspeccionarlo	●	➔	◐	■	▼	1.78	0	
9	Cargar el hoop en el pouch	●	➔	◐	■	▼	1.2	0	
10	Tomar unidad e inspeccionar	●	➔	◐	■	▼	1.01	0	
11	Sellar el pouch en maquina	●	➔	◐	■	▼	4.37	0	
12	Inspeccionar y disponer en la base	●	➔	◐	■	▼	4.96	0	
13	Colocar unidades en el BIN	●	➔	◐	■	▼	1.00	0	
14	Entregar lote al área de Boxeo	●	➔	◐	■	▼	0.33	5.5	

Fuente: Elaboración propia de la autora.

Con el anterior diagrama podemos observar que pasamos de 18 actividades a 14, las actividades que estaríamos eliminando de este proceso son:

1. Alistar bines: esta tarea se realiza al inicio de cada lote y consiste en limpiar los bines para guardar material, estos vienen del área de *Boxing* la cual no es un área de cuarto limpio, esto hace que si se van a ingresar los bines de nuevo deben pasar por un proceso de limpieza, esta tarea no necesita ningún entrenamiento especial, y lo pueden realizar los compañeros de *Boxing*.
2. Limpieza de la línea: Esta tarea no va a eliminarse, sin embargo en la estación de Empaque trabajan 2 operarios, lo que quiere decir que mientras uno cuenta el lote el otro puede realizar la limpieza de la línea, una tarea no depende de la otra y para fines de medición de tiempos se contempla la que dura más que es el conteo.
3. Aspirado de línea: Si se analiza esta tarea, se realiza en 2 ocasiones, revisando el impacto con el departamento de calidad puede realizarse solo una vez al final del soplado de las unidades.

Tabla No.12 Aspirado de línea, Diagrama del Proceso


4	Contar unidades	●	→	◐	■	▼	44.61	0
5	Aspirar estación	●	→	◐	■	▼	0.00	0
6	Soplar unidades	●	→	◐	■	▼	43.42	0
7	Aspirar estación	●	→	◐	■	▼	15.91	0

Fuente: Elaboración propia de la autora.

Podemos resumir que las mejoras en las tareas de transporte y demora equivalen a un 31% para un total de 5.70 min por Hora.

Tabla No.13 Mejoras del proceso

Área:	Empaque	Resumen	
		Actividad	Cantidad
Descripción de la tarea:	Empaque	●	6.58
Fecha:	06-ago-17	→	5.68
Método:	Actual	◐	474.86
Tipo:	Obrero	■	11.28
Comentarios: Se observan varias actividades que le quitan tiempo al operario y no están contemplados dentro del estudio de métodos		▼	0
	Tiempo Total (sec)		498.40
	Distancia total (m)		11



Área:	Empaque	Resumen	
		Actividad	Cantidad
Descripción de la tarea:	Empaque	●	6.58
Fecha:	06-ago-17	→	0.33
Método:	Actual	◐	137.94
Tipo:	Obrero	■	11.28
Comentarios: Se observan varias actividades que le quitan tiempo al operario y no están contemplados dentro del estudio de métodos		▼	0
	Tiempo Total (sec)		156.13
	Distancia total (m)		11

Fuente: Elaboración propia de la autora.

5.1.2.1 Ajuste de Meta basado en Diagrama de Proceso

Como se puede observar en el Diagrama del Proceso de Empaque, existen varias tareas que no son parte de la operación como tal pero que generan un retraso en la línea por hora que aunque los estamos mejorando en un 31% este tiempo de alisto de lote se debe restar al tiempo disponible que calculamos con los suplementos definidos y con esto calcular la meta real de las operaciones de Etiquetado y Sellado.

*Tiempo total disponible- Demoras del proceso

$$= (10.6 \text{ Hrs} * 60 \text{ min}) - (0.33 \text{ s} + 137.94 \text{ s})$$

$$= 636 \text{ min} - (2.30 \text{ min} * 10.6 \text{ Hrs})$$

$$= 636 \text{ min} - 24.38 \text{ min}$$

$$= 611.22 \text{ min} (10.20 \text{ Hrs})$$

*Nueva Meta de producción diaria

$$= 10.20 \text{ Hrs} * 190 \text{ u} * 4$$

$$= 7752 \text{ und/h.}$$

***Tiempo disponible de producción sábado**

$$= (4.7 \text{ Hrs} * 60 \text{ min}) - (2.30 \text{ min} * 4.7 \text{ Hrs})$$

$$= 282 \text{ min} - 10.81 \text{ min}$$

$$= 4.5 \text{ Hrs}$$

***Nueva Meta de producción diaria sábado**

$$= 4.5 \text{ Hrs} * 190 \text{ u} * 4$$

$$= \mathbf{3420 \text{ u.}}$$

Si la producción del sábado se divide entre la semana serían 684u diarias adicionales con lo cual podemos resumir que la capacidad total diaria de la línea sería la siguiente:

***Total de producción diaria**

$$= 684 \text{ u} + 7752 \text{ u}$$

$$= \mathbf{8436 \text{ u.}}$$

En resumen, la meta final diaria sería de 8 436 und/h, lo que significa un 88.6% de desempeño con respecto a la meta del plan de producción.

