

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

CARRERA INGENIERIA INDUSTRIAL

Proyecto de graduación para optar por el
Bachillerato en Ingeniería Industrial

ESTUDIANTE: Diego Alonso López Araya

TUTOR: Ing. Yesenia Salazar Guzmán, MBA, MGP.

Heredia, 2023.

1 DECLARACIÓN JURADA

DECLARACIÓN JURADA

Yo Diego Alonso Lopez Araya, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 1-1822-0274 egresado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Bachillerato, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: Implementación de una línea de manufactura para la guía de entubado en dispositivos médicos Cartago Costa Rica durante el primer cuatrimestre del 2023, 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 01 días del mes de Julio del año dos mil veintitres.

DIEGO ALONSO LOPEZ ARAYA (FIRMA) Firmado digitalmente por DIEGO ALONSO LÓPEZ ARAYA (FIRMA)
Fecha: 2023.07.01 07:19:57 -06'00'

Firma del estudiante

Cédula 1-1822-0274

2 CARTA APROBACIÓN DEL TUTOR

CARTA DEL TUTOR

30 de junio 2023

Destinatario
Carrera
Universidad Hispanoamericana

Estimado señor:

El estudiante Diego Alonso López Araya, cédula de identidad número 1-1822-02741, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado "Implementación de una línea de manufactura para la guía de entubado en dispositivos médicos Cartago Costa Rica durante el primer cuatrimestre del 2023", el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Bachillerato en la carrera de 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, resultados económicos; conclusiones y recomendaciones.

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

a)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	10
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	18
c)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	28
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	19
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	20
	TOTAL		95

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

Atentamente,

SEIDY YESENIA
SALAZAR
GUZMAN (FIRMA)

Firmado digitalmente por
SEIDY YESENIA SALAZAR
GUZMAN (FIRMA)
Fecha: 2023.07.01 10:12:56
-06'00'

Ing. Yesenia Salazar Guzmán, MBA, MGP.
Cédula identidad 6 0354 0437
Camé Colegio Profesional IPI-24137

3 CARTA APROBACIÓN DEL LECTOR

Universidad Hispanoamericana
Sede Heredia
Facultad de Ingeniería Industrial

Estimados señores (as)

El estudiante Diego Alonso López Araya, cédula de identidad 1-1822-0274, me ha presentado para efectos de revisión y aprobación, el Proyecto de Graduación denominado *"IMPLEMENTACION DE UNA LÍNEA DE MANUFACTURA PARA LA GULA DE ENTUBADO EN DISPOSITIVOS MÉDICOS CARTAGO COSTA RICA DURANTE EL PRIMER CUATRIMESTRE DEL 2023"*, el cual ha elaborado para obtener su grado de **Bachillerato en Ingeniería Industrial**.

He revisado y he hecho las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente lo relativo a la coherencia entre el marco teórico y análisis de datos, la consistencia de los datos recopilados y la coherencia entre éstos y las conclusiones; así mismo, la aplicabilidad y originalidad de las recomendaciones, en términos de aporte de la investigación.

Por consiguiente, este trabajo cuenta con mi aval para ser presentado ante un filólogo.

Atte.

Firma:

FREDDY MONGE CALVO (FIRMA)
Digitally signed by FREDDY MONGE CALVO (FIRMA)
Date: 2023.10.29 21:34:51 -0600

