

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

DISMINUCIÓN DE LOS COSTOS ACTUALES
DE LA LÍNEA DE DISPENSERS DE LA
EMPRESA KELPAC MEDICAL EN EL PERÍODO
DE ENERO A ABRIL DEL 2018

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

ESTUDIANTE: LIDIANA CALDERÓN GRAJALES

TUTOR: MELISSA GRANT CHAVES

HEREDIA, enero, 2018

DECLARACIÓN JURADA

Yo Lidiana Calderón Grajales, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 603500006 egresado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercebido 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: Disminución de los costos actuales de la línea de Dispensers de la empresa Kelpac Medical en el periodo de enero a abril del 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 19 días del mes de Julio del año dos mil dieciocho.



Firma del estudiante

Cédula 603500006

Acta de Aprobación Tutor

CARTA DEL TUTOR

San José , 19 de Julio de 2018.

Destinatario
Carrera
Universidad Hispanoamericana

Estimado señor:

El estudiante Lidiana Calderón Grajales, cédula de identidad número 603500006, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado **Disminución de los costos actuales de la línea de Dispensers de la empresa Kelpac Medical en el periodo de enero a abril del 2018**, el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Bachillerato.

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

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

a)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	10%
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	20%
C)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	30%
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	19%
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	20%
	TOTAL		99%

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

Atentamente,

Nombre

Cédula identidad N....

Carné Colegio Profesional N....

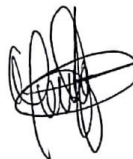
IPI

26508

Melissa Grant Chaves

1-12560319

26508



Acta de Aprobación Lector

18 de Octubre del 2018

Departamento de Registro
Universidad Hispanoamericana

Estimados señores:

El estudiante Lidiana Calderón Grajales, cédula de identidad 6-0350-0006, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el proyecto denominado: "DISMINUCIÓN DE LOS COSTOS ACTUALES DE LA LÍNEA DE DISPENSERS DE LA EMPRESA KELPAC MEDICAL EN EL PERÍODO DE ENERO A ABRIL DEL 2018", el cual ha elaborado para optar por el grado de Bachillerato en Ingeniería Industrial.

He revisado e indicado las observaciones relativas al contenido analizado particularmente lo relativo a la coherencia entre el marco teórico, análisis de datos, la coherencia entre las oportunidades de mejora identificadas y las propuestas, conclusiones y recomendaciones en términos de aporte del proyecto de graduación. He verificado que se han hecho las modificaciones correspondientes a las observaciones indicadas.

Atentamente,

Jacqueline Brenes Granados
Cédula 701380274
IPI-27267

Firma.....



Acta de Aprobación Filólogo

CARTA DE REVISIÓN FILOLÓGICA

San José, 10 de noviembre del 2018.

SEÑORES

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

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 Turrucáres de Alajuela, portador de la cédula de identidad 202790320, hago constar:

1. Que he revisado el **PROYECTO DE GRADUACIÓN** para optar por el grado académico de **BACHILLERATO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL** denominado **DISMINUCIÓN DE LOS COSTOS ACTUALES DE LA LÍNEA DE DISPENSERS DE LA EMPRESA KELPEC MEDICAL EN EL PERIODO DE ENERO A ABRIL DEL 2018**, de la estudiante **LIDIANA CALDERÓN GRAJALES**.
2. Que se 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
solymisa@rcsa.co.cr

Dedicatoria

Dedico este proyecto primero a Dios ya que sin su ayuda no podría haber terminado, ni mucho menos tener éxito en el mismo, segundo a mi familia, que han estado siempre presentes a mis padres quienes con su humildad me han enseñado que solo trabajando fuerte y obviamente con la ayuda de Dios se pueden lograr las metas y ellos con su ejemplo me han ayudado a llegar donde estoy el día de hoy, Gracias Papi y Mami, por ser el motor en mi vida, este logro es de ustedes.

Agradecimientos

Quiero agradecer a Dios por este logro, también a la empresa Kelpac Medical por darme la oportunidad de realizar mi proyecto en su línea de producción. Extiendo un agradecimiento muy sincero a las personas que desde que inicie con mi carrera estuvieron pendientes sobre los resultados y que me impulsaron a seguir siempre y no darme por vencida en los momentos difíciles. Mi familia le agradezco que siempre estuvieron pendientes y dándome su apoyo incondicional.

Índice

Contenido

Acta de Aprobación Tutor	II
Dedicatoria.....	V
Agradecimientos.....	VI
Índice.....	VII
Índice de Figuras.....	X
Índice de Tablas.....	XI
Acrónimos y Siglas.....	XIII
Resumen.....	XIV
CAPÍTULO I.....	16
INTRODUCCIÓN.....	16
1. INTRODUCCIÓN.....	17
1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	17
1.2 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN.....	20
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	23
1.3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	24
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	24
1.5 OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	25
1.5.1 OBJETIVO GENERAL.....	25
1.5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	25
1.6 ALCANCES Y LIMITACIONES.....	26
1.6.1 ALCANCES.....	26
1.6.2 LIMITACIONES.....	26
CAPITULO II.....	27
MARCO TEÓRICO.....	27
2.1 MARCO CONCEPTUAL GENERAL RELATIVO A LA CARRERA.....	28
2.1.1 ¿Importancia de la dirección de Operaciones?.....	28
2.1.2 ¿Qué es Productividad?.....	29
2.1.3 ¿CÓMO MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD?.....	30
2.1.4 TAK TIME.....	31
2.1.5 ¿QUÉ ES UN PROCESO?.....	31

2.1.6	¿QUÉ ES LA EFICIENCIA?	32
2.1.7	VARIANZA LABORAL.....	32
2.1.8	COSTOS.....	32
2.1.9	TIPOS DE RECURSOS	33
2.1.10	MÉTRICA.....	33
2.2	MARCO CONCEPTUAL ATINENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO.....	34
2.1.1	SEIS SIGMA.....	34
2.1.1.1	DMAIC.....	35
2.1.1.2	DEFINIR.....	35
	DIAGRAMA DE PROCESO	36
	SIPOC	36
	• MEDIR.....	37
	• Estudio de tiempos.....	38
	• Analizar	41
	• Diagrama Ishikawa.....	41
	• Diagrama de Pareto	43
	• Mejorar	45
	• Balance de Línea.....	45
	• Controlar.....	46
2.3	MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO	47
2.4	ANTECEDENTES DE PROYECTOS O EXPERIENCIAS SEMEJANTES	47
	CAPITULO III:.....	49
	MARCO METÓDOLOGICO	49
3.1	METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA... Error! Bookmark not defined.	
3.1.1	METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO DE PROYECTO	50
3.2	METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA, CONSTRUCCIÓN O PUESTA EN PRÁCTICA DE UN NUEVO PROCESO, PRODUCTO O SERVICIO	52
3.3	METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO	53
3.4	METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE RESULTADOS.....	53
	CAPITULO IV:	55
4.1	Diagnóstico de la situación actual.....	56

4.1.1	Diagrama de Flujo	56
4.1.2	Diagrama de SIPOC	60
4.1.3	Diagrama de Ishikawa	63
	Problemas de Máquina	67
	Corto de Material	69
4.1.4	Análisis de tiempo de ciclo.....	71
4.1.4.1	Ensamble A.....	71
4.1.4.2	Ensamble B.....	72
4.1.4.3	Empaque.....	73
4.1.4.4	Tiempo Promedio.....	74
4.1.4.5	Tiempo Normal.....	75
4.1.4.6	Suplementos.....	76
4.1.4.7	Tiempo estándar.....	78
4.1.4.8	Tak Time.....	78
4.1.4.9	Cuello de botella de Ensamble B	81
4.1.5	Conclusiones.....	83
	CAPITULO V:	85
1.	Actualización de tiempos para los procesos de Ensamble A y Ensamble B...	86
2.	Modelo de capacidad	86
3.	Balance de Línea	88
4.	Análisis costo-beneficio.....	96
5.	Diagrama de Gantt	101
	CAPITULO VI:	104
6.1	Conclusiones.....	105
6.2	Recomendaciones.....	106
1.1.6	BIBLIOGRAFÍA.....	107

Índice de Figuras

Figura 1: Cateter	18
Figura 2: Brasaleta	18
Figura 3: Timeline de Kelpac	21
Figura 4 Organigrama General de la Planta	22
Figura 5: Índice de productividad	30
Figura 6 Diagrama de proceso	31
Figura 7 Ciclo de Deming	35
Figura 8: Simbología de un Diagrama de proceso	36
Figura 9 Diagrama SIPOC	37
Figura 10: Como se descompone el tiempo de trabajo	39
Figura 11: Ejemplo de Diagrama de Ishikawa	42
Figura 12: Ejemplo de Diagrama de Pareto	44
Figura 13: Ejemplo de balance de línea	46
Figura 14: Diagrama de Flujo de ensamble A	58
Figura 15: Diagrama de flujo de ensamble B	59
Figura 16: Diagrama SIPOC	60
Figura 17: Diagrama Ishikawa	64
Figura 18: Diagrama de Pareto de tiempo muerto	67
Figura 19: Diagrama de Pareto	68
Figura 20: Diagrama de Pareto	69
Figura 21: Estudio de tiempos ensamble A	79
Figura 22: Estudio de tiempos ensamble B	80
Figura 23: Estudio de tiempos Empaque	80
Figura 24: Estudio de tiempos	82
Figura 25 Control hora a hora del proceso	87
Figura 26 gráfico de ensamble B después de mejora	94
Figura 27: Diagrama de Gantt del proyecto	102

Índice de Tablas

Tabla 1: Scorecard Trimestral	19
Tabla 2: Extrusión de bolsas	23
Tabla 3: Scorecard Kelpac Medical	51
Tabla 4: Demanda de Líneas Dispenser	61
Tabla 5: Capacidad mensual vs Demanda mensual de la Línea Dispenser	62
Tabla 6: Desglose de desempeño de Ensamble B	62
Tabla 7: Producción real Dispenser	62
Tabla 8: Desglose de producción mensual con extras de Ensamble B	62
Tabla 9: Producción Ensamble B sin extras	63
Tabla 10: Desglose de producción mensual de Ensamble B	63
Tabla 11: Tiempos Estándar	66
Tabla 12: Tiempos muertos Ensamble A	66
Tabla 13: Scorecard Kelpac Yield de Proceso	70
Tabla 14: Histórico de horas extra	70
Tabla 15: Tiempo de ciclo Ensamble A	72
Tabla 16: Tiempo de ciclo de Ensamble B	73
Tabla 17: Tiempo de ciclo Empaque	74
Tabla 18: Tiempo promedio Ensamble A	75
Tabla 19: Tiempo Promedio Ensamble B	75
Tabla 20: Tiempo Promedio Empaque	75
Tabla 21: Tiempo Normal Ensamble A	76
Tabla 22: Tiempo Normal Ensamble B	76
Tabla 23: Tiempo Normal Empaque	76
Tabla 24: Porcentaje de Suplementos	77
Tabla 25: Tiempo Estándar Ensamble A	78
Tabla 26: Tiempo Estándar Ensamble B	78
Tabla 27: Tiempo Estándar Empaque	78
Tabla 28: Resumen Tak Time en segundos	79
Tabla 29: Resumen Capacidad Diaria	81
Tabla 30: Elementos Cuello de Botella	82
Tabla 31: Diagrama de Operaciones Ensamble B antes de la mejora	83
Tabla 32: Resumen pago por horas extras	84
Tabla 33 Causas vs Propuestas	86
Tabla 34: Tiempos propuestos	89

Tabla 35: Estudio de tiempos por elemento de Ensamble B	90
Tabla 36: Propuesta de Balance De línea Ensamble B	91
Tabla 37: Tabla comparativa de antes y después de la mejora en Ensamble B	92
Tabla 38: Porcentaje de trabajo Operario 10	93
Tabla 39: Tiempos Estándar propuestos Ensamble B	94
Tabla 40: Mejora de Producción	95
Tabla 41: Producción Actual de Ensamble B	95
Tabla 42: Producción con propuesta Ensamble B	95
Tabla 43: Costo de personal que trabajó en el proyecto	97
Tabla 44: Estudio de tiempos por elementos de Ensamble A	98
Tabla 45: Balance Propuesto Ensamble A	99
Tabla 46: Horas extra a pagar con la mejora	99
Tabla 47: Comparación antes y después de la mejora	100
Tabla 48: Resumen de Costo-Beneficio del proyecto	100

Acrónimos y Siglas

DMAIC: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar.

SIPOC: Suplidores, Entrada, Proceso, Salida, Cliente.

WW: Semana de Trabajo.

Resumen

El presente proyecto tiene como finalidad diseñar un modelo de capacidad para la optimización de procesos en la línea de Dispenser de Kelpac Medical. El cual se basa en el estudio del proceso actual mediante la toma de tiempos, estudio de cargas de trabajo para el diseño de las propuestas, implementación y el control.

Se realiza bajo la metodología DMAIC y el mismo se desarrolla con la ayuda de algunas herramientas de calidad para la mejora de procesos como lo son: diagramas de proceso, diagrama de Pareto, estudio de tiempos, diagrama de Ishikawa, balance de línea y herramientas de control con el fin de tener la información necesaria para implementar una mejora adecuada para el proceso.

Se realiza un análisis de causa y efecto del proceso actual de acuerdo con las 6M mediante un diagrama de Ishikawa, que determinan las causas que están incidiendo en la problemática, las cuales son: tiempos de ciclo desactualizados, líneas desbalanceadas y equipo que no cuenta con un mantenimiento preventivo que provoca que las máquinas se detengan más tiempo de lo establecido.

Con los datos recopilados se propone realizar un balance de línea en los dos procesos que conforman la línea de Dispenser, reduciendo tiempos de ciclo en el proceso de Ensamble B y reduciendo el tiempo ocioso del proceso Ensamble A, producto de esto se propone actualizar los tiempos de ciclo de ambos ensambles. Se propone un modelo de capacidad para llevar un control de que los recursos que se asignan.

Se implementa una herramienta de control como lo es el Daily Tracker para llevar el control de la producción hora a hora que permite tener conocimiento del desempeño de la línea en tiempo real y se hace un análisis general donde se comparan los ciclos del proceso, los cuales fueron reducidos de 22,3 segundos a 14,4 segundos, aumentando la capacidad de producción a 15445 unidades mensuales. Con la implementación de las mejoras propuestas se logra una reducción de costos de \$415.557,6 anuales.

Se realizan las siguientes recomendaciones adicionales a las propuestas para mejora de la productividad:

- Seguir el procedimiento de Balance de línea creado para el proceso.
- Registrar hora a hora la producción de la línea ya que esto permite conocer el desempeño de la línea en el momento.
- Actualizar los tiempos en el sistema con los tiempos obtenidos durante el estudio de tiempos y mantener las revisiones semanales del desempeño del proceso.
- Realizar la revisión de los Manteamientos Preventivos y para las maquinas que tienen el tiempo muerto alto y actualizar ya sea la frecuencia del mantenimiento y/o el mantenimiento.

CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

La presente investigación tiene como objetivo diseñar un modelo de capacidad en la línea de Dispenser de Kelapc Medical, esta se enfocará en los dos procesos que conforman la línea de la producción, esto por motivo del desarrollo del proyecto.

En el capítulo I se aborda el planteamiento del problema, los objetivos del proyecto, la justificación, los alcances y limitaciones de esta. En el capítulo II se trata el marco teórico, el cual sustenta los conceptos relacionados con los conceptos teóricos relacionados con el estudio de tiempos, metodología DMAIC y algunas herramientas para desarrollar esta metodología. En el capítulo III se puede encontrar la metodología que se utilizará a lo largo del presente proyecto para la recolección de datos y el análisis de la situación actual del proceso.

En el capítulo IV se expresa el análisis de la situación actual del proceso, así como el estudio de tiempos del área en estudio. En el capítulo V se aborda la implementación del plan piloto con el fin de lograr obtener un modelo de capacidad en la línea de Dispenser, que sea capaz de brindarme la información necesaria para poder cumplir con la producción de manera eficiente y eficaz. En el capítulo VI se encuentran las conclusiones y recomendaciones relacionadas con los objetivos del presente proyecto.

1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.

Este proyecto se realizará en la empresa Kelpac Medical, en La Aurora de Heredia, en el área de ensamble de Dispensers, producto que se le manufactura a una empresa Médica que realiza la distribución de dicho producto a hospitales para intervenciones quirúrgicas a pacientes con problemas en las arterias.

Ensamble A



Figura 1: Cateter

Fuente: Kelpac Medical

Ensamble B



Figura 2: Brasaleta

Fuente: Kelpac Medical

Kelpac Medical es una empresa subcontratista que se dedica a la manufactura de dispositivos médicos, la cual tiene la necesidad de trabajar de cómo ser cada día más rentable, por lo que se ha creado un grupo enfocado en la productividad de la línea de Dispensers, debido a que en revisiones semanales se ha detectado que las métricas de eficiencia, varianza laboral y ventas por persona, las cuales están relacionadas con la productividad de la línea se encuentran por debajo de la meta proyectada para cada una:

Eficiencia: La meta proyectada es de 90% basado en la cantidad de recursos utilizados para cumplir con la demanda.

Variación laboral: Se utiliza la variación laboral para medir el ingreso por ventas contra el monto que se cancela por salario al personal horario. La meta proyectada es de 100% esto basado en el salario que se debe cancelar al personal según la producción programada.

Ventas por persona: Esta es una métrica que la empresa utiliza para evaluar la rentabilidad se basa en las ventas reales de la línea contra la cantidad de personas que tiene cargadas a la misma. La meta proyectada es de \$11500.

Tabla 1: Scorecard Trimestral

Categoría	III Cuarto de año			IV Cuarto de año		
	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Ventas por persona	\$9,32	\$9,32	\$9,32	\$9,32	\$9,32	\$9,32
Meta Ventas por persona	\$ 11,50	\$ 11,50	\$ 11,50	\$ 11,50	\$ 11,50	\$ 11,50
Varianza Laboral	20%	22%	35%	35%	22%	23%
Meta Varianza Laboral	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Eficiencia Bruta de Mano de Obra	18%	13%	17%	13%	19%	16%
Meta Eficiencia Bruta	90%	90%	90%	90%	90%	90%

Fuente: Kelpac Medical.

La empresa ha creado una tabla donde se enumeran las métricas que considera que deben tener controlados para mantener un buen desempeño de la planta. Este cuadro se muestran las métricas de: Recursos Humanos, Calidad, Operaciones, Finanzas y Materiales, en este caso se van a mostrar las métricas que se relacionan específicamente con el proyecto.

En la tabla 1 se muestra tres métricas del área de finanzas de los últimos 6 meses del año 2017. Como se puede observar la compañía no ha cumplido las metas financieras en la línea de Dispensers, generando la necesidad de una propuesta que mejore la condición financiera de la línea.

Cada año la gerencia realiza una reunión tipo encerrona que llaman Revisión de Plan Estratégico, en el período de enero a agosto de 2018. En esta sesión se

realizaron grupos de trabajo y estos realizaron una lluvia de ideas donde se identificaron temas que presentan alguna oportunidad de mejora a nivel de planta.

A uno de los grupos conformados por la gerencia se le asignó el tema de reducción de costos, por lo que se realiza una revisión de todas las líneas y se determina que la línea de Dispensers presenta en los últimos meses del año 2017, problemas para cumplir con la meta proyectada en algunas métricas financieras y se toma la decisión de trabajar en la reducción de costos de la línea mejorando la productividad.

La línea de dispensers inició producción en Kelpac Medical en Noviembre del 2017, sin embargo las métricas financieras no han logrado llegar a las metas proyectadas por la corporación, es por esta razón que la gerencia indica la necesidad de mejorar la productividad, ya que según estudios realizados por el Departamento de Ingeniería Industrial en conjunto con el Departamento de Finanzas, la mejor forma de aumentar la productividad de una línea es disminuir los costos de producción, en este proyecto se va a buscar la mejor forma de cumplir con la solicitud del cliente, en este caso Kelpac Medical.

1.2 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN.

1.2.1 RESEÑA HISTORICA

En el último año la empresa Spectrum Plastics Group adquirió la franquicia de la empresa Kelpac Medical.

El 8 de mayo de 2017 Kohlberg & Company y PPC Industries Inc matriz de Kelpac Medical adquiere Pexco LLC y forma el nuevo Spectrum Plastics Group con sede en Alpharetta Georgia.

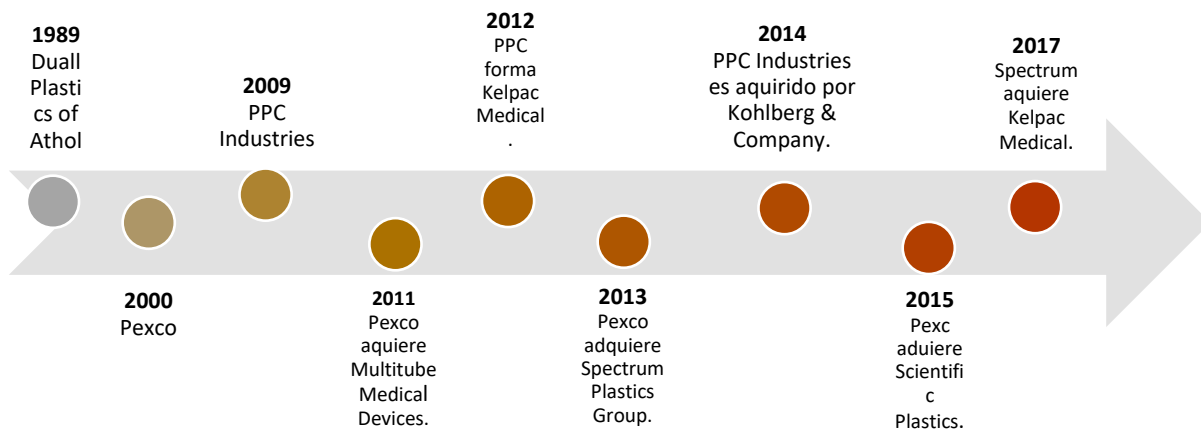


Figura 3: Timeline de Kelpac

Fuente: Elaboración propia

La empresa inicio sus labores como Duall Plastics of Athol en 1989, por los años siguientes la empresa fue adquiriendo capital de inversores externos, por lo que fue cambiando el nombre en cada transición, sin embargo desde que inicio labores se dedicó a la manufactura o extrusión de plásticos.

En el año 2017 la empresa inicia sus primeros pasos en el área de ensamble de dispositivos médicos, inician con el producto de Dispenser y al pasar del tiempo se han estado trabajando por ingresar nuevos procesos de ensambles a la planta de Costa Rica.