5.1.3 Capacitación al personal

Una vez teniendo claro el método de las estaciones de Etiquetado y Sellado deberá capacitarse al entrenador del área para que él proceda con las sesiones de entrenamiento a todo el resto de personal que les aplique (ver Anexo 8 y 9), por lo cual se propone el siguiente Gantt para realizar el entrenamiento del método, el cual se propone iniciar el 22 Enero, 2018 y una fecha de finalización de 26 Marzo, 2018, donde se llevarán a cabo las siguientes tareas:

- 1) Capacitación al entrenador del área: Se iniciará con la capacitación de los entrenadores de cada turno. Esta persona será el encargado de entrenar a los mentores y ser el punto de contacto en caso de alguna duda.
- 2) Medición de Curva de aprendizaje al entrenador: Se realizará esta medición para asegurarse de que se cumpla con la meta.
- 3) Capacitación de mentores: Porque que otros operarios puedan ayudar a capacitar a los demás y poder agilizar el proceso de entrenamiento.
- 4) Medición de Curva de aprendizaje a los mentores: Verificar que se alcancen las metas establecidas, y que así puedan entrenar al resto del personal.

- 5) Capacitación al personal de Etiquetado: Capacitar a todo el personal entrenado en la operación de Etiquetado.
- 6) Medición de Curva de aprendizaje al personal de Etiquetado: Verificar que se alcancen las metas establecidas en la operación de Etiquetado.
- 7) Capacitación al personal de Sellado: Capacitar a todo el personal entrenado en la operación de Sellado.
- 8) Medición de Curva de aprendizaje al personal de Sellado: Verificar que se alcancen las metas establecidas en la operación de sellado.

5.1.4 Control de Producción Hora a Hora

Actualmente el departamento de Empaque no cuenta con una herramienta que le permita llevar el control de la producción que sale del área de Empaque, por lo cual se establece un control que se encuentra al alcance de cualquier persona para que tanto el supervisor, el líder de producción e incluso los mismos operarios puedan utilizar y así darse cuenta en que la hora del día no se está alcanzando la meta y su respectiva razón.

La principal ayuda de esta herramienta es poder ser más preventivos que reactivos y poder atacar las causas por las cuales no se está llegando a la meta de producción en el momento que se den, así como empezar a medir a través de un Diagrama de Pareto cuales son las causas más comunes de paros y encontrar una solución.

Tabla No.16 Control de Producción Hora a Hora

Control de Producción Hora a Hora de Empaque							
Línea:	Operario:		Etiqueta _____ Sellado _____			Turno: _____	
Horas	Día	Meta	Real	Variación	Causa	Unidades Producidas	Producto
6:00am-7:00am		190					
7:00am-8:00am		190					
8:00am-9:00am		80					
9:00am-10:00am		190					
10:00am-11:00am		190					
11:00am-12:00pm		190					
12:00pm-1:00pm		190					
1:00pm-2:00pm		80					
2:00pm-3:00pm		190					
3:00pm-3:30pm		190					
3:30pm-4:00pm		190					
4:00pm-5:00pm		190					
5:00pm-6:00pm		190					
6:00pm-7:00pm		80					
7:00pm-8:00pm		190					
8:00pm-9:00pm		190					
9:00pm-10:00pm		190					

Fuente: Elaboración propia de la autora.

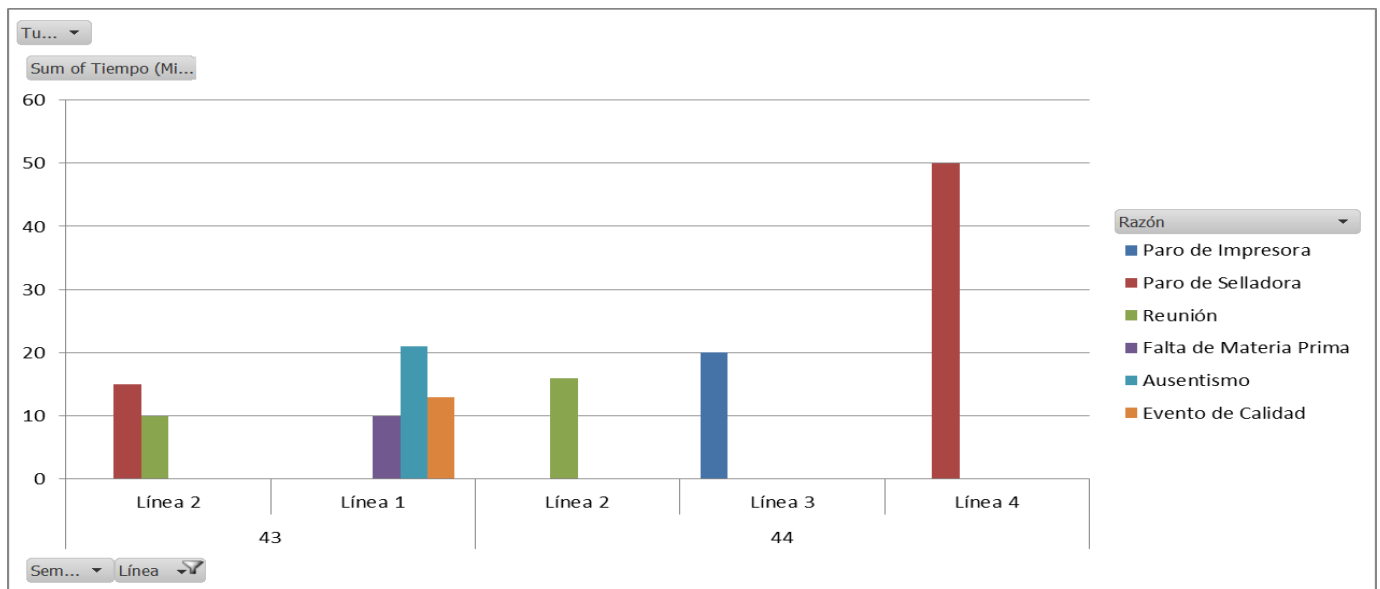
Por otra parte, con base en la lluvia de ideas realizadas con los operarios de producción se enlista las causas más comunes de paros de máquina y se crea un archivo donde ellos pueden ingresar manualmente la información y esto genera un gráfico automático poder ver tendencias y causas más repetitivas de paros.

