

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROYECTO DE MEJORA EN LA LÍNEA DEL
PRODUCTO TRES EN EMPRESA MÉDICA EN
COSTA RICA DURANTE EL PRIMER
CUATRIMESTRE DEL 2024 UTILIZANDO LA
METODOLOGÍA DMAIC

PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR
POR LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA
INDUSTRIAL

MONSERRAT RÍOS MONDRAGÓN

LIC. ELMER ZEPEDA ROMERO

ALAJUELA, COYOL, 2024

ACTA DE APROBACIÓN

DECLARACIÓN JURADA

Yo Monserrat Rios Mondragón, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 604670469 egresado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Licenciatura en Ingeniería Industrial, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: PROYECTO DE MEJORA EN LA LÍNEA DEL PRODUCTO TRES EN EMPRESA MÉDICA EN COSTA RICA DURANTE EL PRIMER CUATRIMESTRE DEL 2024 UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DMAIC, 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 12 días del mes de abril del año dos mil veinte cuatro.



Firma del estudiante

Cédula

CARTA DEL TUTOR

San Jos 15 de Abril de 2024

Destinatario
Carrera
Universidad Hispanoamericana

Estimado señor:

El estudiante Monserrat Ríos Mondragón, cédula de identidad número 604670469, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado PROYECTO DE MEJORA EN LA LÍNEA DEL PRODUCTO TRES EN EMPRESA MÉDICA EN COSTA RICA DURANTE EL PRIMER CUATRIMESTRE DEL 2024 UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DMAIC, el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Licenciatura Ingeniería Industrial

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

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

a)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	10
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	20
C)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	28
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	18
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	18
	TOTAL		94

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

Atentamente,
ELMER
ZEPEDA
ROMERO

Firmado digitalmente
 por ELMER ZEPEDA
 ROMERO
 Fecha: 2024.04.15
 11:46:30 -06'00'

Nombre Elmer Zepeda Romero
Cédula Identidad N 1-1181-0978
Carné Colegio Profesional N II-38188

CARTA DEL LECTOR

Cartago 1 de junio de 2024

señores
Departamento de registro
Universidad Hispanoamericana


Estimados señores:

En mi calidad de lector del proyecto de graduación presentado por la estudiante Monserrat Ríos Mondragón titulado "Proyecto de mejora en la línea del producto tres en la empresa médica en Costa Rica durante el primer cuatrimestre del 2024 utilizando la metodología DMAIC", para optar por el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Industrial, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso y he evaluado aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

Debido a lo anterior considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser trasladado a la siguiente etapa del proceso.

Atentamente,

**ROLANDO
JOSE MOLINA
SOLIS**



Firmado digitalmente
por ROLANDO JOSE
MOLINA SOLIS
Fecha: 2024.06.01
10:46:29 -06'00'

Ing. Rolando José Molina Solís
Cédula identidad 1-0957-0454



**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA
CENTRO DE INFORMACION TECNOLOGICO (CENIT)
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA
REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA
DE LOS TRABAJOS FINALES DE GRADUACION**

San José, martes, 4 de junio de 2024.

Señores:

Universidad Hispanoamericana
Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito (a) Monserrat Ríos Mondragón, con número de identificación 604670469, autor (a) del trabajo de graduación titulado PROYECTO DE MEJORA EN LA LÍNEA DEL PRODUCTO TRES EN EMPRESA MÉDICA EN COSTA RICA DURANTE EL PRIMER CUATRIMESTRE DEL 2024 UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DMAIC , presentado y aprobado en el año 2024 como requisito para optar por el título de Licenciatura en Ingeniería Industrial, SÍ / NO autorizo al Centro de Información Tecnológico (CENIT) para que con fines académicos, muestre a la comunidad universitaria la producción intelectual contenida en este documento.

De conformidad con lo establecido en la Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.

Cordialmente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'M. Ríos Mondragón', written over a horizontal line.

Monserrat Ríos Mondragón
604670469

DEDICATORIA

Una dedicatoria especial para mi abuela nena que sé que estaría súper orgullosa de mis logros y a mis abuelos maternos por siempre estar pendiente de mis estudios y tratar de estar cerca.

Como más importante, la mayor de las dedicatorias para mis papás, mis logros siempre serán los de ellos.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecerles infinitamente a mis papás, por ser siempre mi más grande apoyo en la vida.

A mi hermano y mi cuñada y a lokito por ser un apoyo muy grande en mi carrera, gracias a ellos fue posible realizar la tesis en el lugar que la hice, gracias siempre por abrirme las puertas de su casa y acogerme con el mayor amor posible.

Gracias a la empresa que me abrió las puertas para realizar una pasantía en el lugar, por creer en mis capacidades y también por brindarme la oportunidad de trabajar en el proyecto durante varios meses. Además, con gran énfasis en mi ingeniero a cargo Rafael por darme la confianza de participar en el proyecto.

A mis amigas de la vida, mis amigos nuevos, mis amigos de la universidad y a mis compañeros del trabajo, les agradezco por la ayuda brindada y por siempre estar presente durante el proceso.

TABLA DE CONTENIDOS

ACTA DE APROBACIÓN	1
DEDICATORIA	5
AGRADECIMIENTOS	6
TABLA DE CONTENIDOS	7
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	8
ÍNDICE DE TABLAS	9
ACRÓNIMOS Y SIGLAS	10
RESUMEN EJECUTIVO	12
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO	13
1.1 Descripción general del proyecto	14
1.1.1 Descripción general de la organización	15
1.1.2 Antecedentes del contexto de la empresa o institución	20
1.2 Planteamiento del problema	21
1.3.1 Definición del problema	21
1.3.2 Justificación del proyecto	31
1.4 Objetivos del proyecto	31
1.4.2 Objetivo general	31
1.4.3 Objetivos específicos	31
1.5 Alcances y limitaciones	32
1.5.2 Alcances	32
1.5.3 Limitaciones	32
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	33
2.1 Marco conceptual general relativo a la carrera	34
2.2 Marco conceptual atinente a la gestión del proyecto	41
2.3 Marco conceptual referente al impacto del proyecto	43
2.4 Antecedentes de proyectos o experiencias semejantes	47
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DEL TRABAJO	50

3.1 Metodología para la definición del problema	51
3.2 Metodología para la medición y respaldo cualitativo de proyecto	53
3.3 Metodología para la propuesta de mejora, construcción o puesta en práctica de un nuevo proceso, producto o servicio	54
3.4 Metodología para la implementación del proyecto	56
3.5 Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados	58
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE CAUSA DE RAÍZ	59
CAPÍTULO V: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN	79
5.1 Propuestas	80
5.1.1 PROPUESTA #1	80
5.1.2 PROPUESTA #2	84
5.1.3 PROPUESTA #3	87
5.2 Análisis Económico	94
5.3 CONTROL DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEJORAS	101
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	102
6.1 Conclusiones	103
6.2 Recomendaciones	105
BIBLIOGRAFÍA	109
GLOSARIO	111
ANEXO(S)	113

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Ejemplo producto Empresa Médica Costa Rica.....	15
Ilustración 2 Organigrama de línea producto 3	18
Ilustración 3 Organigrama Organización Empresa Médica Costa Rica	19
Ilustración 4 Diagrama de Flujo línea producto 3	22
Ilustración 5 “Value Stream Mapping” Producto 3	23
Ilustración 6 “Work Content Graph” Producto 3.....	27
Ilustración 7 UPPH Mensual de ocho meses.....	29
Ilustración 8 Gráfico de Barras Comportamiento datos UPPH de marzo a octubre 2023.....	30
Ilustración 9 Cuadro DMAIC etapas.....	42
Ilustración 10 Diagrama de Gantt Herramientas a implementar en el proyecto.....	57
Ilustración 11 Diagrama de Ishikawa de Desperdicios.....	61
Ilustración 12 Impacto de Desperdicios en línea producto 3.....	69
Ilustración 13 Pareto Oportunidades por estación.....	72

Ilustración 14 5 por qué desperdicio Movimiento.....	74
Ilustración 15 5 por qué desperdicio Retrabajo	75
Ilustración 16 5 por qué Desperdicio Transporte	76
Ilustración 17 Layout línea producto 3.....	77
Ilustración 18 Estación actual Anclaje de ajuste/ Montaje del mango	80
Ilustración 19 Fixture actual Anclaje de ajuste/ Montaje del mango.....	81
Ilustración 20 Propuesta estación Anclaje de ajuste/Montaje del mango.....	83
Ilustración 21 Diseño actual Segunda verificación	84
Ilustración 22 Propuesta de rediseño estación Segunda verificación	86
Ilustración 23 Diseño actual estación Empaque	87
Ilustración 24 Layout Línea producto 3	88
Ilustración 25 Propuesta de rediseño estación Empaque.....	90
Ilustración 26 Layout línea producto 3 con cambio de lugar de Rack	91
Ilustración 27 Propuesta de rediseño estación Empaque.....	92
Ilustración 28 Propuesta de rediseño estación Empaque	93
Ilustración 29 Escenario Optimista Análisis Económico.....	98
Ilustración 30 Escenario Pesimista Análisis Económico	99
Ilustración 31 Comportamiento de los datos UPPH luego de Implementación propuestas	100
Ilustración 32 Ejemplo de uso de implementos médicos Costa Rica.	113
Ilustración 33 Ejemplo de uso de implementos médicos Costa Rica.	113
Ilustración 34 Ejemplo de uso de implementos médicos Costa Rica.	114
Ilustración 35 Ejemplo de uso de implementos médicos Costa Rica.	114

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Nombre de las estaciones de trabajo línea producto 3.....	23
Tabla 2 Variación UPPH	30
Tabla 3 Etapa Definir DMAIC	51
Tabla 4 Etapa Medir DMAIC.....	53
Tabla 5 Etapa Análisis DMAIC.....	54
Tabla 6 Etapa Implementar DMAIC	56
Tabla 7 Etapa Controlar DMAIC	58
Tabla 8 Impacto de desperdicios	68
Tabla 9 Observación por estación	70
Tabla 10 Impacto por estaciones.	71
Tabla 11 Inversión/Personal Propuesta 1.....	94
Tabla 12 Inversión/Personal Propuesta 2	95
Tabla 13 Inversión/Personal Propuesta 3	95
Tabla 14 Costo propuesta 1	96
Tabla 15 Costo propuesta 2	96
Tabla 16 Costo propuesta 3	96
Tabla 17 Inversión total de las propuestas	96
Tabla 18 Salidas/Entradas escenario Optimista.....	97

Tabla 19 Flujo neto de caja al 50%	99
Tabla 20 Brecha en UPPH después de las propuestas	100
Tabla 21 Detalles revisión periódica UPPH	101

ACRÓNIMOS Y SIGLAS

DMAIC: Metodología utilizada para la resolución de problemas y mejora continua, por sus siglas en inglés (Definir-Medir-Analizar-Implementar-Controlar).

EPP: Equipo de Protección Personal.

EHS: “*Environment, Health and Safety*” (Departamento de Ambiente, Salud y Seguridad).

ME: Equipo de Manufactura.

MPI: Procedimiento del trabajo estándar.

NPV: El valor presente neto representa la diferencia entre el valor presente del ingreso/movimiento de dinero y el valor presente de las salidas de dinero en un periodo de tiempo.

OEE: “*Overall Equipment Effectiveness*” (Eficacia General de los Equipos) como herramienta para el control y mejora continua. Es una razón porcentual que sirve para medir la eficacia operativa de los sistemas y equipos.

El OEE mide los parámetros fundamentales de equipos en una planta, y es el producto del factor porcentual multiplicativo de disponibilidad, eficiencia y calidad.

OPEX: “*Operational Expenses*”.

PR: Periodo de Recuperación.

ROI: Retorno de Inversión es un ratio entre el ingreso neto y la inversión, es usado para evaluar la eficiencia de la inversión.

TIR: Tasa Interna de Retorno.

TTI: “*Target to improve*”: Objetivos que mejorar.

UPPH: Indicador utilizado para calcular la productividad del recurso humano en producción.

VAN: Valor Actual Neto.

VSM: “*Value Stream Mapping*”. Mapeo del flujo del valor.

WCG: “*Work Content Graph*”. Contenido del trabajo.

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto se desarrolló en una empresa médica en Costa Rica, la cual se encuentra en la zona franca de Coyol Alajuela. Se enfoca en la producción de la línea del producto tres, específicamente en el indicador del UPPH.

Durante el diagnóstico de la situación actual se pudo determinar que el UPHH había disminuido en los últimos ocho meses (desde marzo 2023 hasta octubre 2023), con un UPPH de 0.29, teniendo una diferencia de 0.14 con una meta de 0.43. Como análisis se utilizaron las herramientas de Diagrama de Ishikawa, Diagrama de Pareto y la del 5 por qué, las cuales evidenciaron las causas principales en cuanto a impacto de desperdicios y estaciones de la línea encontrados durante la recolección de datos en el Evento “*Kaizen*” y “*Gemba Walk*”.

Las propuestas de solución consisten en hacer un rediseño a las estaciones de Anclaje de ajuste/Montaje del mango, segunda verificación y Empaque, debido a que estas estaciones fueron las principales en cuanto al Diagrama de Pareto del impacto en segundos/unidad en las estaciones de la línea. La inversión total es de \$1574, debido a que las tres se van a implementar.

Según el análisis económico que se realizó, es viable la implementación de todas las propuestas, debido a que tanto en el escenario optimista como pesimista se obtuvo un VAN positivo y el TIR dio mayor que a la tasa mínima (12%) que utiliza la organización y que se utilizó para realizar los cálculos del proyecto de graduación.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

1.1 Descripción general del proyecto

El UPPH es un indicador que se utiliza en esta empresa médica en Costa Rica, para medir la productividad de las personas y producción, este se mide con respecto a las metas que se establecen en el plan estratégico anual. El UPPH disminuyó en los últimos ocho meses (marzo a octubre 2023), por lo que ha sido un punto clave en el enfoque de los trabajadores de la línea del producto tres y de la organización. Cabe mencionar que el producto tres, representa un ingreso importante para la organización, por lo cual, una disminución en el indicador UPPH puede desencadenar pérdidas significativas a nivel de producción y/o eficiencia.

Debido a lo anterior, la línea de investigación de este proyecto se encuentra enfocado en procesos de producción, basado en metas por horas y metas diarias de los diferentes productos. Cabe mencionar que en el negocio se utiliza el término “Vidas Impactadas” para referirse a la producción para darle una mayor importancia a lo que se está haciendo y hacia dónde va dirigido el producto final.

Identificación de la organización en donde se realiza el proyecto

La organización del proyecto se encuentra en la Zona Franca del Coyoil, Alajuela, Costa Rica, la cual se dedica a la fabricación de implementos médicos.

En la planta ubicada en la Zona Franca Coyoil, se manufacturan dispositivos médicos de la más alta calidad para cuatro unidades de negocio: Máscaras Respiratorias, Imágenes guiadas y Sensores; siendo la compañía de manufactura médica más grande de esta empresa médica en el mundo. En la Ilustración 1 se puede observar un ejemplo de productos fabricados por la empresa médica en Costa Rica.

Ilustración 1 Ejemplo producto Empresa Médica Costa Rica



Fuente: Tomado de Empresa Médica Costa Rica.

1.1.1 Descripción general de la organización

El propósito de la empresa médica es mejorar la vida de millones de personas alrededor del mundo a través de la innovación, adicional a esto, esta compañía se consolida como uno de los mejores lugares para laborar, ya que se encarga de promover el desarrollo de los colaboradores, la inclusión y la diversidad. Sin perder de vista a las partes interesadas a lo largo de toda la cadena de valor y actuando responsablemente con el medio ambiente y la sociedad.

El equipo gerencial y de líderes en todos los niveles de la organización, está comprometido con los objetivos estratégicos, tomando en consideración los llamados de liderazgo corporativos, hacia la construcción de la cultura basada en comportamientos como el trabajo en equipo, calidad, entre otros.

Por su parte, Costa Rica se ha convertido en un punto de referencia, es como un modelo que exporta talento, procesos, conocimiento y buenas prácticas; al mismo tiempo que se comparte la excelencia con empresas locales. Es importante mencionar que, la cultura en esta empresa médica se trata de la gente.

La empresa médica está comprometida con el bienestar de los colaboradores, por lo que cuenta con un robusto sistema de salud y seguridad; comportamientos que modelan el accionar y cultura

de reconocimientos; programas enfocados en la salud mental y el bienestar laboral; plan para el desarrollo de carrera, entre otros.

Asimismo, se tienen sistemas de gestión que permiten a la empresa destacar en prácticas de sostenibilidad, conscientes y ejecutores de acciones que impactan positivamente a la sociedad y al medio ambiente. A continuación, se detalla con ejemplos algunas de las buenas prácticas que desarrolla la organización:

- Desde el 2018, se envían cero residuos al vertedero.
- Obtuvo la Certificación de Carbono Neutralidad.
- El 70% de las vacantes son ocupadas por talento interno.
- Programa de atracción de talento joven, de los cuales el 90% obtienen un puesto permanente.
- Más de 15.000 personas en situación de vulnerabilidad fueron beneficiadas por las donaciones realizadas en los últimos dos años (2022-2023).
- Reducción de más del 45% en incidentes de salud y seguridad.

Empresa Médica Costa Rica tiene un estándar integral de forma de trabajar para cumplir con la misión-visión y propósito de la empresa, de este estándar se destacan los siguientes elementos; Estrategia, Cultura, Procesos, Gobernanza, Personas, Rendimiento (Mejora Continua).

Objetivo de empresa médica: Mejorar la vida de 2500 millones de personas al año para el año 2030. (Adaptado de Empresa Médica Costa Rica)

Misión: Mejorar la vida de las personas a través de una innovación significativa. (Adaptado de Empresa Médica Costa Rica)

Visión: Mejorar la vida de 2500 millones de personas cada año para el 2030. (Adaptado de Empresa Médica Costa Rica)

Estrategia Empresa Médica: Liderar en mercados clave a lo largo del proceso de atención sanitaria mediante soluciones innovadoras que ayuden a las personas a cuidar mejor de su salud en todas las etapas de la vida. Servir a los clientes de la empresa médica con rapidez y excelencia. Por ende, todos los trabajadores deben seguir procesos estándar y lean.

Para la empresa médica, los colaboradores son el recurso más importante, como parte de este elemento se debe tener; claridad de los puestos, una incorporación efectiva, oportunidades de desarrollo, una retroalimentación continua, etc. A nivel de comportamiento existen pilares estratégicos por cumplir como; el cliente es primero, seguridad de los pacientes, trabajar en equipo para ganar, asumir la responsabilidad para entregar rápidamente, etc.

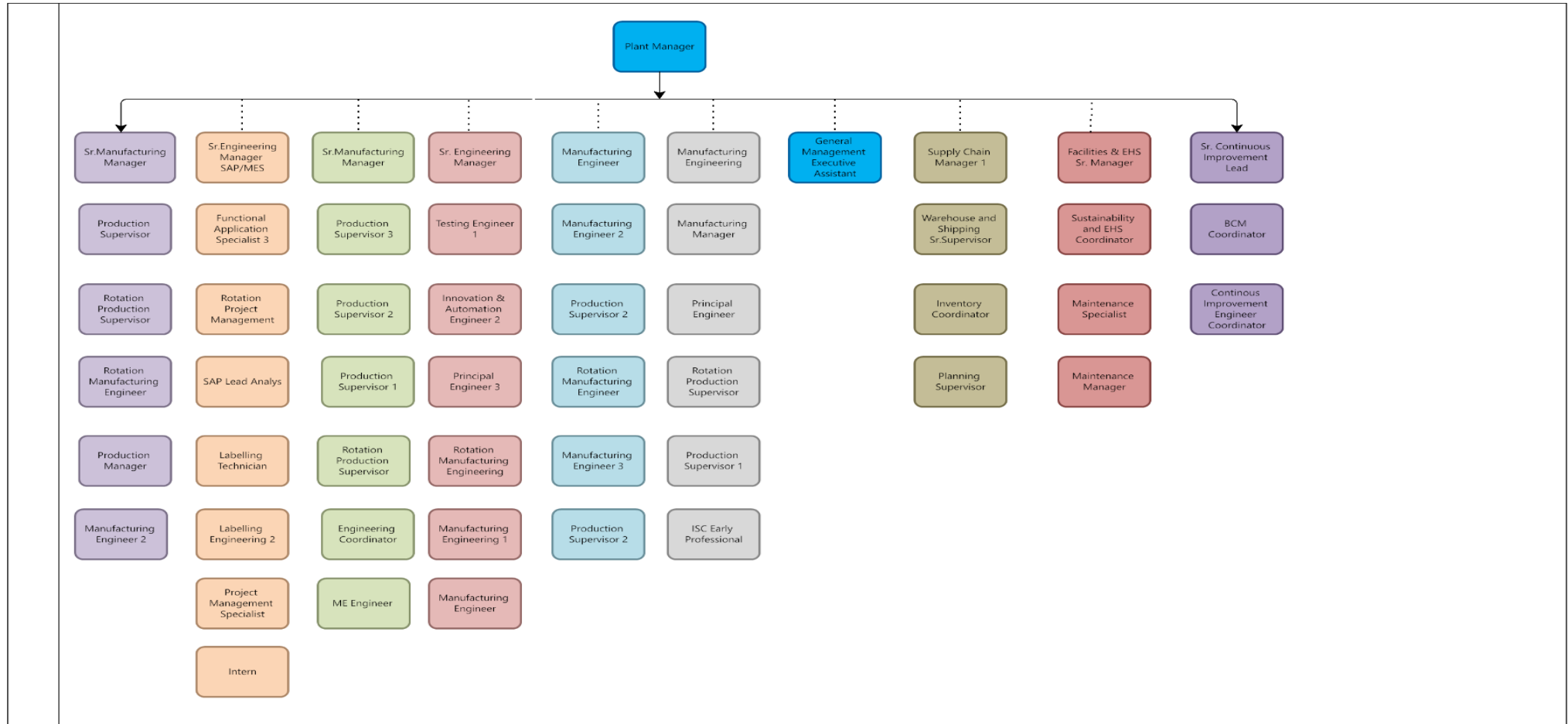
En la Ilustración 2 se puede observar el organigrama de la línea de producto tres y en la lustración 3 se encuentra el organigrama de Empresa médica Costa Rica.