1.2.2 VISIÓN

Kelpac Medical S.A tiene como Visión ser una empresa líder y consolidada en la industria del plástico, desarrollando ideas y soluciones que mejoren el desempeño de nuestros productos y se refleje así en los procesos de nuestros clientes.

1.2.3 VALORES

- Seguridad
- Integridad
- Equipo

1.2.4 ESTRUCTURA ORGANIZATIVA

La estructura organizativa que conforma Kelpac Medical es la llamada Cadena de Valor, esta estructura está conformada por celdas de trabajo enfocadas en cada uno de los procesos de la empresa.

Está conformada por ingenieros de manufactura, ingenieros de calidad, técnicos de mantenimiento y por el supervisor del área, el inspector de calidad y el líder de línea, para que esta estructura organizativa sea exitosa las gerencias de manufactura, gerencia de calidad y gerencia de materiales deben tener el mismo objetivo.

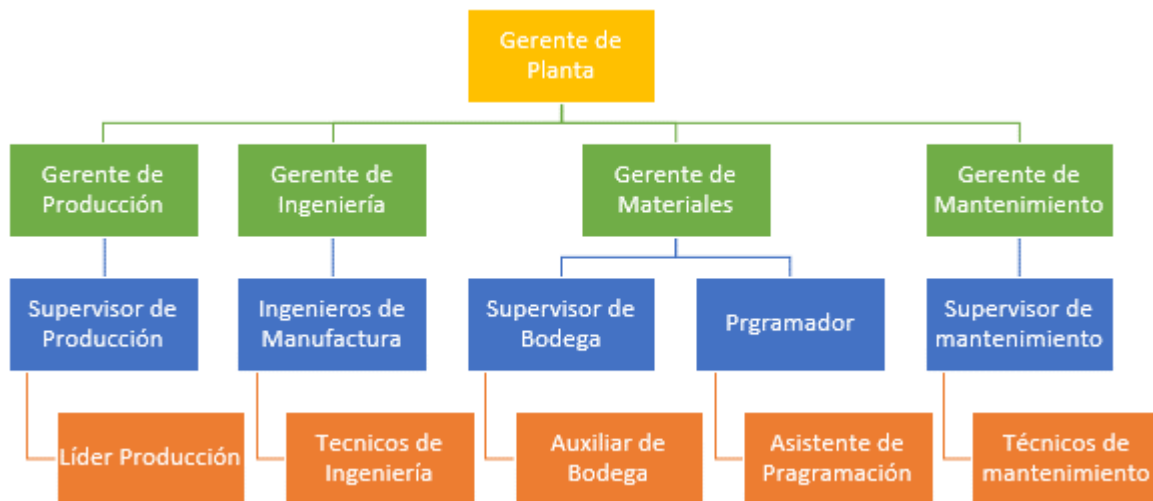


Figura 4 Organigrama General de la Planta

Fuente Departamento de Recursos Humanos

Como se puede observar la planta de Costa Rica es una planta pequeña comparada con otras plantas, sin embargo, cada departamento tiene sus funciones asignadas para cumplir con las metas de la compañía.

1.2.5 PRODUCTOS

Spectrum Plastics Group se dedica a la Extrusión de Tubos, Moldeo por Inyección, Empaque, Ensamble de Dispositivos, OEM componentes de plástico.

En Costa Rica se realizan la extrusión de tubos, bolsas para empaque plástico y ensamble de productos médicos:

- Los tubos que se realizan contienen dimensiones de Diámetro Interno, Diámetro Externo, Longitud, material (Resina) que el cliente solicita.
- Las bolsas son utilizadas tanto para industria medica como para el área industrial, es decir; compañías que se dedican a la manufactura de producto que no tiene relación con la industria médica.

Tabla 2: Extrusión de bolsas

Médico	Industrial
Pouches para empaque primario de producto terminado.	Empaque o almacenamiento de material

Fuente: Elaboración propia.

La diferencia del producto para industria médica y del área industrial, es que el producto médico se imprime y luego se convierte en bolsas con dimensiones específicas. Las que se producen para área industrial no se imprime y se entrega en rollos.

- En el área de ensamble de dispositivos médicos la empresa está dando sus primeros pasos y es donde este proyecto se va a realizar y es tan importante ya que se quiere tener éxito no solo en calidad sino también en productividad.

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

En una empresa subcontratista como lo es Kelpac Medical, entre más costos se puedan reducir, impacta en su rentabilidad y competitividad, la cual se convierte en una opción atractiva para las empresas que contratan sus servicios. Es por esta razón, que como parte del plan estratégico anual de la compañía se encuentra la reducción de costos en la línea Dispenser, ya que en revisiones semanales se ha detectado que a nivel financiero se está perdiendo dinero aproximadamente \$21000 anuales en lo que respecta a mano de obra en pago de salarios y en eficiencia.

Actualmente la empresa lleva los siguientes indicadores: Eficiencia con una meta del 90%, Varianza laboral con una meta de 100%, Ventas por persona con una meta de \$11500; las cuales no se están cumpliendo.

Por lo anteriormente mencionado es que se plantea el problema como una necesidad de aumentar la productividad, por medio de la reducción de costos de la línea de producción de Dispenser manufacturados en Kelpac Medical.

1.3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La empresa está dejando de percibir alrededor de \$21 000 anuales debido a un problema de productividad de la línea de Dispensers ya que como se mencionó anteriormente existe una métrica que la empresa utiliza que se llama ventas por persona están por debajo de lo programado y cotizado con el cliente, esto significa que cada dólar por encima del monto establecido en contrato la empresa contratante no lo paga y la compañía Kelpac debe asumirlo.

Esta pérdida de dinero al año se convierte en una oportunidad para mejorar la productividad, porque esto quiere decir que si en este momento la empresa es una empresa rentable con el ajuste en los costos estaría ayudando en los ingresos de la compañía.

Es por esta razón que, durante la revisión del Plan Estratégico, la gerencia de la empresa nombró el tema de reducción de costos como prioridades para el año 2018. En esta parte vale la pena mencionar que el grupo de gerentes estaban valorando de forma precavida y preparándose por las elecciones presidenciales de Costa Rica para el año 2018, debido a que no estaba aún claro el futuro del país y podía repercutir en la economía.

1.4 JUSTIFICACIÓN

Para la empresa Kelpac Medical al igual que para muchas otras empresas, es de suma importancia su rentabilidad, ya que es su principal bien, esto para que los inversionistas se sientan tranquilos e inviertan en más activos, búsqueda de nuevos negocios y mejores condiciones para el personal.

Se tomó la decisión de trabajar en esta línea, ya que según el estudio que se realizó en conjunto con el Departamento de Finanzas sobre costos asumidos por la empresa por no cumplir con las métricas financieras, esta línea tiene un porcentaje

incumplimiento de eficiencia por 84% por debajo de la meta, en Varianza laboral 74% por debajo de la meta en los últimos meses y en ventas por persona en \$2180 mensual menos, lo que en total equivale a \$21000 en el año 2017.

En su libro Heizer y Render explican cómo el reducir los costos de producción aumenta el margen de contribución por encima de Incrementar las ventas y la reducción de costos financieros. Por esta razón es que este proyecto está enfocado en la reducción de los costos de producción para poder incrementar la rentabilidad de la línea para la compañía.

Además, Loaiza (2015) menciona en su tesis la importancia de la eficiencia para conseguir aumentar la productividad de una empresa para mantenerse siendo competitivo en el mercado, es por esto que al ser una empresa de manufactura de dispositivos médicos se enfoca en la reducción de costos para aumentar su rentabilidad y como se mencionó anteriormente la empresa necesita reducir esos \$21000 que dejó de percibir en el último año.

1.5 OBJETIVOS DEL PROYECTO.

1.5.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar una propuesta para la disminución de los costos de la línea de Dispensers mediante la mejora la productividad que impacte en las métricas financieras de la compañía.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Identificar las posibles causas que están afectando la productividad de la línea, por medio de herramientas de calidad.
2. Evaluar y actualizar de ser necesario los tiempos de ciclo de la línea de Dispenser
3. Determinar la capacidad real de la línea y realizar un balance de cada proceso para utilizar al máximo los recursos.
4. Realizar un análisis costo beneficio con el fin de determinar que las mejoras son viables para la compañía a nivel monetario.

5. Crear un plan de implementación y control de las mejoras identificadas a través del proyecto.

1.6 ALCANCES Y LIMITACIONES.

1.6.1 ALCANCES

El proyecto de productividad se enfoca en la línea de Dispensers de la empresa Kelpac Medical, en el periodo de enero a abril del año 2018, con el fin de mejorar la rentabilidad de la línea aumentando la productividad.

1.6.2 LIMITACIONES

Una de las limitaciones que se identifica durante el proyecto es que por motivos de confidencialidad la compañía no permite dar a conocer imágenes de otros productos que se manufacturan en la empresa.

CAPITULO II.

MARCO TEÓRICO

2.1 MARCO CONCEPTUAL GENERAL RELATIVO A LA CARRERA

Kelpac Medical es una empresa que se dedica a la manufactura de productos médicos para otras empresas, es decir; es una empresa subcontratista que no manufactura productos bajo su marca, el fin de toda empresa es ser rentable, en este caso como mucha más razón siendo una empresa subcontratista ya que tiene que mantenerse siendo atractivo para los clientes.

El tema de productividad toma alta importancia en las reuniones gerenciales donde se realiza el Plan Estratégico a nivel de compañía, la empresa busca ser rentable y a la vez mantener la calidad el producto.

¿Como se puede ser más productivo? Reduciendo los costos de producción, aumentando la producción con menos recursos, es decir; siendo más eficiente, por esta razón no se puede trabajar en la productividad y dejar de lado la eficiencia.

Al estar realizando el proyecto en una línea de producción de dispositivos médicos se va a estar trabajando en conceptos que van a facilitar al lector el entendimiento del objetivo principal del mismo.

2.1.1 ¿Importancia de la dirección de Operaciones?

La Dirección de operaciones en una compañía se encarga de la producción de bienes y servicios como lo indican Heizer & Render (2015) “la dirección de operaciones es la serie de actividades que crean valor en forma de bienes o servicios al transformar los recursos (inputs) en productos (outputs)”

Las decisiones del Director de Operaciones ayudan a aumentar la rentabilidad de una compañía ya que su enfoque se da en el área de producción, sin embargo, para obtener éxito se debe:

- Planificar
- Organizar
- Gestionar al personal
- Liderar
- Controlar

En Kelpac Medical el área de operaciones es el que se encarga de la producción de la planta. La Gerencia implementó el llamado Scorecard, que es el cuadro donde se llevan las métricas que a nivel de la organización es necesario controlar, en este cuadro cada métrica cuenta con su meta específica.

Si no se mide lo que se hace, no se puede controlar y si no se puede controlar, no se puede dirigir y si no se puede dirigir no se puede mejorar. A partir de las últimas décadas del siglo XX, las empresas están experimentando un proceso de cambios revolucionarios, pasando de una situación de protección regulada a entornos abiertos altamente competitivos.

La naturaleza de la competencia empresarial propia de la era industrial, donde la incorporación de alta tecnología ha sido lo más importante, se está transformando rápidamente. En la actual era de la información, las empresas ya no pueden obtener ventajas competitivas sostenibles sólo mediante la aplicación de nuevas tecnologías a los bienes físicos o llevando a cabo una excelente gestión de los activos y pasivos financieros.

Actualmente el éxito competitivo está vinculado a la habilidad de la empresa o negocio para explotar sus activos intangibles. Esta situación, de transformaciones constantes del ambiente de negocio hace necesario que las empresas, para mantener e incrementar su participación de mercado en estas condiciones, deban tener claro la forma de cómo analizar y evaluar los procesos de su negocio, es decir deben tener claro su sistema de medición de desempeño.

Es por esto la importancia del área de Operaciones de mantener sus procesos en constante medición.

2.1.2 ¿Qué es Productividad?

La productividad es el resultado de la producción obtenida entre los recursos utilizados; es decir, producción/recursos. Mejorar la productividad de una línea implica que se debe ser eficiente.

La productividad contempla los tiempos de entrega, la cantidad entregada y el desperdicio generado durante estos procesos. La productividad es hacer más con

los mismos insumos o hacer más con menos, es la relación entre los resultados alcanzados y los recursos utilizados, puede decirse que no es que tanto se produjo, sino que tan bien se cambiaron los factores de producción para producir, de tal forma que fuera eficiente y eficaz, generando la mayor rentabilidad posible.

Según Chase (2014) productividad es una medida común para saber si un país, industria o unidad de negocio utiliza bien sus recursos (o recursos de producción).

La productividad se define como la eficiencia de un sistema de producción, es decir, el cociente entre el resultado del sistema productivo (productos, clientes satisfechos, ventas) y la cantidad de recursos utilizados; esta es una definición aritmética, dado que en la práctica se utiliza el término productividad, como una variable que define que tanto nos acercamos o alejamos del objetivo principal de un sistema.







	Producto		Insumo
	Producto		Insumo
	Producto		Insumo

Figura 5: Índice de productividad

Fuente: elaboración propia

2.1.3 ¿CÓMO MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD?

Más que producir rápido lo más importante es producir mejor, y para lograrlo se debe tener presente que se debe enfocar en eficiencia y eficacia.

Productividad = Eficiencia x Eficacia

Para mejorar la productividad se debe mejorar la eficiencia y se puede mejorar de 2 formas:

1. Reduciendo los factores productivos mientras la producción se mantiene.

2. Aumentando la producción mientras los factores permanecen constantes.

Chase (2014) indica; para incrementar la productividad, lo ideal es que la razón entre salida y entrada sea lo más grande posible.

2.1.4 TAK TIME

Como menciona Galgano (2004), “tak” es un término alemán que significa compas y el termino fue exportado a Japón.

El tak time es el ritmo promedio que las unidades deberían ser procesadas, según la demanda del cliente. Si se produce más rápido que este ritmo, se tendrá tiempo ocioso, pues no se puede producir más, debido a la falta de materia prima o no se desea acumular inventario final de producto terminado porque se podrían generar problemas de calidad que podrían incurrir en el desperdicio de producto.

Galgano (2004) indica que, si en un periodo la demanda disminuye, el tak time debe aumentar, pues de lo contrario habrá sobreproducción, la cual es una muda que no se quiere tener en un productivo, si se el proceso corre más lento que el tak time no se cumple con la demanda lo cual puede llevar a perder clientes y oportunidades de crecer y ser estables en el mercado.

2.1.5 ¿QUÉ ES UN PROCESO?

Es un conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, los cuales transforman elementos de entrada en resultados.

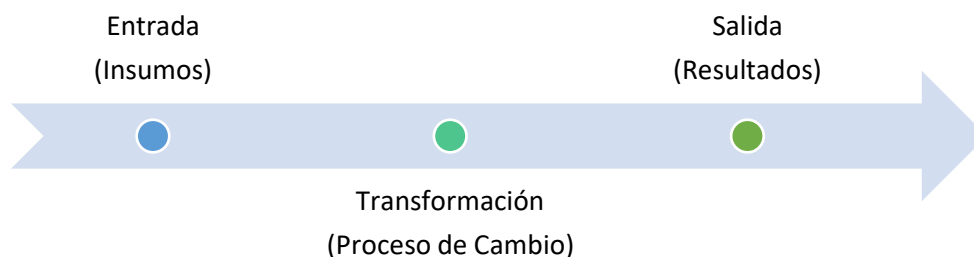


Figura 6 Diagrama de proceso.

Fuente: Elaboración propia.

En el caso de la línea en estudio cuenta tres procesos que se estarían uniendo para convertirse en el producto final que espera recibir el cliente. Cada proceso cuenta con un conjunto de actividades, de esas actividades se deben identificar cuáles son una restricción en el proceso para lograr una mejor productividad.

2.1.6 ¿QUÉ ES LA EFICIENCIA?

Eficiencia es según Chase (2014) hacer algo con el costo más bajo posible; es decir hacer un producto o prestar un servicio con la menor cantidad de recursos posibles.

Además, Gutiérrez (2010), expresa “es simplemente la relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados, buscar la eficiencia, es tratar de optimizar los recursos y procurar que no haya desperdicio de recursos”.

En una línea de producción la eficiencia es lo que mide su rentabilidad y su competitividad para la compañía, por lo que se lleva un control semanal de esa métrica a nivel de planta y por la línea de producción, ya que si la eficiencia de un proceso decae se convierte en un riesgo para la compañía el tratar de mantenerlo produciendo.

En este proyecto se van a estudiar las posibles causas que pueden afectar la eficiencia para dar recomendaciones para mejorarla y mantenerla.

2.1.7 VARIANZA LABORAL

La Varianza laboral Kelpac Medical la define como la diferencia entre el monto de las horas que se debió cancelar versus el monto que realmente se canceló en planillas según la cantidad de personas cargadas al proceso.

2.1.8 COSTOS

Los costos de producción, la productividad y el precio del producto son los tres factores más importantes en la determinación de la cantidad de productos o servicios que una organización está dispuesta a ofrecer en un mercado. Los costos se definen como el valor sacrificado para que una organización mantenga y consiga los recursos necesarios para la producción de bienes y servicios que

necesariamente generan un beneficio futuro, así como los ingresos que debe proporcionar a los proveedores de recursos, por el uso de los factores de producción.

2.1.9 TIPOS DE RECURSOS

Se define como el costo como el valor sacrificado para el sostenimiento o la consecución de un recurso o recursos que en una compañía pueden clasificarse en:

- **Recursos fijos:** Conjunto de recursos cuya cantidad no puede ser modificada por la organización en un corto plazo, y que pueden soportar volúmenes diferentes de producción. Ej. Las edificaciones e instalaciones, el personal administrativo, la maquinaria y el equipo, es decir toda la denominada “capacidad instalada”. Se sintetiza que los costos asociados a los recursos fijos son: fijos en cantidad y variables por unidad.
- **Recursos variables:** Conjunto de requerimientos necesarios para la producción que varía directamente en función de su volumen. Como son los insumos y materias primas, trabajadores, energía. Se sintetiza que los costos asociados a los recursos variables son: variables en cantidad y fijos por unidad.

2.1.10 MÉTRICA

El termino métrica se utiliza para indicar que se necesita una medición numérica del desempeño. Instalar las métricas para una cierta actividad significa que se ha identificado un conjunto de metas de desempeño y estándares. Entonces el análisis métrico debe proveer control efectivo de retroalimentación para alcanzar las metas estratégicas.

Las metas de desempeño organizacionales y las mediciones correspondientes son establecidas muchas veces en las áreas de:

- Utilidades
- Tiempos de ciclo
- Respuesta de Mercado
- Recursos

Una empresa debe desarrollar una métrica para cada meta de desempeño de importancia. Una unidad de medida y un método de medición se deben definir para cada meta.

El uso de las métricas puede y deben desarrollarse para medir el logro de las metas organizacionales.

2.2 MARCO CONCEPTUAL ATINENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO

Para poder realizar una adecuada solución al problema detectado en la línea es necesario utilizar una metodología que nos asegure un éxito en la implementación de la mejora identificada.

En este caso se van a utilizar herramientas de ingeniería industrial tales como: Seis Sigma, DMAIC, también herramienta de calidad como Diagrama de Pareto para priorizar el análisis, Diagrama Ishikawa para establecer posibles causas en la etapa de medición, Diagrama de Flujo es importante para entender el proceso, SIPOC en la etapa de Definir para entender el proceso a alto nivel y las partes implicadas.

2.1.1 SEIS SIGMA

Es un método de gestión de la calidad combinado con herramientas estadísticas cuyo propósito es mejorar el nivel de desempeño de un proceso mediante decisiones acertadas, logrando, de esta manera, que la organización comprenda las necesidades de sus clientes. (Herrera & Fontalvo, s.f.,p.14).

El objetivo de esta filosofía es aumentar la productividad por medio de herramientas estadísticas que puedan permitir reducir la variabilidad del proceso.

La metodología Seis Sigma utiliza herramientas como DMAIC el cual es basado del círculo de la calidad creado por Edward Deming.

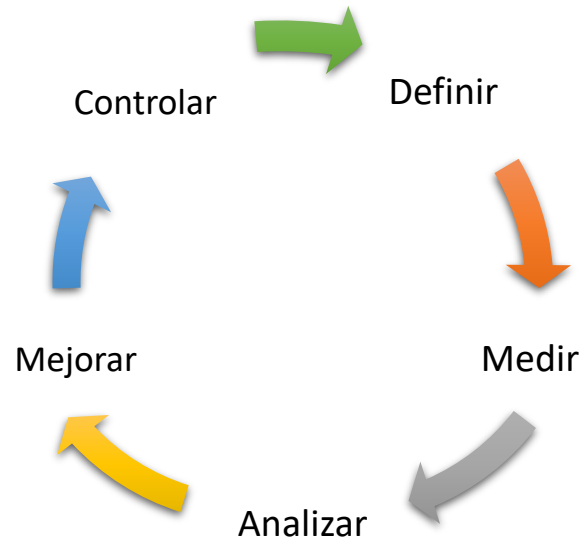


Figura 7 Ciclo de Deming

Fuente: Elaboración propia.

2.1.1.1 DMAIC

La metodología DMAIC es una herramienta derivada de Seis Sigma, enfocada en aumentar las mejoras de los procesos existentes. Esta herramienta es basada en estadística que da énfasis a la recolección de datos y a la credibilidad de los mismos con la finalidad de obtener una mejora en los procesos. Acuña, J. (2012) define las etapas de esta metodología, con el fin de obtener resultados esperados.

Seguido se explica las etapas del DMAIC:

- **DEFINIR**

Basados en datos históricos o la información que suministra el cliente queda en evidencia la necesidad de mejorar algún proceso el cual esté causando pérdidas económicas para la compañía, en esta etapa, se identifica el proyecto, se encuentra los dueños del proceso y se identifican las entradas y salidas con una herramienta llamada SIPOC. Aquí se define cual es el problema que está afectando la productividad, es la etapa de la definición del proyecto. Seguido se estarán explicando las herramientas que se utilizan en esta fase del proyecto.

DIAGRAMA DE PROCESO

Este diagrama es una representación visual de cada paso de un proceso específico, donde cada actividad es representada con un símbolo definido de acuerdo con su significado, para facilitar la comprensión y tener una visión más clara de la acción en estudio. Este diagrama se utiliza para obtener mayor productividad y encontrar cuellos de botella que afectan el buen funcionamiento del proceso. En el siguiente cuadro se muestran las figuras utilizadas en un diagrama de procesos y su significado. Benjamín, N. & Andris, F. (2004).