Tabla No.17 Ejemplo de Archivo de Registro de Paros

Línea	Turno	Semana	Razón	Tiempo (Minutos)	Piezas Perdidas
Línea 2	TA	43	Paro de Selladora	15	47.7
Línea 2	Extras TA	43	Reunión	10	31.8
Línea 3	Extras TA	44	Paro de Impresora	20	63.6
Línea 4	TB	44	Paro de Selladora	50	159
Línea 1	TA	43	Falta de Materia Prima	10	31.8
Línea 1	TB	43	Ausentismo	21	66.78
Línea 1	TB	43	Evento de Calidad	13	41.34
Línea 2	TB	44	Reunión	16	50.88

Fuente: Elaboración propia de la autora.

Gráfico No.1 Gráfico de Paros de Línea



Fuente: Elaboración propia de la autora.

Este gráfico fue creado de manera sencilla, para que se fácil de manipular y que sea fácil de realizar la interpretación de datos, además, de poder contar con la información a mano en caso de que se produzca algún evento en la línea.


5.1.5 Hoja de Trabajo Estándar

Esta hoja de Trabajo Estándar se basara en el método que se eligió para entrenar a los operarios y, además, servirá de ayuda visual, ya que se colocará en todas las estaciones de trabajo.

La expectativa de colocar esta hoja en cada punto de trabajo es que los operarios realicen el mismo trabajo con el mejor método que fue antes seleccionado sin poner en riesgo la calidad, y así lograr que todos cumplan con las metas y que lleguen a ser expertos en las operaciones.

Por otra parte, esta herramienta nos ayudará a mantener el orden y el aseo en la estación de trabajo, ya que le mostrará al operario cuál es la manera correcta en que debe estar su estación y los elementos necesarios.

Figura No.22 Formato Hoja de Trabajo Estándar

EMPAQUE							
HOJA DE TRABAJO ESTÁNDAR							
TIEMPO ESTÁNDAR			ESTÁNDAR DE 5S				
No.	Tarea	Tiempo (s)	Estación de Etiqueteas	Estación de Sellado	Número	Objeto	
1	Contar unidades	44.61			1	Bin de suministros	
2	Soplar unidades	43.42				2	Bin de Scrap
3	Aspirar estacion	15.91				3	T bars
4	Documentar en sistema y acomodar estacion	33				4	Bin de suministros
5	Tomar e inspeccionar el pouch	1.63					
6	Tomar e inspeccionar la etiqueta	1.9					
7	Pegar la etiqueta en el pouch	1.01					
8	Tomar el hoop, inspeccionarlo	1.78					
9	Cargar el hoop en el pouch	1.2					
10	Tomar unidad e inspeccionar	1.01					
11	Sellar el pouch en maquina	4.37					
12	Inspeccionar y disponer en la base	4.96					
13	Colocar unidades en el BIN	1					
14	Entregar lote al área de Boxeo	0.33					

Fuente: Elaboración propia de la autora.

Es importante mencionar que siempre pensando en una mejora continua, esta plantilla puede modificarse en el momento que así lo requiera.

5.1.6 Auditorías Internas

Para garantizar que el método propuesto se cumpla tanto en la secuencia de pasos como a nivel de metas de producción es de suma importancia verificar periódicamente su cumplimiento, y así garantizar el éxito, a continuación se presenta la propuesta para la verificación de su uso:

Figura No.23 Formato de Auditorías de trabajo Estándar

Auditoría de Trabajo Estándar
Estación de Trabajo: _____

Línea: _____ Operario: _____ Evaluador: _____ Turno: _____ Fecha: _____

	Preguntas	Pasa	Falla	Comentarios
1	Se encuentra la Hoja de Trabajo Estándar posteada en la estación?			
2	El operario sigue los pasos descritos en la Hoja de Trabajo Estándar?			
3	Tome 30 muestras de tiempos para verificar que se cumple con la meta			
4	El operario conoce cual es su meta por hora?			
5	El operario siente alguna molestia ergonómica con este método?			
6	Preguntele al operario si tiene alguna idea de mejora para el método posteado			

Fuente: Elaboración propia de la autora.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones y Recomendaciones

Con la información recopilada en cada etapa de la investigación, podemos enlistar las siguientes conclusiones:

- El área de Empaque de la empresa Boston no contaba con un estudio de métodos y como consecuencia de ello no se tenía claro cuál era la capacidad de cada línea ni cuanto era su meta por hora, así como los suplementos que podían estar afectando a que no se cumpliera la producción, por lo cual, con la toma de tiempos realizada se puede concluir que el área está capacitada para cumplir en un 92% las metas establecidas por el departamento de planeación de la planta.
- Se logró hacer visible que el proceso de Empaque ha cambiado en los últimos años y que ahora el proceso tiene más suplementos que forman parte de la rutina de trabajo y que no se pueden dejar de lado, esto nos ayuda a realizar de una manera más acertada los cálculos de metas y capacidad.
- Este cálculo de capacidad nos deja a la vista que efectivamente se ocupa realizar cierto número de extras para cumplir con la demanda del cliente, sin embargo, de acuerdo con la información recopilada al inicio de la investigación notamos que se realizan más de 719 Hrs por mes en horas extras lo que lleva a un gasto de aproximadamente \$5 420 mensuales que no están presupuestados. Con este estudio se puede establecer que no se

necesita esa cantidad. Para satisfacer la demanda al 100% se necesitará un total aproximado de 370 Hrs lo que significa un gasto aproximado de \$2 790 mensuales o en otras palabras \$33 500 anuales, lo que significa una reducción del 51.5% en pagos de extras.