Ilustración 2 Organigrama de línea producto 3



Fuente: Tomado de Empresa Médica Costa Rica.

Ilustración 3 Organigrama Organización Empresa Médica Costa Rica



Fuente: Tomado de Empresa Médica Costa Rica.

1.1.2 Antecedentes del contexto de la empresa o institución

La Empresa Médica es de origen neerlandesa, fue fundada en la ciudad de Eindhoven en el año de 1891. Se ha dedicado principalmente, a los sectores de la electrónica y la asistencia sanitaria. Sus principales oficinas se ubican en Ámsterdam y en otras ciudades de los países bajos. A finales del 2016, las ventas de Empresa Médica Costa Rica ascendían a 24 516 millones de euros con una plantilla de 114 731 trabajadores.

A partir de 2016, se organizó en dos subdivisiones:

- *“Personal Health”*, que agrupa los productos de cuidado personal y para el hogar, cuidado del bebé y salud bucal, entre otros.
- *“Health Systems”*, donde convergen las líneas de negocio de imagenología (rayos X, resonancias y ultrasonidos), cuidado al paciente y otras soluciones tecnológicas para hospitales, como *“HealthSuite”*.

Su tercera subdivisión era *“Lightning”*, pero se enlistó en la Bolsa de Valores Euronext N V e inició satisfactoriamente operaciones como empresa independiente a partir de mayo de 2016. La empresa en el año 2018 cambió su nombre a Signify.⁴

La Empresa Médica inició sus operaciones en Costa Rica en el año 2015, mediante la adquisición de una compañía de dispositivos médicos basada en Estados Unidos.

1.2 Planteamiento del problema

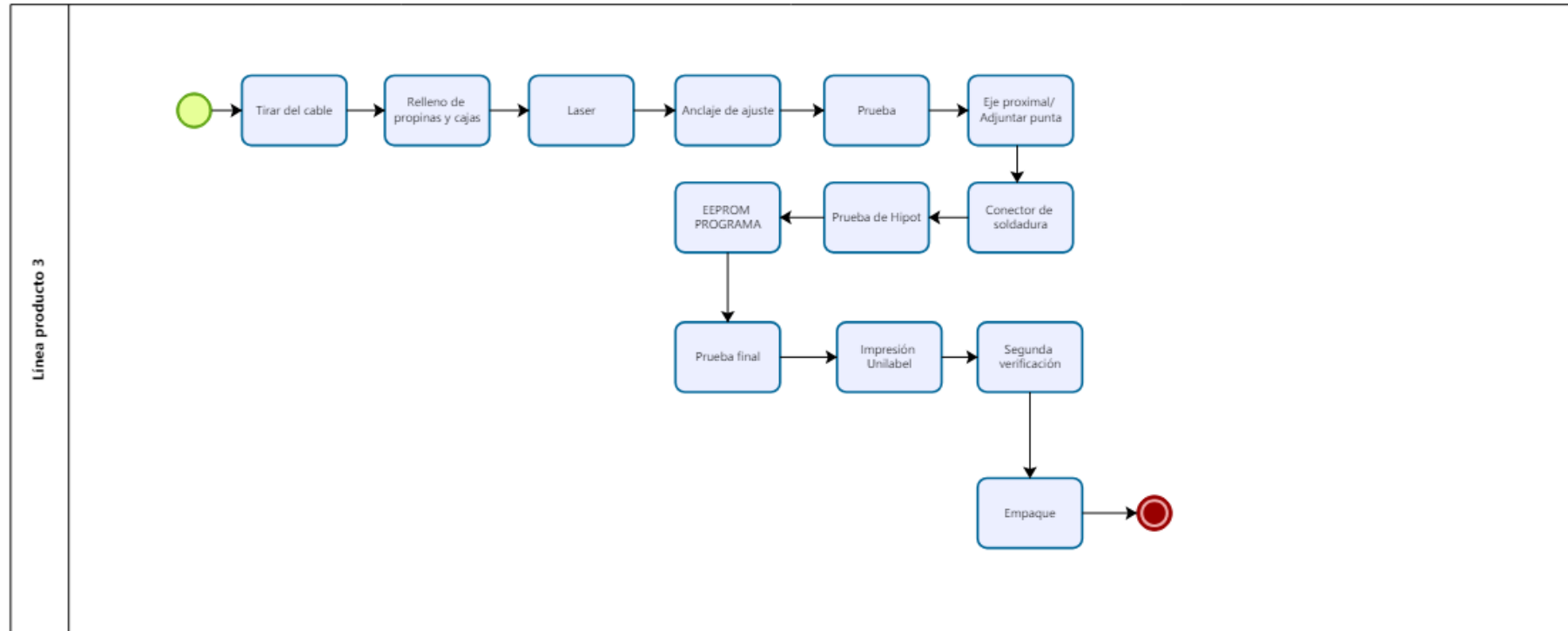
1.3.1 Definición del problema

Flujo del proceso

A continuación, en la ilustración 4 se muestra el diagrama de flujo del proceso de la línea del producto tres en Empresa Médica Costa Rica y consiguiente a esa Ilustración, en la tabla 1 se puede observar de forma detallada los nombres de las estaciones de las cuales se compone la línea.

Ilustración 4 Diagrama de Flujo línea producto 3

1 DIAGRAMA DE FLUJO PRODUCTO 3



Fuente: Tomado de Empresa Médica Costa Rica.

Tabla 1 Nombre de las estaciones de trabajo línea producto 3

1. Tirar del cable
2. Relleno de propinas y cajas
3. Laser
4. Anclaje de ajuste/montaje del mango
5. Prueba
6. Eje proximal/ adjuntar punta
7. Conector de soldadura
8. Prueba de Hipot
9. EPPROM PROGRAMA
10. Prueba final
11. Impresión unilabel
12. Segunda verificación
13. Empaque

Fuente: Tomado de Empresa Médica Costa Rica.

A continuación, se muestra el “VSM” del producto tres:

Ilustración 5 “Value Stream Mapping” Producto 3

Planning
SAP / MES

Tiempo efectivo (seg)	29940
Demanda diaria	50
Takt Time (seg/p)	598,8

Diarias

Compras

Instrucciones Diarias

Mensual

Takt Time (seg/p)

Cliente

Centro de Distribución

Envío

QFI

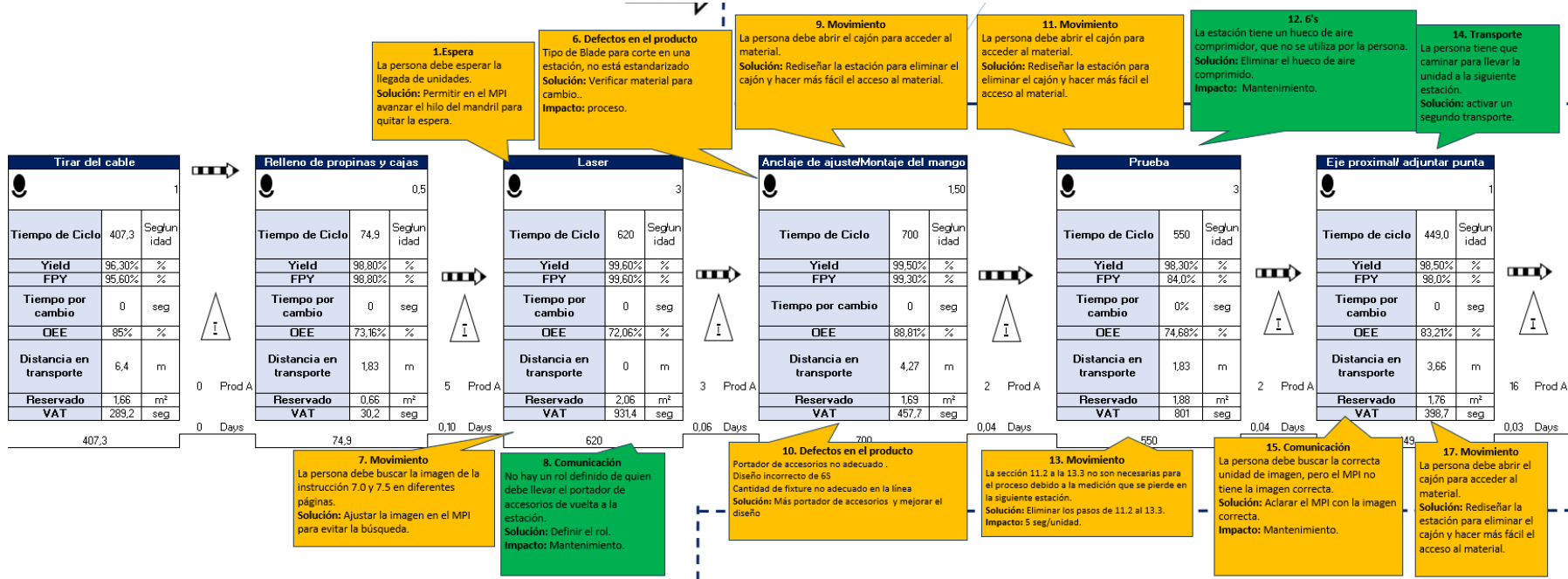
Esterilización y Empque

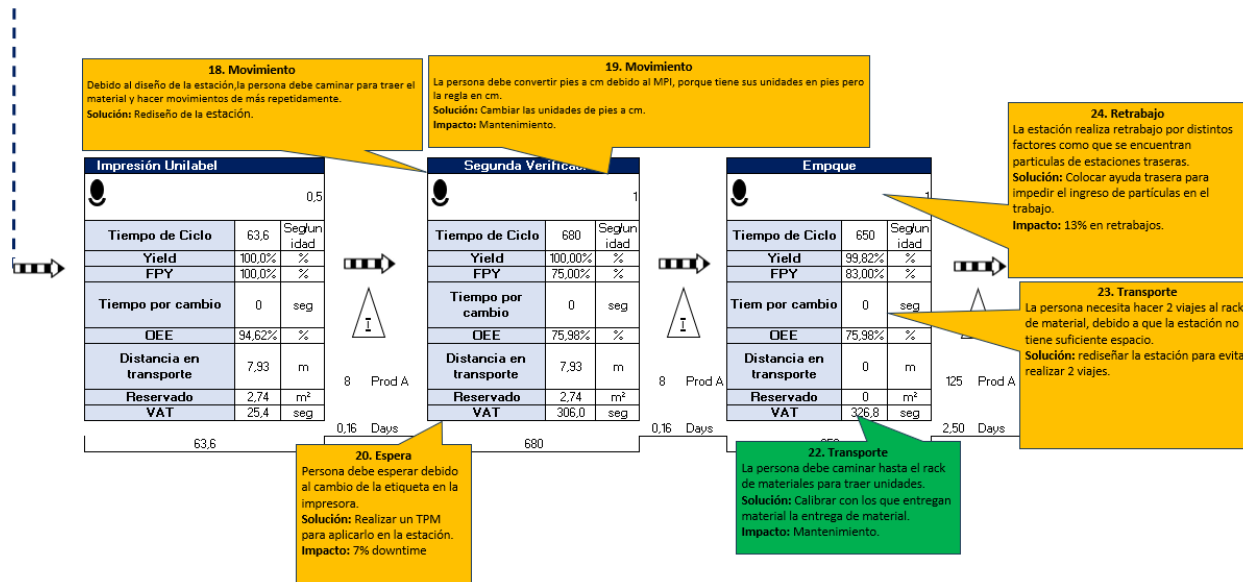
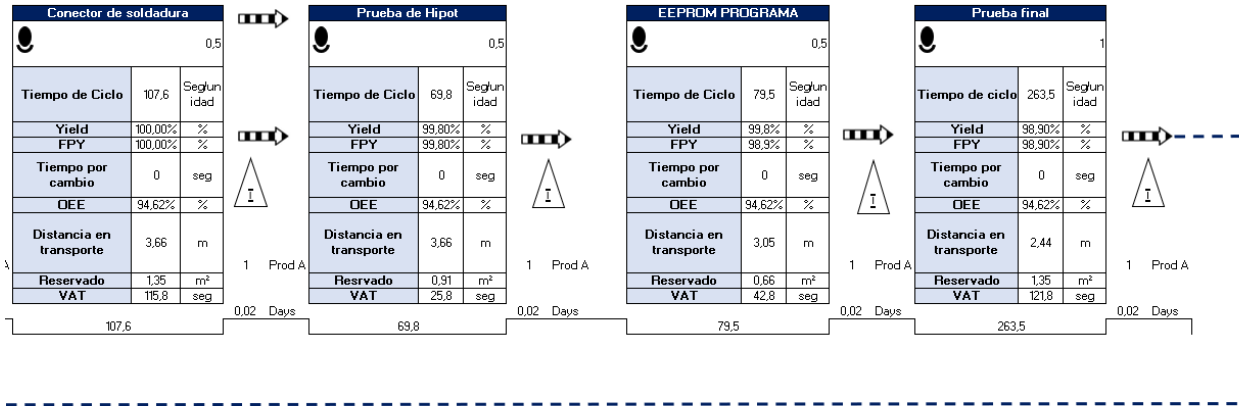
Proveedor

Recibo

QRI

Almacén





Finish Good Summary		
Tiempo de ciclo	3,2	days
Processing Time	4651,6	sec/pc
Yield	89,77%	%
FPY	46,7%	%
Tiempo por cambio	0,00	sec
Distancia en transporte	0,0	m
Reservado	0,0	m2
VAT	3872,6	sec/pc
%VA	4,49%	%

General Summary		
Lead Time E2E	10,20	days
Lead Time FG	3,5	days
Processing Time E2E	4652	sec/pc
Processing Time FG	4652	sec/pc
Yield E2E	89,8%	%
Yield FG	89,8%	%
FPY	46,7%	%
Transport Distance	112,8	m
Reserved floor Space	169,0	m2
VAT	3872,6	sec/pc
%VA	1,52%	%

Fuente: Tomado de Empresa Médica Costa Rica.

El “*Value Stream Mapping*” del producto tres muestra el proceso completo, donde se identifica desde que llega el material a Empresa Médica Costa Rica, se despacha y llega para quedar en el almacén, para posteriormente ser pasado al cuarto limpio, hasta cuando el producto es terminado y se les entrega a los diferentes clientes que mantienen contacto con la organización.

Además, se identifica por estación los desperdicios encontrados en cada una de estas (algunos repetidos, al ser estaciones estandarizadas), tiempos de ciclo, distancia entre estaciones, el espacio que ocupa cada una de estas, etc.

Seguidamente se muestra el “*WCG*” del producto tres:

Ilustración 6 “Work Content Graph” Producto 3

Demanda	50
Días Disponibles	1
Demanda total por día	50
Rendimiento (yield)	93,5%
Por producir	53
Yield E2E	86,5%

#	Operación	Tiempo de Ciclo	Estaciones requeridas teóricamente	Cantidad Real de Operarios	Cantidad real de estaciones	Cantidad de estaciones requeridas	Curva de aprendizaje (%)	Disponibilidad de equipos (%)	Rendimiento (%)	Por producir (Unidades)	Objetivo por hora por estación	Tiempo disponible	Flujo de la línea	Utilización %	Capacidad Diaria (Readiminto 100%)	Readiminto final	Tiempo máximo por Operación (Seg/unidad)	Operación real x tiempo máximo	UPPH
1	Tirar del cable	407,3	0,76	1,00	2,0	1,0	100%	100%	96,30%	56	9	29340	407,3	76%	74	71	533	533	9
2	Relleno de propinas y cajas	74,3	0,14	0,50	1,0	1,0	100%	100%	98,80%	54	24	29340	143,8	27%	200	197	553	277	47
3	Laser	620,0	1,11	3,00	5,0	2,0	100%	100%	99,50%	53	8	29340	206,7	37%	145	68	560	1680	3
4	Anclaje de ajuste/ Montaje del mango	700,0	1,24	1,50	2,0	1,0	100%	100%	98,30%	53	8	29340	466,7	83%	64	63	563	844	5
5	Pruebas	550,0	0,96	3,00	5,0	2,0	100%	100%	98,50%	52	7	29340	183,3	32%	163	62	572	1717	2
6	Eje proximal/ ajustar punta	443,0	0,77	1,00	2,0	1,0	100%	100%	99,30%	52	7	29340	443,0	77%	67	62	581	581	7
7	Conector de soldadura	107,6	0,18	0,50	1,0	1,0	100%	100%	100,00%	51	7	29340	215,2	37%	139	62	585	293	15
8	Pruebas de Hipot	63,8	0,12	0,50	1,0	1,0	100%	100%	99,80%	51	7	29340	139,6	24%	214	62	585	293	15
9	EEPROM PROGRAMA	79,5	0,14	0,50	1,0	1,0	100%	100%	99,20%	51	7	29340	159,0	27%	188	61	586	293	15
10	Pruebas Final	263,5	0,45	1,00	1,0	1,0	100%	100%	98,30%	51	7	29340	263,5	45%	114	60	591	591	7
11	Impresión unilabel	63,6	0,11	0,50	1,0	1,0	100%	100%	100,00%	50	7	29340	127,2	21%	235	60	598	299	15
12	Segunda verificación	680,0	1,14	1,00	2,0	2,0	100%	100%	100,00%	50	5	29340	680,0	114%	44	44	598	598	5
13	Empaque	650,0	1,09	1,00	1,0	1,0	100%	100%	99,82%	50	5	29340	650,0	109%	46	44	598	598	5
		4715	8	15,00	25	16			93,5%			8,32	4097		44	44		8595	

Suma		
Objetivo	50	Unidades
Unidades que salen	44	Unidades
Brecha	-6	Unidades
Unidades que	5,28	Unidades
UPPH Final	0,120	n/a
UPPH FL	0,352	n/a

Suma	
Turno Disponible	TA
Cantidad personas	20
Cantidad de estaciones	24
Cantidad de estaciones	33
Cantidad de estaciones sin	-9

Fuente: Tomado de Empresa Médica Costa Rica.

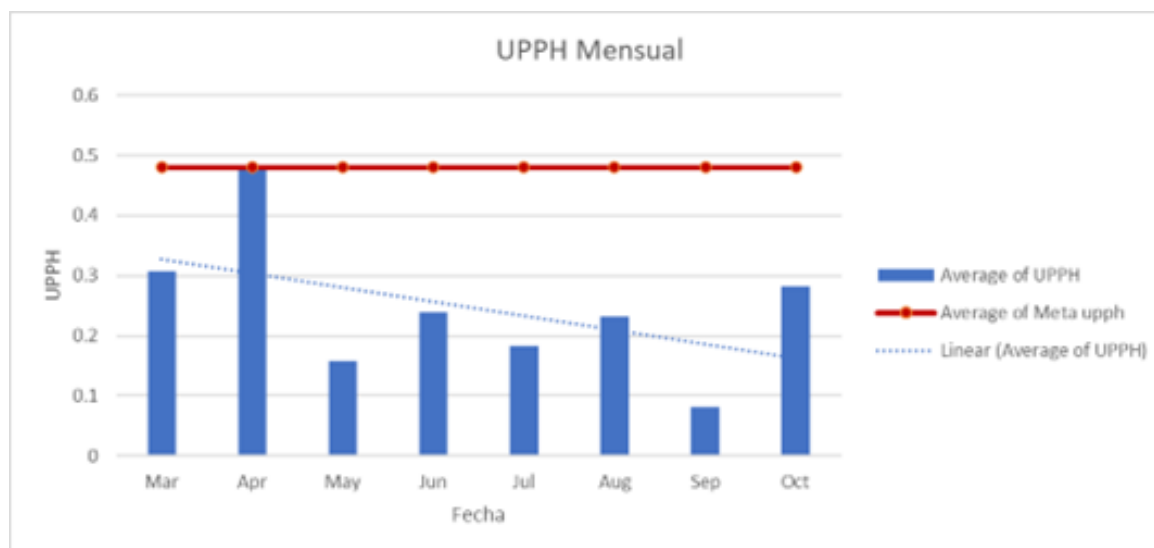
La línea del producto tres cuenta con 13 estaciones diferentes, en cada línea se realiza un proceso diferente. Mediante un flujo secuencial cada estación alimenta a la siguiente para que esta sea capaz de seguir produciendo. Cada estación cuenta con una meta de producción diaria y por hora. Cabe recalcar, que en el caso de la línea tres cuenta exclusivamente con operarios trabajando durante el turno A, el cual es de 6:00 am a 15:36pm, de lunes a viernes. Todas las unidades producidas diariamente por hora deben ser registradas en un sistema, con la finalidad de controlar la producción. Por otro lado, los operarios deben colocar la justificación correspondiente en caso de que la línea presente alguna interrupción o falta de materia prima. Toda la línea tiene un tiempo actual de 2 horas por unidad, además el “*yield*” actual es de 85% y la meta del UPPH es de 0.43.

En los últimos ocho meses (marzo a octubre 2023) se ha reflejado una tendencia a la baja con respecto al indicador UPPH, el cual se asocia a la productividad. Situación, por la cual Empresa Médica Costa Rica no ha logrado obtener la meta establecida en el plan estratégico anual.

En este planteamiento se ven involucrados los colaboradores que trabajan en la línea, la líder de la línea, el supervisor, gerente del área y el Ingeniero de Mejora Continua asociado al área. En caso de que la línea no logre el control de la métrica esto puede afectar a la organización y sus recursos.

La tendencia a la baja ha hecho que se dé un descontento por parte de los altos rangos de la empresa, específicamente del gerente y supervisor de área. Lo cual recae sobre los operarios, debido a que entra una preocupación del supervisor y líder de entender qué está pasando en el área de trabajo, cómo se encuentra trabajando el personal, o si existe una molestia y demás, que está acarreado la producción/productividad. En la Ilustración 7 se puede observar el UPPH mensual de la línea tres.