Actividad	Símbolo	Resultado predominante
Operación		Se produce o se realiza algo
Transporte		Se cambia de lugar o se mueve un objeto
Inspección		Se verifica la calidad o la cantidad del producto
Demora		Se interfiere o se atrasa el paso siguiente
Almacenaje		Se guarda o protege el producto o los materiales
Actividad Combinada		Operación combinada con una inspección

Figura 8: Simbología de un Diagrama de proceso

Fuente: Benjamín, N. & Andris, F., Ingeniería industrial Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo. México: Alfaomega Grupo Editor, 2004

SIPOC

Arturo Tovar (2007), destaca que el diagrama SIPOC, recibe su nombre por sus siglas en inglés; Supplier- Input -Process– Output- Customer; es decir, Suplidor- Insumos- Procesos- Salidas- Clientes. También lo considera como una herramienta que consiste en un diagrama, el cual permite visualizar al proceso,

de manera sencilla y general. A su vez destaca los elementos que intervienen en el diagrama SIPOC:

- **Proveedor:** es cualquier persona o proceso que suministra algún insumo.
- **Insumo:** es todo que se requiere para llevar a cabo nuestro proceso, puede ser información, materiales, actividades o recursos.
- **Proceso:** actividades básicas para convertir las entradas en salidas.
- **Salidas:** es el resultado del proceso.
- **Clientes:** es la personas o proceso que se ve afectado por el resultado del proceso.

En este proyecto se va a utilizar para analizar cada uno de los procesos con el fin de identificar oportunidades de mejora que afectan la productividad de la línea de Dispenser.



Figura 9 Diagrama SIPOC

Fuente: Elaboración propia.

• MEDIR

Luego de definir el problema se debe seguir con la etapa de medición, la cual visualiza las condiciones del problema con la información extraída del proceso, se mide que tan bien o mal está el proceso mediante herramientas como diagrama de flujo, tomas de tiempo, etc. Los siguientes puntos mencionan las herramientas utilizadas en este proyecto para realizar la medición.

- **Estudio de tiempos**

El estudio de tiempos y movimientos es de gran provecho para las organizaciones, una vez realizado es posible combinar los datos y generar estadísticas que facilitarán la determinación de indicadores para las áreas en estudio, sobre estos se podrá tomar decisiones sobre cambios en el diseño de los procesos de la empresa para mejorar los indicadores y disminuir costos de producción.

Cuando se realiza un análisis de la situación actual de una empresa se evalúan puntos importantes para poder hacer mejoras, estos podrían ser distribuciones de planta, estudio de indicadores, de actividades y tiempos. A partir de él se pueden obtener otro tipo de herramientas que generan una visión general de un área en específico, por ejemplo, en su utilización correcta (refiriéndose a los recursos); gracias a estas conclusiones se pueden identificar factores problemáticos, los cuales pueden ser evaluados para realizar propuestas de mejora.

Es por esto por lo que George Kanawaty, Introducción al estudio del trabajo, Cuarta edición revisada 1996 dice lo siguiente: “El estudio del trabajo es el examen sistemático de los métodos para ejecutar actividades con el fin de mejorar la utilización eficaz de los recursos y de establecer normas de rendimiento con respecto a las actividades que se están realizando.”

Así mismo Kanawaty menciona cómo está constituido el tiempo total de un trabajo, ya que se puede considerar el tiempo que tarda una máquina o un trabajador en realizar una tarea o producir una cantidad determinada de algún producto.

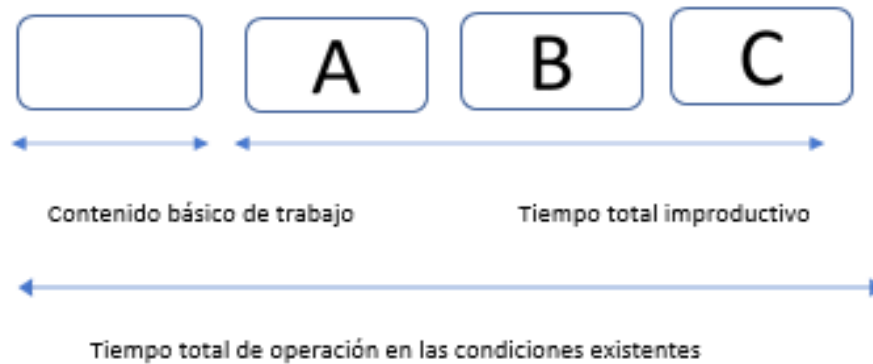


Figura 10: Como se descompone el tiempo de trabajo

Fuente: George Kanawaty, Introducción al estudio del trabajo, Cuarta edición revisada 1996.

En la figura 10, basada en el libro de George Kanawaty, se menciona sobre el contenido de trabajo, este se refiere a la hora de trabajo de una persona y/o la hora de funcionamiento de una máquina o una instalación. También se habla sobre el contenido básico de trabajo, que es el tiempo mínimo irreductible que se necesita teóricamente para obtener una unidad de producción. El tiempo total improductivo está dividido en tres partes, las cuales son:

- A. El cuál se refiere al tiempo y desechos innecesarios que pueden atribuirse de diversas formas a deficiencias del diseño del producto o de sus partes o a un control incorrecto de calidad, que producen un aumento al costo del producto.
- B. El método de trabajo deficiente que produzca movimientos innecesarios de las personas o los materiales, esto puede ocasionar tiempos improductivos y así mismo aumento en los costos.
- C. Este punto está relacionado con el personal, ya que los trabajadores de una empresa pueden influir voluntaria o involuntariamente en el tiempo de las operaciones, ya sea por absentismo y falta de puntualidad, mala ejecución del trabajo o riesgos de accidentes y lesiones profesionales. Kanawaty, G. (1996)

Además, es necesario que, para llevar a cabo un estudio de tiempos, el ingeniero tenga la experiencia y conocimientos necesarios y que comprenda

en su totalidad una serie de elementos que a continuación se describen para llevar a buen término dicho estudio.

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

- a. El orden de las operaciones según se presentan en el proceso

Costo anual de operación = (actividad anual) (tiempo de operación) (salario horario)

- b. La posibilidad de ahorro que se espera en la operación. Relacionado con el costo anual de la operación que se calcula mediante la siguiente ecuación:

- c. Según necesidades específicas.

Selección del operador: al elegir al trabajador se deben considerar los siguientes puntos:

- Habilidad, deseo de cooperación, temperamento, experiencia.
- Actitud frente al operador
- El estudio debe hacerse a la vista y conocimiento de todos.
- El analista debe observar todas las políticas de la empresa y cuidar de no criticarlas con el trabajador.
- No debe discutirse con el trabajador ni criticar su trabajo sino pedir su colaboración.
- Es recomendable comunicar al sindicato la realización de estudios de tiempos.
- El operario espera ser tratado como un ser humano y en general responderá favorablemente si se le trata abierta y francamente.

- **ANALIZAR**

Analizar las causas recopiladas y medibles del proyecto esto con el fin de buscar la mejora de estos, esto se debe realizar mediante procedimientos estadísticos como pruebas de hipótesis, modelos lineales, análisis correlacionales, etc.

- **Diagrama Ishikawa**

“El diagrama Ishikawa, es un método gráfico que reacciona a un problema o efecto con los factores o causas que posiblemente lo generen. La importancia de este diagrama radica en que obliga a buscar las diferentes causas que afectan el problema bajo análisis y de esta forma se evitara el error de buscar de manera directa las soluciones sin cuestiona cuales son las verdaderas causas que los provocan”. (Gutierrez & De la Vara, 2013, pág. 147)

Por medio del Diagrama Ishikawa, se pueden considera aspectos o factores que puedan estar generando la causa o el efecto, con lo son:

- Mano de obra (Factor humano), en este punto se consideran factores como el conocimiento de la persona, si ha recibido entrenamiento para realizar las labores asignadas, su grado de motivación en la empresa, la habilidad que tiene para el desempeño del trabajo y la capacidad para alcanzar las metas propuestas en el puesto a desempeñar.
- Maquinaria, se toma en cuenta las condiciones en las que se encuentra la máquina, si tiene la capacidad de cumplir con la producción, el mantenimiento dado al equipo, los ajustes que se han tenido que realizar para que cumpla con el plan de producción.
- Métodos, se considera la estandarización de los trabajos, si cada operación cuenta con un método para realizarla.
- Materiales, se debe analizar si ha ocurrido algún cambio en el material o variación en la condición habitual de la materia prima, que puedan afectar el producto final. También se toma en cuenta los proveedores y si hay variación entre el producto distribuido.

- Medio Ambiente, es de suma importancia el análisis de cambios en el entorno habitual del proceso, como lo son cambios de clima, contaminación del área de trabajo, temperatura, humedad y almacenamiento del material.
- Mediciones, se considera el método de medición, si este cuenta con una manera estándar de realizarlo, el tamaño de la muestra, si la medición es repetible y reproducible.

Ejemplo de Diagrama de Ishikawa

Se busca realizar una investigación sobre una queja sobre el mal servicio al cliente que se está dando en un restaurante.

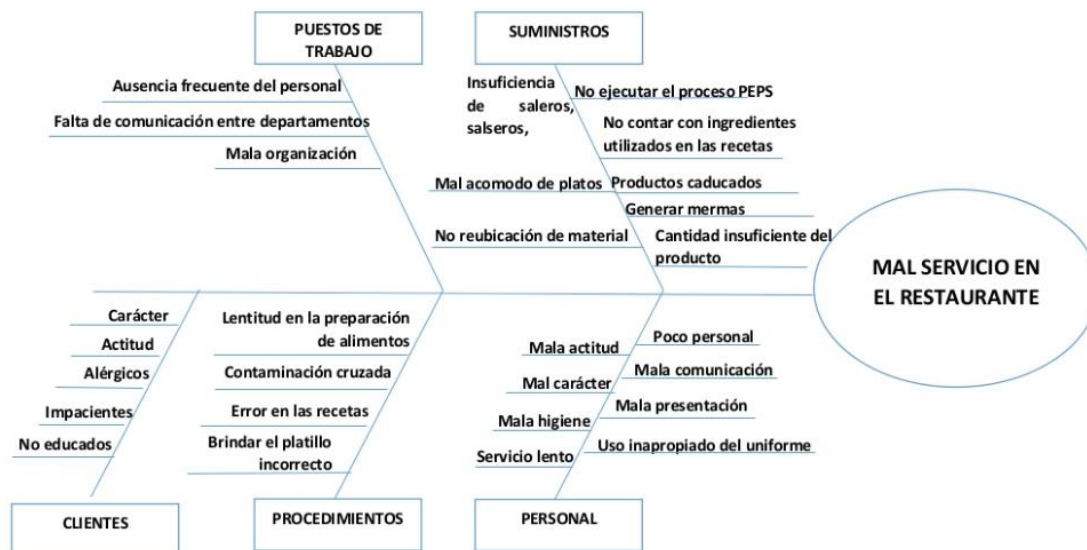


Figura 11: Ejemplo de Diagrama de Ishikawa

Fuente: Elaboración propia.

Se identifican los factores que se presentan según el resultado que se está teniendo.

Una vez que se ha identificado los factores se identifican las posibles causas de cada factor que dan como resultado el mal servicio al cliente. Mediante una lluvia de ideas se van descartando las posibles causas hasta llegar a la o las posibles causas que en el momento que se corrija se estará eliminando el problema que llevo a realizar el análisis.

- **Diagrama de Pareto**

Diagrama de Pareto o Diagrama 80/20, es una de las primeras herramientas a utilizar cuando se requiere la identificación de prioridades y causas, ya que sitúa los problemas en un gráfico por orden de importancia que tienen en el proceso.

Según Gutiérrez y de la Vara (2014, pág. 136), La viabilidad y utilidad general del diagrama está respaldada por el llamado principio de Pareto, conocido como "Ley 80-20" o "Pocos vitales, muchos triviales", en el cual se reconoce que pocos elementos (20%) generan la mayor parte del efecto (80%), y el resto de los elementos propician muy poco del efecto total. El nombre del principio se determinó en honor al economista italiano Wilfredo Pareto (1843-1923).

Las recomendaciones para hacer un análisis de Pareto son:

1. El diagrama de Pareto clasifica los problemas de acuerdo con la naturaleza o constituyentes de interés; por ejemplo, defectos o quejas, tipo de producto, tamaño, máquina, genero, edad, turno de producción, clientes, proveedor, operación de trabajo. Cada factor es una barra en el gráfico.
2. En el eje vertical se debe mostrar unidades de medida que suministren una idea clara de la contribución de cada categoría a la problemática global.
3. Se deben graficar todas las incidencias reportadas.
4. Una manera fácil de saber si la primera barra es un factor determinante en la problemática, es que esta sobrepase significativamente al resto de las barras, no necesariamente, esta debe tener el 80% de las incidencias.
5. En caso de no predominar ninguna de las barras, es recomendable hacer un análisis más profundo de los factores que están en estudio y tratar de verlo con una perspectiva diferente para ubicar los componentes que realmente pueden estar contribuyendo con el problema.
6. En el eje vertical se muestra la escala en porcentajes de 0 a 100, esto para que sea posible evaluar la importancia de cada condición con respecto a las demás, en términos porcentuales.

7. Para tratar de evitar muchas categorías, lo cual puede hacer que se disperse el problema principal al restarle puntuación se debe crear una categoría le denomina "otras", en caso de que esta categoría presente uno de los valores más altos, se deberá hacer una revisión de la clasificación dada y evaluar nuevamente las alternativas.

Una vez terminado el diagrama de Pareto e identificado el 80% de los efectos, los cuales son causados por el 20% de los elementos evaluados.

Ejemplo de Diagrama de Pareto

En un proceso se necesita trabajar en los rechazos de la línea por lo que se realiza un diagrama de Pareto para priorizar y poder enfocar los recursos los defectos que representan el 20% de los defectos que conllevan al 80% de los defectos.

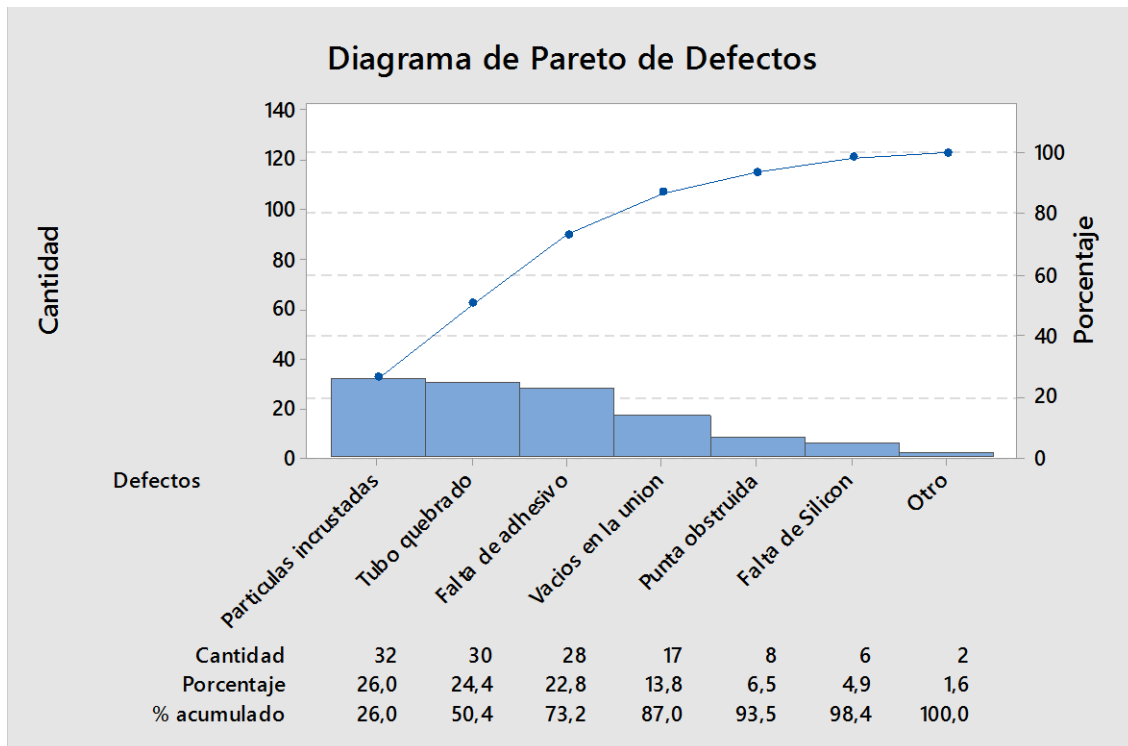


Figura 12: Ejemplo de Diagrama de Pareto

Elaboración: propia

De los defectos mencionados el diagrama de Pareto refleja tres de los defectos conforman el 20% que presenta el 80% de la cantidad de unidades rechazadas

de la línea, los cuales son: Partículas incrustadas, Tubo quebrado y Falta de adhesivo. Lo que indica es que, a la hora de trabajar en mejorar la cantidad de material desechado en el proceso, habrá un enfoque en los defectos mencionados anteriormente, ya que al atacarlos se estarán resolviendo el 80% de la cantidad de unidades desechadas en esa línea de producción.

- **MEJORAR**

Esta fase de proyecto busca mejorar los procesos anteriormente definidos, medidos y analizados mediante reducción de variación de estos, implementando mejoras producto del análisis de búsqueda de soluciones. Para el desarrollo de esta fase se pueden utilizar las siguientes herramientas:

- **Balance de Línea**

Luego del estudio de recolección de datos de cada operación del proceso, se procede a ejecutar un balance que busque asignar el personal disponible a las operaciones del proceso que se encuentren con mayor carga de trabajo, para que las cargas de trabajo se encuentren equilibradas según el tiempo de cada operación. En Kelpac Medical existe un pequeño Departamento de Ingeniería Industrial que es el que realiza los balances de línea en las líneas de producción. La finalidad es saber realmente la capacidad de cada área.

A continuación, se profundiza el significado de balance de línea según Fred E. Meyers (2000). “El balance es una de las herramientas más importantes para el control de la producción, dado que de una línea de fabricación equilibrada depende la optimización de ciertas variables que afectan la productividad de un proceso, variables tales como son los inventarios de producto en proceso, los tiempos de fabricación y las entregas parciales de producción.

El objetivo fundamental de un balance de línea corresponde a igualar los tiempos de trabajo en todas las estaciones de trabajo. Establecer una línea de producción balanceada requiere una juiciosa consecución de datos, aplicación teórica, movimiento de recursos e incluso inversiones económicas. Por ende, vale la pena considerar una serie de condiciones que limitan al alcance de un

balanceo de línea, dado que no todo proceso justifica la aplicación de un equilibrio de los tiempos entre estaciones. Tales condiciones son: Calidad y Continuidad.”

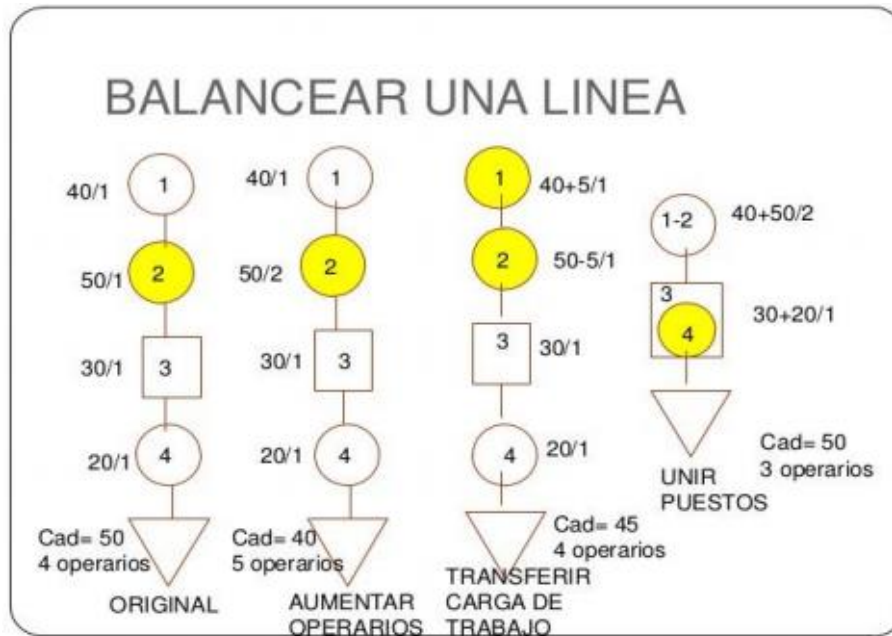


Figura 13: Ejemplo de balance de línea

Fuente: Fred E. Meyers, estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil, segunda edición.

• CONTROLAR

La quinta y última etapa del DMAIC, “Controlar”, se basa en documentar los controles necesarios para que los cambios realizados en el proceso perduren a través del tiempo, una vez que se hayan implementado las mejoras. En esta fase se comprueba y demuestra la mejoría del proceso y se revelan los beneficios del

proyecto, ya sean tangibles o intangibles. Se dará seguimiento mediante revisiones constantes del proceso y por medio de la auditoría de la utilización del tiempo del proceso de ensamble A y ensamble B con una herramienta en Excel llamada “Daily Tracker” que posee el departamento de Ingeniería Industrial. Se realizará una variación a esta auditoría que incluya los parámetros mínimos para el control y se hará uso de herramientas de control visual.

2.3 MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO

Este proyecto generará un impacto positivo a Kelpac Medical CR, una división de Spectrum Groups, con un mejor estudio de tiempos de cada una de las operaciones, que lleva a un mejor balance de la línea, mejor utilización de los recursos de las estaciones de las dos áreas que conforman la línea de dispenser. Todo esto tendrá como resultado la reducción de costos y aumento en la productividad del área en mención.

El alcance temporal de este proyecto es longitudinal prospectivo, ya que se analizan los datos a medida que ocurren a través de un periodo de tiempo, que puede tardar algunos meses e inclusive años, debido al seguimiento y actualización de la información que se deba realizar para este proyecto. Su finalidad es aplicada o práctica, debido a que se generan nuevas teorías, se modifican algunas ya existentes o se actualizan los datos y se resolverán problemas prácticos inmediatos con las herramientas de la ingeniería industrial; es decir; se conoce del problema, se investiga, se detalla, se buscan posibles soluciones y luego se toman decisiones para poder resolverlo.

2.4 ANTECEDENTES DE PROYECTOS O EXPERIENCIAS SEMEJANTES

Este proyecto se enfoca en reducir los costos de producción de la línea de producción de Dispensers de la empresa Kelpac Medical, definiendo las posibles causas de la baja productividad de la línea.

Es por esto que en este capítulo se han revisado y analizado algunas tesis que su enfoque de investigación que este relacionados con el aumento de la productividad de procesos de producción.