- Basados en el Diagrama de Flujo del Proceso se eliminaron un total de 4 actividades con lo cual se mejoró el tiempo en un 31% que equivale a 5,70 min.
- Es importante mencionar que con esta investigación la empresa tendrá un ahorro significativo en gasto por pago de extras y que la inversión para ponerlo en marcha es prácticamente nula.
- Al final del proyecto puede dejarse claro la importancia de tener el mejor método establecido y que los operarios también lo conozcan y reciban su adecuada capacitación en este.
- Los ahorros se estiman en \$33 500 acumulados anuales los cuales se empezarán a percibir a partir de Abril 2018, se disminuyó el 51.5% de las extras.

- Enlistar los suplementos nos limita la operación de Empaque, es decir, con este cálculo definimos un tiempo que le permita al operario cumplir la nueva meta de producción establecida en un tiempo normal.
- Por último, con el estudio realizado pudo observarse la necesidad que tenía el área de crear herramientas amigables para llevar los controles de producción. En este caso, la creación de estas herramientas se hace con la finalidad de que no solo el supervisor le pueda dar seguimiento a la producción, sino también cualquier miembro del equipo, ya sea líder, entrenador o los mismos operarios.

5.2 Recomendaciones

Para garantizar el éxito de las propuestas antes mencionadas, se hacen las siguientes recomendaciones:

1. Realizar periódicamente las auditorías de trabajo estándar para garantizar que todos cumplan con la meta de producción y también para detectar mejoras en el mismo.
2. Se recomienda que al ser el área de Empaque tan sensible a cualquier cambio, no dejar el área sola en los momentos de descanso, se pueden hacer planes de cobertura durante estas horas.
3. Identificar que operarios no están llegando a la métrica de producción y empezar con ellos un plan de capacitación que sea suficientemente robusto para que alcancen la meta en el menor tiempo posible.
4. Hacer un plan de cobertura entre el supervisor y el líder de manera que siempre haya supervisión de una figura de mando en el área.
5. Hacer planes de entrenamiento de manera que los operarios puedan realizar las operaciones de Etiquetado y Sellado y así tener una rotación adecuada.

6. Llevar controles de desempeño de los operarios y reunirse con ellos periódicamente para que sea de su conocimiento como van.
7. Tener actualizada lo más al día posible el archivo de control de paros de línea ya que con esto podemos reaccionar en caso de alguna incidencia con algún paro
8. Es recomendado que en las reuniones diarias con la línea se comparta la información tanto de producción como de paros en las líneas.
9. Asegurar el entrenamiento de los operarios en caso de que la hoja de trabajo estándar necesite ser actualizada con algún cambio.
10. Revisar el tema del tamaño de los lotes para disminuir la cantidad de alisto de órdenes de producción.
11. Analizar la necesidad de realizar un estudio de tiempos también para el área de *Boxing*.
12. Por último, también se recomienda hacer lluvias de ideas periódicamente con los operarios para buscar mejoras en el proceso.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Libros consultados

- Acuña, J. (2002). *Control de Calidad: Un enfoque integral y estadístico*. Costa Rica: ITCR.
- Benjamin, N. & Andris, F. (2004). *Ingeniería Industrial, Métodos, estándares y diseño del trabajo*. México: Alfaomega.
- Cuatrecasas, L. (2012). *Gestión de la Calidad Total*. Madrid.
- Gutiérrez, H. (2010). *Calidad total y Productividad*. México: McGraw Hill.
- Hernández, J. & Visan, A. (2013). *Lean Manufacturing: Conceptos, Técnicas e Implementación*. Madrid: EOI.
- Meyers, F. (2000). *Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil*. Mexico.
- Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2003). *Metología de la Investigación*. México: McGrawHill.
- Hodson, W. K. (2001). *Maynard, Manual de l Ingeniero Industrial*. México: Mc Graw Hill.

Páginas web consultadas

- *¿Por qué los diagramas de Gantt no sirven para planificar proyectos de software?* (s.f.). Obtenido de albertoromeu: <http://albertoromeu.com/por-que-los-diagramas-de-gantt-sirven-para-planificar-proyectos-de-software/>
- *5 porque.* (s.f.). Obtenido de Spc group: <http://spcgroup.com.mx/5-por-que/>
- *Boston Scientific Costa Rica.* (1º. de mayo del 2017). Obtenido de: <http://costarica/default.aspx>
- *De Seis Sigma a Lean Seis Sigma.* (s.f.). Obtenido de Clase Ejecutiva: <http://www.claseejecutiva.cl/2010/05/de-seis-sigma-a-lean-seis-sigma/>
- *Diagrama de proceso de flujo.* (s.f.). Obtenido de Sites.google: <https://sites.google.com/site/et111221057312211582/diagrama-de-proceso-de-flujo>
- *Firma médica Boston Scientific amplía producción en el país.* (2009). Obtenido de La Nacion: http://www.nacion.com/economia/empresarial/Firma-Boston-Scientific-amplia-produccion_0_1054694570.html
- *Gemba.* (06 de Junio de 2017). Obtenido de Manufacturing Terms: <http://www.manufacturingterms.com/Spanish/Gemba.html>
- *Historia.* (7 de junio del 2017). Obtenido de Lean Manufacturing: <http://leanmanufacturingunal.blogspot.com/p/historia.html>