Ilustración 7 UPPH Mensual de ocho meses



Fuente: Tomado de Empresa Médica Costa Rica.

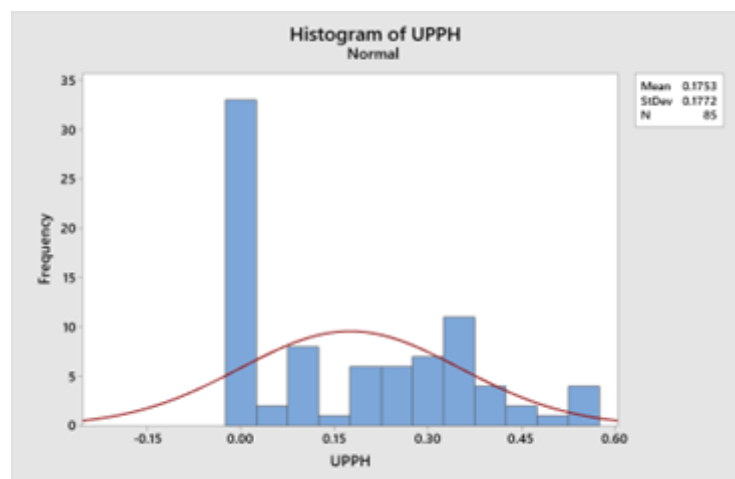
En la Ilustración 7, se identifica la variación del UPPH en la línea del producto tres, desde el mes de marzo hasta octubre del año 2023. La línea roja hace referencia a la meta del UPPH, se puede visualizar como en el mes de octubre no se logró alcanzar dicha meta. Es importante rescatar que en ocasiones hay caídas en este tipo de indicadores, pero, no tan bajas como se muestra en la ilustración ocho, adicional el departamento de “*Planning*” se encarga de programar la disminución de dicho indicador bajo la figura de “*Down*”, sin embargo, en octubre 2023, este indicador disminuyó sin justificación. En la Tabla 2 se encuentra la variación del UPPH.

Tabla 2 Variación UPPH

Initial TAGS UPPH	
Trend	Decreasing
Actual	0.29
Gaps	0.14
Standard	0.43

Fuente: Tomado de Empresa Médica Costa Rica.

En la tabla 2 se observa el UPPH actual de 0.29, mientras que la meta es de 0.43, la cual da una variación de 0.14, por lo que esa diferencia evidencia el valor de desviación respecto a la meta.

Ilustración 8 Gráfico de Barras Comportamiento datos UPPH de marzo a octubre 2023

Fuente: Tomado de Empresa Médica Costa Rica.

En la ilustración 8 se muestra el comportamiento de los datos del UPPH de marzo a octubre 2023 del producto 3 y en el cual se observa que los datos están distribuidos por todo el gráfico, sin tener un comportamiento normal y sin estar cerca de la media.

1.3.2 Justificación del proyecto

El producto tres es el “*highrunner*” de esta línea de implementos médicos que se producen en Empresa Médica Costa Rica, por lo que es importante que esta línea de trabajo cumpla o exceda con los indicadores, con la finalidad de que el negocio pueda tener continuidad y así incrementar el número de clientes y su nivel de satisfacción.

La propuesta de este proyecto es aumentar el UPPH de la línea, lo cual va a ayudar a optimizar los recursos de la empresa, reducir los costos operacionales, e incrementar la competitividad operativa de la compañía. Además, los activos esenciales de una compañía son sus trabajadores, porque sin ellos nada sería posible, por ende, al mejorar el proceso también se está mejorando el ambiente de trabajo convirtiéndose en un lugar amigable y estable, puede mejorar la eficiencia de los trabajadores, por ende, la producción va a mejorar, no solo en cantidad sino en calidad.

Este proyecto busca mejorar las áreas de trabajo, por ende, el cambio debe verse directamente reflejado en lo operarios de la línea, el supervisor y líder mediante el cambio del indicador.

1.4 Objetivos del proyecto

1.4.2 Objetivo general

Implementar una mejora en el indicador UPPH, mediante la metodología DMAIC para disminuir la brecha y alcanzar la meta en el producto tres en la Empresa Médica Costa Rica durante el primer cuatrimestre del 2024.

1.4.3 Objetivos específicos

1. Definir el flujo del proceso en el área del producto tres en la Empresa Médica Costa Rica.

2. Medir los tiempos de ciclo de las estaciones y el movimiento de los datos en un periodo de tiempo establecido en la línea del producto tres.
3. Analizar las causas que ocasionan el problema con respecto al indicador en estudio.
4. Implementar propuesta/s para mejorar que el UPPH en el producto tres aumente.
5. Controlar la tendencia del UPPH del producto tres en la Empresa Médica Costa Rica.

1.5 Alcances y limitaciones

1.5.2 Alcances

La implementación del proyecto de mejora en la línea del producto tres en Empresa Médica Costa Rica, se lleva a cabo en el área de Sensor. El proyecto abarca información desde marzo 2023 hasta abril del 2024. Además, se tiene la facilidad de tener la información a mano por estar dentro de la empresa colaborando como pasante del área de “*OPEX*”.

El proyecto aplica únicamente para la planta ubicada en el Coyol, Alajuela, Costa Rica y exclusivamente para la línea del producto tres.

1.5.3 Limitaciones

El producto en el cual se basará el proyecto tiene diferentes estaciones de trabajo que componen el flujo, sin embargo, para el proyecto solo se trabajará en tres de estas debido a que fue el permiso otorgado a mi persona.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Marco conceptual general relativo a la carrera

2.1.2 Brainstorming:

El Brainstorming o lluvia de ideas, es la recolección de ideas que se realiza normalmente luego de la etapa de medición. Con ayuda de la lluvia de ideas se pueden realizar mapeos mentales y las empresas actualmente la consideran como una de las mejores herramientas para obtener ideas de proyectos y demás. (Ross, 2021)

2.1.3 Calidad:

(Miguel, 2019) afirma:

Se puede decir que la calidad es algo que va implícito en los genes de la humanidad; es la capacidad que tiene el ser humano de hacer bien las cosas. Antes de la implantación de los sistemas de producción industrial, los artesanos se las arreglaban para realizar todo el proceso.

Con la llegada de la industrialización se tendió a separar, por un lado, a los que trabajaban, y por otro a los que controlan. Este es el fundamento del control de la calidad, que tiene como base estos principios:

- Se desconfía de la acción del trabajador y de la planificación de los procesos.
- Hay que realizar un esfuerzo enorme en inspeccionar todo lo producido.
- Una vez producidos los fallos hay que corregir los defectos del sistema (p.3).

2.1.4 Consumidor final:

Cuando se habla de cliente o consumidor final es a la última persona en la pirámide a la que le llegará el producto y podrá disfrutar de él y no será revendido a otra persona. Se dice que todos los consumidores finales son clientes, pero no todos los clientes son consumidores finales. (Grudemi, 2022)

2.1.5 Cuello de Botella:

Se refiere a cuello de botella cuando se tiene una situación que no está cumpliendo con lo pactado y que además afecta el tiempo de proceso, es la parte más lenta del proceso y por el que muchas veces el proceso se detiene. Causa muchas fallas en el resultado final, al no poder cumplir con las expectativas que tienen los clientes. (Sánchez, 2023)

2.1.6 Diagrama de Barras:

El diagrama de barras ayuda a comparar la frecuencia de forma rápida distintas variables, las cuales pueden ser servicios o productos, se adapta a todos los procesos. Además, facilita a distribuir una variable categórica. (S.Moore, 2000)

2.1.7 Diagrama de Flujo:

(Calderón, 2021) afirma lo siguiente:

El diagrama de flujo ofrece una descripción visual de las actividades implicadas en un proceso. Muestra la relación secuencial entre ellas, facilitando la rápida comprensión de cada actividad y su relación con las demás. Cabe destacar que, en los últimos años, el diagrama de flujo se ha vuelto una herramienta muy útil para las empresas, ya que les facilita de manera visual y detalladamente las actividades de las operaciones, haciendo el

proceso entendible proporcionando mejoras al proceso y facilitando la organización. En la siguiente figura se muestra la simbología del diagrama de flujo y su respectivo significado. (p.23)

2.1.8 Diagrama de GANTT:

(Meardon, 2024) define lo siguiente:

Un diagrama de Gantt es una herramienta de gestión de proyectos que ilustra el trabajo realizado durante un período de tiempo en relación con el tiempo previsto para el trabajo. Los diagramas de Gantt también pueden incluir las fechas de inicio y de finalización de las tareas, los hitos, las dependencias entre tareas, las personas asignadas y mucho más (p.1).

2.1.9 Diagrama de Ishikawa:

Conocido también como el diagrama de causa y efecto o diagrama de pescado por su estructura y como engloba las causas del problema principal. Recoge información acerca de las características de las causas del problema que está en análisis. Es una de las herramientas que funcionan para generar una lluvia de ideas. (Morales, 2021)

Además, los 6 elementos del diagrama de Ishikawa son:

- A. Medio Ambiente.
- B. Mano de Obra.
- C. Método.
- D. Maquinaria.
- E. Materiales.
- F. Medición.

2.1.10 Diagrama de Pareto:

Según (Sales, 2013):

Mediante el Diagrama de Pareto se pueden detectar los problemas que tienen más relevancia mediante la aplicación del principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales) que dice que hay muchos problemas sin importancia frente a solo unos graves. Ya que, por lo general, el 80% de los resultados totales se originan en el 20% de los elementos. La minoría vital aparece a la izquierda de la gráfica y la mayoría útil a la derecha. Hay veces que es necesario combinar elementos de la mayoría útil en una sola clasificación denominada otros, la cual siempre deberá ser colocada en el extremo derecho. La escala vertical es para el costo en unidades monetarias, frecuencia o porcentaje. La gráfica es muy útil al permitir identificar visualmente en una sola revisión tales minorías de características vitales a las que es importante prestar atención y de esta manera utilizar todos los recursos necesarios para llevar a cabo una acción correctiva sin malgastar esfuerzos (p.2).

2.1.11 Eficacia:

Por eficacia se entiende a cuando se logra llegar al objetivo deseado, puede ser como persona o hablando de una organización/empresa. (Sol, 2024)

2.1.12 Eficiencia:

La eficiencia en la producción se cumple cuando existe igualdad entre las relaciones marginales técnicas de sustitución entre inputs para todos los bienes producidos. (Díaz, 2004)

2.1.13 Evento Kaizen:

Aplicación enfocada y acelerada de técnicas kaizen en un área específica, usualmente tarda de 3-5 días. (Médica, 2023)

2.1.14 Estandarización:

La estandarización la podemos llamar normalidad también y se cumple cuando un conjunto de productos/procesos cumple una similitud de características iguales y que son aceptadas por el proceso para que se cumpla de una mejor manera. (Ross, 2021)

2.1.15 Histograma:

El Histograma es el gráfico más común para describir la distribución de un grupo de datos anteriormente recopilados. En un histograma se pueden escoger las distintas clases de los datos, para así ser distribuidos en las barras que las representan. (S.Moore, 2000)

2.1.16 Ingeniería Industrial:

La Ingeniería Industrial es una de las ramas más importantes de la ingeniería y engloba muchos términos y herramientas. Se conoce como una ciencia, más sin embargo es la aplicación de esta con la ayuda de cierta base científica. Se encarga del análisis, interpretación, comprensión, diseño, programación y control de sistemas productivos y logísticos, con la idea de siempre implementar mejoras en los diferentes procesos. (Ross, 2021)

Tiene diferentes temas al ser tan amplia, algunas de estas son:

- Ingeniería de producción y manufactura.
- Ingeniería de métodos.
- Ingeniería de mantenimiento.

- Dirección de proyectos.
- Control de Calidad.
- Logística.
- Inventarios.

2.1.17 Kaizen:

Sistema de gestión para la resolución de problemas enfocado en la mejora continua, donde se busca erradicar todas aquellas ineficiencias que conformen en un sistema productivo. (Médica, 2023)

2.1.18 KPIS (Key Performance Indicator):

Indicadores claves del desempeño del proceso o procesos que se revisan en la pizarra de revisión diaria. (Médica, 2023)

2.1.19 Lean:

El uso del término lean se popularizó con la innovadora planta de operaciones de Henry Ford y un tiempo después por Toyota. El pensamiento Lean hace referencia la perfección con respecto a la eficiencia en los procesos, ya sea servicios o productos. Esto de la mano con las necesidades del cliente final a través del mejoramiento continuo. (Akdeniz, 2014)

2.1.20 Productividad:

Cuando se habla de productividad es la capacidad que tenga la organización para producir con respecto a los recursos de los que se dispone en ese momento. (Ross, 2021)

2.1.21 Scrap:

Merma y/o residuos de producción que se encuentran bajo el régimen de Zona Franca y deben disponerse mediante un Acta de Destrucción (Médica, 2023)

2.1.22 “Value Stream Mapping”:

Es una herramienta utilizada para conocer el proceso actual, con sus etapas iniciales y finales, los involucrados en el proceso y además incluye los ciclos de tiempo, distancias, los desperdicios que se encuentran en todos los pasos, así como en un diagrama de flujo.

2.1.23 6 S:

Las 6S es un conjunto de seis pasos o estándares que se deben seguir para mantener un mejor trabajo y ambiente donde se esté. Esta herramienta se encuentra de la mano con la productividad de la persona y la ergonomía que es muy importante. Cada S se refiere a los siguientes términos: SEIRI (Clasificar), SEITON (Organizar), SEISOU (Limpiar), SEKETSU (Mantener), SHUKAN (Hábito), SHITSUKE (Disciplina). Si se logra seguir los estándares de 6S se logra un trabajo más efectivo y se logra una mayor eficiencia. (Médica, 2023)

2.1.24 5 porqués:

Es una metodología que se basa en una fase de preguntas las cuales buscan explorar y analizar la/las causas de un problema principal. Para ello, la primera parte del primer por qué se utiliza para generar otro como consecuencia y así sucesivamente. (Carthy, 2022)

2.2 Marco conceptual atinente a la gestión del proyecto

DMAIC.

2.2.1 Definir.

Etapa en la que se establecen y determinan las oportunidades, el alcance, las metas y los objetivos del proyecto o de la organización. Enfocada en identificar la estrategia a llevar a cabo y el resultado esperado luego de ello. (SYDLE, 2024)

2.2.2 Medir:

Se centra en la recopilación de datos para su posterior análisis y evaluación. Es una fase en que la recopilación cuantitativa y estadística cobra más relevancia mirando el establecimiento de la metodología y la base de las mejoras a implementar posteriormente. (SYDLE, 2024)

2.2.3 Analizar:

Es donde se da la identificación del problema, debido al análisis de los datos y de la estimación del objetivo central de la metodología. Se identifican las causas probables de los dolores de la empresa y con ayuda de este paso se pueden definir los pasos subsiguientes. (SYDLE, 2024)

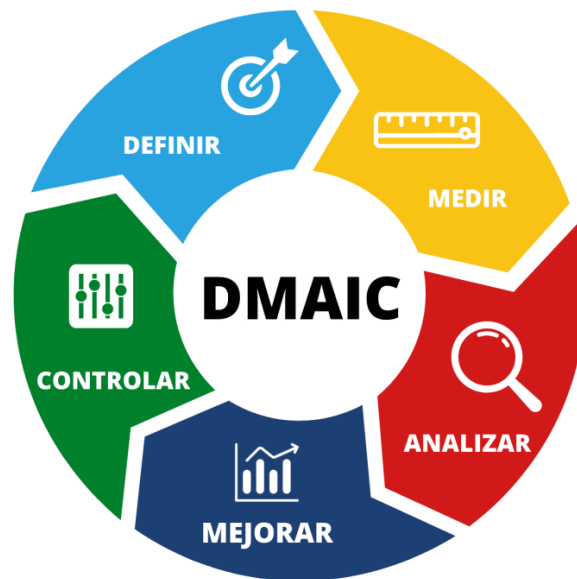
2.2.4 Implementar:

En esta etapa se identifican o determinan las soluciones viables de acuerdo con el problema que se quiere eliminar. (SYDLE, 2024)

2.2.5 Controlar:

Aquí se controlan las acciones de la planificación con el objetivo de asegurar las consistencias de las estrategias. Se definen los indicadores claves para mantener el control de la implementación dada. (SYDLE, 2024)

Ilustración 9 Cuadro DMAIC etapas



Fuente: Tomado de (Rocha, 2022).

2.3 Marco conceptual referente al impacto del proyecto

2.3.1 Alta dirección:

Persona o grupo de personas que dirigen y controlan al más alto nivel una organización. (Médica, 2023)

2.3.2 Andones:

Semáforo o señalización que se coloca en la parte superior de la estación de trabajo que emite tipos de luz utilizados como ayuda visual.

Andón color rojo: Para alertar que una máquina o estación está detenida o que requiere soporte.

Andón color verde: Representa que la estación o máquina se encuentra trabajando con normalidad. (Médica, 2023)

2.3.3 Bin:

Recipiente de diferentes colores que permite el almacenamiento de herramientas o suministros. (Médica, 2023)

2.3.4 Ergonomía Laboral:

La ergonomía laboral se puede definir como la parte que se encarga de mejorar la salud, las herramientas y las tareas del trabajo de todas las personas de la empresa, lo cual ayuda a que las personas trabajen de una mejor manera. (Rioja, 2023)

2.3.5 Cuarto Limpio:

El cuarto limpio es una habitación en la cual se da una concentración de partículas en el aire y se controla la entrada y salida de este aire, cada vez que las personas entran y salen hay reglas

exclusivas que se deben seguir. El cuarto limpio limita el riesgo de contaminantes. (Puertos & León Vega, 2021)

Algunas de las características que presentan los cuartos limpios son las siguientes:

1. El aire que entra a la sala debe ser filtrado para eliminar para que las partículas sean eliminadas que se encuentran en suspensión.
2. Se mantiene el aire libre de partículas a través de filtros de aire de partículas de alta eficiencia.
3. La presión es superior a la del exterior, para evitar que pueda entrar aire del exterior.

2.3.6 “Daily Management”:

Proceso de rendición de cuentas, el cual se realiza diariamente en diferentes niveles de la organización. Están elaborados para revisar los sistemas de control en cada área. Puede ser físico o virtual. (Médica, 2023)

2.3.7 Estación de trabajo:

Diferentes espacios seguidos uno del otro, en los que cada uno se desempeña un trabajador en una tarea completamente diferente a la del anterior. Además, se emplea en cualquier trabajo con necesidades y objetivos específicos. (Que son las estaciones de trabajo y para qué sirven, 2021)

2.3.8 Estudio de Tiempos:

Un estudio de tiempos es la determinación del tiempo que se requiere para completar un proceso o una actividad en particular.

Para que un estudio de tiempos sea confiable se deben obtener al menos 10 muestras o tomas del proceso o de cada uno si consiste en diferentes estaciones o actividades.

En este caso, se realizan 10 tomas de la estación, pero con dos operarios diferentes, para así medir rendimiento de las personas. Se toma en cuenta el periodo de tiempo que lleve el operario en la empresa, debe ser una persona que lleve al menos 3 meses en la organización y que se encuentre certificada en la operación.

2.3.9 “Gemba Walk”:

Lugar donde suceden las cosas y/o se utiliza para referirse a la caminata que se realiza en el entorno (producción, talleres, almacenes, áreas o procesos de soporte) donde se crea y/o entrega el valor de los productos. (Médica, 2023)

2.3.10 “Gowning”:

Vestidor y limpiador por el cual todas las personas deben pasar para entrar a los cuartos limpios. (Médica, 2023)

2.3.11 Mejoramiento Continuo:

Conjunto de acciones dirigidas a obtener la mayor calidad de los productos, servicios y procesos. (Médica, 2023)

2.3.12 Promedio:

El promedio es una medida aritmética. Para encontrar el promedio se deben sumar los datos y dividirlos entre el número de observaciones. la cual se saca sumando los números y dividiéndolo entre la cantidad de muestras que sean. (S.Moore, 2000)

2.3.13 “Takt Time”: Es el tiempo máximo en el que una unidad se debe ser entregada al cliente para satisfacer la demanda del mercado. (Médica, 2023)

2.3.14 Tiempo disponible (“Up Time”):

Es el tiempo en el que un equipo o sistema se mantiene activo durante un tiempo planeado. (Médica, 2023)

2.3.15 Tiempo estándar:

El tiempo estándar es el tiempo que ocupa un trabajador para realizar su tarea. Dentro de esto, se incluye las necesidades de las personas o el tiempo de maquina cuando lo amerita. Los estándares de tiempo son una necesidad y sin ellos no se lograría realizar los procesos con éxito. (Meyers)

2.3.16 Tiempo de paro (“Down Time”):

Momento durante la operación normal de producción programada que un equipo o sistema se mantiene detenido. (Médica, 2023)

2.3.17 “WIP”:

Procedimiento de la estación de trabajo (Médica, 2023)

2.3.18 “Work Content Graph”:

Herramienta para balancear una línea de producción en función a un takt time determinado por una demanda determinada. (Médica, 2023)

2.3.19 “Yield”:

Proporción o el porcentaje de productos o unidades que pasan exitosamente una serie de pruebas, inspecciones o procesos de control en comparación con el número total de productos o unidades que entraron en el proceso (Médica, 2023)

2.4 Antecedentes de proyectos o experiencias semejantes

(Ross, 2021) indica lo siguiente “Aumento de la productividad en el departamento de Servicio Técnico al Cliente en la empresa Emerson Electric, ubicada en Guachipelín de Escazú durante el período de marzo a agosto de 2021. Universidad Hispanoamericana, setiembre 2021. El departamento de Service Desk, de la empresa Emerson, tenía un año de estar experimentando caídas de producción en los períodos de contratación, debido a que se utilizaba un método de capacitación que se convirtió en una práctica perjudicial para la productividad. Es por esto por lo que se realizó una investigación exhaustiva para encontrar la causa raíz del problema e implementar una solución que permitiera aumentar la productividad y la calidad del departamento por medio de la revisión y estandarización de procesos para la mejora de la experiencia técnica recibida por el usuario. A lo largo de esta investigación se aplicaron más de 10 herramientas ingenieriles para poder revisar los procesos actuales del departamento, identificar oportunidades de mejora, determinar cuáles de estos se encontraban debidamente documentados, identificar posibles brechas en los procedimientos que causaran bajas en las métricas y plantear una propuesta de mejora para el departamento. Finalizada la investigación, se logró determinar que las causas raíz del problema de bajas de productividad experimentado por el departamento correspondiente estas a la falta de un plan de capacitación, la ausencia de documentación estandarizada para los procesos, y la carencia de un recurso capacitador para empleados nuevos. Para implementar la propuesta de mejora se descubrió que la empresa no incurriría en ningún tipo de gasto, al contar con los recursos y materiales necesarios, obteniendo beneficios importantes sin realizar inversiones” (p.17)

(Villalobos, 2021)indican lo siguiente “La presente investigación aparece de la necesidad de mejorar la gestión de la producción para mejorar la productividad de las empresas, ya que no se

pone un énfasis importante en estas actividades que brindan beneficios a las empresas y también a la sociedad ya que contribuyen con su desarrollo. La investigación tiene como objetivo elaborar una propuesta de Gestión de Producción para aumentar la productividad en las empresas procesadoras, con tipo de investigación cuantitativa – propositiva y diseño no experimental, transversal, descriptiva. Se ha tomado como población a todos los colaboradores de la empresa que son 20 y la muestra fue la misma cantidad, ya que es una cantidad pequeña. Uno de los resultados más resaltantes en la investigación, es el estado de las maquinarias de la empresa donde el 35% de los encuestados afirma que el estado de las maquinarias de la empresa es mala y muy mala, mientras que el 35% menciona que su estado es regular, por otra parte, el 30% comenta que buena y muy buena, todos estos datos que están muy separados demuestran que se debe mejorar el estado de las maquinarias para mejorar la productividad de la empresa. Se concluye que Se propusieron estrategias de gestión de la producción para mejorar la calidad del producto y así poder competir, primero en el mercado regional y después en el nacional, aplicando todas las estrategias planteadas en la presente investigación, teniendo como sustento el incremento de la productividad, la disminución del costo de producción, disminución del tiempo y el apoyo de tecnologías en el proceso productivo” (p.5).