Seguido se citan las que más relacionan con el proyecto que se está trabajando:

Obando (2012). Evaluación y mejoramiento de la productividad en el taller de embalaje de la corporación Venezolana de las Guayanas de aluminios nacionales (CVG Alunasa), Esparza.

En la tesis de Vilmar Obando busca el aumento en la producción enfocada en seguridad e higienes laborales, explicando la importancia que tienen estos últimos en la productividad de la línea. El lema de Kelpac es Seguridad primero, se debe comprender que el tener un área libre de accidentes ayuda considerablemente en la productividad de la línea, esto debido a que si el personal sufre alguna lesión o accidente que le obligue a ausentarse va a obligar a la compañía a pagar extras para cubrir la demanda o a no cumplir la demanda hasta que esta persona vuelva. El tema de Obando es acertado enfocado a la productividad de un proceso.

Loaiza (2015). Mejoramiento de la productividad en el departamento de producción, en el proceso de ensacado para el grupo Fértica.

Viviana Loaiza busca mediante la aplicación de técnicas y herramientas para el mejoramiento de la productividad, mejorar el proceso productivo del área de ensacado de fertilizantes y mezclas granulares. Además de la importancia y la necesidad que tienen las empresas hoy en día de mantenerse siendo competitivos el mejorar la productividad de los procesos.

Núñez (2015). Mejora integral de los procesos de manufactura del área de molino de DEMASA división arroz para el aumento de la productividad.

Jose Núñez busca en su tesis determinar la mejora integral de los procesos de manufactura del área de molino de DEMASA división arroz para el aumento de la productividad.

CAPITULO III:
MARCO METÓDOLOGICO

3.1 METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO DE PROYECTO

El gerente de producción está solicitando que se trabaje en la productividad de la línea de Dispenser ya que se debe mejorar la rentabilidad de la empresa. Para realizar la investigación y propuesta de mejora para el problema de productividad que presenta esta línea se va a utilizar la herramienta de Seis Sigma DMAIC, además de herramientas de calidad como Diagrama Ishikawa, Diagrama de Pareto, Diagrama de Flujo, Diagrama de SIPOC.

Dentro de los indicadores que utiliza la empresa para medir la productividad de las líneas de producción se encuentran: la eficiencia, las ventas por persona y la varianza laboral.

La eficiencia mide que tan bien se utilizan los recursos con respecto a las salidas de productos en el caso de Kelpac presenta en promedio 16% en promedio en los últimos 6 meses siendo la meta de la empresa 90% para esta métrica.

La venta por persona ayuda a conocer y entender que los recursos que se utilizan están acordes a lo que se cotizó en algún momento con el cliente, lo que significa que en este caso para la línea de Dispenser no se está cumpliendo con las ventas programadas o la cantidad de recurso humano que se está utilizando es mayor a la proyectado. Esto último no siempre significa que se tiene más personal y que hay que remover, se deben realizar estudios de tiempo para confirmar la cantidad de recursos que se necesitan para completar la producción programada. Esta métrica se encuentra en \$9320 en los últimos meses \$2180 por debajo de la meta por mes.

La varianza laboral, en esta se mide la cantidad de horas que se están pagando entre la cantidad de horas que se están reportando en el sistema para las ordenes de trabajo que se trabajaron en la semana. Esta métrica se encuentra en un 26% en promedio los últimos 6 meses.

Tabla 3: Scorecard Kelpac Medical

Categoría	III Cuarto de año			IV Cuarto de año		
	Junio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Ventas por persona	\$9,32	\$9,32	\$9,32	\$9,32	\$9,32	\$9,32
Meta Ventas por persona	\$ 11,50	\$ 11,50	\$ 11,50	\$ 11,50	\$ 11,50	\$ 11,50
Varianza Laboral	20%	22%	35%	35%	22%	23%
Meta Varianza Laboral	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Eficiencia Bruta de Mano de Obra	18%	13%	17%	13%	19%	16%
Meta Eficiencia Bruta	90%	90%	90%	90%	90%	90%

Fuente: Kelpac Medical

3.2 METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO DE PROYECTO

Objetivos	Actividades	Herramientas	Resultados esperados
Diagnosticar la forma actual en cómo se lleva a cabo el proceso productivo, su capacidad, como se distribuyen los recursos para cumplir con el plan de producción, el desempeño de los procesos de la línea de Dispenser de Kelpac Medical.	Observación del proceso. Consultas a los involucrados en los procesos. Revisión de los procedimientos del área. Identificación y creación de los productos de la línea de Dispenser.	Diagrama de proceso	Oportunidades de mejora del proceso las cuales se deben priorizar para determinar las propuestas de solución.
Determinar las principales causas que afectan la productividad de la línea y las oportunidades de mejora que sirvan de insumo para el diseño del modelo de capacidad.	Mapeo de los procesos de producción del área y los diferentes factores que impiden el desarrollo de un modelo de capacidad. Ejecución de una lluvia de ideas. Análisis de los tiempos.	Diagrama de Pareto. Diagrama Ishikawa. Medición del tiempo.	Las principales causas que afectan el no tener un modelo de capacidad en la línea de Dispenser.
Diseñar un modelo de capacidad que optimice los procesos de producción en la línea de Dispenser de Kelpac Medical.	Toma de tiempos de los procesos que conforman la línea de Dispenser. Balance de línea por área de la línea de Dispenser.	Estudio de tiempos. Lluvia de ideas.	Modelo propuesto de capacidad para la línea de Dispenser que impacte el porcentaje de utilización y la eficiencia de producción.

Objetivos	Actividades	Herramientas	Resultados esperados
Determinar el costo/beneficio de las propuestas de mejora.	Análisis costo-beneficio para determinar factibilidad de las propuestas planteadas.	Análisis de costo beneficio	Beneficio económico de las propuestas.
Efectuar una prueba piloto del modelo de capacidad en la línea de Dispenser y un diagrama Gantt de implementación que indique los tiempos previstos para el cumplimiento de las actividades establecidas.	Observación del proceso según los cambios realizados. Llevar el "Daily Tracker" por área. Creación de un diagrama de Gantt para el seguimiento.	Control visual. Herramienta en Excel "Daily Tracker". Diagrama Gant	Seguimiento de Propuestas mediante un diagrama de Gantt de implementación.

3.3 METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA, CONSTRUCCIÓN O PUESTA EN PRÁCTICA DE UN NUEVO PROCESO, PRODUCTO O SERVICIO

La metodología utilizada sigue siendo DMAIC, una de las etapas de esta metodología es la A de analizar, el fin es que se utilicen herramientas de ingeniería que han sido diseñadas para la investigación de un problema, a esto se le debe agregar un buen conocimiento en el proceso, observación, exploración y análisis de datos recopilados, puede llevar a las posibles causas que están generando una baja productividad en el proceso.

La parte más importante del ciclo de Deming es analizar, ya que al realizar un análisis robusto permite identificar las posibles causas lo que lleva a la o las soluciones más acertadas al problema que se está presentando, lo que estaría llevando a la siguiente fase del ciclo de Deming.

El éxito de la investigación depende en gran parte de la capacidad de analizar del investigador, aunque las herramientas de Ingeniería son un apoyo a la importante a la propuesta de mejora.

3.4 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

La metodología que utilizarse en este proyecto de graduación va a ser DMAIC del ciclo de Deming, además de utilizar herramientas de ingeniería industrial como Diagrama Pareto, Diagrama Ishikawa, Diagrama de Flujo, Diagrama SIPOC,

La empresa cuenta con un departamento que tiene el nombre de Business Excellence que va a dar el soporte y apoyo a la propuesta que se genere de la investigación de este proyecto.

Además, la empresa cuenta con un programa de mejoras continuas que su objetivo es buscar proyectos de reducción de costos que permitan a la empresa a ser más atractivos y competitivos a nivel de industria manufacturera.

Este departamento utiliza la metodología DMAIC para realizar las investigaciones y documentar los proyectos que se trabajan en la empresa, se utilizan las herramientas ingenieriles tales como:

- Diagrama de Flujo tanto del proceso productivo como del proceso de planeación
- Diagrama de Ishikawa
- Diagrama de Pareto

Luego de realizar el análisis y presentar la propuesta de mejora, quien se va a encargar de aplicar las acciones y de darle seguimiento serán los Gerentes de área y los supervisores de proceso. Los gerentes de área son los que se encargan junto con el supervisor de producción del manejo del personal y como se debe distribuir dicho personal en el proceso, son quienes dan la aprobación del proyecto ya que son los afectados directos de todo cambio que se de en la línea de producción.

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

El proceso de verificación se trata de medir al final del tiempo estimado, si existe mejora en las métricas que están siendo afectadas en la línea de Dispenser.

El respaldo de la mejora y seguimiento se hará por medio de un sistema interno de la empresa que se utiliza para realizar mediciones de eficiencia de las líneas, estos datos son revisados semanalmente en la reunión de Departamento con toda la gerencia de la planta.

Por ser un proyecto que se presenta en conjunto con el departamento de Business Excellence, será este último quien llevará el control del avance tanto del proyecto como de las actividades asignadas.

El sistema de control y seguimiento de los resultados del proyecto consiste en monitorear la cantidad de horas que se están pagando contra la cantidad de horas que se están trabajando (cantidad de horas reportadas en las ordenes de trabajo).

El indicador para monitorear y dar seguimiento a que las medidas sean sostenibles son las horas pagadas y las horas reportadas.

CAPITULO IV:
LÍNEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSAS

4.1 Diagnóstico de la situación actual

En esta sección se describen y analizan los principales datos e información registrada con el trabajo de campo, con las respectivas tablas, los datos y la información recopilada, mediante la consulta al personal que colabora en el proyecto y la revisión de diversos textos.

4.1.1 Diagrama de Flujo

Se realiza un diagrama de flujo de los 2 ensambles con el fin de graficar el flujo del material, desde el inicio de la producción hasta que el producto es empacado.

Ensamble A

El proceso Inicia desde la operación de soldadura ultrasónica, una vez que la pieza se ha soldado se procede a realizar una inspección de esa soldadura, se le coloca un tubo y se coloca en una pieza para que en la siguiente operación se le realice la colocación de adhesivo y seguido se le coloque la llave de paso, la cual se estará pegando con loctite, seguido de una inspección de las uniones, en la operación siguiente se colocan el strain relieve y se le coloca silicone, luego a la pieza se le debe formar la punta y se inspecciona la calidad de la misma.

Una vez completado el ensamble, el material se traslada a la transformadora de bandejas donde se realiza el sellado, se inspecciona el mismo y luego se imprime una etiqueta que se le coloca a la bandeja, se empaca en cajas, se imprime la etiqueta de la caja, se inspecciona y se le coloca. Finalmente se coloca en otra caja para realizar el envío del producto al cliente.

Ensamble B

El proceso de Ensamble B inicia con la soldadura del tubo lay flat, luego ese ensamble se le debe realizar unos agujeros con un equipo definido y se le coloca una correa a la pieza la cual se le realiza una soldadura, luego se toma el balloon y se inserta dentro la unidad, una vez introducido el balloon se debe introducir el Dial en la correa, una vez completado el ensamble el material se traslada a la transformadora de bandejas donde se realiza también el sellado de la bandeja, se

inspecciona el sellado, se imprime una etiqueta que se le coloca a la bandeja se empaca en cajas, se imprime la etiqueta de la caja se inspecciona y se le coloca a la caja, finalmente la caja se coloca en una caja de envío para realizar el envío del producto al cliente.

En las figuras 14 y 15 permite observar el diagrama de flujo de los procesos correspondientes ensamble A y ensamble B respectivamente, donde transforman los componentes en el producto final de Dispenser.

En ensamble A se logra determinar doce actividades propiamente de operación, 3 inspecciones y una actividad de espera.

En ensamble B se logra determinar diez actividades propiamente de operación, un Transporte, una espera y una inspección.

Ensamble A

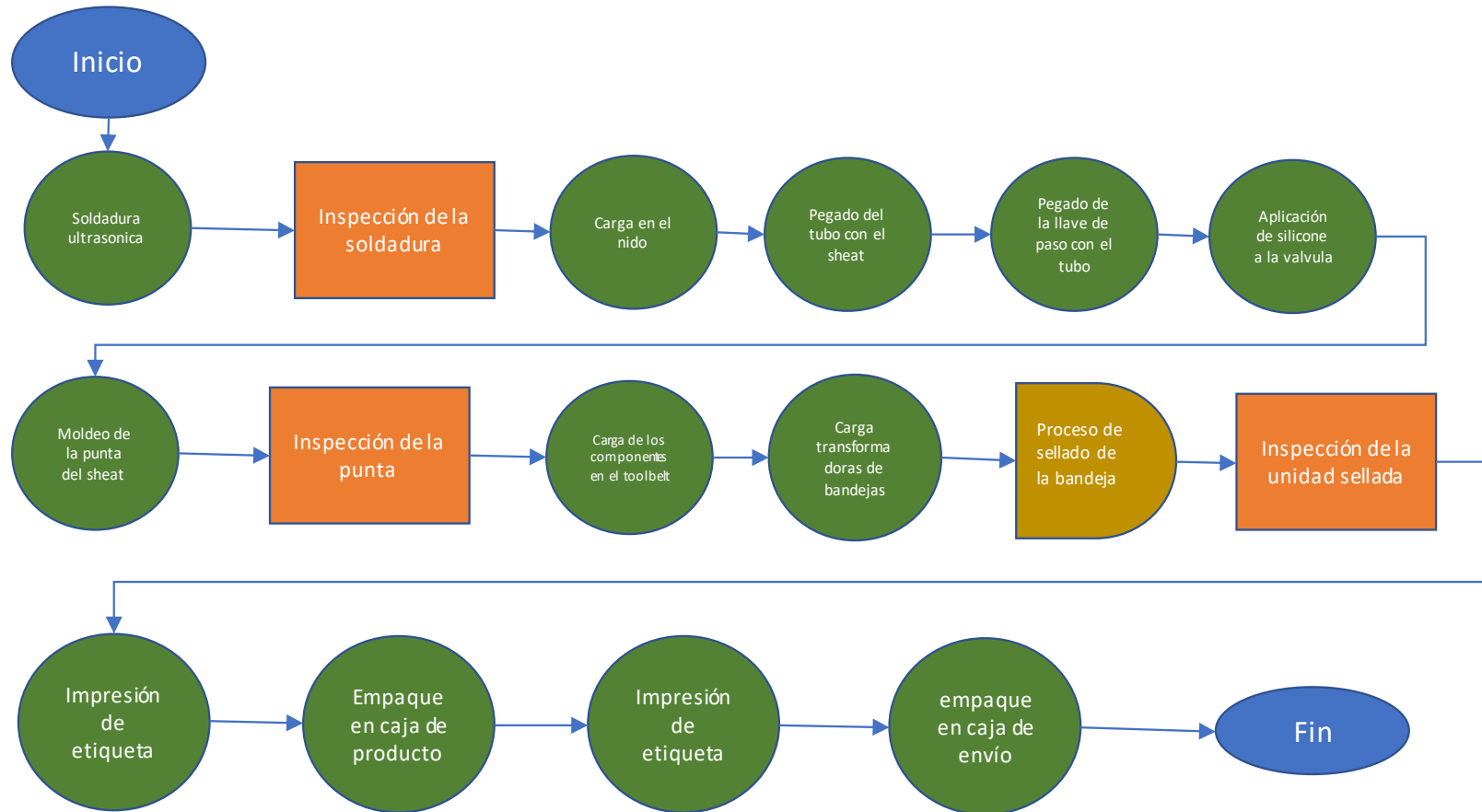


Figura 14: Diagrama de Flujo de ensamble A

Fuente: Elaboración propia

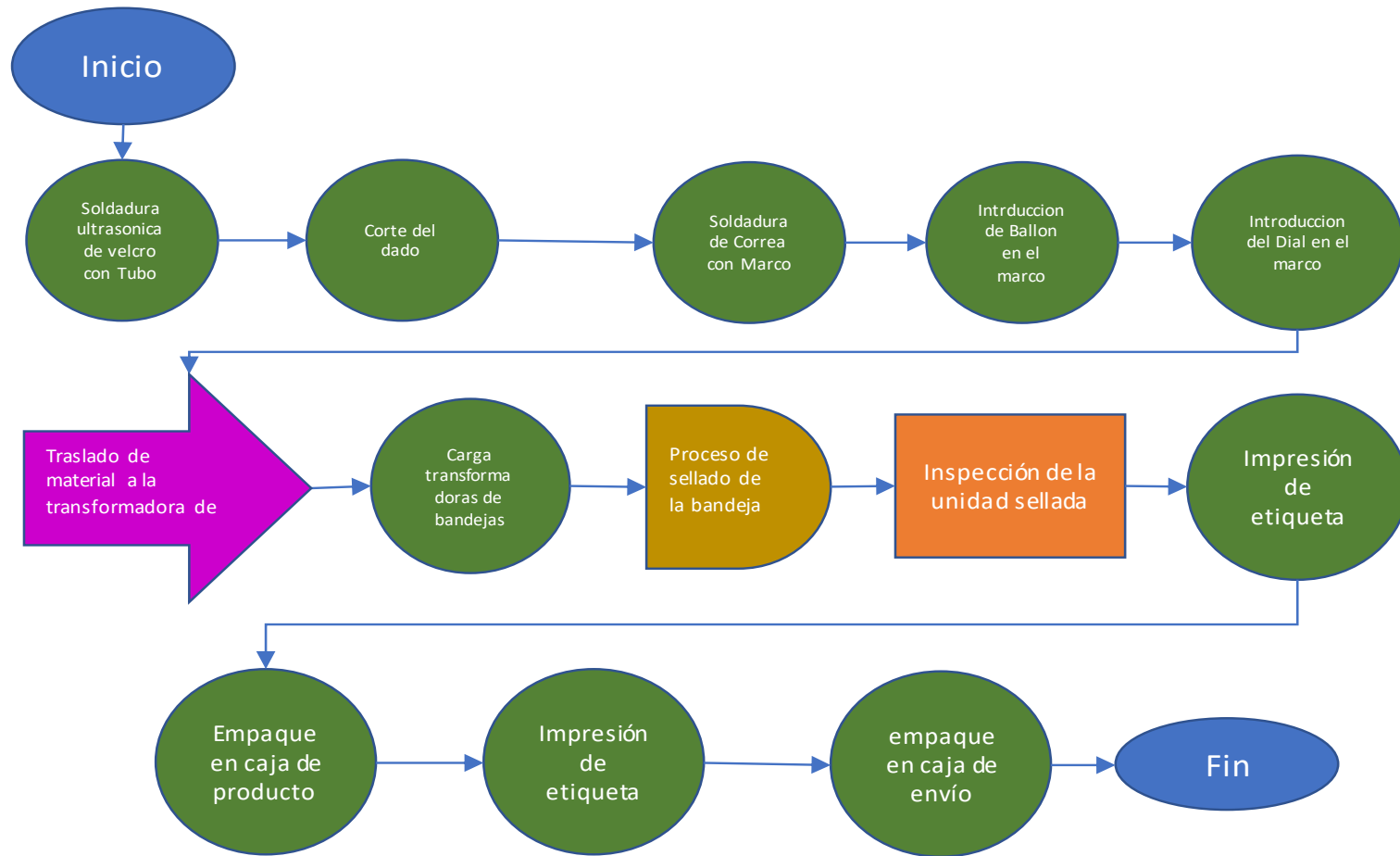


Figura 15: Diagrama de flujo de ensamble B

Fuente: Elaboración propia

4.1.2 Diagrama de SIPOC

Se realiza el diagrama de SIPOC para graficar el proceso desde los suplidores hasta el cliente.

S	I	P	O	C
Empresa de moldeo de partes	Partes moldeadas	Proceso Ensamble A	Dispenser	MDT Hospitales
Empresa de extrusión de tubos	Tubos			
Empresa suplidora de material de empaque	Pouches Cajas	Proceso Ensamble B		

Figura 16: Diagrama SIPOC

Fuente: Elaboración propia

Según el SIPOC el flujo del proceso es adecuado desde que se reciben los materiales hasta que llega a los hospitales, debido a que no existe durante el proceso desvíos que provoquen un atraso, sin embargo, más adelante se van a realizar estudios detallados de los cada uno los procesos para poder identificar las causas probables del problema de la eficiencia.

La línea de Dispenser se divide en 2 ensambles las cuales se manufactura y empaacan por separado, pero son dependientes uno del otro para el usuario final. El Ensamble A cuenta con 9 operarios, el Ensamble B cuenta con 9 operarios y el área de empaque cuenta con 8 operarios.

En la tabla 3 se refleja la demanda que tiene el área de ambos ensambles para los meses de Enero a Diciembre del 2018. Se ve reflejada además de la demanda mensual de los dos ensambles, la cantidad de cambio de ordenes por mes para poder cumplir con los requerimientos del cliente, tiempo de ciclo de la máquina transformadora de la bandeja. Estos datos los tiene identificados la Gerencia de Operaciones como datos importantes para la cobertura de la demanda y se basó en los tiempos que están cargados en el sistema para dar una confirmación al cliente sobre si se puede cumplir con la cantidad solicitada por el mismo.

Tabla 4: Demanda de Líneas Dispenser

Días laborales al mes	22	20	16	21	22	21	19	22	20	23	22	15
Línea de producción	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Demanda mensual Ensamble A	42500	42500	42500	42500	42500	42500	42500	42500	42500	42500	42500	42500
Demanda Mensual Ensamble B	45000	45000	45000	45000	45000	45000	45000	45000	45000	45000	45000	45000
Total	87500	87500	87500	87500	87500	87500	87500	87500	87500	87500	87500	87500
Cambios	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164
Tiempo de ciclo de FFS	9,86	9,86	9,86	9,86	9,86	9,86	9,86	9,86	9,86	9,86	9,86	9,86
Producción diaria	3978	4375	5469	4167	3978	4167	4606	3978	4375	3805	3978	5834
Demanda semanal de Ensamble B	11250	11250	11250	11250	11250	11250	11250	11250	11250	11250	11250	11250
Demanda Semanal de Ensamble A	10625	10625	10625	10625	10625	10625	10625	10625	10625	10625	10625	10625

Fuente: Elaboración propia

Como se indica en la tabla 4 para el ensamble A, no hay problema para cumplir con la demanda debido a que la capacidad de proceso es casi 3 veces de la demanda.