- *Industria de dispositivos médicos hace fuertes reinversiones para consolidar presencia en Costa Rica.* (3 de agosto del 2014). Obtenido de El financiero: http://www.elfinancierocr.com/negocios/Boston_Scientific-Arthrocare-Dispositivos_medicos-Reinversion-Inversion_Extranjera_Directa_0_565743445.html
- *Lean Manufacturing: ¿Es posible en Costa Rica?* (s.f.). Obtenido de http://ibrarian.net/navon/paper/Lean_Manufacturing_Es_Henry_Ford_es_considerado.pdf?paperid=17082336
- Lozada, J. (2014). *Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industrial.* Obtenido de Uti.edu.ec: <http://www.uti.edu.ec/documents/investigacion/volumen3/06Lozada-2014.pdf>
- *Manufactura Inteligente.* (s.f.). Obtenido de Sipoc Diagram- uso del sipoc para identificar causa raíz: <http://www.manufacturainteligente.com/sipoc-diagram-identificar-causa-raiz/>
- *Mapa de procesos según la nueva ISO 9001 2015.* (2016). Obtenido de Iso Tools: <https://www.isotools.org/2016/05/11/mapa-procesos-nueva-iso-9001-2015/>
- *Modelos y aplicaciones Excel para la economía y la gestión de empresas.* (s.f.). Obtenido de Economía-Excel: <http://www.economia-excel.com/2012/02/diagrama-de-pareto.html>

- Portillo, M. (26 de enero del 2009). *Perfil del ingeniero*. Obtenido de Slideshare: https://es.slideshare.net/mportillo/perfil-del-ingeniero-industrial-presentation?qid=1954e974-398a-426f-b804-ebef08a407d0&v=&b=&from_search=1
- *Presentacion-gráfica-de-datos*. (s.f.). Obtenido de Slideshare: <https://es.slideshare.net/hectorquintero/presentacin-grfica-de-datos>
- Salazar, B. (2016). *Six Sigma: Control de la variación*. Obtenido de Ingeniería Industrial Online: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gestión-y-control-de-calidad/six-sigma/>
- Salazar, B. (2016). *¿Qué es Ingeniería Industrial?* Obtenido de Ingeniería Industrial Online: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/que-es-ingeniería-industrial/>
- Salazar, B. (2016). *Producción*. Obtenido de Ingeniería Industrial Online: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/producción/>
- *The Lean Six Sigma Model*. (2017). Obtenido de Lean Six Sigma Training: <http://www.leansixsigmatraining.ie/the-lean-six-sigma-model/>
- *The talent place*. (2014). Obtenido de CINDE: <http://www.thetalentplace.cr/users/boston-scientific>

- *Espina de pescado*. (16 de Marzo de 2012). Obtenido de Slideshare:
<https://es.slideshare.net/oscarreyesnova/espina-de-pescado-12042502>

GLOSARIO

- **Bin:** Caja o recipiente para depositar colocar el material y transportarlo a la siguiente estación.
- **Boxing:** Se traduce del inglés como “Boxeo” que dentro de la empresa Boston Scientific se define como el área donde se coloca en cajas el producto terminado.
- **Cardiología Vascul ar Periférico:** Es el diagnóstico de daño u obstrucción en los vasos sanguíneos del cuerpo.
- **Catéteres:** Generalmente, es un tubo largo, delgado y flexible que se introduce en un conducto del cuerpo para explorarlo.
- **Endoscopía:** Procedimiento médico que consiste en la introducción de una cámara o lente dentro de un tubo o endoscopio a través de un orificio natural, una incisión quirúrgica o una lesión para la visualización de un órgano hueco o cavidad corporal.
- **Guidewires:** Se traduce del inglés como “Cables Guías” y son guías que sirven para facilitar el avance de diversos dispositivos
- **Hoop:** Se traduce del inglés como “Aro” y es donde se colocan uno a uno los cables guía.
- **Kaizen:** Significa cambio para mejorar, implica un cambio de cultura para mejorar de manera continua.
- **Líder de Producción:** Es el encargado de dirigir un área de producción específica así como ser el encargado directo de la misma y del personal a

cargo, además de velar por el cumplimiento de metas, buenas prácticas de manufactura y políticas de calidad.


- **Neuromodulación:** Sustancias endógenas acumuladas y liberadas por terminales nerviosas.
- **Pouch:** Se traduce del inglés como “Bolsa” y es donde se coloca el producto terminado antes de ponerlo en las cajas para ser exportados.
- **Salud de la Mujer:** especialidad médica y quirúrgica que trata las enfermedades del sistema reproductor femenino.
- **Urología:** Es la rama de la medicina que maneja el sistema urinario en la mujer y el sistema genital-urinario en el hombre.

ANEXOS

Anexo 1

Definición de Métricas

OPEX (Excelencia Operacional)


Boston
Scientific

Métricas

- **Calidad:** Es la que mide los NCEP y las quejas de los clientes, es hacer las cosas bien desde la primera vez. Se relaciona con nuestra prioridad del cuidado del paciente y utilizamos nuestro principio de calidad en la fuente.
- **Rendimiento:** Es la que mide la cantidad de piezas buenas de un total, se relaciona con nuestra prioridad de reducción de costos y utilizamos nuestro principio de calidad en la fuente.
- **Producción:** Es el total de piezas que producimos diariamente (Importante saber entender cuántas piezas llevamos de mas, y saber que si la métrica está en rojo la podemos recuperar por medio de la mejora continua). Se relaciona con nuestra prioridad de servicio al cliente y utilizamos nuestro principio de flujo y respuesta a la demanda.
- **Eficiencia:** Sacar nuestra producción con el personal adecuado. Esta métrica se afecta cuando realizamos muchas extras, re trabajos, etc... Se relaciona con nuestra prioridad reducción de costos y utilizamos nuestro principio de enfoque en el proceso.
- **Tiempo de Ciclo:** Se mide desde que se imprime el wip tag hasta que se confirma la orden en MES, se relaciona con nuestra prioridad reducción de costos y utilizamos nuestro principio el cliente es lo primero.