(Carballo, 2023) define lo siguiente “Esta tesina fue desarrollada en función de un mejoramiento de productividad en el proceso de Extrusión de la empresa Plásticos Modernos SA mediante un DMAIC para así poder alcanzar la meta establecida en las máquinas según la producción que se requiera entre láminas planas, láminas rollos, láminas cementeras o láminas decorativas las cuales pueden tener diferentes colores, calibres y anchos. En el proceso de análisis de las herramientas ingenieriles aplicadas se logra determinar por medio del Pareto que las principales causas de afectación durante las producciones de los extrusores es el tiempo de ajustes y alistamientos,

cambios, problemas de calidad y fallas mecánicas y eléctricas las cuales son sub clasificadas en causas como falta de capacitación para tener personal back-up, producciones poco continuas, tiempo en ajustes y cambios muy extensos, falta de mantenimiento programado y problemas de calidad en materia prima siendo esto de impacto significativo al rendimiento del extrusor en sus producciones. Por lo cual como parte de las propuestas se sugiere que se tenga un mayor acompañamiento por parte del supervisor, compra de un software para la programación para evitar que sea por medio de un Excel, revisión de los instructivos del proceso para evidenciar si se tiene una metodología correcta y mantener un stock de materia prima de alta calidad y optima en cada XIII proceso para no sufrir desabastecimientos o afectaciones por formulaciones distintas en la misma. En conclusión, se puede decir que la implementación de las mejoras planteadas por medio del plan de acción se busca que sea a un plazo de tiempo razonable y aceptable para la empresa por los cambios que se puedan generar desde el tiempo que se comunique el cambio hasta su proceso de implementación en cuanto a la adaptación de los empleados para poder cumplir con el indicador ya establecido elevando la productividad del proceso y creando una cultura optima y de mejora continua” (p.12).

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DEL TRABAJO

3.1 Metodología para la definición del problema

Para la primera etapa del DMAIC, se define el problema en estudio, con ayuda de herramientas ingenieriles se logrará conocer mejor el proceso, las entradas y salidas.

Tabla 3 Etapa Definir DMAIC

Herramientas	Aplicación	Resultados esperados
Evento Kaizen	En una reunión que tiene una duración de tres días, 8 horas cada uno, donde cada una de las partes lleva información valiosa y además se asignan ciertas acciones y tareas a personas.	Participación de partes interesadas y recolección de información para el proyecto.
Luvia de ideas	En medio del evento “ <i>kaizen</i> ” los involucrados discuten los distintos factores que pueden involucrarse en el proyecto.	Recolección de datos para el análisis de las causas.
Diagrama de flujo	En un “Gemba Walk” con el supervisor e ingeniero a cargo se	Definir el flujo de trabajo del producto tres.

	define la ruta del proceso y las distintas estaciones de la línea del producto tres.	
Value Stream Mapping	Por medio del evento “ <i>Kaizen</i> ” recolectar información con respecto al proceso y detallado de cada estación con sus respectivos tiempos, distancias, materiales, etc.	Definir el flujo del proceso con las debidas partes interesadas. Definir los desperdicios que se dan en cada estación, para más adelante detallarlos y buscarles causas y soluciones respectivas. Así optimizar el proceso de producción de la línea en estudio.
Work Content Graph	Con una sesión cada 15 días con una duración de 40 minutos se verifican los datos, como curvas de aprendizaje y tiempos para conocer los cambios del proceso y determinar la demanda de productos finales.	Ayudar a reconocer los cuellos de botellas del proceso de la línea del producto tres.

Fuente: Elaboración propia.

3.2 Metodología para la medición y respaldo cualitativo de proyecto

Para la etapa del DMAIC de la medición del problema se propone utilizar las siguientes herramientas ingenieriles, las cuales ayudarán a mostrar el desempeño actual del proceso, resalta la magnitud del problema en estudio del proyecto.

Tabla 4 Etapa Medir DMAIC

Herramientas	Aplicación	Resultados esperados
Gráfico de Barras	Agrupar los datos del UPPH en una cantidad de tiempo, con ayuda de las partes interesadas, además de los indicadores de la empresa.	Conocer el movimiento de los datos (UPPH) en un lapso de ocho meses.

Fuente: Elaboración propia.

3.3 Metodología para la propuesta de mejora, construcción o puesta en práctica de un nuevo proceso, producto o servicio

Con ayuda de las herramientas ingenieriles utilizadas en este punto, la idea es que se logre analizar las diversas causas que ocasionan el problema principal, de esta forma saber a cuáles se les debe dar una mayor prioridad y a partir de eso adecuar las posibles mejoras principalmente hacia esas causas con un mayor porcentaje de ocurrencia.

Tabla 5 Etapa Análisis DMAIC

Herramientas	Aplicación	Resultados esperados
Diagrama de Ishikawa	A partir del “ <i>gemba walk</i> ” y del conocimiento del proceso apuntar y dividir las causas en diferentes áreas para poder ser analizadas.	Obtener las causas del problema y ordenar la relación de las causas de una forma más eficiente y conociendo sus distintas áreas.
Diagrama de Pareto	Analizar las causas que influyen en la disminución del UPPH en la producción del producto tres.	Conocer las causas que tienen un mayor impacto con respecto al problema.
5 porqués	Con ayuda del análisis que se da a partir del diagrama de Pareto e	Conocer a fondo la razón del por qué se están dando las causas principales, para de esa forma

	Ishikawa, adentrarnos más en las causas principales.	saber algunas de las acciones que se pueden ejecutar que vaya relacionado con las causas del problema.
--	--	--

Fuente: Elaboración propia.

3.4 Metodología para la implementación del proyecto

La cuarta etapa del DMAIC es la propuesta de mejora, en la que la/s propuesta/s que se implementen van de acuerdo con el análisis que se hizo en el paso anterior. Algunas de las herramientas que se utilizan pueden ser con ayuda de herramientas y además pueden ser cambios que se realicen al proceso para que se den los resultados esperados.

Tabla 6 Etapa Implementar DMAIC

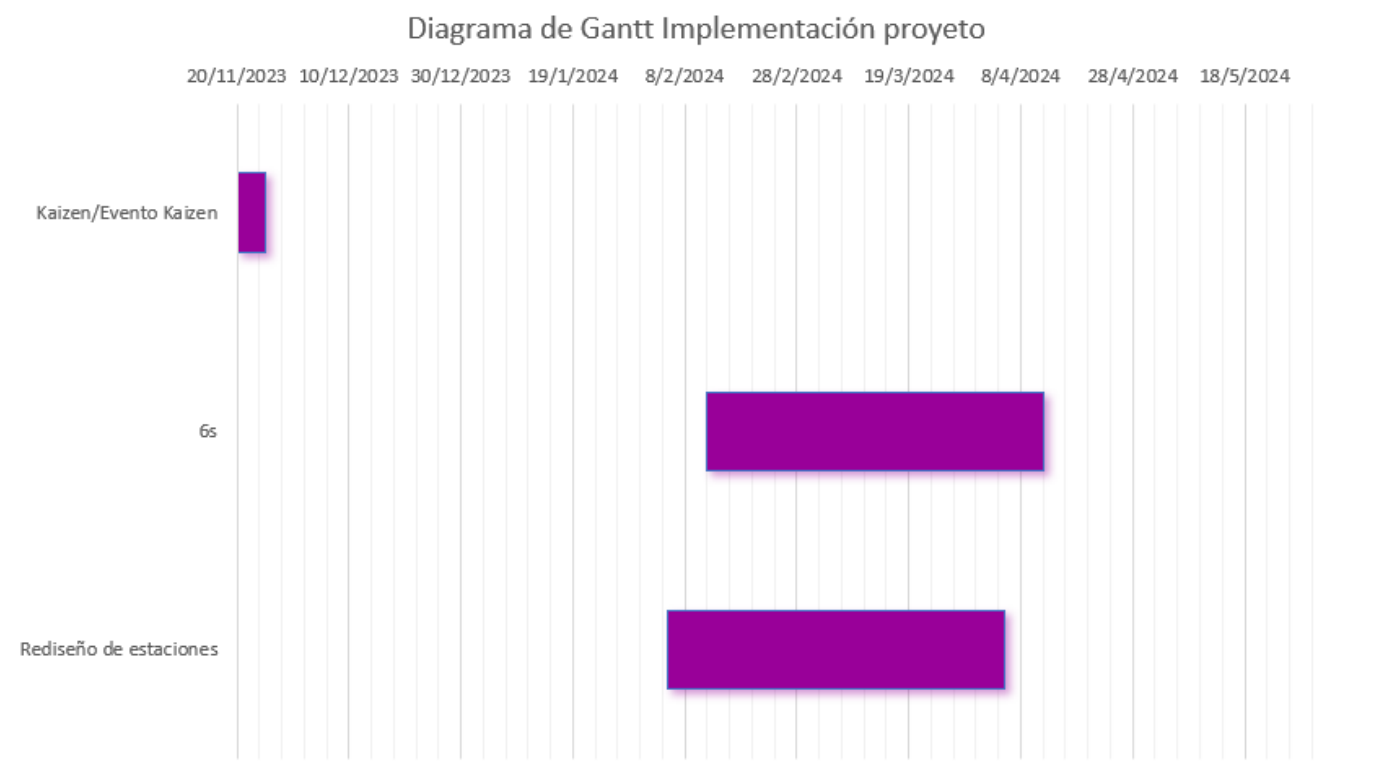
Herramientas	Aplicación	Resultados esperados
Kaizen/Evento Kaizen	Aplicar las acciones paso a paso especificadas en el evento “kaizen”.	Implementar las mejoras/propuestas de los datos obtenidos del proceso de medición.
6S	Con ayuda de los fundamentos de las 6S, saber cómo se pueden implementar estas mejoras, para que vaya de la mano con el trabajo de los operarios y como deben trabajar de la mejor forma.	Que los operarios trabajen de una forma más ergonómica y que eso vaya de la mano con una motivación extra para realizar su trabajo de la mejor manera diariamente.
Rediseño de estaciones		Mejoramiento en la productividad de los operarios que se encuentran

	Por medio del análisis realizar cambios a estaciones, de acuerdo con desperdicios y productividad.	en estas estaciones o que rotan en ellas.
--	--	---

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se muestra un diagrama de Gantt, en el cual se define el flujo de fechas en las que se implementaran las acciones a implementar en el proyecto:

Ilustración 10 Diagrama de Gantt Herramientas a implementar en el proyecto



Fuente: Elaboración propia.

3.5 Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados

Para la última etapa del DMAIC del control y verificación de la propuesta de mejora del problema se propone utilizar las siguientes herramientas ingenieriles, para que de esta forma se logre llevar una inspección del cumplimiento de todo lo propuesto y que así se logren mantener los objetivos fijados del proyecto.

Tabla 7 Etapa Controlar DMAIC

Herramientas	Aplicación	Resultados esperados
Revisión periódica de KPI UPPH	Mediante una sesión semanal revisar el indicador UPPH	Dar seguimiento a las mejoras/ propuestas implementadas en el flujo del trabajo.

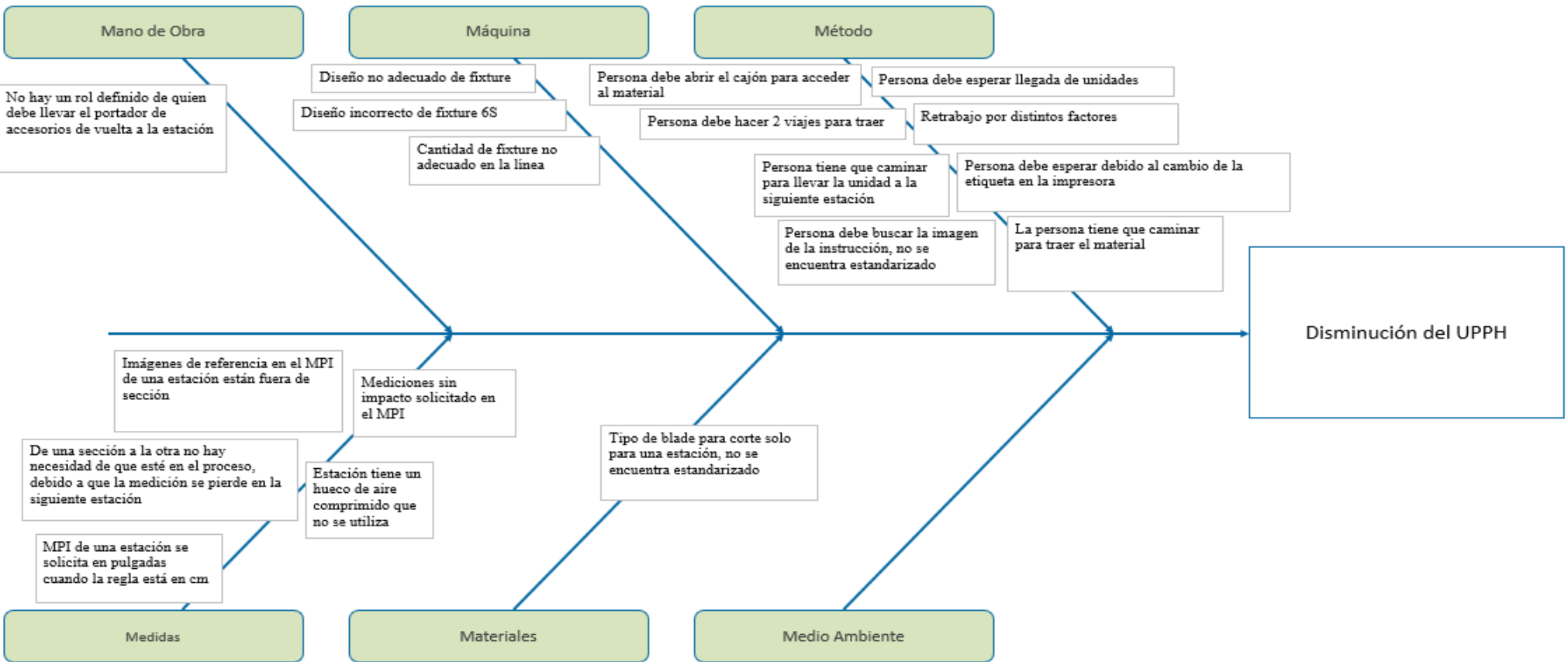
Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE CAUSA DE RAÍZ

A partir de la recolección de datos que ocurrió en la definición y medición del problema, la cual fue realizada mediante el uso de las herramientas ingenieriles como: el Evento “*Kaizen*”, la Lluvia de ideas, el diagrama de flujo, el “VSM” y el “WCG”, se procede a realizar el análisis de las diferentes causas que forman parte de la problemática, en busca de determinar la/las causas raíz.

A continuación, en la ilustración 11 se muestra el Diagrama de Ishikawa del producto tres con las causas en cada una de las M que componen el diagrama.

Ilustración 11 Diagrama de Ishikawa de Desperdicios



Fuente: Tomado de Empresa Médica Costa Rica.

A continuación, se explican cada una de las causas recolectadas y que se clasificaron en el Diagrama de Ishikawa, para posteriormente conocer su importancia con ayuda de dos Diagramas de Pareto:

Mano de Obra:

- No hay un rol definido de quien debe llevar el portador de accesorios (fixture) de vuelta a la estación de donde pertenece, porque se está moviendo constantemente.

Máquina:

- Diseño no adecuado de fixture: Los diseños de los fixtures de las estaciones de trabajo de la línea del producto tres van de la mano con las herramientas que se ocupen en cada una de estas con respecto al proceso que se realice. Hay algunos fixtures que se encuentran diseñados sin haber contemplado la forma de las herramientas en esa estación, de forma que, se dificulta mantener el orden.
- Diseño incorrecto de fixture de 6S: Cuando no hay un buen diseño de 6S es muy difícil que los operarios trabajen de una forma productiva y motivados, porque ellos deben trabajar en las condiciones óptimas y cómodas, de lo contrario es cuando se ve afectada la producción.
- Cantidad de fixtures no adecuado en la línea: Hay algunas estaciones que son dobles, triples o en ocasiones hasta son seis que realizan el mismo proceso para agilizar el trabajo y estas deben estar estandarizadas para que no haya ningún cambio y el producto no tenga defecto. Sin embargo, se ha encontrado estaciones en la que solo una cuenta con el fixture adecuado para colocar sus herramientas y las demás solo cuentan con las herramientas apiladas de

un lado de la estación tratando de mantener un orden y que así no se pierda ninguna herramienta, porque de lo contrario sería grave para continuar con el proceso.

Material:

- Tipo de Blade para corte en una estación, no está estandarizado: Una Blade es una de las herramientas que se utilizan en varias estaciones del producto tres para corte, por lo que debería ser algo que si se utiliza en varias debería ser estandarizado.

Método:

- La persona debe abrir el cajón para acceder al material: Cada vez que va a trabajar en una unidad para sacar y escanear los materiales que debe utilizar, por lo que aumenta el tiempo de ciclo en esa estación y además se vuelve un movimiento repetitivo para el operario que se encuentre en esa estación.
- La persona tiene que caminar para traer el material.
- La persona debe esperar la llegada de unidades: Esto para poder continuar con su trabajo, al ser un proceso productivo que dependen una de las otras.
- Retrabajo por distintos factores como la llegada de partículas provenientes de la estación de otra línea.
- La persona debe buscar la imagen de la instrucción 7.0 y 7.5 en diferentes páginas del MPI: Por lo que se pierde tiempo cada vez que se deba buscar.
- La persona debe esperar debido al cambio de la etiqueta en la impresora.
- El operario tiene que caminar para llevar la unidad a la siguiente estación: Esto porque se encuentran alejadas, pero es la siguiente en el proceso productivo.

- La persona debe hacer 2 viajes para traer material del rack: Hay dos estaciones que requieren de movimiento para traer material repetidas veces y además de que hay una de ellas que realiza movimientos de más repetidamente.

Medida:

- Unas imágenes de referencia en el “MPI” de una estación se encuentran fuera de sección: Las imágenes no se logran visualizar. Hay operarios que ya conocen el trabajo de memoria, sin embargo, lo más apegado a las normas y estándares de calidad es que ellos lleven el proceso de acuerdo con el MPI y con este inconveniente se complica leerlo y entenderlo. Además, si llega alguien externo a la estación es posible que no se pueda entender de la mejor manera.
- Mediciones sin impacto solicitado en el “MPI”.
- El MPI de una estación solicita en pulgadas cuando la regla se encuentra en cm: Es una pérdida de tiempo, porque, las mediciones de la regla se encuentran cm y en el MPI se solicitan en pulgadas, entonces se debe estar realizando el cambio constantemente.
- Estación tiene un hueco de aire comprimido, que no se utiliza por la persona, por lo que quita espacio pen la estación y si no se utiliza según las 6S es algo que no debe estar ahí.
- De una sección a la otra no hay necesidad de que esté en el proceso, debido a que la medición se pierde en la siguiente estación.

Medio Ambiente:

Para la espina de medio ambiente no se encuentran causas durante el evento kaizen, debido a que se concentró a encontrar puntos más enfocados al proceso y además debían ser causas capaces de cumplirse y que pudieran ser editables y mejoradas dentro del proyecto.

Desperdicios

Cada una de las causas encontradas durante el evento son desperdicios, que a la vez fueron mapeados en el “VSM”, por esta razón es que se pasa a realizar una división.