Tabla 5: Capacidad mensual vs Demanda mensual de la Línea Dispenser

Proceso	Tiempo en sistema (s)	Capacidad según Sistema	Demanda
Ensamble A	5	126000	42500
Ensamble B	17	37059	45000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6: Desglose de desempeño de Ensamble B

Demanda	Capacidad	Delta	Unidades por hora	Horas extra necesarias
45000	37059	7941	212	37,46

Fuente: Elaboración propia

En ensamble B se ha identificado según los tiempos registrados en el sistema que la capacidad es menor a la demanda, por lo que se deben realizar 37,46 horas extras por mes para cumplir con la demanda, sin embargo, la cantidad de horas extra que están reportadas es mayor a lo indicado inicialmente necesarias para cubrir la demanda mensual.

En la siguiente tabla se encuentra el detalle de la producción de los procesos de Ensamble A y Ensamble B. se refleja que el ensamble B no está cumpliendo con la demanda puesta por el cliente.

Tabla 7: Producción real Dispenser

	Marzo	Abril	Mayo
Ensamble A	42500	42500	42500
Ensamble B	33900	33900	33900

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8: Desglose de producción mensual con extras de Ensamble B

Proceso	Cuello de Botella	Tiempo Cuello de botella (s)	Tiempo disponible (s) por mes con extras	Capacidad Mensual	Demanda Mensual	Delta	% Desempeño
Ensamble B	Ensamble del Strap al Frame	22,3	755970	33900	45000	-11100	75%

Fuente: Elaboración propia

Se está quedando 11100 unidades por debajo de una meta de 45000 unidades al mes en el proceso de Ensamble B. El dato que se presenta en la tabla 7 en Ensamble B refleja la producción mensual tomando en cuenta las horas extra que se trabajaron.

Tabla 9: Producción Ensamble B sin extras

	Marzo	Abril	Mayo
Ensamble B	28340	28340	28340

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10: Desglose de producción mensual de Ensamble B

Proceso	Cuello de Botella	Tiempo Cuello de botella (s)	Tiempo disponible (s) por mes	Capacidad Mensual	Demanda Mensual	Delta	% Desempeño
Ensamble B	Ensamble del Strap al Frame	22,3	631982	28340	45000	-16660	63%

Fuente: Elaboración propia.

Sin tomar en cuenta las horas extra laboradas por el personal de producción de ensamble B, se tiene un cumplimiento de la producción de 63% con respecto a la meta programada por el cliente.

Mas adelante se va a realizar un estudio de tiempos del proceso para definir cuál es el tiempo real de cada de las estaciones incluido el tiempo de ciclo de la maquina transformadora de bandejas, para identificar si los tiempos indicados en el sistema se ajustan a la realidad de la línea.

4.1.3 Diagrama de Ishikawa

En el diagrama de Ishikawa se van a identificar las posibles causas que están afectando en este momento la eficiencia de la línea de Dispensers con el objetivo de atacarlos para mejorar la productividad y eficiencia de la línea.

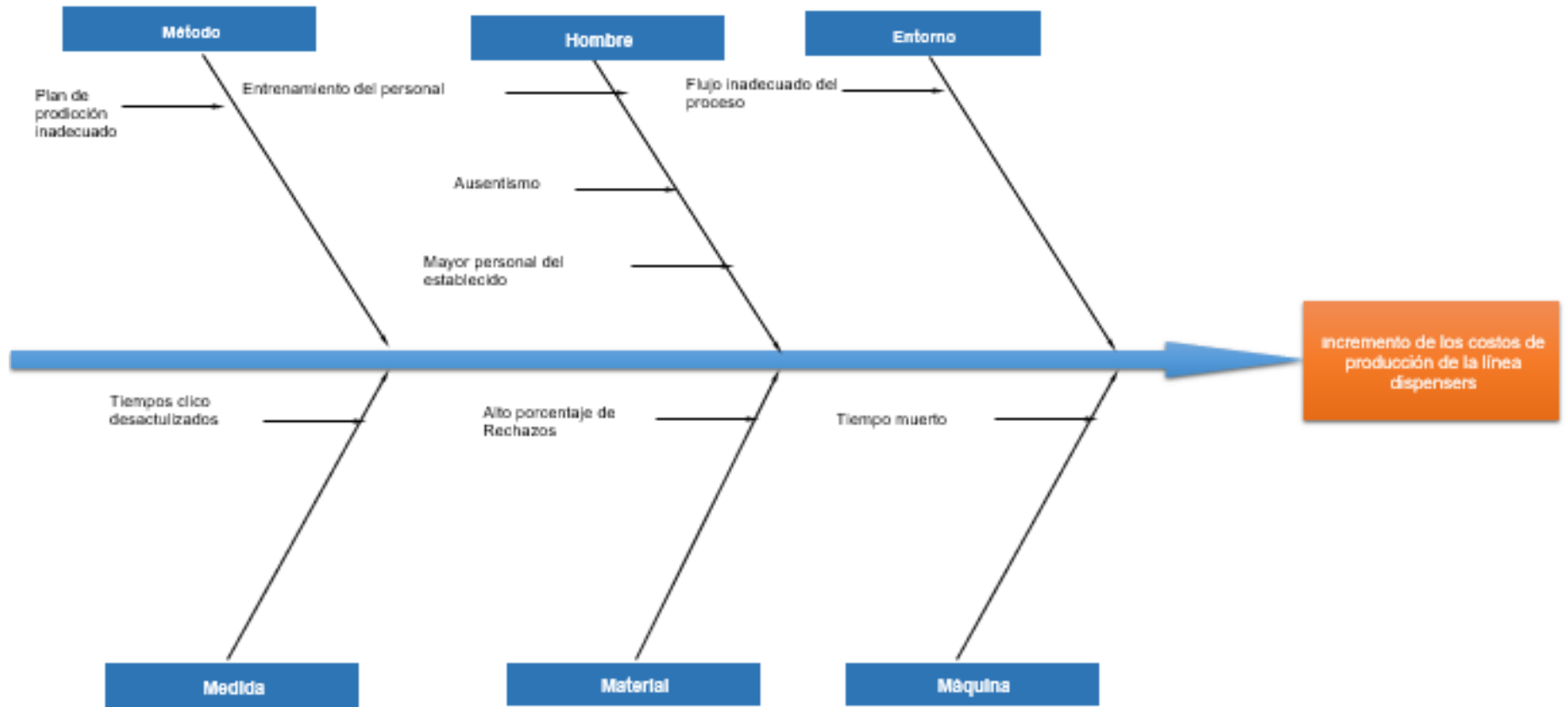


Figura 17: Diagrama Ishikawa

Fuente: Elaboración propia

Basados en los resultados suministrados del diagrama de Ishikawa por medio de una lluvia de ideas se presentan las posibles causas de las cuales se van a mencionar las razones que pueden estar o no afectando la productividad de la línea:

- **Plan de producción inadecuado:** se identificó que la cantidad de unidades programadas es mayor a la cantidad que la línea tiene capacidad de producción esto genera que para poder acercarse a la meta establecida por el cliente se deba incurrir en trabajar tiempo extra afectando la eficiencia del proceso.
- **Ausentismo:** No se cuenta con registro de ausentismo para la línea de Dispenser en el departamento de Recursos Humanos, por lo que no existe evidencia que el factor de ausentismo afecte la eficiencia de la línea.
- **Personal en entrenamiento:** Durante los últimos meses no ha sido necesario realizar entrenamientos a personal nuevo debido a que la métrica de Rotación Voluntaria o salidas del personal por renuncia se ha mantenido en 0% en los últimos 6 meses del año 2017, lo que indica que la línea no sufre atrasos debido a entrenamientos de personal nuevo en el proceso.

Los datos que se presentan en el siguiente cuadro representan información sobre Ensamble A y Ensamble B.

Tabla 3 Scorecard Kelpac, sección Personal

Scorecard								Meta
Categoría	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Tendencia	2%
Rotación Voluntaria	0%	0%	0%	0%	0%	0%	←←←←←	

Fuente: Elaboración propia.

Del área de Recursos humanos se toma la categoría de rotación voluntaria para poder definir el comportamiento de la línea en el tiempo, se logra descartar los entrenamientos de personal como contribuyente a la baja eficiencia de la línea, esto porque en los meses de julio a diciembre del año 2017 no se han presentado rotación de personal, siendo la meta de rotación de personal un 2% mensual.

- **Tiempos desactualizados:** Los tiempos programados en el sistema son más bajos que los tiempos reales de la línea, esto lleva a invertir en tiempo extra y de

ser posible agregar más personal al programado para cumplir con la demanda del cliente.

Tabla 11: Tiempos Estándar

Linea	Tiempo estandar del sistema (s)	Tiempo estandar actual (s)
Ensamble A	5	9,9
Ensamble B	17	22,3

Fuente: Elaboración propia.

- Tiempo muerto:** Se realizo el estudio del tiempo muerto del último mes y se puede comprobar que la línea está perdiendo en total 55,3 horas al mes por persona, en un mes de 4 semanas donde el tiempo disponible laboral es de 175 horas por persona se están perdiendo el 32% de ese tiempo por persona. En el caso de la línea de Ensamble A donde se cuenta con 9 personas en total la empresa está perdiendo 497,6 horas, si tomamos en cuenta que la hora de operario está en \$2,2, las 55,3 horas de tiempo muerto representan por operario \$1094,9 que vienen a ser un total de \$9852,7.

Tabla 12: Tiempos muertos Ensamble A

Razon	Tiempo (horas)
Esperando por materiales de ensamble	3,9
Esperando por materia prima	1
Cambio de order	1,16
Cuarto limpio caído	1,5
Problema de maquina	22,91
Corto de material	18,11
Otro	3,33
Verificaciòn de Calidad	1,58
Retrabajos	1,8
Total de tiempo muerto	55,29

Fuente: Elaboración propia

De las posibles causas identificadas con el diagrama de Ishikawa se va a identificar por medio del diagrama de Pareto cuales son las que están afectando mayormente la eficiencia de la línea.

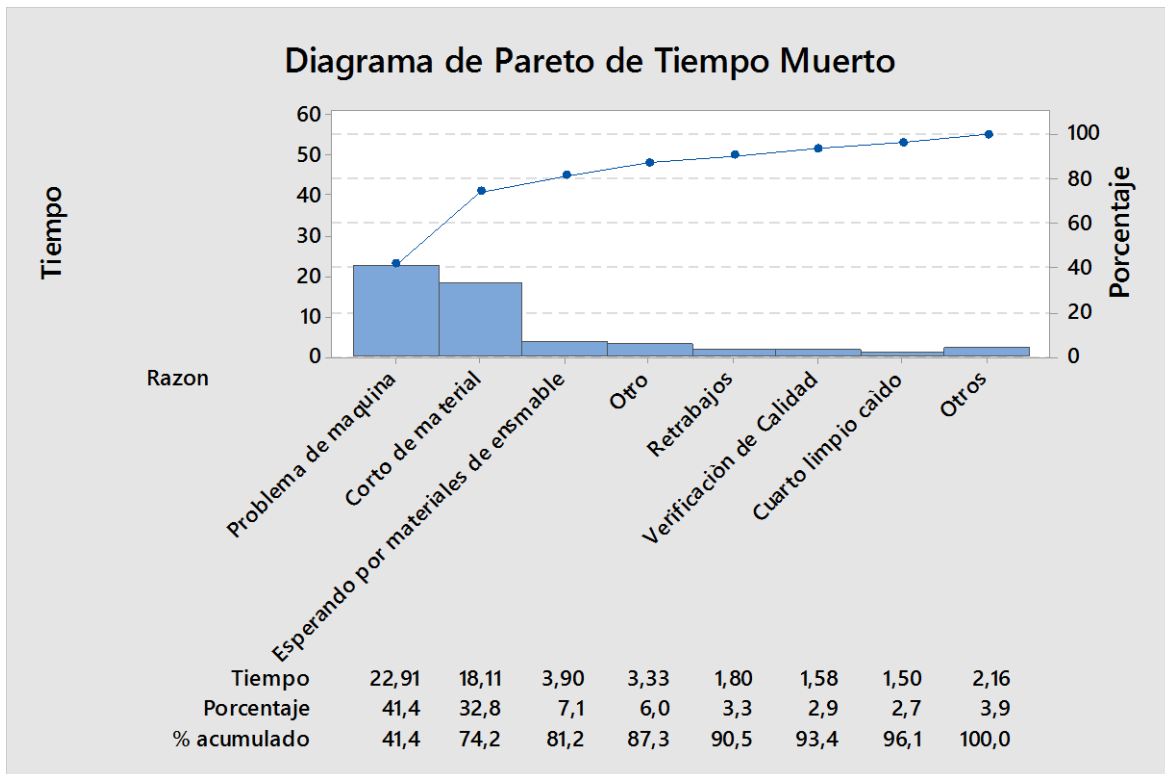


Figura 18: Diagrama de Pareto de tiempo muerto.

Fuente: Elaboración propia

En este caso las razones que nos está generando la mayor cantidad de tiempo muerto es:

- Problemas de Máquina que representa el 41,4% de los tiempos muertos.
- Corto de material que representa el 32,8% de los tiempos muertos.

Problemas de Máquina

En el caso de Problemas de maquina se detectan los siguientes problemas como mayores contribuyentes al problema:

- Problemas con el molde: con un 36%.
- Cambios de Orden: con un 22%.
- Deformidad en el tray: con un 19%.

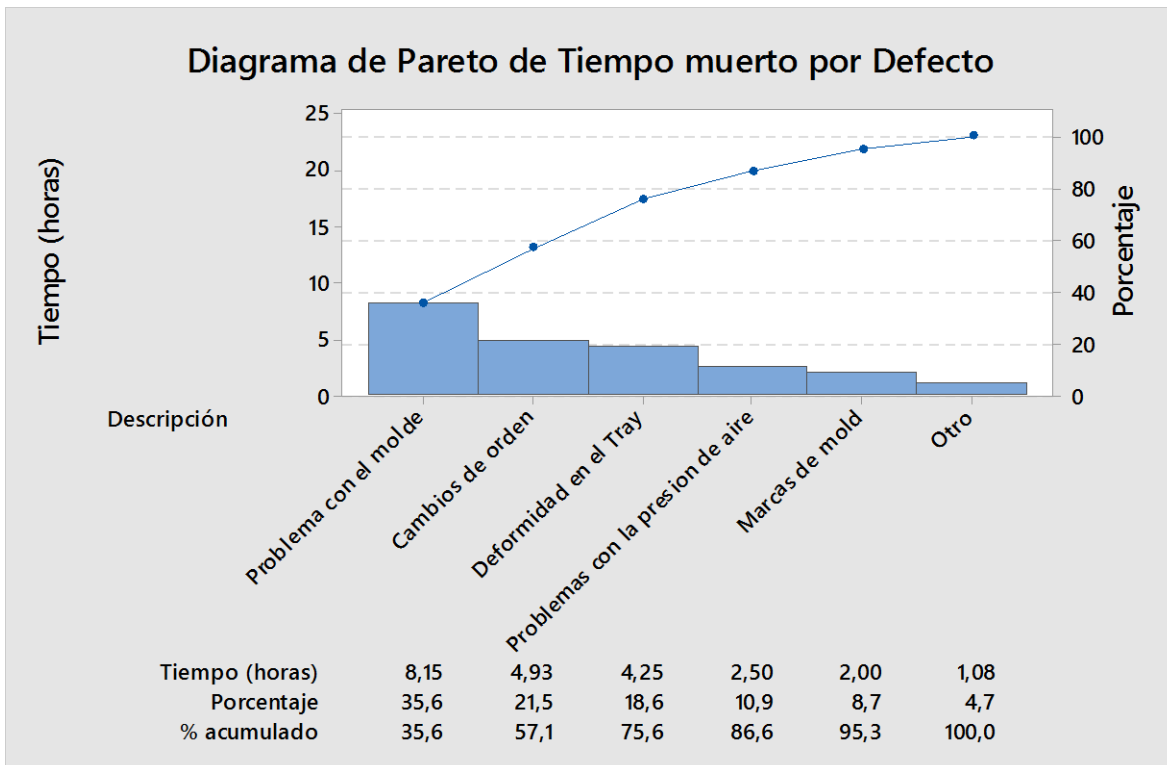


Figura 19: Diagrama de Pareto.

Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, se realiza un Pareto para conocer cuáles son las máquinas que están generando la mayor cantidad de problemas y se obtienen las siguientes: FFS (máquina formadora de Trays), formador de punta y aunque no es una máquina está dentro del 20% de los cambios de orden como uno de los mayores contribuyentes de los tiempos muertos.

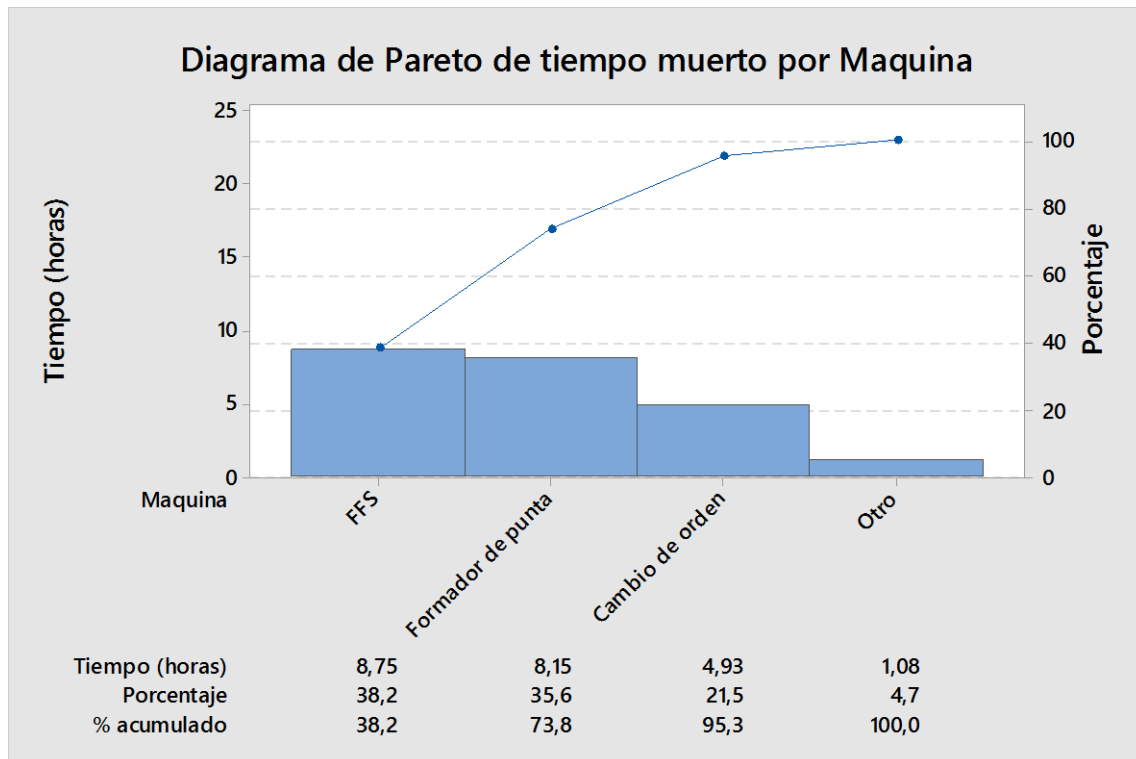


Figura 20: Diagrama de Pareto

Fuente: Elaboración propia

Corto de Material

En el caso de cortos de material se ha identificado que el problema se da debido a que los proveedores no cuentan con la capacidad de cubrir la demanda de la línea, esto genera atrasos considerables en el proceso ya que la línea se detiene por falta de materiales. Se identifica que los componentes que son suplidos por una empresa de New Jersey es la que afecta más comúnmente la producción de la línea, debido a que no cuenta con la capacidad para cumplir con la demanda que la empresa Kelpac Medical tiene para la línea de Dispenser.



Este problema ha llevado a la empresa a incurrir en la mayoría de los casos a pagar horas extras al personal para no afectar al cliente final.

- **Rechazos:** El yield es el porcentaje de producto bueno que sale de la línea vrs el material que ingresó.

Por ejemplo: Si ingresan 100 unidades a la línea y se desechan 10 unidades el yield de la línea fue de un 90%.

En el caso de la línea de Dispenser se ha establecido una meta tanto para Ensamble A como para Ensamble B de 90% para ser más exactos se tiene permitido desechar 1 unidad por cada 10 unidades procesadas, en la tabla 13 se muestra que: el Ensamble A ha mantenido un promedio de 92% mensual y el Ensamble B presenta un promedio de yield de 98% durante los meses de Julio a Diciembre del 2017 datos que se reportan mensualmente en el scorecard.

Tabla 13: Scorecard Kelpac Yield de Proceso

Scorecard								Meta
Categoría	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Tendencia	
Yield de Proceso								
Ensamble A	92%	94%	93%	90%	92%	93%		90%
Ensamble B	97%	97%	97%	99%	99%	98%		90%

Fuente: Elaboración propia

- **Aumento de personal de producción:** Al no tener un plan de producción robusto y una gran cantidad de horas muertas se ha debido colocar en la línea mayor personal del necesario para poder cumplir con la producción.
- **Horas extra:** En el mes de diciembre se han pagado 1632 horas extra, un promedio de 408 horas a la semana, lo que significa que se ha pagado en total \$33929,3 en horas extras al mes.

En la tabla 14 se muestra La cantidad de horas extra se han trabajado en los meses de enero a Mayo y lo que la empresa ha pagado en planilla de horas extra al personal con el objetivo de cumplir con la demanda establecida por el cliente.

Tabla 14: Histórico de horas extra

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Total \$	\$ 171125,5	\$ 171125,5	\$ 20229,3	\$ 20229,3	\$ 20229,3
Horas extra	15714	15714	18576	18576	18576

Fuente: Elaboración propia

En resumen, de las posibles causas detectadas durante la elaboración de Diagrama de Ishikawa, durante una lluvia de ideas durante un evento Kaizen con todos los integrantes del equipo que trabajó en el proyecto se ha determinado que las siguientes causas serán las que se estén estudiando durante el proyecto ya que

basado en la evidencia son las que estarían afectando directamente la eficiencia de la línea.

- Plan de producción inadecuado.
- Tiempos desactualizados
- Tiempo Muerto
- Horas extra

4.1.4 Análisis de tiempo de ciclo

Como parte del estudio del problema que presenta la línea de Dispenser. Se realiza un análisis de tiempos, con el fin de conocer el estado de la línea. Por su parte el Departamento de ingeniería industrial determina que para realizar este análisis se debe tomar una muestra de 30 observaciones en cada una de las operaciones.

La línea de Dispenser está conformada por 2 líneas de ensamble y un área de empaque en cajas.