Principios

- **Involucramiento:** Trabajamos juntos para aprender. Participamos, opinamos, sugerimos e implementamos ideas.
- **Abrazar la mejora continua:** No nos conformamos y nos involucramos de manera de continuar mejorando nuestros procesos.
- **Observar y hacer visible:** Utilizamos ayudas visuales simples (Estándar Work, hoja de scrap), es importante para poder entender si los procesos van bien o no.
- **El cliente es lo primero:** Entendemos las necesidades del cliente tanto externo como interno, nos aseguramos de satisfacerlas necesidades a través de nuestro trabajo.
- **Flujo y respuesta a la demanda:** Nos enfocamos en crear un flujo continuo. Flujo: Es cortar los tiempos, evitar los paros. Respuesta a la demanda: Es producir lo que el cliente necesite.
- **Enfoque en proceso:** Nos enfocamos en optimizar los procesos para generar mayor valor para nuestros clientes. Estar siempre enfocados en lo que estamos haciendo con seguridad que todo esté bien.
- **Alineamiento estratégico:** Priorizamos las ideas que contribuyan con las prioridades de la planta.
- **Calidad en la fuente:** Es hacer las cosas bien desde la primera vez.

Dpto: Ingeniería Industrial

Anexo 2

Reporte de planeamiento de la producción mensual

Período Mayo-Agosto, 2017

	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Familia	CBP			
Drainage Catheter	32,231	33,765	34,753	37,072
Expel	2,704	2,480	2,280	2,190
Ureteral Stents	98,288	95,780	91,927	96,785
Tomes	54,294	46,720	45,478	45,055
OEMs Family	9,120	9,870	9,489	10,178
Sensor	104,467	104,670	86,594	109,972
Jagwire Family	54,909	55,230	52,706	54,152
Hydrajag/Dream Family	40,530	39,130	38,180	34,750
Guidewires	209,026	208,900	186,969	209,052
Opticross	28,738	26,345	23,576	27,936
Filterwire	3,645	3,875	3,973	4,080
TOTAL COYOL	461,309	448,085	416,505	432,347

Anexo 3

Documentación de reunión, Evento Kaizen

Formato de Documentación de Reunión

Propósito de la Reunión		
Fecha de Reunión:	Reuniones de personal <input checked="" type="checkbox"/>	Diseminación Información <input type="checkbox"/>
Otras <input type="checkbox"/>		
<p>Se realiza una lluvia de ideas con operarios del área de empaque entrenados en la operación de sellado y etiquetado de la empresa Boston Scientific con el fin de identificar mejoras en el área para poder disminuir los tiempos, así como detectar desperdicios en el sistema.</p>		

	Nombre	Puesto
1	Erick Adrían Charón López	Lider de Producción
2	Verónica Tejada Solís	Entrenadora de Producción
3	Leslye Barboza Barrios	Guía.
4	Stephanie Alvarado Campos	Guía.
5	César Vázquez Jiménez	Eng pack.
6	Luis Diego Zumbado Alfaro	Supervisor de Producción
7	Andrea Salazar López	Supervisor de Producción
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		

Anexo 5

Resultados, Programa Minitab

Sample Size for Estimation

Method

Parameter	Standard deviation
Distribution	Normal
Standard deviation	0,5
Confidence level	90%
Confidence interval	Two-sided

Results

Margin of Error	Sample Size
0,1	51

Anexo 6

Resumen de tiempos Tomados

	Experto	Media Aritmética	Desviación Estandar	Medio	Media Aritmética	Desviación Estandar	Bajo	Media Aritmética	Desviación Estandar
1	16.09			18.05			21.04		
2	16.16			18.10			21.09		
3	16.16			18.10			22.12		
4	16.23			18.11			22.14		
5	16.66			18.12			22.16		
6	16.80			18.12			22.18		
7	16.85			18.12			22.23		
8	16.89			18.13			22.26		
9	16.90			18.32			22.08		
10	16.91			18.33			22.30		
11	16.95			18.33			22.31		
12	16.99			18.34			22.35		
13	17.10			18.34			22.37		
14	17.11			18.34			22.37		
15	17.21			18.40			22.42		
16	17.23			18.40			22.42		
17	17.23			18.42			22.42		
18	17.24			18.44			22.45		
19	17.24			18.44			22.49		
20	17.26			18.80			22.40		
21	17.26			18.86			22.53		
22	17.28			18.89			22.53		
23	17.30			18.89			22.59		
24	17.31			18.91			22.59		
25	17.32	17.32	0.49	18.92	18.86	0.52	22.60	22.61	0.54
26	17.39			19.00			22.60		
27	17.41			19.01			22.60		
28	17.43			19.12			22.64		
29	17.46			19.12			22.66		
30	17.46			19.14			22.66		
31	17.47			19.15			22.66		
32	17.56			19.15			22.69		
33	17.62			19.17			22.69		
34	17.65			19.18			22.73		
35	17.66			19.18			22.73		
36	17.66			19.18			22.76		
37	17.66			19.18			22.76		
38	17.70			19.23			22.79		
39	17.74			19.23			22.79		
40	17.75			19.25			22.81		
41	17.76			19.28			22.81		
42	17.80			19.30			22.88		
43	17.85			19.34			22.88		
44	17.85			19.34			22.99		
45	17.85			19.40			23.53		
46	17.90			19.51			23.63		
47	17.90			19.62			23.63		
48	17.90			19.69			23.63		
49	17.95			19.89			23.80		
50	17.98			19.89			23.80		