Los desperdicios van de la mano con la productividad de los operarios que trabajan en la línea y estos se agrupan en los siguientes grupos:

1. **Movimiento:** El cual está relacionado con el transporte, cuando se dan traslados innecesarios en un lugar de trabajo.
2. **Retrabajo:** Cuando se deben realizar piezas nuevamente por algún inconveniente en el proceso productivo y cuando el proceso es muy frágil y controlado como en este tipo de implementos se debe tener el doble de cuidado.
3. **Transporte:** Cuando los puntos de distancia entre estaciones o puntos necesarios entre ellos mismos son muy alejados y se hacen pasos y movimientos de más que podrán acortarse con mejoras implementadas y layouts.
4. **Espera:** Cuando una mala planificación en el proceso productivo puede provocar tiempos muertos.
5. **Defecto del producto:** Cuando un producto sufre de un defecto supone una carga y coste adicional. Además, se debe asegurar de que las herramientas y estación estén diseñadas especialmente para que no ocurra ese tipo de errores lo menos posible.
6. **Comunicación:** Cuando no hay comunicación establecida.

Los desperdicios se alinearon con las causas del Diagrama de Ishikawa y se clasificaron de la siguiente manera:

1. Movimiento

- Persona debe buscar la imagen de la instrucción 7.0 y 7.5 en diferentes páginas.
- Persona debe abrir el cajón para acceder al material.
- De una sección a la otra no hay necesidad de que esté en el proceso, debido a que la medición se pierde en la siguiente estación.
- La persona tiene que caminar para traer el material.
- Persona debe convertir pies a cm debido al MPI, porque tiene sus unidades en pies, pero la regla se encuentra en cm.
- Persona debe realizar viajes para traer material y realiza movimientos de más repetidamente.

2. Espera

- Persona debe esperar la llegada de unidades
- Persona debe esperar debido al cambio de la etiqueta en la impresora.

3. Transporte

- La persona tiene que caminar para llevar la unidad a la siguiente estación.
- La persona debe caminar hasta el rack de materiales para traer unidades.
- Persona tiene que caminar para traer materiales.

4. Retrabajo

- La estación realiza retrabajo por distintos factores como que se encuentran partículas de estaciones traseras.

5. Defectos en el producto

- Diseño no adecuado de fixture: Los diseños de los fixtures van de la mano con las herramientas que se ocupen en la estación y el proceso de esta. Hay algunos fixtures que se encuentran diseñados sin haber contemplado la forma de las herramientas en esa estación, de forma que, en ocasiones se dificulta mantener el orden
- Diseño incorrecto de fixture de 6S: Cuando no hay un buen diseño de 6S es muy difícil que los operarios trabajen de la forma que se espera, porque ellos deben trabajar en las condiciones óptimas y cómodas y cuando eso sucede la productividad puede aumentar.
- Cantidad de fixtures no adecuado en la línea: Hay algunas estaciones que son dobles o esta tienen seis que realizan el mismo proceso y en ocasiones pasa que solo una cuenta con el fixture adecuado.
- Tipo de Blade para corte solo para una estación, no se encuentra estandarizado.

6. 6S

- Estación tiene un hueco de aire comprimido, que no se utiliza por la persona.

7. Comunicación

- No hay un rol definido de quien debe llevar el portador de accesorios.
- Imágenes de referencia en el MPI de una estación está fuera de sección.
- Mediciones sin impacto solicitado en el MPI.

A continuación, se muestra la tabla 8, en la que se visualiza la recolección de datos de los desperdicios, para la elaboración del Diagrama de Pareto de los mismos, los cuales fueron encontrados en todas las estaciones de la línea del producto 3:

Tabla 8 Impacto de desperdicios

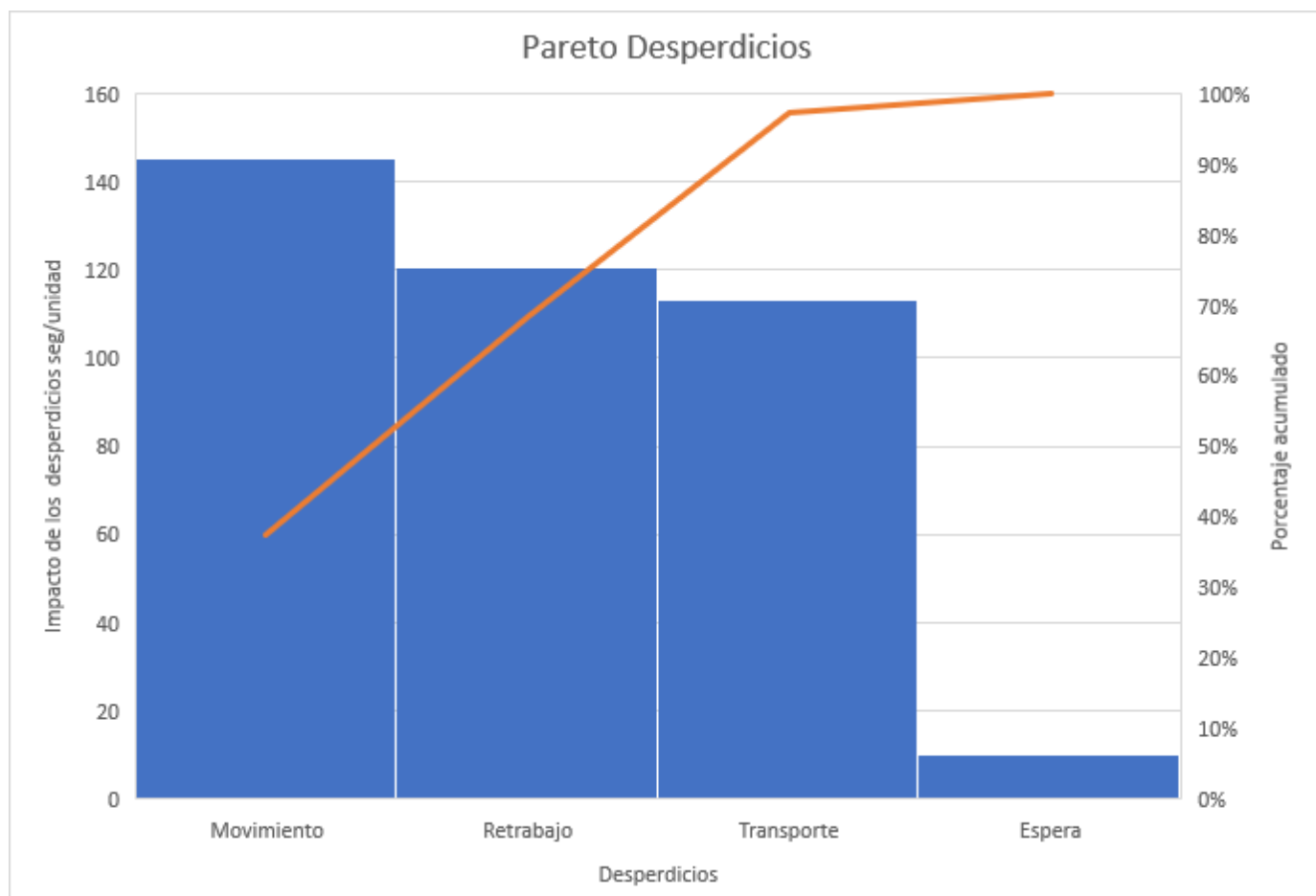
Impacto de desperdicio	
Desperdicio	Suma de impacto en s/unidad
Defecto	0
Comunicación	0
Espera	10
Movimiento	145
Retrabajo	121
Transporte	113
Suma	389

Fuente: Tomado de Empresa Médica Costa Rica.

Impacto basado en:

Con ayuda del evento “*Kaizen*” y del “*Gemba Walk*”, los impactos que se muestran en las tablas 8 y 9 es el tiempo que se puede disminuir por desperdicio y en cada estación, es decir las oportunidades para atacar en cada una, la/las que presenten un mayor porcentaje en el Diagrama de Pareto serán las atacadas para realizar las propuestas del proyecto. Los tiempos que se lograrán disminuir según el proyecto se derivaron de una toma de tiempos que se dio durante la recolección de datos al inicio de este. La recolección tuvo una duración de 3 días, la cual derivó 10 muestras de cada desperdicio y estación. Las causas que se vieron en el Diagrama de Ishikawa se agruparon en los Desperdicios del pensamiento Lean.

Ilustración 12 Impacto de Desperdicios en línea producto 3



Fuente: Tomado de Empresa Médica Costa Rica.

Según los resultados obtenidos del Diagrama de Pareto de los desperdicios que se muestra en la Ilustración 12, del 80% de los desperdicios se encuentra el movimiento seguido por el retrabajo y posteriormente el transporte. Por lo cual estos tres desperdicios se convierten en el enfoque principal del proyecto atacar mediante la reducción de estos. Los desperdicios que no se muestran en el Diagrama de Pareto y que no se analizan en este apartado es porque sostienen un porcentaje muy bajo con respecto a los demás y sus tiempos o impactos son más bajos, siendo estos los desperdicios de Espera, Defecto, Comunicación y 6S, la cual si se va a tomar en cuenta como

parte de la implementación, más no enfocado en sus causas principales, sino porque con 6S involucramos orden y limpieza. Se les dará algunas recomendaciones para atacar los desperdicios no resueltos durante la implementación del proyecto.

Siguiendo con el análisis, en la tabla 9 se observa la cantidad de observaciones o desperdicios que se dieron en cada una de las estaciones del proceso productivo de la línea durante esta misma recolección de datos, por esta misma razón se podrá ver como en la Ilustración 13 de Oportunidades por estación hay algunas estaciones que no se muestran.

Tabla 9 Observación por estación

Observaciones por operación	
Estaciones	Cantidad de Observaciones (Desperdicios)
Tirar del cable	0
Relleno de propinas y cajas	0
Laser	3
Anclaje de ajuste	3
Prueba	3
Eje proximal/adjuntar punta	3
Conector de soldadura	0
Prueba de Hipot	0
EEPROM PROGRAMA	0
Prueba Final	0
Impresión Unilabel	0
Segunda Verificación	3
Empaque	3
Total general	18

Fuente: Tomado de Empresa Médica Costa Rica.

En la tabla 10 se muestra la recolección de datos con respecto al impacto por estación, o sea el tiempo que se puede disminuir en cada estación de acuerdo con los desperdicios que se encontraron en cada una de ellas.

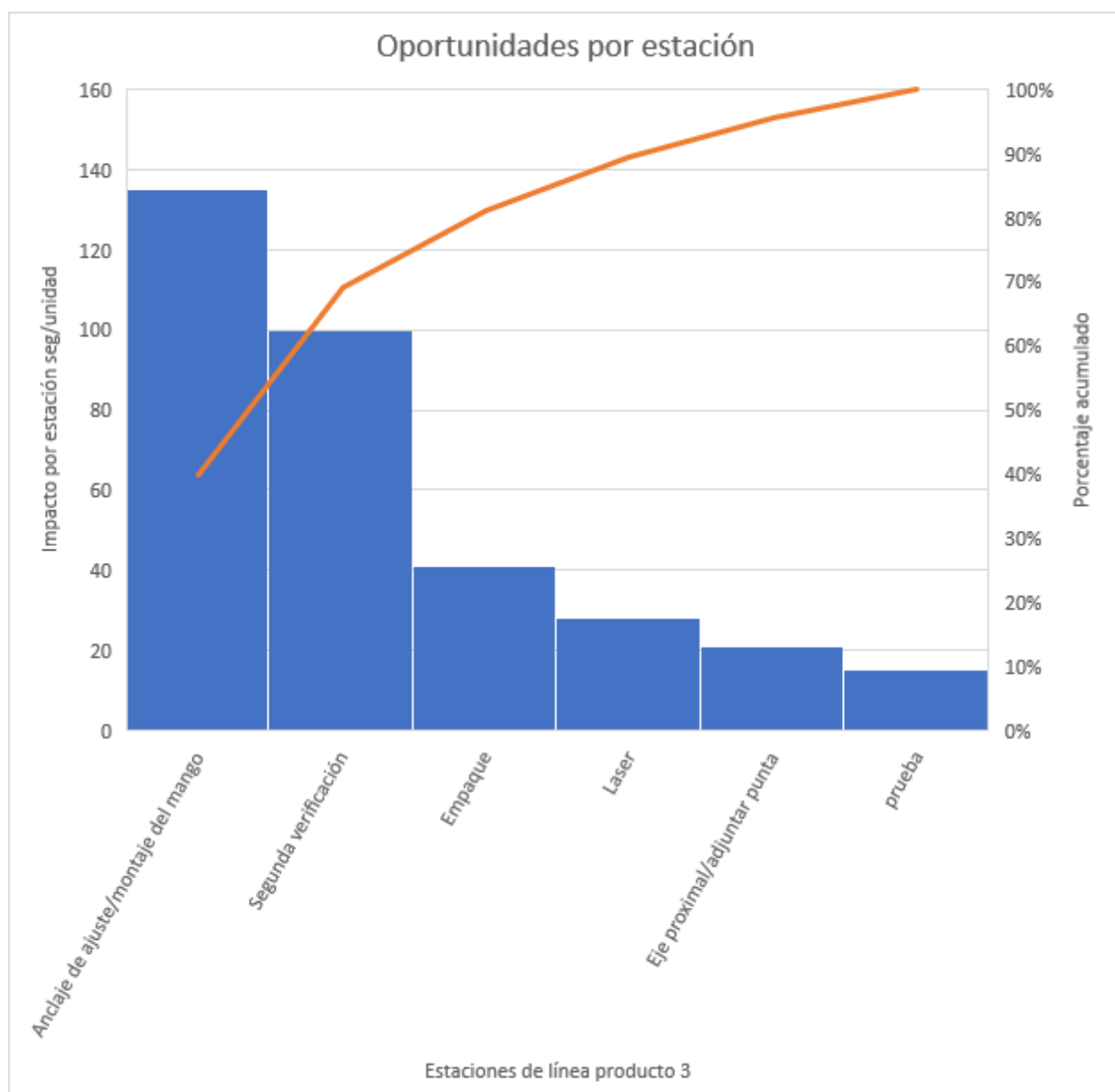
Tabla 10 Impacto por estaciones.

Impacto por estación	
Estaciones	Suma de Impacto en s/unidad
Tirar del cable	0
Relleno de propinas y cajas	0
Laser	28
Anclaje de ajuste/ montaje del mango	135
Prueba	15
Eje proximal/adjuntar punta	21
Conector de soldadura	0
Prueba de Hipot	0
EEPROM PROGRAMA	0
Prueba final	0
Impresión Unilabel	0
Segunda verificación	100
Empaque	41
Total	340

Fuente: Tomado de Empresa Médica Costa Rica.

Seguidamente, se muestra el Diagrama de Pareto de las oportunidades por estación con la finalidad de evidenciar cuales estaciones deben ser atacadas basado en los desperdicios nombrados anteriormente.

Ilustración 13 Pareto Oportunidades por estación



Fuente: Tomado de Empresa Médica Costa Rica.

Según el Diagrama de Pareto de Oportunidades por estación hay una estación dentro del 80%, la cual es anclaje de ajuste y detrás de ella se encuentran segunda verificación y empaque, por lo que estas tres estaciones serán las abordadas en el capítulo cinco, donde se realizarán las propuestas de mejora para cada una de las estaciones. De igual forma, en el “WCG” se evidencia como estas tres

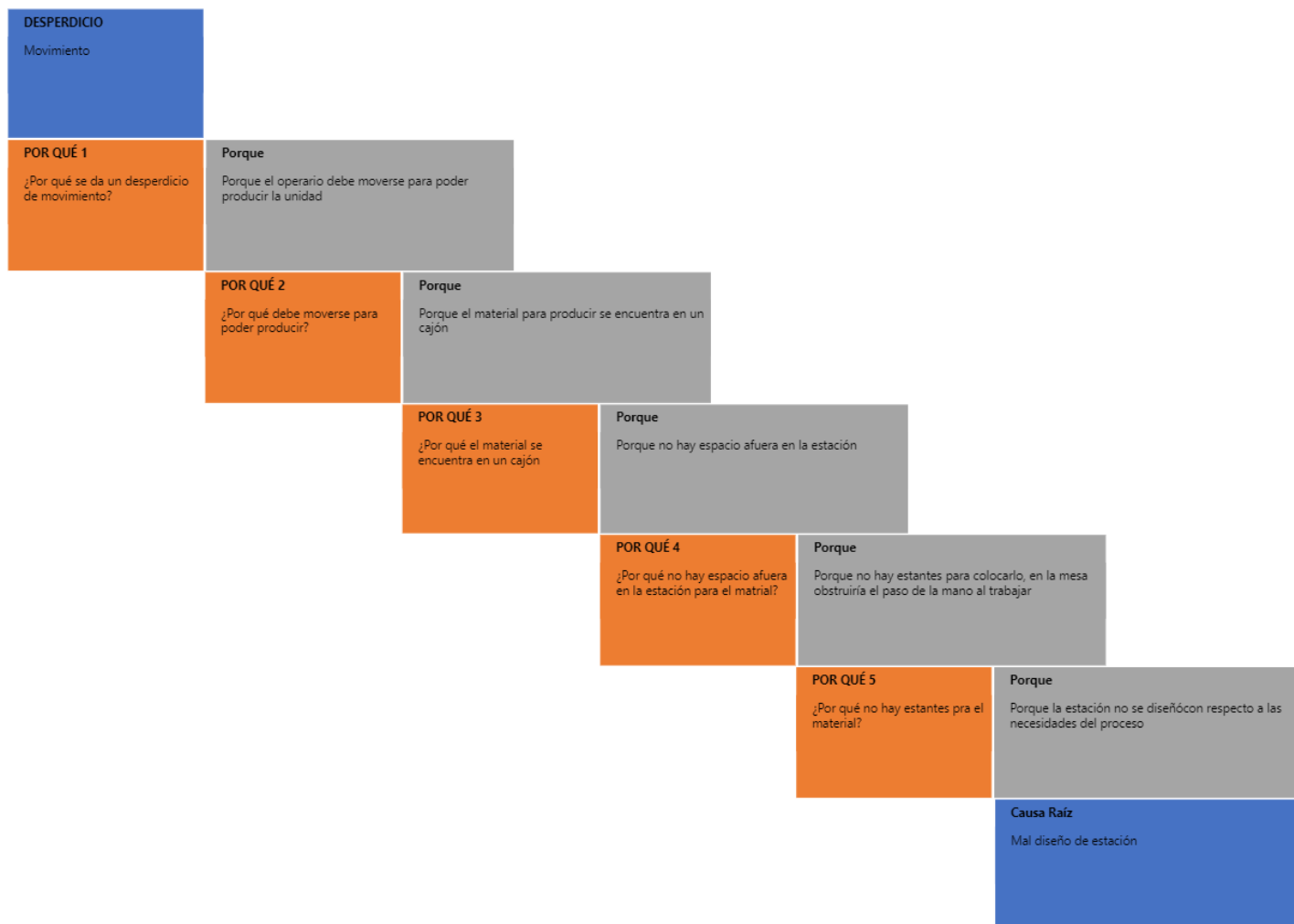
estaciones de Anclaje de ajuste, segunda verificación y empaque se identifican como el/los cuellos de botella del proceso productivo de la línea del producto 3.

Para continuar con la parte del análisis, en las ilustraciones 14-15 y 16 se muestra la herramienta del 5 por qué para cada uno de los tres desperdicios principales, para conocer que atacar en cada uno de ellos y para cada estación, así como se vió en el diagrama de Pareto de Oportunidades por Estación.

5 por qué

1. Movimiento

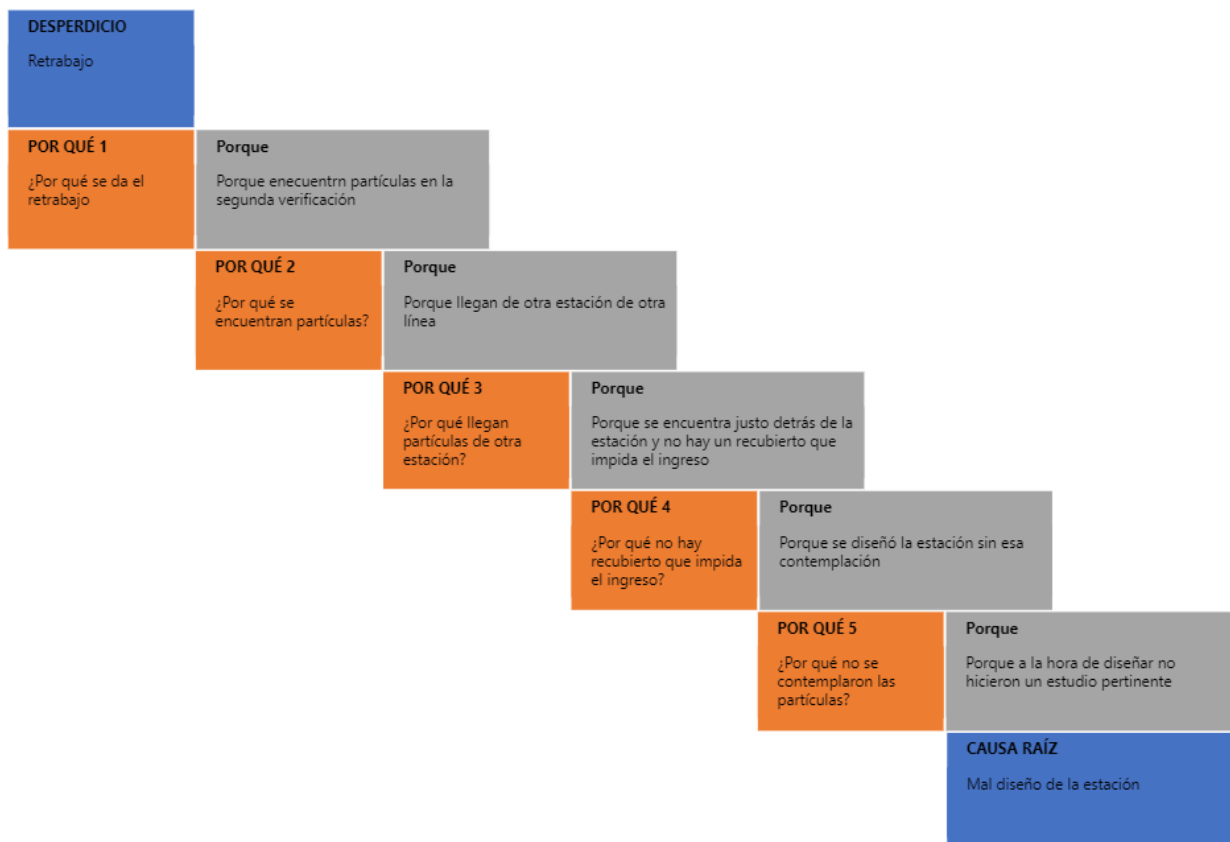
Ilustración 14 5 por qué desperdicio Movimiento



Fuente: Elaboración propia.