Como parte de la investigación del proyecto se realizó un estudio tiempos de las trea áreas que conforman el Dispenser como producto final. Es importante dejar claro para el estudio que ambos ensambles no son dependientes uno del otro sin embargo los dos al final conforman un producto final que es el que estará llegando al cliente final en este caso los pacientes en los hospitales.

4.1.4.1 Ensamble A

La línea de ensamble A está conformada por 9 estaciones, donde labora 1 operador por estación, esto porque así fue como se cotizó en algún momento el proyecto con el cliente, es decir; se le indico al cliente que por cada operación se iba a necesitar una persona trabajando para poder cumplir con la demanda.

En la siguiente tabla se encuentra el detalle de las 30 muestras de los tiempos registrados en cada una de las estaciones de trabajo, estos tiempos representan los tiempos obtenidos de las observaciones realizadas a cada una de las operaciones, de los 3 procesos estudiados.

Tabla 15: Tiempo de ciclo Ensamble A

Muestra	Ultrasonic Welder	Welder Inspection	Side arm Bonding 1	Side arm Bonding 2	Stopcock 1	Stopcock 2	Silicone Drop	Sheat Tipping	Toolbelt
T1	7,4	8,8	5,5	6,8	9,4	8,1	5,7	6,1	8,9
T2	7,0	8,3	6,0	6,8	8,9	8,1	5,9	6,1	8,9
T3	7,5	8,0	5,3	7,0	9,0	8,1	5,9	6,1	8,9
T4	7,3	8,8	5,5	7,4	9,1	8,1	5,7	6,1	8,9
T5	7,3	8,9	5,4	6,9	8,9	8,1	5,7	6,2	8,5
T6	7,4	8,9	5,6	7,3	9,0	8,1	6,0	6,4	9,0
T7	7,2	8,9	6,1	7,0	9,3	8,1	5,9	6,1	8,7
T8	7,1	8,5	5,3	7,0	9,1	8,1	5,7	6,1	8,9
T9	6,6	8,9	5,3	7,0	8,9	8,1	5,7	6,3	8,9
T10	7,0	8,8	5,4	7,5	9,4	8,1	5,7	6,1	9,0
T11	7,4	8,8	5,9	7,0	9,0	8,1	5,9	6,1	8,6
T12	7,3	8,9	5,5	7,4	9,0	8,1	5,7	6,1	8,9
T13	7,5	8,8	5,6	7,4	9,0	8,1	5,7	6,2	8,9
T14	7,3	8,9	5,5	7,3	9,0	8,1	5,8	6,1	9,0
T15	7,5	8,9	5,8	7,0	8,9	8,0	5,4	6,1	8,7
T16	7,3	8,9	5,4	7,4	9,1	8,1	6,0	6,1	8,6
T17	7,5	9,0	5,4	7,5	9,1	8,0	5,7	6,1	8,7
T18	7,7	8,6	5,5	7,5	9,1	8,1	5,8	6,3	9,0
T19	7,4	8,4	5,9	6,5	9,1	8,1	6,0	6,1	8,9
T20	7,6	8,3	5,5	7,4	9,0	8,1	5,8	6,1	8,7
T21	7,9	8,9	5,2	7,3	9,1	8,1	5,7	6,1	8,7
T22	7,0	8,7	5,2	6,5	9,1	8,1	5,2	6,1	9,0
T23	7,2	9,0	5,8	6,3	9,1	8,1	5,8	6,1	8,9
T24	7,4	9,0	5,4	7,9	9,1	8,1	5,7	6,0	9,0
T25	7,5	9,0	5,3	6,9	9,0	8,1	5,5	6,1	9,0
T26	6,4	8,6	5,2	7,5	9,1	8,1	5,4	6,1	8,8
T27	7,5	8,8	5,7	6,9	9,1	8,1	5,9	6,1	8,9
T28	7,3	8,7	5,8	7,2	9,0	8,1	5,8	6,1	8,9
T29	8,0	8,9	5,4	7,2	9,0	8,1	5,6	6,1	8,9
T30	7,3	9,0	5,2	7,0	9,0	8,1	5,6	6,0	8,6
Σ tiempos	219,8	262,8	165,7	214,4	272,2	242,5	171,8	183,5	265,7

Fuente: Elaboración propia.

4.1.4.2 Ensamble B

La línea de ensamble B está conformada por 9 estaciones. En la siguiente tabla se encuentra el detalle de las 30 muestras de los tiempos registrados en cada una de las estaciones de trabajo:

Tabla 16: Tiempo de ciclo de Ensamble B

Muestra	Soldadura de Velcro y LF	Corto de Die	Wrist Strap to Frame	Ensamble de Strap al frame	Balloon into frame Assembly Process	Dial to Frame Assembly Process	Dial to Frame Assembly Process	Load to FFS Closure Band	Load to FFS Syringe
T1	7,3	11,0	16,0	20,5	19,5	5,2	12,4	5,8	3,8
T2	7,0	10,8	15,8	20,2	19,6	5,5	12,4	5,8	3,5
T3	7,5	10,8	15,5	20,5	19,3	5,3	12,3	5,8	3,6
T4	7,4	11,0	15,7	20,8	19,5	5,3	12,8	5,7	3,6
T5	7,0	10,7	15,9	20,5	19,5	5,8	12,2	5,3	3,6
T6	7,0	10,6	15,3	20,5	19,4	5,3	12,4	5,9	3,6
T7	6,9	10,3	15,7	20,5	19,3	5,6	12,6	5,8	3,6
T8	7,0	11,5	15,8	20,5	19,3	5,3	12,1	5,7	3,6
T9	6,9	11,0	16,0	20,7	19,8	5,3	12,3	5,5	3,6
T10	6,9	10,5	15,5	20,4	19,7	5,2	12,3	5,8	3,9
T11	7,0	10,8	15,8	20,2	19,9	5,5	12,4	5,3	3,7
T12	6,9	11,0	15,9	20,5	19,8	5,1	12,6	5,9	3,6
T13	6,8	10,9	15,5	20,5	19,3	5,3	12,8	5,7	3,6
T14	7,1	10,8	15,8	20,4	19,1	5,5	12,7	5,8	3,8
T15	6,8	10,6	15,9	20,4	19,2	5,3	12,8	5,4	3,7
T16	6,3	10,6	15,4	20,2	19,3	5,6	12,6	5,7	3,3
T17	6,7	10,6	15,4	20,5	19,4	5,2	12,5	5,5	5,4
T18	6,9	10,6	15,9	20,5	19,0	5,5	12,5	5,6	3,6
T19	6,8	10,6	15,5	20,2	19,5	5,3	12,8	5,5	3,6
T20	6,9	10,5	15,7	20,4	19,4	5,4	12,6	5,8	3,4
T21	7,2	10,8	15,8	20,2	19,4	5,2	12,7	5,4	3,5
T22	6,3	11,0	15,8	20,4	19,0	5,4	12,5	5,7	3,7
T23	6,8	11,2	16,0	20,2	19,4	5,1	12,4	5,8	3,5
T24	7,3	11,1	15,9	20,4	19,4	5,3	12,3	5,6	3,5
T25	7,0	11,0	16,9	20,2	19,4	5,1	12,5	5,5	3,6
T26	7,0	10,9	16,9	20,7	19,1	5,3	12,4	5,5	3,6
T27	7,4	10,6	17,0	20,2	19,0	5,2	12,5	5,7	3,4
T28	7,5	10,4	16,0	20,3	19,2	5,4	12,6	5,8	3,4
T29	8,0	10,3	17,0	20,4	19,3	5,3	12,5	5,7	3,5
T30	7,6	11,6	17,0	20,2	19,5	5,4	12,4	5,8	3,7
∑ tiempos	211,5	324,9	478,6	612,0	581,6	160,1	374,9	170,3	109,0

Fuente: Elaboración propia

4.1.4.3 Empaque

El área de empaque cuenta con 3 estaciones de trabajo, en las cuales laboran 5 personas.

En la siguiente tabla se muestra el detalle de los tiempos tomados para esta área:

Tabla 17: Tiempo de ciclo Empaque

Muestra	Inpeccion de Tray	Inpeccion y pegado de etiqueta	Cajas
T1	5,3	1,5	4,3
T2	5,9	1,5	4,6
T3	6,0	1,4	4,3
T4	5,8	1,5	4,3
T5	5,9	1,4	4,5
T6	5,9	1,5	4,3
T7	6,0	1,4	4,3
T8	5,9	1,4	4,5
T9	6,0	1,5	4,3
T10	6,0	1,4	4,5
T11	5,7	1,6	4,5
T12	5,9	1,4	4,3
T13	5,7	1,4	4,3
T14	5,8	1,4	4,2
T15	6,1	1,5	4,3
T16	6,0	1,5	4,2
T17	5,8	1,5	4,3
T18	5,8	1,4	4,3
T19	6,0	1,4	4,1
T20	5,9	1,3	4,4
T21	5,9	1,5	4,2
T22	5,9	1,5	4,5
T23	6,0	1,5	4,8
T24	5,7	1,5	4,5
T25	6,0	1,4	4,1
T26	5,7	1,4	4,2
T27	5,8	1,4	4,4
T28	5,9	1,4	4,2
T29	5,9	1,5	4,0
T30	5,8	1,5	4,3
∑ tiempos	176,3	43,6	129,5

Fuente: Elaboración propia.

4.1.4.4 Tiempo Promedio

Los tiempos promedio de cada operación son la suma de todos los tiempos de las muestras, divididos entre la cantidad de muestras.

Tiempo promedio: $\sum T1:T30/30$

Para cada proceso se realizó la suma de los tiempos y se dividió entre número de observaciones, para obtener el promedio de tiempo por operación.

Tabla 18: Tiempo promedio Ensamble A

Operación	Sumatoria de tiempos	Cantidad de muestras	Tiempo Promedio
Ultrasonic Welder	219,8	30	7,3
Welder Inspection	262,8	30	8,8
Side arm Bonding 1	165,7	30	5,5
Side arm Bonding 2	214,4	30	7,1
Stopcock 1	272,2	30	9,1
Stopcock 2	242,5	30	8,1
Silicone Drop	171,8	30	5,7
Sheat Tipping	183,5	30	6,1
Toolbelt	265,7	30	8,9

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19: Tiempo Promedio Ensamble B

Operación	Sumatoria de tiempos	Cantidad de muestras	Tiempo Promedio
Soldadura de Velcro y LF	211,5	30	7,1
Corto de Die	324,9	30	10,8
Wrist Strap to Frame	478,6	30	16,0
Ensamble de Strap al frame	612,0	30	20,4
Balloon into frame Assembly Process	581,6	30	19,4
Dial to Frame Assembly Process	160,1	30	5,3
Dial to Frame Assembly Process	374,9	30	12,5
Load to FFS Closure Band	170,3	30	5,7
Load to FFS Syringe	109,0	30	3,6

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20: Tiempo Promedio Empaque

Operación	Sumatoria de tiempos	Cantidad de muestras	Tiempo Promedio
Inpeccion de Tray	176,3	30	5,9
Inpeccion y pegado de etiqueta	43,6	30	1,5
Cajas	129,5	30	4,3

Fuente: Elaboración propia.

4.1.4.5 Tiempo Normal

El tiempo normal de cada estación es el tiempo de desempeño observado por la unidad multiplicado por el índice del desempeño. El equipo de ingeniería industrial asignó la siguiente fórmula para el cálculo de tiempo normal:

$$\text{Tiempo promedio} \times (\text{valor estándar} / \text{valor atribuido})$$

A la vez dicho departamento ha determinado el valor atribuido y el valor estándar para cálculo del tiempo normal:

Valor atribuido: 95

Valor estándar: 100

Tabla 21: Tiempo Normal Ensamble A

Operación	Tiempo Promedio	Valor Estándar	Valor Atribuido	Tiempo Normal
Ultrasonic Welder	7,3	95	100	7,0
Welder Inspection	8,8	95	100	8,3
Side arm Bonding 1	5,5	95	100	5,2
Side arm Bonding 2	7,1	95	100	6,8
Stopcock 1	9,1	95	100	8,6
Stopcock 2	8,1	95	100	7,7
Silicone Drop	5,7	95	100	5,4
Sheat Tipping	6,1	95	100	5,8
Toolbelt	8,9	95	100	8,4

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22: Tiempo Normal Ensamble B

Operación	Tiempo Promedio	Valor Estándar	Valor Atribuido	Tiempo Normal
Soldadura de Velcro y LF	7,1	95	100	6,7
Corto de Die	10,8	95	100	10,3
Wrist Strap to Frame	16,0	95	100	15,2
Ensamble de Strap al frame	20,4	95	100	19,4
Balloon into frame Assembly Process	19,4	95	100	18,4
Dial to Frame Assembly Process	5,3	95	100	5,1
Dial to Frame Assembly Process	12,5	95	100	11,9
Load to FFS Closure Band	5,7	95	100	5,4
Load to FFS Syringe	3,6	95	100	3,5

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23: Tiempo Normal Empaque

Operación	Tiempo Promedio	Valor Estándar	Valor Atribuido	Tiempo Normal
Inpeccion de Tray	5,9	95	100	5,6
Inpeccion y pegado de etiqueta	1,5	95	100	1,4
Cajas	4,3	95	100	4,1

Fuente: Elaboración propia.

4.1.4.6 Suplementos

Para calcular el tiempo estándar por unidad, es necesario obtener el porcentaje de suplementos. Basado en la Organización Internacional del Trabajo para calcular los suplementos.

Tabla 24: Porcentaje de Suplementos

Suplementos	Porcentajes
Necesidades personales	6%
Fatiga	4%
Concentración intensa	2%
Tensión Mental	1%
Monotonía	1%
Tedio	1%
Total	15%

Fuente: Elaboración propia.

- **Necesidades personales:** En este punto se consideran idas al baño, a tomar agua, entre otras actividades que requiere el personal.
- **Fatiga:** El cansancio se experimenta luego de un intenso y continuo esfuerzo físico o mental.
- **Concentración intensa:** Al ser Kelpac una empresa de manufactura productos médicos para el uso humano, es de gran importancia que todos los estándares de calidad se cumplan, para esto se requiere mucha concentración por parte del personal.
- **Tensión mental:** Este suplemento va de la mano con la atención al detalle, esto porque durante el proceso se debe inspeccionar el material ya empacado asegurarse de que no falte ningún componente, que los componentes se encuentren en buen estado, que dentro de la bandeja no haya particulado, además debe inspeccionarse la información de la etiqueta tanto de la bandeja como de la caja. Asegurarse de colocar los componentes de empaque que deben ir dentro de la caja.
- **Monotonía:** Las operaciones del proceso se consideran monótonos por el origen del producto, por lo que esto produce aburrimiento o cansancio.
- **Tedio:** Al ser el trabajo un acto que se debe realizar para obtener una remuneración al final puede generar una sensación de malestar o fastidio, origen de la falta de diversión o interés por algo.

4.1.4.7 Tiempo estándar

El tiempo estándar de cada operación es el tiempo normal más la multiplicación del tiempo normal por los suplementos. Se ha asignado la siguiente fórmula para determinar el tiempo estándar: $\text{Tiempo normal} + (\text{Tiempo normal} \times \text{suplementos})$

En las siguientes tablas se muestran los tiempos estándar calculados para cada una de las operaciones de cada proceso:

Tabla 25: Tiempo Estándar Ensamble A

Operación	Tiempo Normal	Suplementos	Tiempo Estándar
Ultrasonic Welder	7,0	15%	8,0
Welder Inspection	8,3	15%	9,6
Side arm Bonding 1	5,2	15%	6,0
Side arm Bonding 2	6,8	15%	7,8
Stopcock 1	8,6	15%	9,9
Stopcock 2	7,7	15%	8,8
Silicone Drop	5,4	15%	6,3
Sheat Tipping	5,8	15%	6,7
Toolbelt	8,4	15%	9,7

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 26: Tiempo Estándar Ensamble B

Operación	Tiempo Normal	Suplementos	Tiempo Estándar
Soldadura de Velcro y LF	6,7	15%	7,7
Corto de Die	10,3	15%	11,8
Wrist Strap to Frame	15,2	15%	17,4
Ensamble de Strap al frame	19,4	15%	22,3
Balloon into frame Assembly Process	18,4	15%	21,2
Dial to Frame Assembly Process	5,1	15%	5,8
Dial to Frame Assembly Process	11,9	15%	13,7
Load to FFS Closure Band	5,4	15%	6,2
Load to FFS Syringe	3,5	15%	4,0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27: Tiempo Estándar Empaque

Operación	Tiempo Normal	Suplementos	Tiempo Estándar
Inpeccion de Tray	5,6	15%	6,4
Inpeccion y pegado de etiqueta	1,4	15%	1,6
Cajas	4,1	15%	4,7

Fuente: Elaboración propia.

4.1.4.8 Tak Time

El tak time de un proceso se calcula dividiendo el tiempo disponible diario en segundos entre la demanda diaria:

T: Tak Time

W: Tiempo disponible en segundos

D: Demanda Diaria

$T=W/D$

Seguido se presentan las tablas con el tak time de los procesos que conforman la línea de Dispenser:

Tabla 28: Resumen Tak Time en segundos

Área	Demanda Diaria	Tiempo disponible	Tak Time
Ensamble A	2125	31500	14,8
EnsambleB	2250	31500	14,0
Empaque	4375	31500	7,2

Fuente: Elaboración propia.

Se muestra de manera gráfica el estado de los 3 procesos según la demanda, para lograr identificar las operaciones que no están logrando la meta establecida por el cliente:

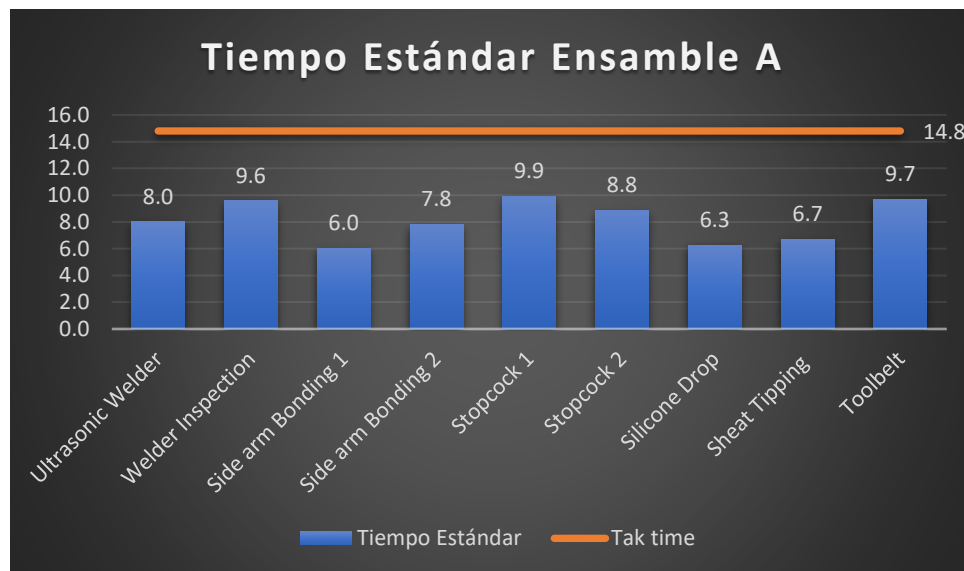


Figura 21: Estudio de tiempos ensamble A

Fuente: Elaboración propia

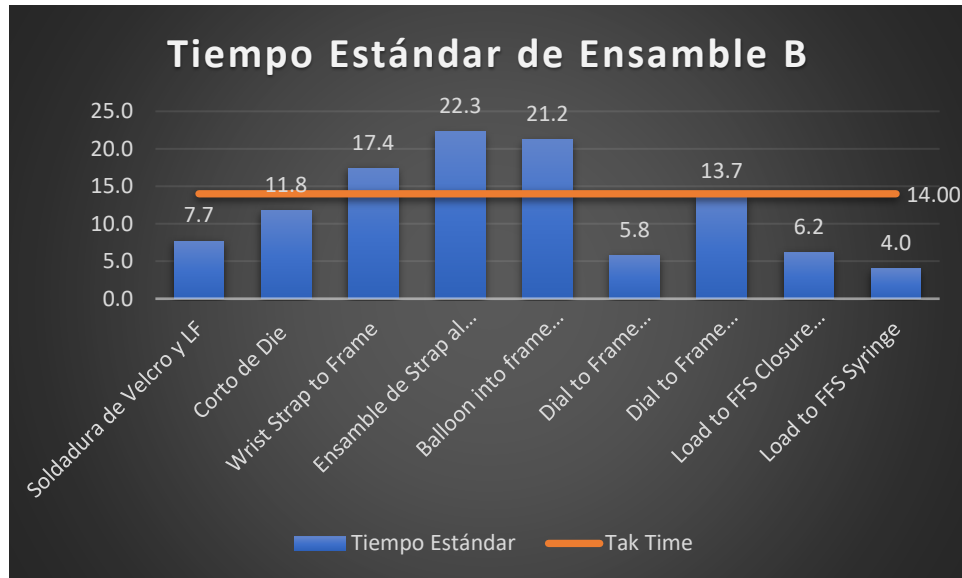


Figura 22: Estudio de tiempos ensamble B

Fuente: Elaboración propia

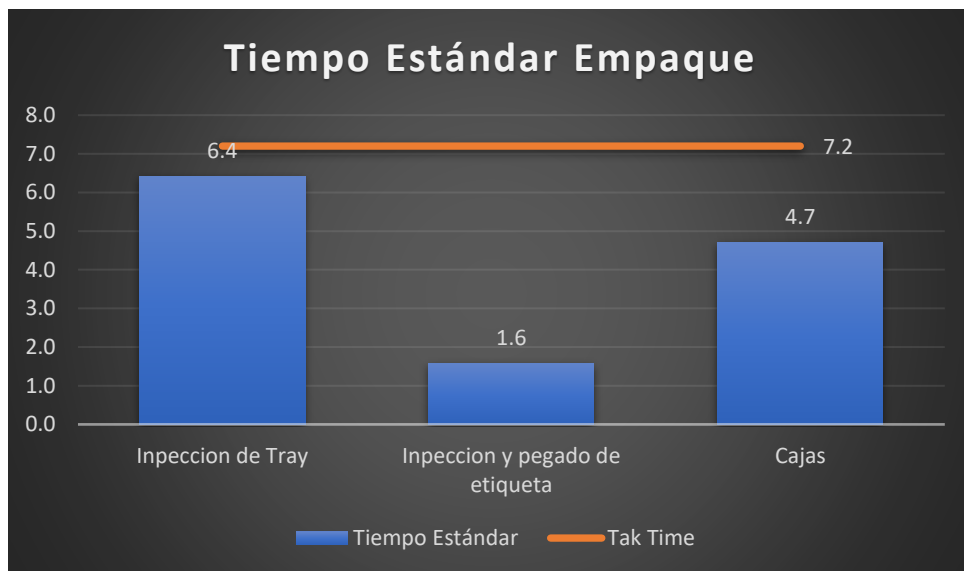


Figura 23: Estudio de tiempos Empaque

Fuente: Elaboración propia

Según la demanda del cliente y con respecto a los tiempos que se lograron tomar se identifica que:

El ensamble A: tiene capacidad para lograr con la demanda diaria, ya que el cuello de botella identificado es la estación de Stopcok 1 con un tiempo de 9,9 segundos por unidad, llevando a la línea a una capacidad de 3203 unidades

diarias, tomando en cuenta que la demanda diaria de este ensamble es de 2125 unidades. Se podría decir que el proceso de ensamble A tiene tiempo ocioso debido a que se cumple con la producción en un menor tiempo al esperado.