Nombre: Ing. Freddy Monge Calvo, MBA

Cédula: 303260154

Tabla de contenido

1	DECLARACIÓN JURADA	1
2	CARTA APROBACIÓN DEL TUTOR.....	2
3	CARTA APROBACIÓN DEL LECTOR	3
4	ACRÓNIMOS Y SIGLAS	8
4.1	Acrónimos	8
4.2	Siglas	8
5	RESUMEN EJECUTIVO	9
6	CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO.....	12
6.1	Descripción general del Proyecto	12
6.2	Identificación de la organización en donde se realiza el proyecto	12
6.2.1	Descripción general de la organización	12
6.2.2	Antecedentes del contexto de la empresa	13
6.3	Planteamiento del problema	14
6.3.1	Definición y medición del problema	16
6.3.2	La pregunta del problema.....	16
6.3.3	Justificación del proyecto.....	17
6.4	Objetivos del proyecto	17
6.4.1	Objetivo general.....	17
6.4.2	Objetivos específicos.....	17
6.5	Alcances y limitaciones	18
6.5.1	Alcance	18
6.5.2	Limitaciones	19
7	CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	20
7.1	Marco conceptual general relativo a la carrera.....	20
7.1.1	Estadística descriptiva.....	20
7.1.2	Capacidad estadística.....	20
7.1.3	Desviación estándar muestral.....	20
7.1.4	Estudio de tiempos	21
7.1.5	Diagrama de flujo de proceso	23
7.1.6	Balance de línea	25

7.1.7	Inventarios	26
7.1.8	Diagrama causa efecto.....	27
7.1.9	5 por qué	29
7.1.10	Diagrama de Pareto	30
7.1.11	Diagrama SIPOC	31
7.1.12	Diagrama de Caja	31
7.2	Marco conceptual atinente a la gestión del proyecto	31
7.2.1	DMAIC	32
7.3	Marco conceptual referente al impacto del proyecto.....	34
7.3.1	Beneficios a corto plazo	34
7.3.2	Beneficios a mediano plazo	34
7.3.3	Beneficios a largo plazo.....	35
7.4	Antecedentes de proyectos o experiencias semejantes.....	35
8	CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE TRABAJO	38
8.1	Metodología para la definición del problema	38
8.2	Metodología para la medición y respaldo cuantitativo de proyecto.....	38
8.2.1	Variables en estudio.....	39
8.2.2	Población en estudio.....	39
8.3	Metodología para la propuesta de mejora, construcción o puesta en práctica de un nuevo proceso, producto o servicio	40
8.4	Metodología para la implementación del proyecto	40
8.5	Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados	41
9	CAPÍTULO IV: ANALISIS CAUSA RAIZ	43
9.1	Análisis del proceso.....	43
9.1.1	Diagrama de SIPOC	43
9.1.2	Diagrama de flujo del proceso	44
9.2	Análisis de causas.....	44
9.2.1	5 por qué	44
9.2.2	Lluvia de ideas.....	45
9.2.3	Diagrama Causa Efecto	46
9.3	Análisis de tiempos	47
9.3.1	Diagrama de Caja	47

9.3.2	Diagrama de Pareto	49
10	CAPÍTULO V: DISEÑO E IMPLEMENTACION DE LA SOLUCION	50
10.1	Introducción.....	50
10.2	Propuesta 1	50
10.3	Propuesta 2	53
10.4	Plan de implementación	54
10.4.1	Diagrama de Gantt.....	54
10.4.2	Creación o diseño de la herramienta de control	54
10.4.3	Aprobación de la herramienta por parte de gerencia	54
10.4.4	Capacitación del personal	55
10.4.5	Implementación de la herramienta	55
10.4.6	Análisis de datos para determinar eficacia de la herramienta	55
10.4.7	Definir cantidad de equipos.....	55
10.4.8	Cotización de equipos	55
10.4.9	Aprobación para realizar compra	55
10.4.10	Emitir orden de compra	56
10.4.11	Recibimiento de equipos	56
10.4.12	Instalación de los equipos en la línea de producción	56
10.4.13	Validación de equipos.....	56
10.4.14	Puesta en marcha de los equipos en la línea de producción.....	56
10.5	Costo	57
10.6	Beneficio	57
11	CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59
11.1	Conclusiones	59
11.1.1	Conclusiones relacionadas con el objetivo específico 1	59
11.1.2	Conclusiones relacionadas con el objetivo específico 2	59
11.1.3	Conclusiones relacionadas con el objetivo específico 3	59
11.1.4	Conclusiones relacionadas con el objetivo específico 4	60
11.2	Recomendaciones	60
12	CAPÍTULO VII: BIBLIOGRAFIA	62
13	CAPÍTULO VIII: ANEXOS.....	63

13.1 ANEXO 1: Modelo SIPOC para utilizar al extraer la información (PLANTILLA) en el proceso DMAIC 63

13.2 Anexo 2: Proceso DMAIC 64

13.3 Anexo 3: Diagrama de Caja 65

13.4 Anexo 4: Diagrama Causa Efecto (Ishikawa)..... 66

4 ACRÓNIMOS Y SIGLAS

4.1 Acrónimos

En la siguiente table se presentan los distintos acrónimos.