Anexo 7

Suplementos del área

Unidad de Producción	Core Team	Línea	Arranque/ Final de turno (min)		Desayuno (min)		Ergonómicos (min)		Almuerzo (min)		Cena (min)		Baños (min)		Cambio de Lote (min)		Reunión Diaria (min)		Reunión Mensual (min)		Limpieza después de Comidas y 5s (min)		Revision de Pizarra (min)		5% Fátiga		Paro de Equipo (min)		
			Turno		A	B	A	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
			A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A
Pl/Uro/Pack	Boxing	Pack L1	10	10	20	6	6	30	30	10	10	10	10	10	10	3	3	3	3	5	5	5	5	5	5	26	18	10	10
		Pack L2	10	10	20	6	6	30	30	10	10	10	10	10	10	3	3	3	3	5	5	5	5	5	5	26	18	10	10
		Pack L3	10	10	20	6	6	30	30	10	10	10	10	10	10	3	3	3	3	5	5	5	5	5	5	26	18	10	10
		Pack L4	10	10	20	6	6	30	30	10	10	10	10	10	10	3	3	3	3	5	5	5	5	5	5	26	18	10	10
		Pack L5	10	10	20	6	6	30	30	10	10	10	10	10	10	3	3	3	3	5	5	5	5	5	5	26	18	10	10
		Pack L6	10	10	20	6	6	30	30	10	10	10	10	10	10	3	3	3	3	5	5	5	5	5	5	26	18	10	10
		Pack L7	10	10	20	6	6	30	30	10	10	10	10	10	10	3	3	3	3	5	5	5	5	5	5	26	18	10	10
		Pack L8	10	10	20	6	6	30	30	10	10	10	10	10	10	3	3	3	3	5	5	5	5	5	5	26	18	10	10

Incluye Gowning y Degowning

Incluye Gowning y Degowning

Incluye Gowning y Degowning

Anexo 8

Personal Entrenado en Etiquetado

Número de Empleado	Nombre	Certificación	Nombre de la Certificación	Versión	Entrenamiento
1542311	Stephanie Alvarado Campos	90779499	Impre. y Apli. etiquetas pouch-carga pou	AY	12/oct/17
1047347	Mónica Álvarez Becerra	90779499	Impre. y Apli. etiquetas pouch-carga pou	AY	12/oct/17
1099946	Candy Yajaira Artavia Quirós	90779499	Impre. y Apli. etiquetas pouch-carga pou	AY	12/oct/17
1553639	Leslye Marissela Barboza Barrios	90779499	Impre. y Apli. etiquetas pouch-carga pou	AY	12/oct/17
1549444	Ana Beatriz Barrantes Arguedas	90779499	Impre. y Apli. etiquetas pouch-carga pou	AY	12/oct/17
1553651	Kendal Johanson Calderón Flores	90779499	Impre. y Apli. etiquetas pouch-carga pou	AY	12/oct/17
1502917	Gabriela Calderón Soto	90779499	Impre. y Apli. etiquetas pouch-carga pou	AY	13/oct/17
1088438	Jose Vianney Castillo López	90779499	Impre. y Apli. etiquetas pouch-carga pou	AY	13/oct/17
1095186	Maria Evangelina Castro González	90779499	Impre. y Apli. etiquetas pouch-carga pou	AY	13/oct/17
1549986	Sirley Francini Castro Hernández	90779499	Impre. y Apli. etiquetas pouch-carga pou	AY	12/oct/17
1101093	Manfred Josué Delgado Rojas	90779499	Impre. y Apli. etiquetas pouch-carga pou	AY	12/oct/17
1055341	Hellen Dominguez Arana	90779499	Impre. y Apli. etiquetas pouch-carga pou	AY	13/oct/17
1063389	Giovanny Franco Corrales	90779499	Impre. y Apli. etiquetas pouch-carga pou	AY	13/oct/17
1099366	Gretel Gómez Chaves	90779499	Impre. y Apli. etiquetas pouch-carga pou	AY	13/oct/17
1500026	Yuribel González Pereira	90779499	Impre. y Apli. etiquetas pouch-carga pou	AY	12/oct/17
1557502	Freiman Gorgona Chavarría	90779499	Impre. y Apli. etiquetas pouch-carga pou	AY	13/oct/17
1116337	Paola Junieth Granados Obando	90779499	Impre. y Apli. etiquetas pouch-carga pou	AY	13/oct/17
1541071	Olger Andrés Guzmán Calero	90779499	Impre. y Apli. etiquetas pouch-carga pou	AY	12/oct/17
1049531	Karla Patricia Irias González	90779499	Impre. y Apli. etiquetas pouch-carga pou	AY	14/oct/17
1544524	María de los Ángeles Jiménez Díaz	90779499	Impre. y Apli. etiquetas pouch-carga pou	AY	13/oct/17
1502246	Jean Carlos Loaiza Loza	90779499	Impre. y Apli. etiquetas pouch-carga pou	AY	13/oct/17
1553698	Gerson Antonio Martínez Herrera	90779499	Impre. y Apli. etiquetas pouch-carga pou	AY	13/oct/17
1531961	Rafael Josué Martínez Solórzano	90779499	Impre. y Apli. etiquetas pouch-carga pou	AY	12/oct/17
1051930	Kattia María Rodríguez Prendas	90779499	Impre. y Apli. etiquetas pouch-carga pou	AY	12/oct/17
1531310	Gerardina Magaly Rojas Marín	90779499	Impre. y Apli. etiquetas pouch-carga pou	AY	13/oct/17
1052314	Johanna Carla Rojas Ugalde	90779499	Impre. y Apli. etiquetas pouch-carga pou	AY	13/oct/17
1037312	Dunia Mayela Sáenz Barboza	90779499	Impre. y Apli. etiquetas pouch-carga pou	AY	12/oct/17
1116940	Johanna María Serrano Quirós	90779499	Impre. y Apli. etiquetas pouch-carga pou	AY	12/oct/17
1549356	Angélica Marlene Siles Vásquez	90779499	Impre. y Apli. etiquetas pouch-carga pou	AY	12/oct/17
1116336	Gerson Danilo Soto Vargas	90779499	Impre. y Apli. etiquetas pouch-carga pou	AY	13/oct/17
1084596	Verónica Tejada Solís	90779499	Impre. y Apli. etiquetas pouch-carga pou	AY	12/oct/17
1082193	Elena Beatriz Ureña Guzmán	90779499	Impre. y Apli. etiquetas pouch-carga pou	AY	13/oct/17
1555215	Manuel Antonio Vargas Pérez	90779499	Impre. y Apli. etiquetas pouch-carga pou	AY	13/oct/17
1500148	Diana Vega Madriz	90779499	Impre. y Apli. etiquetas pouch-carga pou	AY	13/oct/17
1092076	Teresa Maribette Velasquez González	90779499	Impre. y Apli. etiquetas pouch-carga pou	AY	13/oct/17
1091716	Mariana Zuñiga Vargas	90779499	Impre. y Apli. etiquetas pouch-carga pou	AY	23/oct/17