El ensamble B: No cuenta con capacidad para lograr la demanda diaria de 2250 unidades diarias, debido a que su cuello de botella (ensamble del strap al frame) tiene un tiempo de 22,3 segundos por unidad, es decir; la capacidad diaria de la línea es de 1413 unidades por día, quedando por debajo de la meta 837 unidades diarias.

Empaque: cuenta con la capacidad para cubrir con la demanda de los dos ensambles, teniendo un cuello de botella con un tiempo de 6,4 segundos por unidad, logra obtener una capacidad de 4907 unidades diarias, 532 unidades por encima de la meta de 4375 que es la suma de la demanda diaria del ensamble A y el ensamble B.

Para los tres procesos se tomó un tiempo disponible de 8,75 horas diarias, cinco días a la semana, días que trabaja la línea.

Tabla 29: Resumen Capacidad Diaria

Proceso	Cuello de Botella	Tiempo Cuello de botella (s)	Tiempo disponible (s)	Capacidad Diaria	Demanda Diaria	Delta
Ensamble A	Stopcok 1	9,9	31500	3182	2125	1057
Ensamble B	Ensamble del Strap al Frame	22,3	31500	1413	2250	-837
Empaque	Inspección del Tray	6,4	31500	4907	4375	532

Fuente: Elaboración propia.

4.1.4.9 Cuello de botella de Ensamble B

En el caso del proceso de ensamble B se identifica luego del estudio de tiempos que el cuello de botella es la operación de ensamble de la correa con el marco, con un tiempo de 22,2 segundos por unidad; por lo que se realiza un desglose de esta operación para entender de las actividades que conforman esta operación cual es la más lenta o que tarda más tiempo en completarse.

Tomando en cuenta que el proceso de ensamble B es el que no está logrando llegar a la meta establecida basado en la demanda del cliente, se realiza una

revisión del cuello de botella, para lograr determinar los movimientos que se realizan que están tomando más tiempo de ejecutarse.

Tabla 30: Elementos Cuello de Botella

Elemento	Descripción
1	Inpeccionar Velcro con el tubo
2	Carga de Velcro y tubo en la soldadora Ultrasonica
3	Inspeccionar la correa
4	Carga de correa en la soldadora Ultrasonica
5	Proceso de Soldadura
6	Descarga e inspección de la parte ensamblada

Fuente: Elaboración propia.

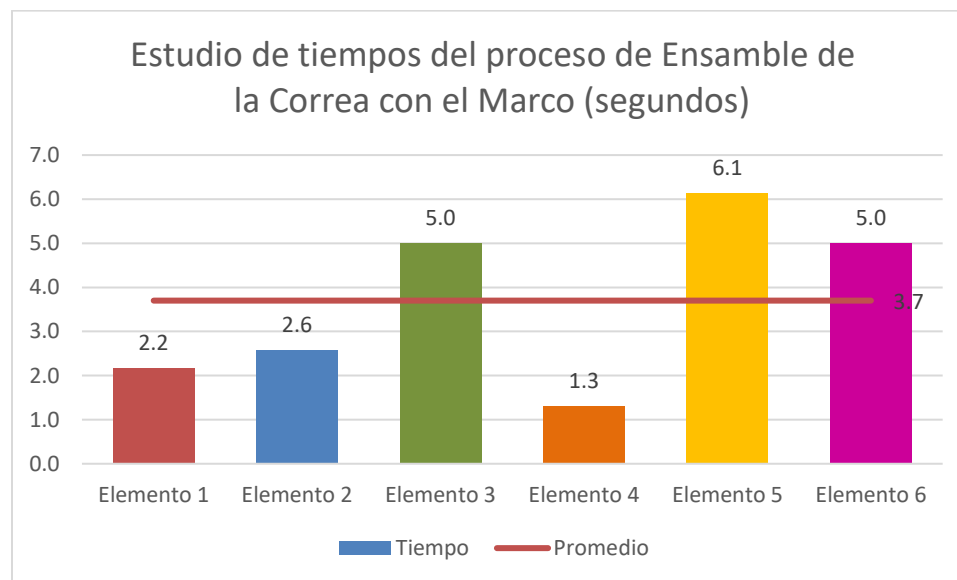


Figura 24: Estudio de tiempos

Fuente: Elaboración propia.

Se identifican 6 elementos que conforman esta actividad, los cuales son: Tomar e inspeccionar el ensamble del Velcro con el Tubo, carga del Velcro y el Tubo en la Soldadora Ultrasónica, tomar e inspeccionar la correa, carga de la correa en la soldadora ultrasónica, proceso Soldadura, descarga e inspección de la parte ensamblada.

El promedio de tiempo que está tardando el cuello de botella del Ensamble B es de 3,7 segundos, se tienen 3 actividades que están por debajo del promedio y 3 actividades que se encuentran muy por encima del promedio, a la vez se identifica

el elemento 5 (proceso Soldadura) es la actividad cuello de botella de esta operación con 6,1 segundos por unidad, sin embargo, este tiempo se debe al tiempo de ciclo de la máquina por lo que se determina que ese tiempo no se puede disminuir más del tiempo que está tardando el proceso.

4.1.5 Conclusiones

En la tabla 31 se muestra el desglose de las cada una de las operaciones que conforman el proceso de ensamble B, se midió a una persona calificada por operación, sin analizar la carga de trabajo que tiene cada una de estas operaciones, se identifica diferencias notables en tiempos como por ejemplo el cuello de botella en el ensamble de la correa al frame al final se ha asignado un operador, mientras que en la operación Cargar Jeringas en la FFS la cual tiene un tiempo de 4,0 segundos el tiempo más bajo del proceso tiene una persona asignada 100% del tiempo.

Tabla 31: Diagrama de Operaciones Ensamble B antes de la mejora

Operador	Operación	Descripción	Tiempo Estandar
1	Soldadura de Velcro y LF	Operador coloca el Velcro y el tubo y lo coloca en la Soldadora	7,7
2	Corto de Die	El operador realiza un corte de agujeros en el tubo Lay Flat	11,8
3	Ensamble de la correa al frame preliminar	Colocar el gauge al ensamble, colocar la correa, colocar el rivet y remover el gauge	17,4
4	Ensamble de la correa al frame final	Inspeccionar la unidad, colocar el ensamble en la ultrasonica, inspeccionar el frame, colocar en la soldadora, descargar e inspeccionar la unidad.	22,3
5	Colocar el Balloon dentro del Frame	Inspeccionar el frame y el balloon, doblar ambos lados del balloon, insertar el balloon en dentro del frame e inspeccionar.	21,2
6	Colocar el Dial en el Fram proceso 1	Colocar Silicone, extender el silicone con una esponja, remover el exceso del silicone con otra esponja.	5,8
7	Colocar el Dial en el Fram proceso 2	Colocar el ensamble en el fixture, insertar el dial, descargar el ensamble del fixture.	13,7
8	Cargar el ensamble en la FFS	Inspeccionar el ensamble, colocar el ensamble en la FFS.	6,2
9	Cargar la Jeringa en la FFS	Inspeccionar la jeringa, colocar la jeringa en la FFS	4,0

Fuente: Elaboración propia.

Plan de producción inadecuado debido a tiempos desactualizados: Se le confiro al cliente que las cantidades indicadas en la demanda se iban a completar

en el tiempo que es requerido basado en los tiempos que el sistema interno tiene programado, al momento de revisar los tiempos se identifica una deficiencia en el proceso de ensamble B para poder cumplir con la meta establecida, generando esto que para poder cumplir se deba incurrir en trabajo en tiempo extraordinario incrementando el costo del producto.

Tabla 32: Resumen pago por horas extras

Cantidad de Operarios	de	Salario por hora	por	Cantidad de horas extra	Costo de horas Extra al mes
9		\$2,2		333	\$1098,9

Fuente: Elaboración propia

La gerencia cotizo un total de \$1098,9 en horas extra por mes, pero en realidad se han estado pagando \$33929,3 en horas extra, \$32830,4 más de lo establecido.

Otra opción que se ha estado trabajando es el incrementar la cantidad de personal para no quedarle mal al cliente y como en el caso anterior igualmente este presenta un incremento en el costo del producto ya que se está utilizando mayor mano de obra de la establecida en contratos iniciales.

Ensamble A y Ensamble B son procesos que se trabajan por separado, según el estudio de tiempos hay diferencia en los tiempos de ambos procesos, en un proceso existe tiempo ocioso y en el otro se requiere trabajo horas extra para cumplir con la demanda.

En el ensamble A es donde se presentan la mayoría de los tiempos muertos, aunque con los tiempos actuales el proceso logra cubrir la demanda, se puede mejorar el tiempo reduciendo los tiempos muertos.

**CAPITULO V:
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN**

En el presente capítulo se realiza el diseño e implementación de propuestas basadas en las oportunidades de mejora con respecto a la productividad de la línea de Dispenser, las cuales se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 33 Causas vs Propuestas

Causas Identificadas	Propuestas de mejora
Tiempos de ciclo desactualizados	Actualizar tiempos de ciclo de acuerdo con los tomados.
Líneas desbalanceadas	Realizar balance en ensamble A y ensamble B
Equipo sin Mantenimiento Preventivo	Actualizar el mantenimiento preventivo de los equipos.

Fuente: Elaboración propia.

Lo primordial es la realización de un balance de línea para poder definir la cantidad de personal necesario para poder cumplir con la demanda establecida:

1. Actualización de tiempos para los procesos de Ensamble A y Ensamble B

Se propone realizar la actualización de los tiempos que se encuentran en el sistema para que coincidan con los tiempos reales que tiene la línea de producción, con esto asegurar una correcta planeación del programa de producción semanal y a la vez evita el comprometerse con el cliente con cantidades y fechas que no se pueden cumplir.

2. Modelo de capacidad

Se diseña un control de capacidad en Excel para los procesos de la línea de Dispenser y con ello determinar si realmente se tiene la capacidad necesaria para producir según el programa semanal otorgado a la línea de producción, para que esto no impacte con la solicitud del cliente. Este modelo de capacidad considera ciertos paros programados por turno, estos fueron asignados por distintas áreas, como lo son:

Hour Daily Tracker							
Hora	Actual	Meta	Acumulado	Meta Acumulado	Tiempo Muerto	Scrap	Yield
07:00		188		188			
08:00		250		438			
09:00		188		626			
10:00		250		876			
11:00		250		1126			
12:00		250		1376			
13:00		125		1501			
14:00		250		1751			
15:00		250		2001			
15:30		250		2251			
Total		2251		2251			

Figura 25 Control hora a hora del proceso

Fuente: Elaboración propia

Se creó este control de producción con el objetivo de dar seguimiento hora a hora la producción de la línea, el tiempo muerto de presentarse y los rechazos de unidades. Esta herramienta se encuentra en una dirección en la red interna de la empresa y se proyecta a la línea en una pantalla que se había instalado para presentar algunas métricas de le empresa, se define que por el momento es de mayor importancia llevar el control del desempeño de la línea, es por esta razón que ahora se utiliza para este fin.

El líder de línea ingresa la información hora a hora y automáticamente se va viendo en tiempo real el desempeño de la línea. El llevar un control por hora permite al equipo poder trabajar en los problemas y corregir para el resto del día, es necesario estar atento a los datos, es por esta razón que se llevan los datos en una hoja de Excel con el objetivo de guardar registros, pero además se imprimió el mismo formulario y se colocó en una pizarra para que el líder de línea vaya llenando por hora.

3. Balance de Línea

Se realiza la revisión de cada una de las estaciones de Ensamble B los cuales no están cumpliendo con la meta de producción con el objetivo de tratar de cumplir con el tak time, durante el estudio de tiempos tomado en cada una de las estaciones se realizó un estudio por elemento o cada parte del proceso de esa estación.

En la tabla 35 se muestran los tiempos tomados para cada una de las estaciones con un total de 9 operarios, sumando todos los tiempos de cada operación se obtiene que para completar una unidad se debe invertir 106,19 segundos.

Se realiza una caminata en la línea de producción del ensamble B con el equipo con el objetivo de analizar cada una de las estaciones para poder realizar un balance de línea que permita cumplir con el requerimiento del cliente y con las necesidades de la empresa, de ser eficientes con los recursos.

En la tabla 36 se propone realizar un balance entre estaciones debido a que los tiempos tomados en cada paso y las observaciones del proceso demuestran que es posible realizar cambios para mejorar la productividad de la línea sin afectar la calidad del producto.

Se realizan movimientos de procesos a las estaciones que se encuentran menos cargadas de trabajo con el objetivo de reducir el tiempo al punto de llegar lo más cerca posible al tak time obteniendo los siguientes tiempos una vez que se realizan esos cambios de operaciones:

Tabla 34: Tiempos propuestos

Operación	Tiempo Total
Soldadura de Velcro y LF	13,0
Corto de Die	14,4
Ensamble de la correa al frame preliminar	13,9
Ensamble de la correa al frame final	15,7
Colocar el Balloon dentro del Frame	15,2
Colocar el Dial en el Fram proceso 1	5,3
Colocar el Dial en el Fram proceso 2	12,5
Cargar el ensamble en la FFS	5,7
Cargar la Jeringa en la FFS	3,6

Fuente: Elaboración propia

Aún se identifican tiempos muy altos con respecto al tak time por lo que se decide tomar los operarios de las estaciones que tiempos más holgados y moverlos para que den soporte en las estaciones que están más cargadas de trabajo.

Tabla 35: Estudio de tiempos por elemento de Ensamble B

Estudio de tiempos de ensamble B		Step 1	Step 2	Step 3	Step 4	Step 5	Step 6	Total Time(secs)	Cant Operarios
1	Soldadura de Velcro y LF	Cargar el velcro en la soldadora	Proceso de soldadura	Cargar tubo Layflat en la soldadora				13,03	1
	Tiempo normal (en segundos)	3,91	6,13	2,99					
2	Corto de Die	Cargar el ensamble del Velcro y el tubo Layflat en la	Proceso de corte	Descargar e inspeccionar el ensamble				10,79	1
	Tiempo normal (en segundos)	3,67	3,00	4,12					
3	Wrist Strap to Frame(Preliminary process)	Colocar el gauge al ensamble	Colocar la parte Perfomed Strap	Colocar la parte Rivet	Remover el Gauge del ensamble			15,48	1
	Tiempo normal (en segundos)	3,60	3,94	4,02	3,92				
4	Ensamble de Strap al frame	Tomar e inspeccionar el ensamble	Cargar el ensamble en la soldadora Ultrasonica	Tomar e inspeccionar la parte Frame	Cragar el frame en la soldadora	Proceso de soldadura	Descargar e inspeccionar el	20,40	1
	Tiempo normal (en segundos)	2,02	1,25	5,00	2,05	6,13	3,95		
5	Balloon into frame Assembly Process	Tomar e inspeccionar el ensamble con el frame	Tomar e inspeccionar el Balloon	Doblar ambos extremos del balloon	Insertar el Balloon en el frame e			19,40	1
	Tiempo normal (en segundos)	3,21	3,15	6,29	6,75				
6	Dial to Frame Assembly Process(Silicone Application)	Tomar el Dial	Aplicar Silicone	Extender silicone con una esponja al threaded	Remover el silicone con una esponja			5,30	1
	Tiempo normal (en segundos)	1,00	2,50	1,00	0,80				
7	Dial to Frame Assembly Process	Colocar el Frame con el Balloon en el fixture	Insertar el Dial al ensamble	Descargar el ensamble del Fixture	Colocar el material en el Carrito			12,48	1
	Tiempo normal (en segundos)	2,58	5,90	2,50	1,50				
8	Load to FFS Closure Band	Tomar e inspeccionar el ensamble	Cargar el ensamble en la Transformadora de Bandejas					5,70	1
	Tiempo normal (en segundos)	4,31	1,39						
9	Load to FFS Syringe	Tomar e inspeccionar la jeringa	Cargar la jeringa en la transformadora de bandejas					3,60	1
	Tiempo normal (en segundos)	2,21	1,39						

106,19

9

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36: Propuesta de Balance De línea Ensamble B

Estudio de tiempos de ensamble B		Paso 1	Paso 2	Paso 3	Paso 4	Paso 5	Tiempo Total (seg)	Cant Operarios	Tiempo total	Tak Time
1	Soldadura de Velcro y LF	Cargar el velcro en la soldadora	Proceso de soldadura	Cargar tubo Layflat en la soldadora			13,03	1	13,03	14,00
	Tiempo estandar (en segundos)	3,91	6,13	2,99						
2	Corto de Die	Cargar el ensamble del Velcro y el tubo Layflat en la cortadora	Proceso de corte	Descargar e inspeccionar el ensamble	Colocar el gauge al ensamble		14,39	1,25	11,51	14,00
	Tiempo estandar (en segundos)	3,67	3,00	4,12	3,60					
3	Wrist Strap to Frame(Preliminary process)	Colocar la parte Perfomed Strap	Colocar la parte Rivet	Remover el Gauge del ensamble	Tomar e inspeccionar el		13,90	1,25	11,12	14,00
	Tiempo estandar (en segundos)	3,94	4,02	3,92	2,02					
4	Ensamble de Strap al frame	Cargar el ensamble en la soldadora Ultrasonica	Tomar e inspeccionar la parte Frame	Crugar el frame en la soldadora Ultrasonica	Proceso de soldadura	Descargar e inspeccionar el	15,73	1,5	10,49	14,00
	Tiempo estandar (en segundos)	1,25	5,00	2,05	6,13	1,30				
5	Balloon into frame Assembly Process	Tomar el ensamble	Tomar e inspeccionar el Balloon	Doblar ambos extremos del balloon	Insertar el Balloon en el frame e		17,19	1,5	11,46	14,00
	Tiempo estandar (en segundos)	1,00	3,15	6,29	6,75					
6	Dial to Frame Assembly Process(Silicone Application)	Tomar el Dial	Aplicar Silicone	Extender silicone con una esponja al threated	Remover el silicone con una esponja		5,30	0,5	10,60	14,00
	Tiempo estandar (en segundos)	1,00	2,50	1,00	0,80					
7	Dial to Frame Assembly Process	Colocar el Frame con el Balloon en el fixture	Insertar el Dial al ensamble	Descargar el ensamble del Fixture	Colocar el material en el Carrito		12,48	1	12,48	14,00
	Tiempo estandar (en segundos)	2,58	5,90	2,50	1,50					
8	Load to FFS Closure Band	Tomar e inspeccionar el ensamble	Cargar el ensamble en la Transformadora de Bandejas				5,70	0,5	11,41	14,00
	Tiempo estandar (en segundos)	4,31	1,39							
9	Load to FFS Syringe	Tomar e inspeccionar la jeringa	Cargar la jeringa en la transformadora de bandejas				3,60	0,5	7,20	14,00
	Tiempo estandar (en segundos)	2,21	1,39							

9

99,30

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37: Tabla comparativa de antes y después de la mejora en Ensamble B

Operación	Descripción	Operación sin mejora	Tiempo Estándar sin mejora (s)	Operación con mejora	Tiempo Estándar con mejora (s)
Soldadura de Velcro y LF	Operador coloca el Velcro y el tubo y lo coloca en la soldadura	1	7,7	1 & 10	13,0
Corto de Die	El operador realiza un corte de agujeros en el tubo Lay Flat	2	11,8	2 & 10	11,5
Ensamble de la correa al frame preliminar	Colocar el gauge al ensamble, colocar la correa, colocar el rivet y remover el gauge.	3	17,4	3 & 10	11,1
Ensamble de la correa al frame final	Inspeccionar la unidad, colocar el ensamble en la ultrasónica, inspeccionar el frame, colocar en la soldadora, descargar e inspeccionar el balloon dentro del frame e inspeccionar.	4	22,3	4 & 6	10,5
Colocar el Balloon dentro del Frame	Inspeccionar el frame y el balloon, doblar ambos lados del balloon, insertar el balloon dentro del frame e inspeccionar.	5	21,2	5 & 8	11,5
Colocar el Dial en el Frame proceso 1	Colocar silicone, extender el silicone con una esponja, remover el exceso del silicone con otra esponja.	6	5,8	6	10,6
Colocar el Dial en el Frame proceso 2	Colocar el ensamble en el fixture, insertar el dial, descargar el ensamble del fixture.	7	13,7	7	12,5
Cargar el ensamble en la FFS	Inspeccionar el ensamble, colocar el ensamble de la FFS.	8	6,2	9	11,4
Cargar la jeringa en la FFS	inspeccionar la jeringa, colocar la jeringa en la FFS.	9	4,0		7,2

Fuente: Elaboración propia

Basado en el estudio se recomienda agregar un operario más al proceso pasando de 9 operarios a 10 operarios esto para que de soporte en las operaciones 1,2 y 3 dedicando el siguiente tiempo a cada operación, debido a que los resultados de los estudios de tiempos indica que se necesitan aumentar para poder cumplir la demanda requerida por el cliente. En la tabla 36 se muestra el cambio que se dará con la propuesta de mejora en Ensamble B con el balance de Línea, aunque se requiere un operario adicional, los tiempos bajan y aumenta la producción del área.

Tabla 38: Porcentaje de trabajo Operario 10

Operación	Porcentaje de Tiempo
1	50%
2	25%
3	25%

Fuente: Elaboración propia

En la operación de Balloon into Frame es necesario agregar un operador que para disminuir el tiempo a la mitad de lo que se está tardando en este momento, en este caso se mueve el operador de la operación carga del ensamble terminado a la FFS y el operador de la operación de carga de la jeringa a la FFS se encarga de las dos operaciones, debido a que según los tiempos tomados un solo operador tiene la capacidad para cubrir ambas operaciones.

El operador de Ensamble del Dial en el Frame 1 dedique el 50% de su tiempo laboral a dar soporte en la operación ensamble del strap al frame.