Acrónimos	Significados
Tip and Reflow	Punta y Reflujo
Handle	Manija o Mango
Line Data	Datos de Línea
Distal Assembly	Montaje distal
Proximal Assembly	Montaje proximal

4.2 Siglas

En la siguiente table se presentan los distintas siglas.

Siglas	Significados
Stocks	Inventarios o existencias
DMAIC	Definir, medir, analizar, mejorar y controlar
SIPOC	Proveedores, entradas, procesos, salidas y clientes

5 RESUMEN EJECUTIVO Y ARTÍCULO PUBLICABLE

(López Araya, Diego Alonso. 2023. IMPLEMENTACIÓN DE UNA LÍNEA DE MANUFACTURA PARA LA GUÍA DE ENTUBADO EN DISPOSITIVOS MÉDICOS CARTAGO COSTA RICA DURANTE EL PRIMER CUATRIMESTRE DEL 2023. [Proyecto de graduación para optar por el Bachillerato en Ingeniería Industrial, Universidad Hispanoamericana]. TUTOR: Ing. Yesenia Salazar Guzmán, MBA, MGP.)

La investigación presenta como principales problemas la falta de una herramienta de control y los tiempos de espera tan largos en el proceso de Tip and Reflow. Esta investigación tiene como objetivo diseñar una propuesta para una nueva línea de manufactura para la guía de entubado mediante la implementación y la aplicación de herramienta de manufactura Lean que contribuyan al desarrollo de un proceso eficiente. El alcance de este proyecto es presentar una propuesta de mejora y desarrollo a la empresa para que pueda ser implementada y las limitaciones se presentan en la sección 6.5.2. La metodología DMAIC se utilizó para desarrollar este proyecto y llevarlo a cabo con sus distintas herramientas. Las principales causas raíz del proyecto son los tiempos de espera muy largos y la falta de una herramienta de control. Los beneficios serían de corto, mediano y largo plazo que se encuentran en las secciones 7.3.1, 7.3.2 y 7.3.3. En el capítulo V se encuentran la propuesta para mejorar la línea de producción y en el capítulo VI se encuentran las distintas conclusiones que se relacionan con los objetivos de este proyecto.



**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, lunes, 13 de noviembre de 2023.

Señores:
Universidad Hispanoamericana
Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito (a) Diego Alonso López Araya, con número de identificación 118220274, autor (a) del trabajo de graduación titulado Implementación de una Línea de Manufactura para la Guía de Entubado en Dispositivos Médicos Cartago Costa Rica durante el primer cuatrimestre del 2023, presentado y aprobado en el año 2023 como requisito para optar por el título de Bachillerato, 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,

DIEGO ALONSO
LOPEZ ARAYA (FIRMA)

Firmado digitalmente por DIEGO
ALONSO LOPEZ ARAYA (FIRMA)
Fecha: 2023.11.13 13:55:18 -06'00'

Diego Alonso López Araya
118220274



**ANEXO 1 (Versión en línea dentro del Repositorio)
LICENCIA Y AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA PUBLICAR Y
PERMITIR LA CONSULTA Y USO**

Parte 1. Términos de la licencia general para publicación de obras en el repositorio institucional

Como titular del derecho de autor, confiero al Centro de Información Tecnológico (CENIT) una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