Anexo 9

Personal Entrenado en Sellado

Número de Empleado	Nombre	Certificación	Nombre de la Certificación	Versión	Entrenamiento
1542311	Stephanie Alvarado Campos	90893170	Sellado e Insp Final de Pouch y etiqueta	AR	12/oct/17
1047347	Mónica Álvarez Becerra	90893170	Sellado e Insp Final de Pouch y etiqueta	AR	12/oct/17
1099946	Candy Yajaira Artavia Quirós	90893170	Sellado e Insp Final de Pouch y etiqueta	AR	12/oct/17
1553639	Leslye Marissela Barboza Barrios	90893170	Sellado e Insp Final de Pouch y etiqueta	AR	12/oct/17
1549444	Ana Beatriz Barrantes Arguedas	90893170	Sellado e Insp Final de Pouch y etiqueta	AR	12/oct/17
1548604	Jose Elías Brenes Zapata	90893170	Sellado e Insp Final de Pouch y etiqueta	AR	12/oct/17
1553651	Kendal Johanson Calderón Flores	90893170	Sellado e Insp Final de Pouch y etiqueta	AR	12/oct/17
1502917	Gabriela Calderón Soto	90893170	Sellado e Insp Final de Pouch y etiqueta	AR	13/oct/17
1088438	Jose Vianney Castillo López	90893170	Sellado e Insp Final de Pouch y etiqueta	AR	13/oct/17
1095186	María Evangelina Castro González	90893170	Sellado e Insp Final de Pouch y etiqueta	AR	13/oct/17
1055341	Hellen Dominguez Arana	90893170	Sellado e Insp Final de Pouch y etiqueta	AR	13/oct/17
1533561	Mayela Esquivel Mata	90893170	Sellado e Insp Final de Pouch y etiqueta	AR	12/oct/17
1063389	Giovanny Franco Corrales	90893170	Sellado e Insp Final de Pouch y etiqueta	AR	13/oct/17
1099366	Gretel Gómez Chaves	90893170	Sellado e Insp Final de Pouch y etiqueta	AR	13/oct/17
1500026	Yuribel González Pereira	90893170	Sellado e Insp Final de Pouch y etiqueta	AR	12/oct/17
1116337	Paola Junieth Granados Obando	90893170	Sellado e Insp Final de Pouch y etiqueta	AR	13/oct/17
1541071	Olger Andres Guzman Calero	90893170	Sellado e Insp Final de Pouch y etiqueta	AR	12/oct/17
1049531	Karla Patricia Irias González	90893170	Sellado e Insp Final de Pouch y etiqueta	AR	14/oct/17
1544524	María de los Ángeles Jiménez Diaz	90893170	Sellado e Insp Final de Pouch y etiqueta	AR	13/oct/17
1502246	Jean Carlos Loaiza Loza	90893170	Sellado e Insp Final de Pouch y etiqueta	AR	13/oct/17
1531961	Rafael Josue Martínez Solórzano	90893170	Sellado e Insp Final de Pouch y etiqueta	AR	12/oct/17
1051930	Kattia María Rodríguez Prendas	90893170	Sellado e Insp Final de Pouch y etiqueta	AR	12/oct/17
1531310	Gerardina Magaly Rojas Marin	90893170	Sellado e Insp Final de Pouch y etiqueta	AR	13/oct/17
1052314	Johanna Carla Rojas Ugalde	90893170	Sellado e Insp Final de Pouch y etiqueta	AR	13/oct/17
1549356	Angélica Marlene Siles Vasquez	90893170	Sellado e Insp Final de Pouch y etiqueta	AR	12/oct/17
1093689	Julio Alberto Soto Jara	90893170	Sellado e Insp Final de Pouch y etiqueta	AR	13/oct/17
1084596	Verónica Tejada Solís	90893170	Sellado e Insp Final de Pouch y etiqueta	AR	12/oct/17
1082193	Elena Beatriz Ureña Guzmán	90893170	Sellado e Insp Final de Pouch y etiqueta	AR	13/oct/17
1555215	Manuel Antonio Vargas Pérez	90893170	Sellado e Insp Final de Pouch y etiqueta	AR	13/oct/17
1500148	Diana Vega Madriz	90893170	Sellado e Insp Final de Pouch y etiqueta	AR	13/oct/17
1092076	Teresa Maribette Velásquez González	90893170	Sellado e Insp Final de Pouch y etiqueta	AR	13/oct/17
1091716	Mariana Zuñiga Vargas	90893170	Sellado e Insp Final de Pouch y etiqueta	AR	23/oct/17