2. Retrabajo

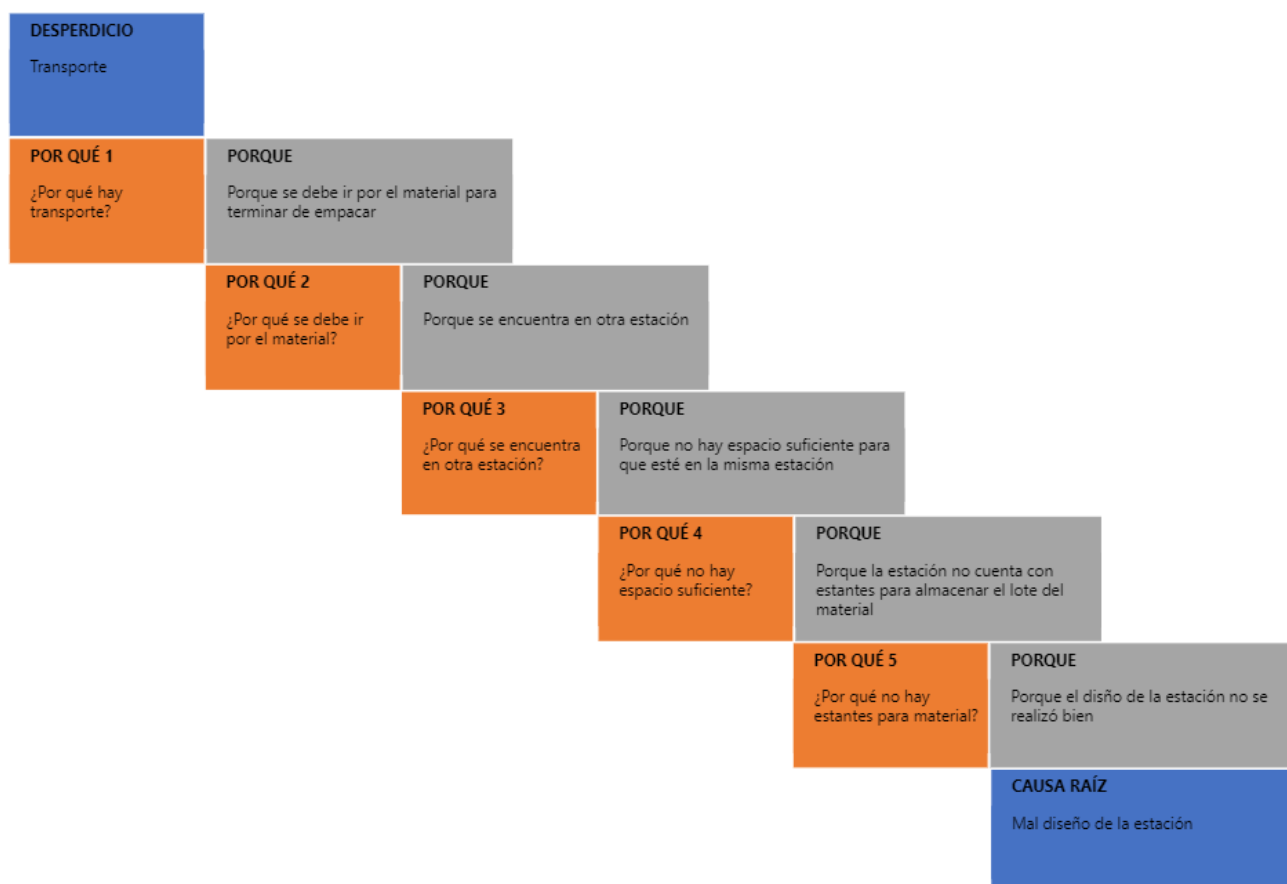
Ilustración 15 5 por qué desperdicio Retrabajo



Fuente: Elaboración propia.

3. Transporte

Ilustración 16 5 por qué Desperdicio Transporte

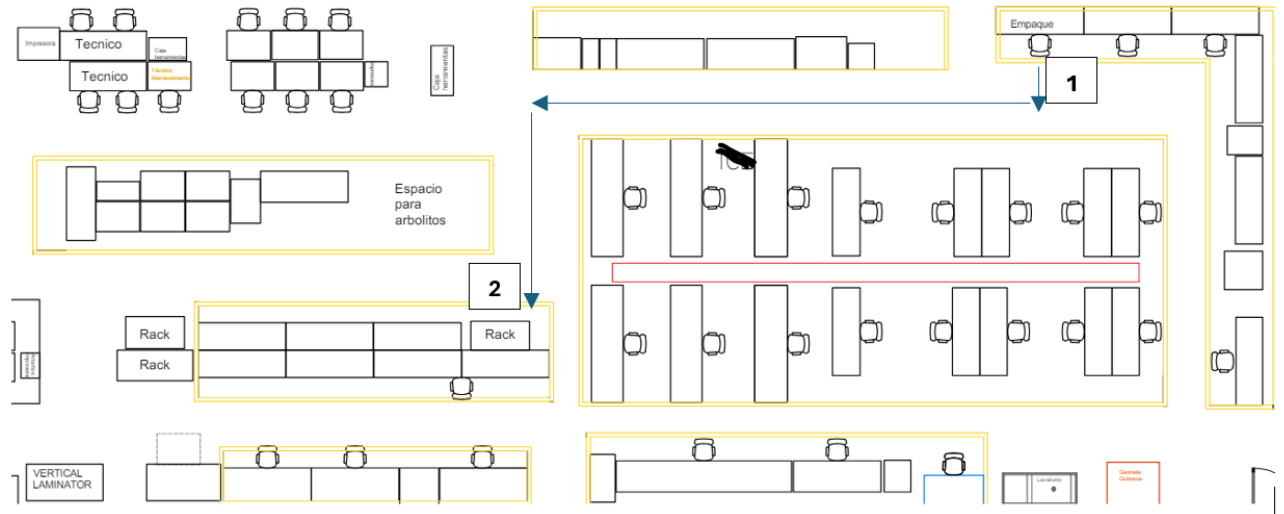


Fuente: Elaboración propia.

Para cada uno de los desperdicios principales se concluyó con el 5 por qué que las causas de todos se derivan a un mal diseño de las estaciones, lo cual ha generado que; la productividad de las personas disminuya, porque como se ha mencionado anteriormente en el trabajo, si los operarios no están bien, el proceso y producto no lo va a estar. Existieron cosas que no se contemplaron cuando se diseñaron y se pusieron a trabajar o cosas que han ido dando problemas con el paso del

tiempo. Por lo que para la fase de la implementación parte del enfoque será en buscar formas de rediseñar las estaciones para atacar las causas y así mejorar el proceso productivo de la línea.

Ilustración 17 Layout línea producto 3



Fuente: Adaptado de Empresa Médica Costa Rica.

Metros de distancia: 10 metros

Tiempo: 11 segundos

En la Ilustración 17 se muestra el layout de la línea productiva, en el punto 1 se encuentra una de las estaciones, la cual es empaque, para la cual se debe mover el operario varias veces al día para traer material hasta el punto 2, con una distancia de 10 metros y un tiempo de 11 segundos, lo que se quiere evidenciar en esta parte del capítulo es el desperdicio de movimiento y como más adelante se mostrará una propuesta de cambio para cambiar este movimiento/transporte de más.

Como conclusión del capítulo de análisis, primero se agraron las causas encontradas y se clasificaron en el Diagrama de Ishikawa, para posteriormente dividir cada una de estas en los desperdicios del pensamiento Lean, esto porque son causas que fueron vistas durante la

recolección y que son desperdicios de las estaciones de la línea. Los diferentes desperdicios se encontraron una cantidad de veces en as diferentes estaciones, por lo que dependiendo de la cantidad de desperdicios en cada estación se hizo una toma de tiempos para conocer el tiempo que se tiene de más gracias a ellos o el que se podría disminuir y ahí es cuando llegamos a los Diagramas de Paretos, porque de acuerdo con los impactos es el porcentaje que obtiene cada uno y de donde se sacan las causas principales, que en este caso son desperdicios y en también se conocen las estaciones principales.

CAPÍTULO V: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN

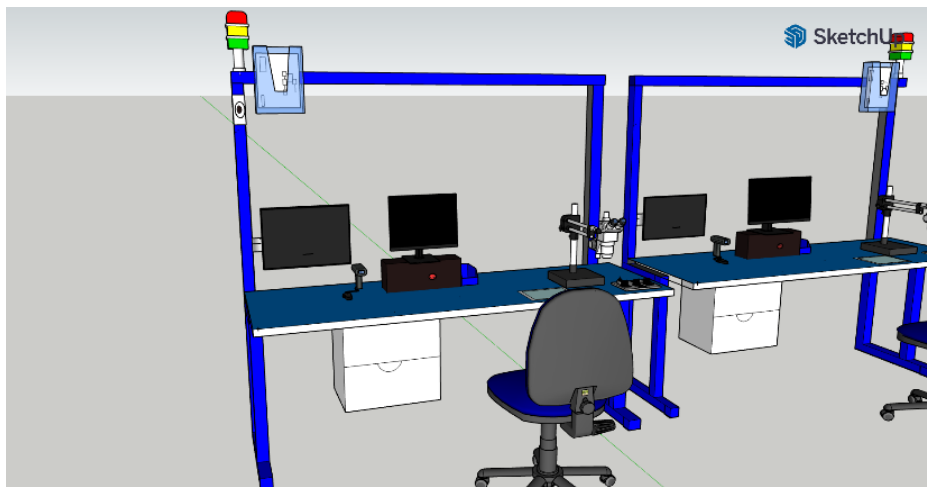
5.1 Propuestas

5.1.1 PROPUESTA #1

Rediseño Estación Anclaje de ajuste/Montaje del Mango

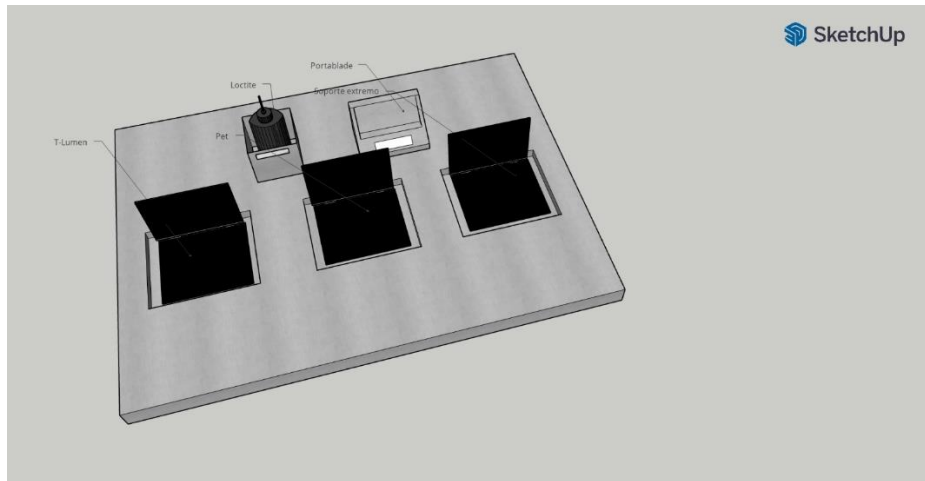
En las ilustraciones 18 y 19 se representa el diseño actual de la estación de anclaje de ajuste/Montaje del mango.

Ilustración 18 Estación actual Anclaje de ajuste/ Montaje del mango



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 19 Fixture actual Anclaje de ajuste/ Montaje del mango



Fuente: Elaboración propia.

Se detalla a continuación el flujo del proceso de la estación:

1. Primero se ingresa al sistema utilizado en la empresa, para que quede registrado que el trabajo va a comenzar y se escanean los recursos que se van a utilizar.
2. Se saca el fixture de los cajones para poder empezar a trabajar de forma ordenada en la estación.
3. Se tensan los cables a utilizar.
4. Se aplica el adhesivo a los cables.
5. Esperar el tiempo de secado, para poder continuar con el proceso.
6. Traslapar la punta y el shaft en los cables.
7. Fundir en la máquina el producto, además se deja enfriar unos minutos y luego de eso se inspecciona con mucha atención los detalles
8. Se debe unir el aislante al cable inspeccionado en el paso anterior.
9. Fundir en la máquina el cable en conjunto con el aislante.

10. Enfriar e inspeccionar la combinación de las piezas que se hizo anteriormente.
11. Unión del soporte externo con el cable y el aislante.
12. Fundir en la máquina.
13. Enfriar e inspeccionar.
14. Medir con snap gage, que se encuentra en el fixture que se muestra en la ilustración 20.
15. Guardar en fixture
16. Se ingresa nuevamente en el sistema cuando el trabajo se ha terminado.
17. Traslado del fixture + pieza a banda transportadora.

Según datos históricos de la empresa, con ayuda de un estudio de tiempos, la duración promedio de la estación es la siguiente:

Tiempo actual: **700 segundos por unidad.**

Según el pareto de los desperdicios y uno de los 5 porqué del capítulo de análisis, una de las mayores causas es el movimiento en las estaciones. En esta estación, como se muestra en la ilustración 18 tiene un cajón, en el cual se tiene el material para trabajar, cada vez que el operario va a realizar una pieza ese material se debe escanear, por lo que la persona debe moverse hacia el cajón, abrirlo, escanearlo y volver a cerrar, creando ahí movimientos de más en una operación.

Ilustración 20 Propuesta estación Anclaje de ajuste/Montaje del mango



Fuente: Elaboración propia.

En la Ilustración 20 se observa la propuesta para la estación de anclaje de ajuste, la cual es poner un estante de metal en la estación, para poner en el diferentes Bin, en los cuales se puede poner los materiales que se tenían en el cajón, el cual se va a quitar para quitar el movimiento repetitivo. Este estante se encontrará a 23 cm del escritorio, por lo que se encuentra dentro de los estándares de EHS para movimientos de operarios para no afectar su Ergonomía.

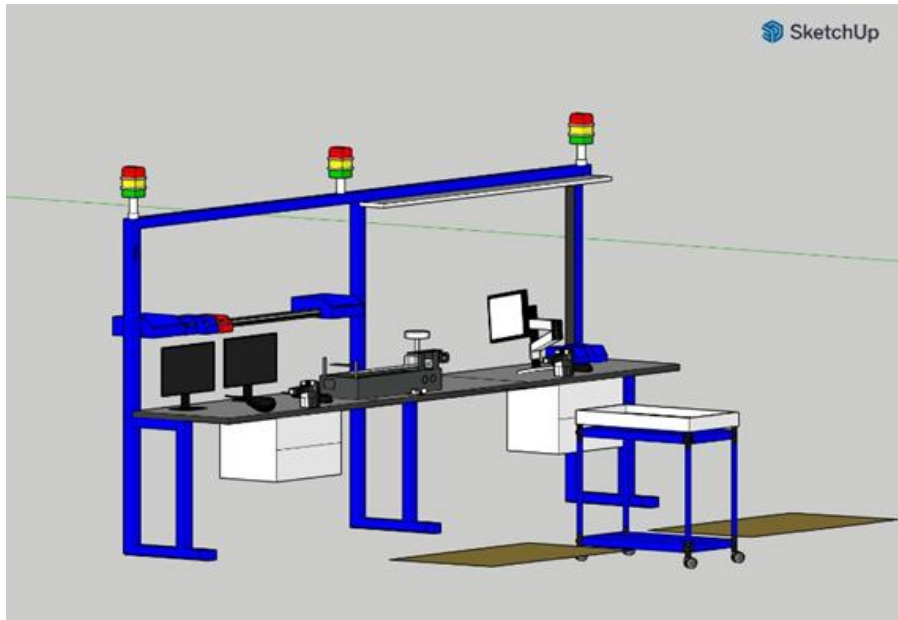
Tiempo con propuesta: **565 segundos por unidad.**

GAP: **135 segundos.**

5.1.2 PROPUESTA #2

Rediseño Estación Segunda verificación

Ilustración 21 Diseño actual Segunda verificación



Fuente: Elaboración propia.

Se detalla a continuación el flujo del proceso de la estación:

1. Verificar los recursos en el sistema
2. Imprimir las etiquetas
3. Traer producto del estante y comparar etiquetas con las del producto para comparar los códigos de barras y luego devolver el producto a su estante.
4. Traer caja de otra estación diferente de donde están acomodadas y crear cajas, luego se introducen los tubos para que la caja se sostenga y esté rígida.
5. Traer de nuevo el producto y meterlo en la caja.
6. Meter la caja con el producto en la primera bolsa y cerrarla con ayuda de la caja selladora.
7. Meter la caja con el producto en la segunda bolsa y cerrarla con ayuda de la caja selladora.

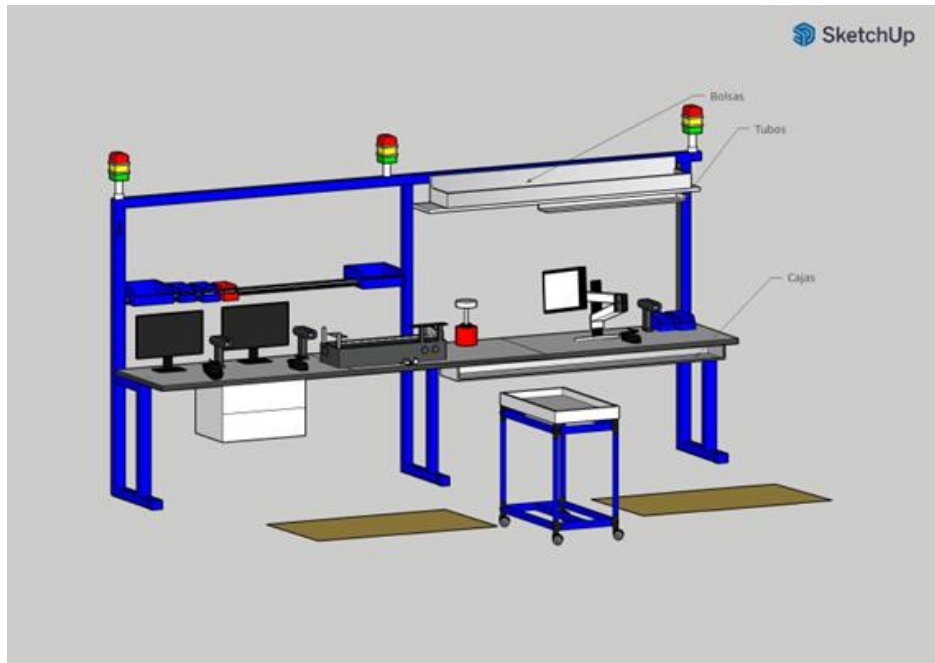
8. Revisión de partículas o cualquier material en la bolsa.
9. Pasarlo a la siguiente estación

Continuando con el desperdicio del movimiento, durante las observaciones y tomas de tiempos se notó que, en esta esta estación se envuelve el producto en unas bolsas y cajas para luego empacar. Las cajas no se encuentran en la misma estación por falta de espacio y de acomodo, por lo que cada vez que van a envolver el producto deben caminar hasta otra estación (que se encuentra a 4 metros) a traer la caja, lo que aumenta el tiempo de ciclo y la productividad de los operarios de la estación, ya que adicionalmente en esta estación los operarios deben mantenerse de pie durante toda su jornada laboral.

Además, las bolsas que se mencionan se almacenan en el estante que se encuentra en la parte superior al lado derecho, pero comparten espacio con los tubos que también se ocupan para el producto, por lo que las bolsas se encuentran juntas y muchas veces los operarios deben sostener las demás para que no se caigan mientras se está trabajando y eso es un mal acomodo con respecto a 6S/ergonomía de los operarios. Las bolsas se encuentran propensas a que se puedan doblar de más o romper y así provocar Scrap y/o retrabajo para la empresa. Al agarrar los tubos que se utilizan, es posible que se agarren varios a la vez entorpeciendo el proceso o que las bolsas se caigan.

Tiempo actual: **680 segundos por unidad.**

Ilustración 22 Propuesta de rediseño estación Segunda verificación



Fuente: Elaboración propia.

1. Con respecto a las cajas, se pretende agregar un estante en la parte inferior, con un largo igual al de la mesa (140cm), pero además se cuenta con que este será movable y con manija, para que de esta forma los operarios puedan tener las cajas en la misma estación y así no deban agacharse del todo para poder agarrarlo, porque además estará a tan solo unos centímetros por debajo del fin de la mesa.
2. Se ideó un cajón en la parte superior, el cuál será exclusivamente para que solo se coloquen las bolsas, para que estas se puedan extender a lo largo y que no estén dobladas, por lo que habrá menos posibilidad de que se encuentren rotas, dobladas con huecos de más. Además, el cajón tendrá un respaldo para poder poner una mayor cantidad de bolsas y que este lo pueda resistir, la idea es que los operarios puedan acceder a las bolsas fácilmente sin necesidad de tener que sostenerlas con el miedo de que se vayan a caer al piso o a las

estaciones que se encuentran en la parte de atrás (las cuales son de otro producto de la línea).