Al realizar estos movimientos el tiempo total de producción de una unidad estaría reduciéndose en un 6,5% comparado al tiempo de 106,19 segundos por unidad que se está tardando en este momento, se estaría pasando de 106,2 segundos por unidad a 99,3 segundos por unidad.

Luego de este análisis de balance de línea se determina el tiempo estándar y se realiza la comparación con el tak time, debido a que el objetivo es cumplir la demanda del cliente.

Tabla 39: Tiempos Estándar propuestos Ensamble B

Operación	Tiempo Total	Cantidad de Operarios	Tiempo propuesto	Suplemento	Tiempo Estándar	Tak Time
Soldadura de Velcro y LF	13,03	1,5	8,69	15%	10,0	14,00
Corto de Die	14,39	1,25	11,51	15%	13,2	14,00
Ensamble de la correa al frame preliminar	13,90	1,25	11,12	15%	12,8	14,00
Ensamble de Strap al frame	15,73	1,5	10,49	15%	12,1	14,00
Balloon into frame Assembly Process	17,19	2	8,60	15%	9,9	14,00
Dial to Frame Assembly Process 1	5,30	0,5	10,60	15%	12,2	14,00
Dial to Frame Assembly Process 2	12,48	1	12,48	15%	14,4	14,00
Load to FFS Closure Band	5,70	0,5	11,40	15%	13,1	14,00
Load to FFS Syringe	3,60	0,5	7,20	15%	8,3	14,00

Fuente: Elaboración propia

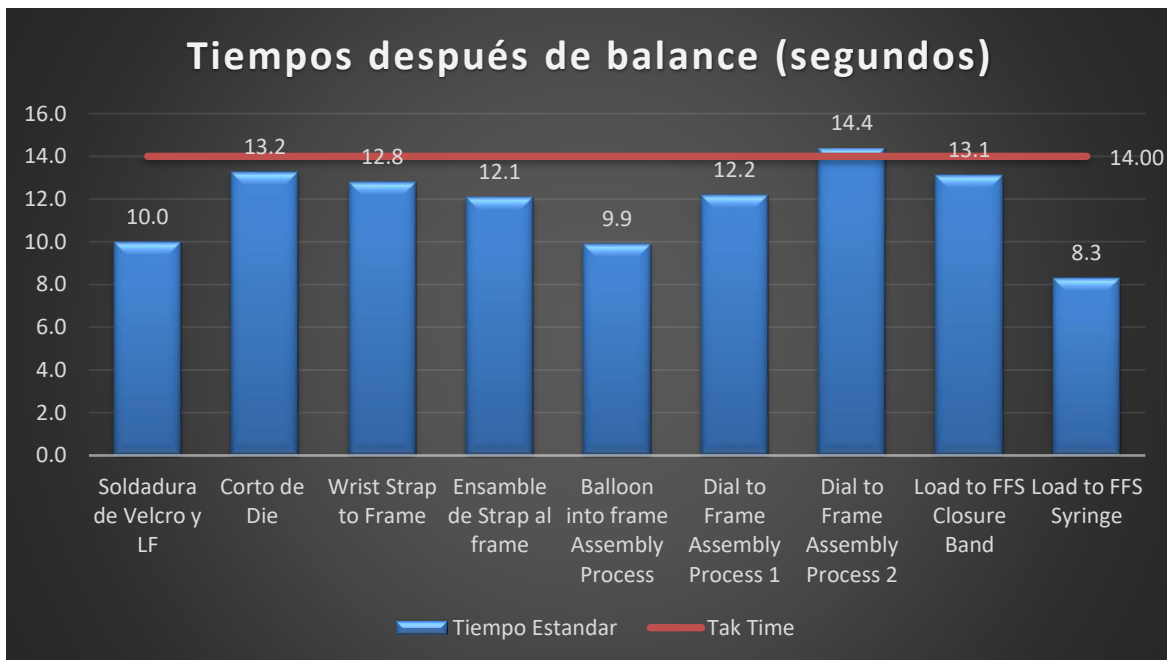


Figura 26 gráfico de ensamble B después de mejora

Fuente: Elaboración propia

Se observa que todas las operaciones lograron mejorar los tiempos de producción por ejemplo la operación de Ensamble del Dial al Frame 2 que sigue siendo el cuello de botella queda con un tiempo por encima del tak time con 14,4 segundos siendo el tak time de 14 segundos.

Con un tiempo por unidad de 14,4 segundos esto se da una mejora en la producción de 35% en comparación a la producción que estaba generando la línea.

Tabla 40: Mejora de Producción

Producción Actual	Producción con propuesta
28340	43785

Fuente: Elaboración propia

Además, la línea estaría mejorando el cumplimiento de 63% a 97%, quedando solamente por debajo de la demanda en 1215 unidades al mes.

Tabla 41: Producción Actual de Ensamble B

Demanda Mensual	Producción Actual Mensual	Delta	Cumplimiento	Precio por unidad	Ventas mes
45000	28340	16660	62,98%	5,95	\$ 168 623

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42: Producción con propuesta Ensamble B

Demanda Mensual	Producción Mensual propuesta	Delta	Cumplimiento	Precio por unidad	Ventas mes
45000	43785	1215	97,30%	5,95	\$ 260 521

Fuente: Elaboración propia

Se aumenta el cumplimiento de la línea a un 97.30%, lo cual significa que se estaría completando la demanda del cliente en este porcentaje. Además de que se aumentan las ventas de la línea en \$91.898 al mes lo que lleva a un incremento en las ventas de la compañía en \$1.102.773 anuales con mejorar el balance la del proceso de ensamble B de la línea de Dispenser.

4. Análisis costo-beneficio

El objetivo de esta sección es dar a conocer de forma estimada el costo-beneficio de este proyecto, donde se divide en costos fijos variables por mes.

Costos

Para realizar la implementación de la mejora en el proceso de Ensamble B a pesar de que se recomienda aumentar una persona, no se invierte en personal, sino que se realiza un balance también el proceso de Ensamble A, donde se toma una persona y se traslada al proceso de Ensamble B.

No se debe invertir en capacitación del personal entre estaciones ya que durante la validación del producto se decidió como parte del programa de entrenamientos que cada colaborador debe estar certificado en al menos 3 estaciones de trabajo y además se identificaron 2 personas claves tanto de Ensamble A como Ensamble B para realizar un entrenamiento cruzado en cada uno de los ensambles, por ejemplo: 2 operarios del área de Ensamble A se entrenaron en el área de Ensamble B y dos operarios de ensamble B se entrenaron en Ensamble A, por esta razón cuando se presenta el proyecto de balance de línea la empresa no debe invertir en entrenamientos para poder realizar las mejoras, por lo que el entrenamiento no es una restricción para la implementación de la mejora.

Además, no es necesario el movimiento de equipos para poder implementar el proceso, debido a que las estaciones que tendrían la mayor afectación en lo que respecta a la mejora propuesta son las de ensambles manuales y entre estaciones hay suficiente espacio para la mejora.

El proyecto es llevado a cabo por un supervisor de producción, con la ayuda de:

- Un Ingeniero de manufactura quien es el encargado de la línea a nivel de empresa.
- Un técnico de mantenimiento da asesoramiento sobre si hay que mover algún equipo o realizar alguna instalación.
- Un líder de línea quien es el experto en el proceso de toda la línea ya que es quién ha trabajado durante toda la transferencia.

Al final se invierten 2 horas semanales para la implementación del proyecto, el mismo duró 4 meses, por lo que se invierten \$ 293,2 en tiempo del personal que colaboró en el proyecto.

Tabla 43: Costo de personal que trabajó en el proyecto

Colaboradores	Horas mensuales	Costo por hora	Costo de horas invertidas
Supervisor de Producción	16	\$ 11,6	\$ 185,6
Ingeniero de manufactura	8	\$ 6,25	\$ 50
Técnico mantenimiento	8	\$ 4,5	\$ 36
Líder de línea	8	\$ 2,7	\$ 21,6
Total			\$ 293,2

Fuente: Elaboración propia

Para el proceso de Ensamble A se propone realizar un balance de línea debido a que en el estudio de tiempos se demostró que en este proceso existe tiempo ocioso durante el mes lo que provoca que el proceso no sea eficiente, se logra reducir el personal en 2 personas por lo que la línea pasa de tener 10 personas a 8 personas, tomando en cuenta que el proceso de Ensamble B necesita una persona adicional se toma una de las que ya no se van a necesitar en Ensamble A para cubrir esa vacante. La empresa no debe invertir en gastos para completar la mejora debido a que se estarán tomando recursos que ya se encuentran asignados a la línea como lo son:

- Espacio físico: no se va a tomar más espacio del que ya se tiene asignado.
- Mantenimiento: el personal de mantenimiento no va a aumentar debido a que no es necesario ya que seguirá dando el mantenimiento a las mismas máquinas no se agregaran más equipos al proceso.
- Suministros: no es necesario agregar suministros al proceso.

Tabla 44: Estudio de tiempos por elementos de Ensamble A

Tiempos Ensamble A		Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5	Elemento 6	Total de Tiempos	Cantidad de Operarios
1	Soldadura Ultrasonica	Carga del Hub en la ultrasonica	Cargar el Cap en el Sheat	Presionar la soldadora	Descargar el ensamble de la ultrasonica			7,30	1
	Tiempos Normales (Segundos)	1,48	1,30	0,32	4,2				
2	Inspección del ensamble	Inspeccionar el ensamble	Cargar el ensamble en el nido	Cargar el tubo en el Mandrel				8,95	1
	Tiempos Normales (Segundos)	3,15	3,00	2,80					
3	Pegado del tubo 1	Dispensado de Adesivo	Deslizar dentro del Camara UV					5,50	1
	Tiempos Normales (Segundos)	3,20	2,3						
4	Pegado del tubo 2	Deslizar fuera de la camara UV	Descarga e inspección del pegado	Inserción de la llave de paso	Colocar el nido dentro del deslizador			7,10	1
	Tiempos Normales (Segundos)	2,80	2	1,43	0,87				
5	Llave de paso 1	Colocar el nido en el fixture	Dispensador de loctite	Segunda inserción de la llave de paso	Mover la mesa rotatoria			9,10	1
	Tiempos Normales (Segundos)	1,63	3,2	1,43	2,84				
6	Llave de paso 2	Descarga del fixture de la llave de paso	Inspección del pegado	Mover la mesa rotatoria				8,10	1
	Tiempos Normales (Segundos)	1,70	3,15	3,25					
7	Aplicación de Silicone	Inserción del Strain Relief	Aplicación de Silicone					5,70	1
	Tiempos Normales (Segundos)	3,33	2,37						
8	Formación de la punta del ensamble	Carga del ensamble en el equipo	Tiempo del equipo	Descarga del ensamble del equipo				6,10	1
	Tiempos Normales (Segundos)	0,88	4,13	1,09					
9	Carga de componentes	Carga del toolbelt	Carga del cable	Cargar la Aguja	Carga del Dilator	Carga del ensamble	Carga del toolbelt a FFS	8,87	1
	Tiempos Normales (Segundos)	1,24	2,35	1,17	1,17	1,55	1,39		

66,72

9

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45: Balance Propuesto Ensamble A

	Operación	Tiempo Total	Cantidad de Operarios	Tiempo propuesto	Suplemento	Tiempo Estandar	Tak Time
1	Soldadura Ultrasonica	7,3	1	7,30	15%	8,40	14,80
2	Inspección del ensamble	8,95	1	8,95	15%	10,29	14,80
3	Pegado del tubo 1	5,5	0,5	11,00	15%	12,65	14,80
4	Pegado del tubo 2	7,1	0,5	14,20	15%	16,33	14,80
5	Llave de paso 1	9,1	1	9,10	15%	10,47	14,80
6	Llave de paso 2	8,1	0,75	10,80	15%	12,42	14,80
7	Aplicación de Silicone	5,7	0,5	11,40	15%	13,11	14,80
8	Formación de la punta del ensamble	6,1	0,5	12,20	15%	14,03	14,80
9	Carga de componentes	8,87	1,25	7,10	15%	8,16	14,80
			7	92,05			

Fuente: Elaboración propia

Beneficios

Con la implementación del balance de línea en los procesos de Ensamble A y Ensamble B se obtienen los siguientes beneficios para la empresa:

- Ensamble A

Reducción de una persona, con un salario de \$2,2 por hora la empresa se está ahorrando el equivalente a \$5068,8 anuales.

Reducir el tiempo ocioso y aun así cumplir con la meta del cliente, aumentando la eficiencia de la línea de Dispenser.

- Ensamble B

Aumento de la producción de la línea en 15445 unidades mensuales, con un precio de venta de \$14,11, las ventas de la línea estarán incrementándose en \$217928,95 mensuales, equivalente a \$2615147,40 anuales.

Se logra una reducción de horas extra de \$ 33785 mensuales.

Tabla 46: Horas extra a pagar con la mejora

Unidades Pendientes	Unidades por hora	Horas extra requeridas	Horas extras por pagar	\$ a pagar en horas extra
1215	250	5	43,7	\$ 144,3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 47: Comparación antes y después de la mejora

Horas extra sin Mejora	Horas extra con mejora	Ahorro con mejora
\$ 33929,3	\$ 144,3	\$33785

Fuente: Elaboración propia

En total la empresa estará percibiendo un ahorro anual de \$415557,6 anuales y recibiendo un ingreso de \$2615147,40 anuales adicionales a las ventas actuales.

Tabla 48: Resumen de Costo-Beneficio del proyecto

Inversión	Ahorro	Ingreso por ventas
\$ 293,2	\$415557,6	\$2615147,40

Fuente: Elaboración propia

5. Diagrama de Gantt

En la siguiente figura se muestra las actividades que se han llevado a cabo durante este proyecto y las actividades que hacen falta implementar para completar el proyecto.

Se planea completar el proyecto en la última semana del año 2018.

Dentro de las principales actividades se encuentra:

Toma de tiempos

Revisión de los Mantenimientos preventivos

Lluvia de ideas

Donde se ha logrado identificar las posibles causas e ideas de mejora del proceso.



Figura 27: Diagrama de Gantt del proyecto

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO VI:
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Luego de analizar el proceso de producción se concluye que:

- Se diseñó un modelo de capacidad que ayuda a administrar los recursos de los procesos de producción en la línea de Dispenser de Kelpac Medical.
- Se hace una redistribución de la mano de obra, se crean balances de línea y se determina la reducción de los tiempos de ciclo para el área de Ensamble B pasó de 22,3 segundos a 14,4 segundos.
- Se reduce el personal del área de Ensamble A de 9 personas a 7 personas reduciendo una persona del área y permitiendo mover otra persona al área de Ensamble B.
- Se logra con el balance de línea reducir el costo en horas extras mensuales que pasarían de \$ 33929,3 a \$ 144,3.
- Se realiza un estudio de tiempos donde se identifica que los tiempos que indica el sistema y el departamento de finanzas están desactualizados, por lo que esto lleva a realizar negociaciones de producción incorrectas.
- Al realizar el balance de línea se logra incrementar los ingresos por ventas de la línea de Dispenser en \$ 91898 mensuales, es decir; pasó de \$68 623 a \$260 251 mensuales.

6.2 Recomendaciones

- Seguir el procedimiento de Balance de línea creado para el proceso, se ha colocado en la matriz del supervisor y del líder de línea, con el objetivo de asegurar que siempre se siga el procedimiento.
- Registrar hora a hora la producción de la línea ya que esto permite conocer el desempeño de la línea en el momento.
- Actualizar los tiempos en el sistema con los tiempos obtenidos durante el estudio de tiempos y mantener las revisiones semanales del desempeño del proceso.
- Realizar la revisión de los Manteamientos Preventivos para la máquina de Formación de puntas ya que cuenta con un tiempo muerto en promedio de 8.15 horas al mes y actualizar ya sea la frecuencia del mantenimiento y/o el mantenimiento.

1.1.6 BIBLIOGRAFÍA

Jiménez Soto, F (2016) Desarrollo de un Plan de mejora de Productividad en el Laboratorio de Incoming Quality en Hospira Costa Rica. (Tesis Inédita en la modalidad de Licenciatura). Universidad Hispanoamericana. San Jose.

Obando Reyes, V (2012). Evaluación y mejoramiento de la productividad en el Taller de embalaje de la Corporación Venezolana de las Guayanas de aluminios nacionales (CVG Alunasa), Esparza. (Tesis Inédita en la modalidad de Licenciatura). Universidad Hispanoamericana. Puntarenas.

Calvo Loaza, V (2015). Mejoramiento en la productividad en el departamento de producción, en el proceso de ensacado del Grupo Fertica. (Tesis Inédita en la modalidad de Licenciatura). Universidad Hispanoamericana. San Jose.

Núñez Lopéz, J (2015). Mejora Integral de los procesos de manufactura del área de molino de Demasa de la división Arroz para el aumento de la producción.

(Tesis Inédita en la modalidad de Licenciatura). Universidad Hispanoamericana. San Jose.

León Alvarado, J (2015). Aumento de la productividad en el proceso de TUO para el departamento de inspección Final en Bridgestone Costa Rica. (Tesis Inédita en la modalidad de Licenciatura). Universidad Hispanoamericana. San Jose.

Domínguez, M., & J. A. (1995). Dirección de operaciones: Aspectos tácticos y operativos en la producción y los servicios. Madrid: McGraw-Hill.

<https://www.spectrumplasticsgroup.com/products/oem-plastic-components/>

<https://www.spectrumplasticsgroup.com/about-us/historytimeline/>

Heizer, J. y Render, B. (2015). Dirección de la Producción y Operaciones. 11 ed. Pearson Educación.

Gutierrez, H. (2014). Calidad y Productividad. 4ta ed. McGraw-Hill Interamericana.

Chase R. (2014). Administración de operaciones, Producción y Cadena de Suministros. 13 ed. McGraw-Hill Interamericana.

Montgomery, D. (2005). Control Estadístico de la Calidad. México: Editorial Limusa Wiley, S.A.

Gutiérrez, H., & De La Vara, R. (2009). Control estadístico de calidad y seis sigma. México: McGraw-Hill Companies

González, M. (2006). Gestión de la producción. Cómo planificar y controlar la producción industrial. España: Ideaspropias Editorial

Meyers, F. (2000). Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil, Pearson Educación, Segunda Edición.

GLOSARIO

FFS: Equipo utilizado para la transformación de plástico en bandejas de empaque.

Yield: Rendimiento obtenido de un proceso que se mide en relación entre las unidades buenas obtenidas al final del proceso y el total de unidades que ingresaron al proceso, dándonos de esa forma el porcentaje de rendimiento del proceso productivo.

Scorecard: Herramienta utilizada para llevar el control de las métricas que son de importancia para una compañía.

Strap: Parte utilizada en el proceso para formar el ensamble final.

Frame: Parte utilizada en el proceso para formar el ensamble final.

ANEXO (S)

Anexo 1. Procedimiento de seguimiento de Balance de Línea.

 Kelpac MEDICAL <small>A PFC Industries Company</small>	Fecha de Anterior:	Fecha de Emisión:	Tipo de Documento
	N/A		Instrucción de Trabajo
	Edición:	Supervisor:	Revisión:
	1 de 3	WIXX	1
Kelpac Medical Costa Rica	Título: Instrucción de trabajo para el seguimiento de balance de línea en el proceso de Ensamble B.		

1. OBJETIVO:

Asegurar que el proceso de balance de línea se cumpla sin incumplir las normas de seguridad, calidad y requerimientos del producto del cliente.

2. ALCANCE:

Estas instrucciones de trabajo aplican cada vez que la el proceso de Ensamble B se realice.

3. REFERENCIAS:

N/A

4. DEFINICIONES:

- Balance de Línea: es una de las herramientas utilizada para controlar y optimizar la producción de un proceso.

5. RESPONSABILIDADES:

- El departamento de Manufactura es dueño de este documento.
- Es responsabilidad del Supervisor asegurar que el procedimiento de balance de línea se cumpla y además entrenar al personal en el procedimiento y en todas las operaciones que les corresponda trabajar.
- Personal de producción debe seguir las instrucciones escritas en el procedimiento de balance de línea.

6. PROCEDIMIENTO:

- Paso 1: El supervisor debe asegurarse de contar en la línea de Ensamble B con 10 operadores antes de iniciar las labores y notificar si no contará con el personal completo para cumplir con el procedimiento de Balance.
- Paso 2: Colocar al personal siguiendo el siguiente cuadro:

 Kelpac MEDICAL <small>A PPC Industries Company</small>	Fecha del Anterior:	0000/00/00	Tipo de Documento
	N/A		Instrucción de Trabajo
	0000/00/00	0000/00/00	Revisión
	2 de 3	WINCC	1
Kelpac Medical Costa Rica	Título: Instrucción de trabajo para el suministro de balance de líneas en el proceso de Ensamble B.		

Operador	Operación
1 & 10	Soldadura de Vetro y LF
2	Corte de Dié
3	Ensamble de la correa al frame preliminar
4	Ensamble de la correa al frame final
5 & 8	Colocar el Balloon dentro del Frame
6	Colocar el Dial en el Fram proceso 1
7	Colocar el Dial en el Fram proceso 2
9	Cargar el ensamble en la FFS
	Cargar la Jeringa en la FFS

- Paso 3: El operador 10 debe dar soporte en las operaciones 1, 2 y 3 cada 10 unidades procesadas en cada operación, es decir:
 - Inicialmente el turno en la estación 1, cuando se cumplan 10 unidades procesadas en la operación a la estación 2, cuando hayan completado 10 unidades se moverá a la operación 3 y cuando se cumplan 10 unidades procesadas volverá a la operación 1.

Nota: Es aceptable que se rote el operador que da soportes en las operaciones, no debe ser siempre el mismo operador, siempre que se encuentre entrenado y se cumpla la regla de estar dando soporte.

 Kelpac MEDICAL <small>A PPC Industries Company</small>	Fecha Anterior: 00/00/00 N/A	Fecha Liberación: 00/00/00	Tipo de Documento Instrucción de Trabajo
	Fecha: 3 de 5	Revisión: W/DCC	Revisión 1
Kelpac Medical Costa Rica		Título: Instrucción de trabajo para el seguimiento de balance de líneas en el proceso de Ensamblaje B.	

- Paso 4: El operador 6 iniciará dando soporte en la operación 4 y se moverá a la operación 6 cuando haya completado 10 unidades.

Nota: el operador 7 puede dar soporte en la operación 6, si en algún momento la operación se quedará sin material para procesar.

FIRMAS DE APROBACIÓN

NOMBRE	PUESTO	FIRMA

HISTORIAL DE REVISIÓN

REVISION	RAZON DE CAMBIO	FIRMA
1	Liberación Inicial	