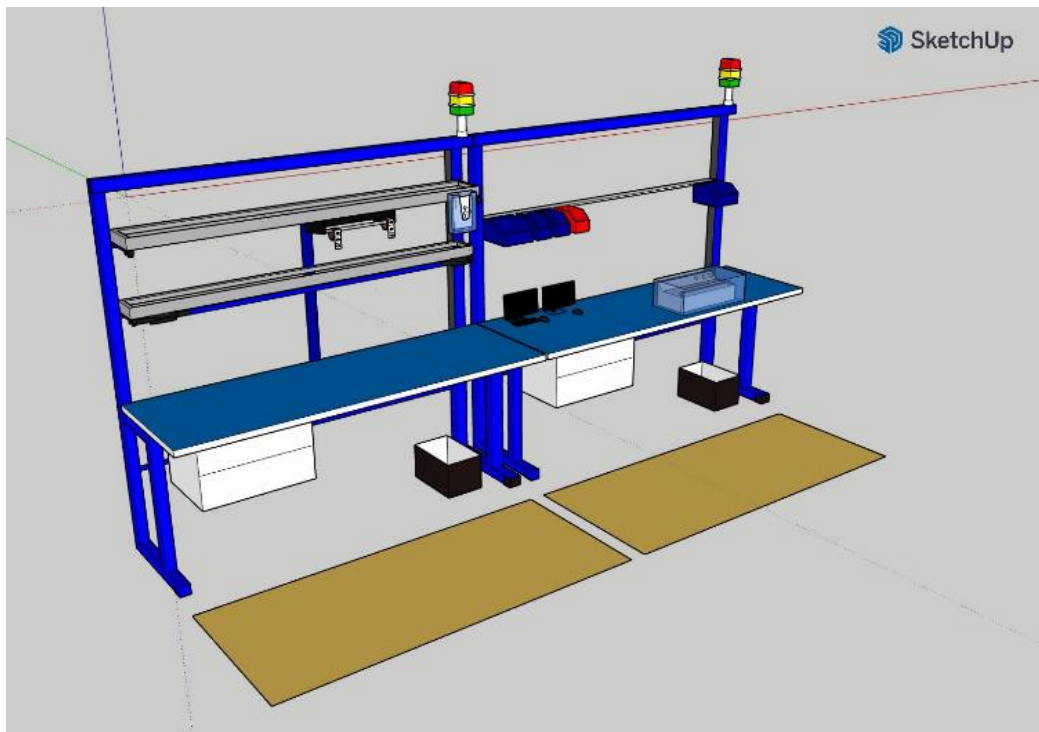
3. Como tercer punto, los tubos se van a acomodar en un estante debajo de las bolsas con un largo solo unos centímetros más largos que el que ellos tienen y con respaldar al frente y atrás, para que de esta forma los tubos puedan ser sacados de lado y luego de eso ya ser acomodados en el producto de forma más eficiente.

Tiempo con propuesta: **580 segundos por unidad.**

GAP: **100 segundos.**

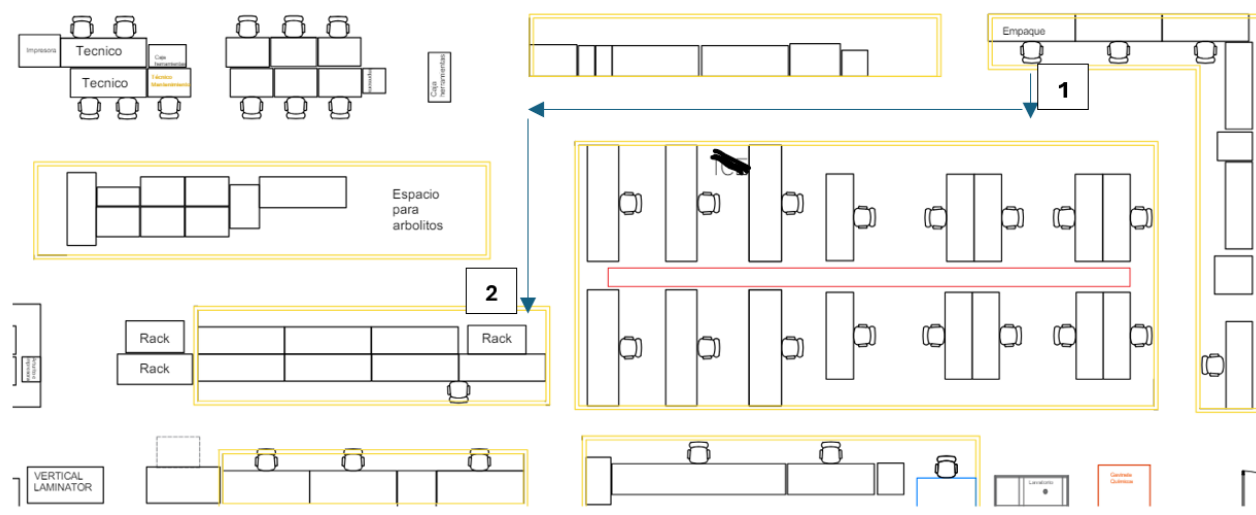
5.1.3 PROPUESTA #3

Ilustración 23 Diseño actual estación Empaque



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 24 Layout Línea producto 3



Fuente: Tomado de Empresa Médica Costa Rica.

Se detalla a continuación un poco del flujo del proceso:

Hay 5 primeros pasos que se realizan donde arman las bolsas del pouch que se introduce en las cajas listas, donde ese material se tiene en un rack que se encuentra a 10 metros de la estación de Empaque, se realiza unas 10 veces al día y se agarran un promedio de 23 bolsas y material para poder abastecer la demanda.

1. El operario que se encuentre ese día en la estación debe caminar desde el punto 1 hasta el punto 2 y vuelta (10 metros), los cuales se muestran de una mejor forma en la ilustración 26.
2. Verificación de que todo el material venga en orden y que tengan los códigos adecuados para poder ser utilizados.
3. Empacar en las bolsas el material.
4. Eliminar etiquetas, para así se sepa que se utilizaron y esté actualizado.

5. Cerrar pouch y colocarlo en uno de los Bien que tienen en la estación de Empaque.

Luego realizan el proceso final de la línea de producto 3:

1. Se arma la caja y pone las etiquetas en la caja, una de cada lado.
2. Pegar unilabel, verificar y comparar.
3. Realizar MES, escanear los productos
4. Empacar pieza en la caja, pegar etiquetas.
5. MES con el producto terminado y llevar caja al rack de producto terminados para despachar.

La estación de Empaque es la última del proceso, por lo que es donde se empaqa el producto y con respecto a los diferentes desperdicios, en esta estación se encuentra el del retrabajo, porque el operario de la estación de segunda verificación pone las piezas listas para que el operario de la estación empaque realice su trabajo, pero detrás de esta estación hay otras estaciones de otro producto, entonces llegan partículas que afectan el proceso.

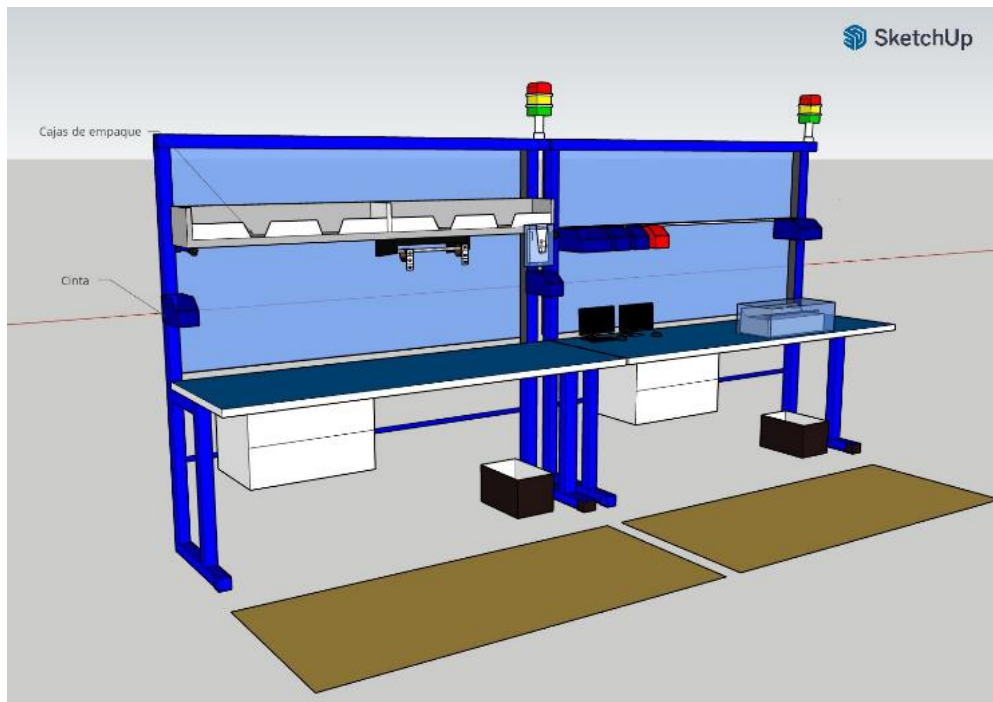
Además de eso, en la parte superior se encuentran los dos tipos de cajas con los que se empaqa el producto final para ser enviado a los clientes, pero se mantienen de pie por lo poco ancho que es el cajón, entonces solo si se mantienen varias juntas se pueden sostener. Si se tienen pocas cajas es posible que se caigan encima de la mesa y ya no se pueden utilizar porque todo es controlado dentro de los cuartos limpios al ser productos utilizados exclusivamente para el sector médico, entonces una falla puede afectar o terminar con la vida de un paciente/persona.

Por último, el estante que se encuentra en el medio no tiene ninguna utilidad, solamente se utiliza para colocar unas pequeñas cintas que son para pegar en el material empacado, pero no ocupan

todo el espacio que se muestra en la ilustración 23, entonces es espacio que puede afectar la visión del operario.

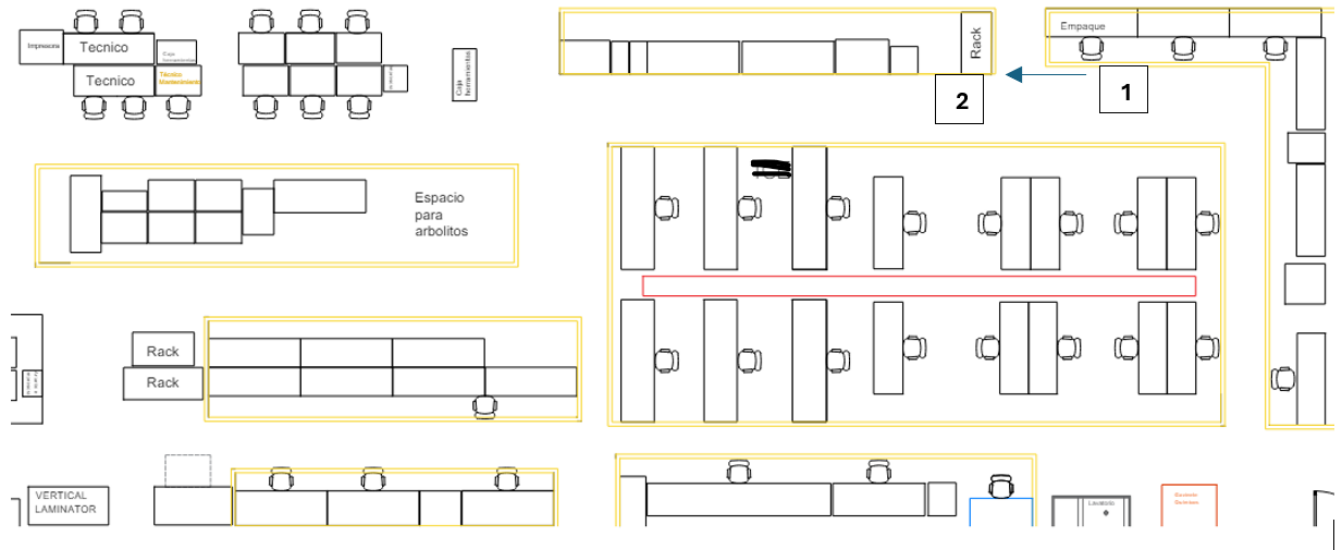
Tiempo actual: **650 segundos por unidad.**

Ilustración 25 Propuesta de rediseño estación Empaque



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 26 Layout línea producto 3 con cambio de lugar de Rack

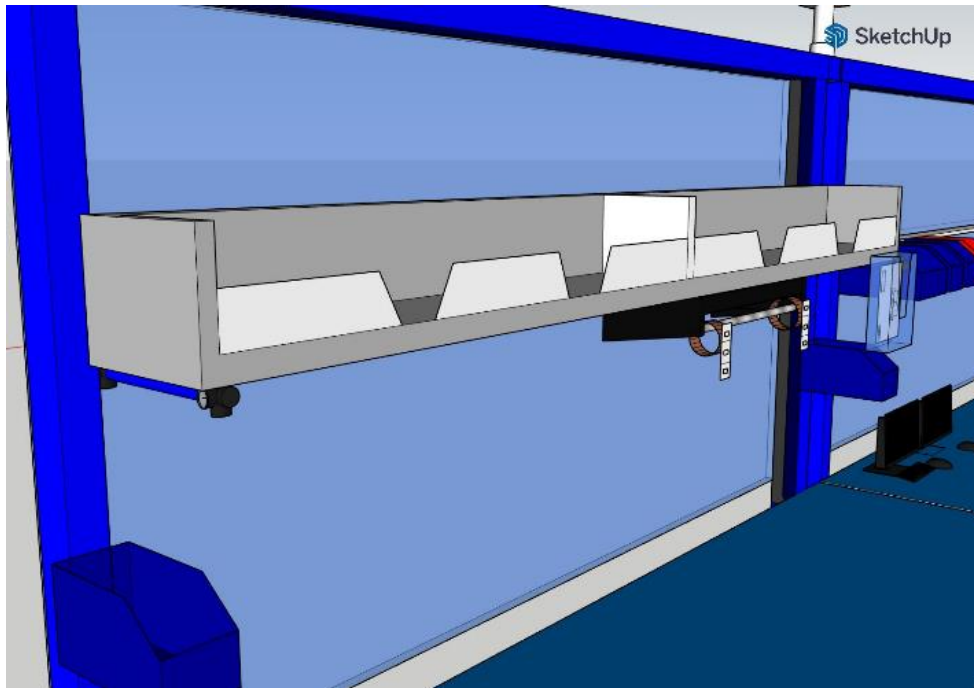


Fuente: Tomado de Empresa Médica Costa Rica.

1. Como se puede observar en la ilustración 26, para mitigar el retrabajo a consecuencia de las partículas que llegan por las estaciones ubicadas en la parte de atrás de esta, se propone agregar un acrílico en la parte trasera de la estación para que así las partículas no pasen a la última estación del producto 3.
2. El estante superior se modificó para que los dos tipos de cajas puedan ponerse de una forma más cómodas y que sea posible poner la cantidad que se tenga, sean pocas o muchas. Se aumentó el ancho de este para que estas puedan estar acostadas y también se realizó una división para que los dos tipos se diferencian en caso de confusión o de que se combinen por un mal manejo de estas.
3. Se resolvió quitar el estante del medio, porque estaba funcionando más como un impedimento en el proceso y que puede ocasionar algo más. Se decidió colocar dos bin de cada lado, porque esas cintas que pegan son en cada extremo de la caja y queda apenas

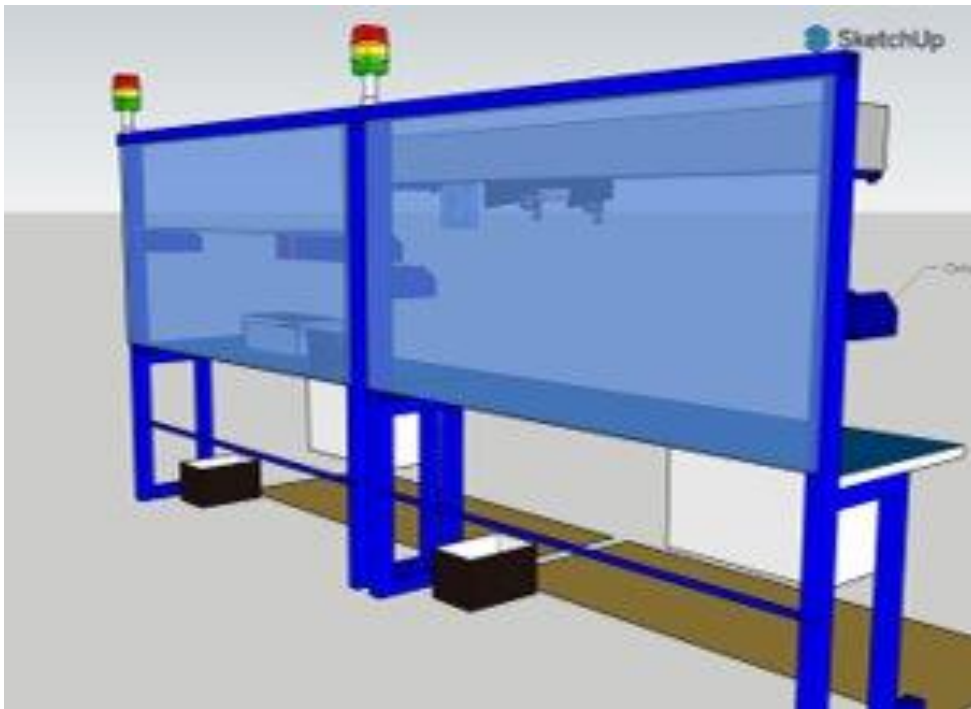
para agarrar una a cada lado y pegarlo justo debajo de este, porque es el mismo largo del producto empacado.

Ilustración 27 Propuesta de rediseño estación Empaque



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 28 Propuesta de rediseño estación Empaque



Fuente: Elaboración propia.

En las ilustraciones 27 y 28 se puede ver un poco más cerca las propuestas para la última estación del proceso, viendo el acrílico para la parte trasera de la estación que impide el paso de partículas, la división del estante superior para que se identifiquen los dos tipos de cajas que se utilizan para empacar el producto terminado y además este cajón contiene un respaldar en los dos extremos y en la parte trasera.

Tiempo con propuesta: **609 segundos por unidad.**

GAP: 41 segundos.

5.2 Análisis Económico

El análisis económico se basa en las tres propuestas que se pueden implementar. Como consideraciones principales, la empresa tiene establecido un 12% como tasa mínima atractiva de retorno, por lo que se hicieron cálculos con respecto a este dato, el cual fue validado por el departamento de finanzas de la empresa, además se menciona que lo ideal es una expectativa de un año para realizar el análisis. Se muestran dos cálculos con respecto a un escenario optimista y uno pesimista.

En las tablas 11-12 y 13 se observa el costo del personal para cada una de las propuestas, el cual se suma a la inversión de cada propuesta para obtener un total de \$1574. El cálculo de los salarios de los trabajadores es una representación sacada de la página del Ministerio de Trabajo de Costa Rica. Cada una de estas personas prestó de su tiempo para realizar aportes al proyecto y que con ayuda de ellos se obtuvieron cálculos y propuestas. Se muestran los datos en dólares, debido a que es la moneda que se utiliza en la empresa.

Tabla 11 Inversión/Personal Propuesta 1

Costos de Inversión/Personal Propuesta 1						
Puesto	Cantidad	Horas utilizadas	Salario (\$/día)	Salario (\$/hora)	Costo	Observaciones
Ingeniero de Manufactura	1	0,5	\$ 80,00	\$ 10,00	\$ 5,00	Reunión para conocer costos de producción
Contador	1	1	\$ 71,84	\$ 8,98	\$ 8,98	Reunión para guía de análisis económico
Ingeniero de Manufactura	3	1	\$ 80,00	\$ 10,00	\$ 10,00	Reunión de staff presentación de propuestas
Supervisor	2	1	\$ 72,00	\$ 9,00	\$ 9,00	Reunión de staff presentación de propuestas
Gerente del área	1	1	\$ 200,00	\$ 25,00	\$ 25,00	Reunión de staff presentación de propuestas
Operario	2	2	\$ 21,94	\$ 2,74	\$ 10,97	Horas para conocer/consultar propuestas de mejora para las estaciones
Total					\$	68,95

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12 Inversión/Personal Propuesta 2

Costos de Inversión/Personal Propuesta 2						
Puesto	Cantidad	Horas utilizadas	Salario (\$/día)	Salario (\$/hora)	Costo	Observaciones
Ingeniero de Manufactura	1	0,5	\$ 80,00	\$ 10,00	\$ 5,00	Reunión para conocer costos de producción
Contador	1	1	\$ 71,84	\$ 8,98	\$ 8,98	Reunión para guía de análisis económico
Ingeniero de Manufactura	3	2	\$ 80,00	\$ 10,00	\$ 20,00	Reunión de staff presentación de propuestas
Supervisor	2	2	\$ 72,00	\$ 9,00	\$ 18,00	Reunión de staff presentación de propuestas
Gerente del área	1	2	\$ 200,00	\$ 25,00	\$ 50,00	Reunión de staff presentación de propuestas
Operario	4	1	\$ 21,94	\$ 2,74	\$ 10,97	Horas para conocer/consultar propuestas de mejora para las estaciones
Total					\$	112,95

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13 Inversión/Personal Propuesta 3

Costos de Inversión/Personal Propuesta 3						
Puesto	Cantidad	Horas utilizadas	Salario (\$/día)	Salario (\$/hora)	Costo	Observaciones
Ingeniero de Manufactura	1	0,5	\$ 80,00	\$ 10,00	\$ 5,00	Reunión para conocer costos de producción
Contador	1	1	\$ 71,84	\$ 8,98	\$ 8,98	Reunión para guía de análisis económico
Ingeniero de Manufactura	3	2	\$ 80,00	\$ 10,00	\$ 20,00	Reunión de staff presentación de propuestas
Supervisor	2	2	\$ 72,00	\$ 9,00	\$ 18,00	Reunión de staff presentación de propuestas
Gerente del área	1	2	\$ 200,00	\$ 25,00	\$ 50,00	Reunión de staff presentación de propuestas
Operario	2	1	\$ 21,94	\$ 2,74	\$ 5,49	Horas para conocer/consultar propuestas de mejora para las estaciones
Total					\$	107,47

Fuente: Elaboración propia.

En las tablas 14-15 y 16 se muestra el costo de cada una de las propuestas por separado, se observa los materiales e instalación de la propuesta como la inversión del personal, que se mostró previamente en las tablas 11-12-13.

Tabla 14 Costo propuesta 1

Costo propuesta 1		
	Materiales/Instalación	Inversión/Personal reuniones
Propuesta 1	\$ 535	\$ 68,95

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15 Costo propuesta 2

Costo propuesta 2		
	Materiales/Instalación	Inversión/Personal reuniones
Propuesta 2	\$ 300	\$ 112,95

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16 Costo propuesta 3

Costo propuesta 3		
	Materiales/Instalación	Inversión/Personal reuniones
Propuesta 3	\$ 450	\$ 107,47

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17 Inversión total de las propuestas

Inversión	
Detalle	
Propuesta 1+ Costo de Inversión/Personal	\$ 604
Propuesta 2 + Costo de Inversión/Personal	\$ 413
Propuesta 3 + Costo de Inversión/Personal	\$ 557
Total	\$ 1 574

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 17 es el resumen de los costos totales de las 3 propuestas, tomando en cuenta los materiales, instalación y costo de inversión/personal. Se tiene un total de \$1574.

A continuación, en la tabla 18 se identifica los costos de producción e ingresos del producto tres, cada unidad de este producto tiene un costo de producción de \$1 400 aproximadamente, tomando en cuenta mano de obra, materiales y mantenimiento. La meta que se tiene es producir 50 unidades diarias, ya que es la demanda establecida por “*Planning*” en el “*WCG*”, lo que daría un total de 1000 unidades al mes, en un escenario optimista. Además, cada pieza tiene un valor de \$4 500 y siguiendo la línea de este escenario serían ingresos de \$4 500 000 al mes, lo que da como resultado un flujo neto de caja de \$3 100 000.

Tabla 18 Salidas/Entradas escenario Optimista

Salidas/Entradas	
Costo por año	\$ 16 800 000
costo de producción por mes	\$ 1 400 000
Ingresos por mes	\$ 4 500 000
FLUJO NETO DE CAJA MENSUAL	\$ 3 100 000,0

Fuente: Elaboración propia/ Adaptado de Empresa Médica Costa Rica.

En la Ilustración 29 se muestra el análisis con los cálculos previamente calculados.

Ilustración 29 Escenario Optimista Análisis Económico

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
FF	\$ -1 574	\$ 3 100 000	\$ 3 100 000	\$ 3 100 000	\$ 3 100 000	\$ 3 100 000	\$ 3 100 000	\$ 3 100 000	\$ 3 100 000	\$ 3 100 000	\$ 3 100 000	\$ 3 100 000	\$ 3 100 000
Saldo actualizado 12%	\$ -1 574	\$ 2 762 923	\$ 2 462 499	\$ 2 194 740	\$ 1 956 096	\$ 1 743 401	\$ 1 553 834	\$ 1 384 879	\$ 1 234 295	\$ 1 100 084	\$ 980 467	\$ 873 857	\$ 778 838
Saldo actualizado acumulado	\$ -1 574	\$ 2 761 349	\$ 5 223 848	\$ 7 418 588	\$ 9 374 684	\$ 11 118 086	\$ 12 671 919	\$ 14 056 798	\$ 15 291 093	\$ 16 391 177	\$ 17 371 644	\$ 18 245 501	\$ 19 024 340

TASA	12%
VNA	\$ 19 025 914
VAN	\$ 19 024 340
TIR	196904%
PR	0,00056982

Fuente: Elaboración propia/ Adaptado de Empresa Médica Costa Rica.

El valor del VAN dio un total de \$19 024 340 positivo, por lo que se demuestra que es posible recuperar la inversión inicial de \$1574.

El TIR es mayor al 12%, por lo cual se concluye que la propuesta es viable en el escenario Optimista, además la inversión se recuperaría en el primer mes, cumpliendo efectivamente con el tiempo de la política y además con el tiempo ideal de 1 año.

Para el escenario pesimista, se realizaron los cálculos reduciendo la producción diaria a 25 unidades en caso de que no se llegue a la meta establecida por producir y vender, por lo que el flujo neto de caja disminuirá en un 50%. Por esa razón se va a trabajar con \$1 550 000 para este caso.

Tabla 19 Flujo neto de caja al 50%

Salidas/Entradas	
Costo por año	\$ 8 400 000
Costos de producción por mes	\$ 700 000
Ingresos por mes	\$ 2 250 000
	50%
FLUJO NETO DE CAJA MENSUAL PESIMISTA	\$ 1 550 000,0

Fuente: Elaboración propia/Adaptado de Empresa Médica Costa Rica.

Ilustración 30 Escenario Pesimista Análisis Económico

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
FF	\$ -1 574	\$ 1 550 000	\$ 1 550 000	\$ 1 550 000	\$ 1 550 000	\$ 1 550 000	\$ 1 550 000	\$ 1 550 000	\$ 1 550 000	\$ 1 550 000	\$ 1 550 000	\$ 1 550 000	\$ 1 550 000
Saldo actualizado 12,20%	\$ -1 574	\$ 1 381 462	\$ 1 231 249	\$ 1 097 370	\$ 978 048	\$ 871 701	\$ 776 917	\$ 692 439	\$ 617 147	\$ 550 042	\$ 490 234	\$ 436 928	\$ 389 419
Saldo actualizado acumulado	\$ -1 574	\$ 1 379 887	\$ 2 611 137	\$ 3 708 507	\$ 4 686 555	\$ 5 558 256	\$ 6 335 173	\$ 7 027 612	\$ 7 644 759	\$ 8 194 801	\$ 8 685 035	\$ 9 121 963	\$ 9 511 383

TASA	12%
VNA	\$ 5 609 319
VAN	\$ 5 607 745
TIR	98452%
PR	\$ 0,0011

Fuente: Elaboración propia/ Adaptado de Empresa Médica Costa Rica.

El valor del VAN dio un total de \$ 5 607 745 positivo, por lo que se demuestra que es posible recuperar la inversión inicial de \$1574. El TIR es mayor al 12%, por lo cual se concluye que la propuesta también es viable aun estando en el escenario pesimista, además la inversión se recuperaría en el primer mes, cumpliendo efectivamente con el tiempo de la política y además con el tiempo ideal de 1 año.

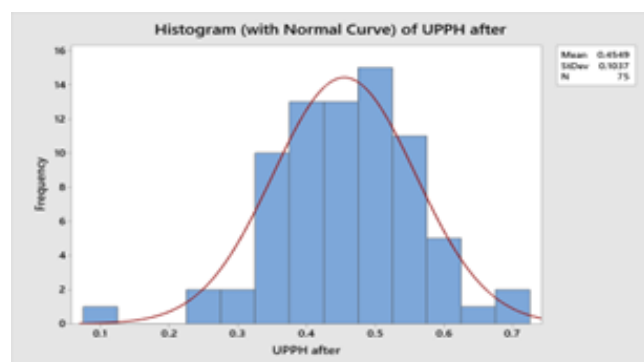
Tabla 20 Brecha en UPPH después de las propuestas

Current TAGS UPPH	
Trend	Decreasing
Actual	0.50
Gaps	0.03
Standard	0.47

Fuente: Tomado de Empresa Médica Costa Rica.

En la tabla 20 se logra ver como después de las propuestas el UPPH se encuentra en 0,50, encontrándose por encima de la meta de 0,47 con una diferencia de 0,03, lo que logra representar como se han comportado los datos con implementación de acciones en la línea del producto 3.

Ilustración 31 Comportamiento de los datos UPPH luego de Implementación propuestas



Fuente: Tomado de Empresa Médica Costa Rica.

En la Ilustración 31 lo que se observa es el comportamiento del UPPH luego de la implementación de las propuestas. Se ve como los datos se agrupan más alineados a la media.

5.3 CONTROL DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEJORAS

Como control de las propuestas implementadas en la línea del producto 3 como parte del proyecto para aumentar el indicador UPPH, es la realización de una sesión semanal para revisar el proceso y saber la eficacia de los cambios realizados. La sesión semanal se realizará con las mismas personas que estuvieron involucradas durante el evento “*Kaizen*” y de toda la realizaci[on del proyecto y el orden de la reunión y división será de la siguiente manera:

Tabla 21 Detalles revisión periódica UPPH

Partes Interesadas	Canal de comunicación	Objetivo de la reunión	Frecuencia de comunicación
Gerente del área	Microsoft Teams	Seguimiento de Indicador UPPH, sino dejar acciones para arreglar futuros cambios de acuerdo con el resultado del KPI.	Una vez a la semana
Supervisor del área			
Líder del área			
Ingeniero de Manufactura			
Pasante			
Ingeniero de Manufactura			

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Con las implementaciones y cambios en el rediseño de estaciones propuestos mediante la metodología DMAIC se dio una mejora en el indicador UPPH, al arreglar parte del proceso de la línea del producto 3 y así renovar el trabajo de los operarios que se encuentran en ella.

Se logró definir el flujo del proceso del producto tres, en el cual se trabaja de forma lineal, donde una estación debe esperar unidades de la anterior para continuar produciendo, razón por la que muchas veces se producen los cuellos de botella y esperas.

Se identificaron los cuellos de botella que hay en el flujo del proceso con ayuda de los ciclos de tiempos que se encuentran en el “WCG”. Estos son las estaciones de Anclaje de ajuste/Montaje del mango, segunda verificación y empaque.

Se logró identificar las causas principales en cuanto a los desperdicios encontrados durante la recolección de datos y en las diferentes estaciones que componen la línea del producto tres. Se realizaron dos Diagramas de Pareto, en los cuales se encontraron con un mayor porcentaje los desperdicios de Movimiento, Retrabajo y Transporte.

Además, con ayuda del análisis se realizaron tres propuestas para atacar los desperdicios ya mencionados. La primera propuesta fue basada en la estación de anclaje de ajuste/montaje del mango, la cual consiste en eliminar el cajón de la estación e implementar un estante en la parte superior y colocar Bins para ubicar el material, con esta propuesta se tiene un impacto de 135 segundos en promedio menos en la estación. En la propuesta dos, la cual es segunda verificación, se implementaron tres estantes diferentes, estos para ubicar las bolsas, los tubos y las cajas en la misma estación y así que no estuvieran en otra estación, esto ayudó en la disminución de 100 segundos en promedio. Por último, en la estación de empaque se mejoró el estante superior, se

quitó el estante del medio y se acomodaron unos Bins para etiquetas, lo que ayudó a disminuir el tiempo 41 segundos en promedio.

El UPPH pasó de 0.29 a 0.50 en un lapso de 4 meses (enero a abril 2024), con ayuda de las acciones del proyecto, lo que es una brecha de 0.03 positivo con la meta actual de 0.47. Además, cabe mencionar que, con el UPPH inicial de 0.29 se realizaban 31 unidades con una cantidad de 13 operarios y actualmente con el UPPH de 0.50 se realizan 54 unidades con los mismos 13 trabajadores.

Según el análisis económico, en el cual se dio un VAN positivo en escenario optimista de \$19 024 340 y en el escenario pesimista de \$5 607 745 y un TIR en ambos escenarios mayor a la tasa mínima atractiva establecida por la organización, se logró determinar la viabilidad del proyecto, se logra recuperar la inversión de \$1574 en el primer mes después de implementadas las propuestas.

6.2 Recomendaciones

Como parte del rediseño de estaciones, se recomienda cambiar el tamaño de las mesas, debido a que según observaciones hechas y por opiniones de los operarios muchas veces no tienen el espacio necesario para tener el material en el espacio de trabajo y deben tener cuidado a la hora de trabajar.

Realizar “*Gemba Walk*” 2 veces a la semana en la línea del producto 3 por parte del equipo de “*OPEX*” en conjunto con supervisor y la líder. Además, mantener informados a los operarios con respecto a producción, para que así ellos puedan aportar de una mejor manera.

Verificar ergonomía de los operarios en su diario trabajar, porque hay varias estaciones que no se incluyeron en el trabajo y que pueden ser modificadas en cuanto a ergonomía y 6s. En muchos de los “*Gemba Walk*” realizados por mi persona para las estaciones del proyecto, los operarios de las demás estaciones acudían a mi persona para externar opiniones sobre sus estaciones y las mejoras que ellos tenían mapeadas.

Como parte de las recomendaciones del proyecto hay desperdicios/causas que no se atacaron por tener un bajo porcentaje en el impacto, por lo tanto se dará una recomendación como de futura mejora a cada una de ellas, que no se contemplaron como parte de la propuesta pero se pueden ver en algún momento.

Para el desperdicio de Espera se mapearon las siguientes causas y sus recomendaciones:

1. Persona debe esperar la llegada de unidades: esto se debe al ser un proceso en línea, por lo que se debe mantener la línea en trabajo constante, tratando de exista la menor cantidad posible de paros durante el trabajo.

2. Persona debe esperar debido al cambio de la etiqueta en la impresora: Realizar un cambio en la impresora para que sea adecuada con respecto al tiempo del proceso y que no deban existir esperas y depender de una máquina para poder continuar.

Para el desperdicio de Defecto se mapearon las siguientes causas y sus recomendaciones:

1. Diseño no adecuado de fixture: tomar en cuenta la opinión de los operarios, porque ellos son los que se conocen el proceso a la perfección y las herramientas que utilizan durante el trabajo y por consiguiente modificar los fixture para que se adecúen a las diferentes estaciones.

2. Diseño incorrecto de fixture de 6S: Etiquetar los espacios de las herramientas de la forma correcta para así cumplir con los requisitos de 6S que pide la empresa y el departamento según los principios.

3. Cantidad de fixture no adecuado en la línea: La línea no cuenta con la cantidad necesaria de fixtures, por lo que se puede hacer una recolección de datos de las estaciones que no cuentan con uno.

4. Tipo de Blade para corte solo para una estación, no se encuentra estandarizado: Mapear la cantidad correcta de blades y de las estaciones que deben utilizarlas para que todas sean iguales.

Para el desperdicio de Comunicación se mapearon las siguientes causas y sus recomendaciones:

1. No hay un rol definido de quien debe llevar el portador de accesorios: Definir diferentes roles para que se queden tareas sin realizar y no haya confusiones por parte de los operarios cada vez que esto deba suceder.

2.Imágenes de referencia en el MPI de una estación está fuera de sección: Mejorar el orden de los MPI antes de llevarlos a físico, verificar que no se desacomoden márgenes antes de que sean impresos y llevarlos a cuarto limpio.

3.Mediciones sin impacto solicitado en el MPI: Incluir el impacto de estas mediciones en cada uno de los MPI que haga falta, de no ser así no se puede obtener el impacto de ciertas mediciones en la estación.

6S:

1.Estación tiene un hueco de aire comprimido que no se utiliza: El cual es mejor removerlo del área de trabajo si no es utilizable, porque quita espacio y hace que el operario se pueda enredar y subir el ciclo de tiempo de la operación.

Para el desperdicio de Movimiento, el cual se tomó en cuenta como una de las causas principales de acuerdo con el impacto en el diagrama de pareto de desperdicios, hubo tres puntos de este que no se abordaron, a continuación se nombrará cada uno y una posible implementación como recomendación:

1.La persona debe buscar la imagen de la instrucción 7.0 y 7.5 en diferentes páginas del MPI: Acomodar las imágenes de forma que estén más cercanas, para que el operario no tenga que perder tiempo buscando imágenes en diferentes lugares del documento constantemente.

2.De una sección a la otra no hay necesidad de que esté en el proceso, debido a que la medición se pierde en la siguiente estación: Revisar los MPI que vayan en el orden necesario y de no ser así, realizar los cambios para evitar confusiones a la hora de leerlos o que alguien quiera aprender de el.

3. Persona debe convertir pies a cm debido al MPI, porque tiene sus unidades en pies, pero la regla está en cm: Editar los MPI para que las unidades sean en cm a como está en la regla, así no se pierde tiempo convirtiendo de una unidad a otra, además de que los cm es lo que más se utiliza en la región donde se encuentra la empresa médica en estos momentos.

BIBLIOGRAFÍA

(s.f.).

Akdeniz, C. (2014). *Lean Principles Explained*. Bodendorf, Alemania.

Calderón, D. R. (2021). *Plan de acción para la implementación del proceso DSS01 Gestión Operaciones en RACSA durante el primer semestre del 2021*. Heredia.

Carballo, M. P. (2023). *Análisis de la situación actual y elaboración de propuestas de mejoramiento de productividad en el proceso de extrusión de plásticos modernos SA en el primer cuatrimestre del 2023*. Heredia.

Carthy, J. O. (2022). *Mejorar la eficiencia de los procesos productivos de la empresa KLÖ WOOD DESIGN, mediante la aplicación de la metodología DMAIC, para mitigar el incumplimiento de contratos. Durante el segundo cuatrimestre del 2022*. Heredia.

Díaz, A. S. (2004). *Evaluación de la eficiencia en la educación secundaria*. Coruña: NETBIBLO,S.I...,A Coruña.

Grudemi, E. (julio de 2022). *Enciclopedia Económica*. Obtenido de <https://enciclopediaeconomica.com/consumidor-final/>

Meardon, E. (2024). *Atlassian*. Obtenido de <https://www.atlassian.com/es/agile/project-management/gantt-chart>

Médica, E. (2023).

Meyers, F. (s.f.). *Estudio de Tiempos y movimientos*. Person education.

Miguel, P. A. (2019). *Calidad, Fundamentos, herramientas y gestión de la calidad para pymes*. Madrid: Ediciones Parainfo,SA.

Morales, J. P. (2021). *Mejora en el proceso de Atención a clientes en el departamento de ventas de la empresa GRUPO SG, en el segundo cuatrimestre del año 2021*. San José.

Puertos, D. C., & León Vega, C. G. (2021). *Cuartos Limpios y los sectores productivos que los usan en México*. México.

Que son las estaciones de trabajo y para qué sirven. (08 de febrero de 2021). Obtenido de <https://www.aurum-informatica.es/blog/que-son-estaciones-de-trabajo-para-que-sirven>

Rica, M. d. (2024).

Rioja, U. I. (2023). *Objetivos de la ergonomía laboral y su relación con el rendimiento en el trabajo*. Obtenido de <https://www.unir.net/ingenieria/revista/ergonomia-laboral/>

- Rocha, J. P. (13 de Enero de 2022). *DMAIC: Qué es y cuáles son sus pasos*. Obtenido de <https://blog.mudanai.org/kaizen-mejora-continua/calidad/dmaic-que-es-y-cuales-son-sus-pasos/>
- Ross, M. S. (2021). *AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL DEPARTAMENTO DE SERVICIO TÉCNICO AL CLIENTE EN LA EMPRESA EMERSON ELECTRIC, UBICADA EN GUACHIPELÍN DE ESCAZÚ DURANTE EL PERÍODO DE MARZO A AGOSTO 2021*. HEREDIA.
- S.Moore, D. (2000). *Estadística aplicada básica* . New York: W.H FREEMAN AND COMPANY, New York.
- Sales, M. (2013). *Diagrama de Pareto*.
- Sánchez, M. F. (2023). *Mejora del proceso de fabricación de tubos para la Industria de gas en Tech Shop internacional durante el año 2022*. Heredia.
- Sol, S. d. (2024). *TeamSystem*. Obtenido de <https://www.sdelsol.com/glosario/eficacia/>
- SYDLE. (2024). *DMAIC: ¿qué es y cómo se diferencia con PDCA? Paso a paso completo*. Obtenido de <https://www.sydle.com/es/blog/dmaic-64bd2afcda771954dd52337b>
- Villalobos, L. A. (2021). *Gestión de la producción para mejorar la productividad de la empresa procesadora de agua de mesa San Félix, Tumán-2021*. Pimentel-Perú.

GLOSARIO

Análisis de causa raíz:

Análisis necesario para determinar la causa de un sistema, producto o proceso de la no conformidad abierta. Este análisis debe ir más allá de los síntomas de un problema, sino que debe enfocarse en descubrir lo más fundamental de la causa de ocurrencia.

Blade:

Hace referencia a una cuchilla, la cual se encuentra en el área de trabajo, utilizada para cortar el producto en proceso.

Calidad:

La relación entre la cantidad de piezas producidas en comparación a la cantidad de piezas que cumplen los requerimientos de calidad. Se ve mermado debido a los retrabajos, defectos de producción, defectos debido al arranque.

Fixture:

Una pieza de equipo o mobiliario que está fijado en su posición en su posición de trabajo o donde se implemente.

Highrunner:

Se refiere al producto estrella de cada negocio, muchas veces se trabajen varias líneas de productos y cada una de estas tiene uno o más highrunners diferentes.

Ingeniería de Manufactura/Ingeniería de PI:

Responsables de definir las metas de yield y disponibilidad de equipos con los que se debe estimar la capacidad.

Ingeniería Mejora Continua (Ingeniería Industrial):

Los técnicos de ingenieros de mejora continua son responsables de la toma de tiempos estándar y la configuración del WCG para la línea. También facilitará el archivo donde se debe registrar la información mínima requerida para que el cálculo sea estándar en la planta.

Layout:

Es la representación de un plano de forma que se representa la distribución de forma física.

Planning:

Encargado de mantener informado al equipo de producción e Ingeniería Industrial sobre los planes de producción y los cambios en las demandas del mercado.

Unilabel:

Hace referencia a una etiqueta.

ANEXO(S)

Ilustración 32 Ejemplo de uso de implementos médicos Costa Rica.



Fuente: Tomado de Empresa Médica Costa Rica.

Ilustración 33 Ejemplo de uso de implementos médicos Costa Rica.



Fuente: Tomado de Empresa Médica Costa Rica.

Ilustración 34 Ejemplo de uso de implementos médicos Costa Rica.



Fuente: Tomado de Empresa Médica Costa Rica.

Ilustración 35 Ejemplo de uso de implementos médicos Costa Rica.



Fuente: Tomado de Empresa Médica Costa Rica.