- a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, el autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito.
- b) Autoriza al Centro de Información Tecnológico (CENIT) a publicar la obra en digital, los usuarios puedan consultar el contenido de su Trabajo Final de Graduación en la página Web de la Biblioteca Digital de la Universidad Hispanoamericana
- c) Los autores aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.
- d) Los autores manifiestan que se trata de una obra original sobre la que tienen los derechos que autorizan y que son ellos quienes asumen total responsabilidad por el contenido de su obra ante el Centro de Información Tecnológico (CENIT) y ante terceros. En todo caso el Centro de Información Tecnológico (CENIT) se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.
- e) Autorizo al Centro de Información Tecnológica (CENIT) para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.
- f) Acepto que el Centro de Información Tecnológico (CENIT) pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.
- g) Autorizo que la obra sea puesta a disposición de la comunidad universitaria en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en las "Condiciones de uso de estricto cumplimiento" de los recursos publicados en Repositorio Institucional.

SI EL DOCUMENTO SE BASA EN UN TRABAJO QUE HA SIDO PATROCINADO O APOYADO POR UNA AGENCIA O UNA ORGANIZACIÓN, CON EXCEPCIÓN DEL CENTRO DE INFORMACIÓN TECNOLÓGICO (CENIT), EL AUTOR GARANTIZA QUE SE HA CUMPLIDO CON LOS DERECHOS Y OBLIGACIONES REQUERIDOS POR EL RESPECTIVO CONTRATO O ACUERDO.

6 CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

6.1 Descripción general del Proyecto

Esta investigación se llevará a cabo en una empresa de dispositivos médicos y como no se puede utilizar el nombre de la compañía, para efectos de este proyecto, se le llamará Compañía de Dispositivos Médicos. La empresa se especializa en el desarrollo de dispositivos médicos a nivel mundial. El proyecto se ejecutará en la línea de producción conocida como guía de entubado.

La compañía tiene como uno de sus objetivos organizacionales reducir el costo unitario de manufactura, por lo que este proyecto estará enfocado en desarrollar e identificar las oportunidades de mejora en la línea de producción de la guía de entubado; lo cual permitirá obtener como resultado global una mejor productividad.

Para este estudio, se utilizarán diferentes tipos de herramientas de ingeniería industrial como, por ejemplo, estudio de tiempos, gráficas y estadísticas para la interpretación de datos e identificación de puntos críticos, entre otras. Además, conceptos de trabajo estándar, inventario en proceso y tiempo estándar para el mejoramiento de la productividad. Este proyecto de graduación se llevará a cabo con la metodología de investigación denominada DMAIC, estudiada en la carrera de Ingeniería Industrial.

6.2 Identificación de la organización en donde se realiza el proyecto

6.2.1 Descripción general de la organización

La compañía Dispositivos Médicos fue fundada en 2002 en White Bear Lake, Minnesota, EE. UU., como un fabricante de desarrollo de productos nuevos.

Dispositivos Médicos inauguró su planta de manufactura en diciembre del año 2021, localizada en la Zona Franca La Lima, en Cartago. Actualmente cuenta con 75 colaboradores con proyecciones de crecimiento a más de 500 colaboradores en los próximos años. En la

planta de Costa Rica, se fabrican catéteres inicialmente.

Los dispositivos médicos que se están desarrollando y produciendo requieren de altos estándares de calidad e involucran procesos altamente tecnológicos e innovadores. Por lo cual, la gerencia y los empleados de Dispositivos Médicos están comprometidos a alcanzar los niveles más altos de calidad en el desarrollo, la manufactura, el mercadeo y la entrega de los productos y servicios, para satisfacer las necesidades y expectativas del cliente (Departamento de Recursos Humanos, 2023).

Misión de la compañía: “Disfrutamos de mejorar la calidad de vida de las personas brindando soluciones médicas innovadoras y efectivas para nuestros socios” (Departamento de Recursos Humanos, 2023).

Visión de la compañía: “Somos la primera opción para desarrollar y producir soluciones y el lugar más Pura Vida donde hayamos trabajado” (Departamento de Recursos Humanos, 2023).

6.2.2 Antecedentes del contexto de la empresa

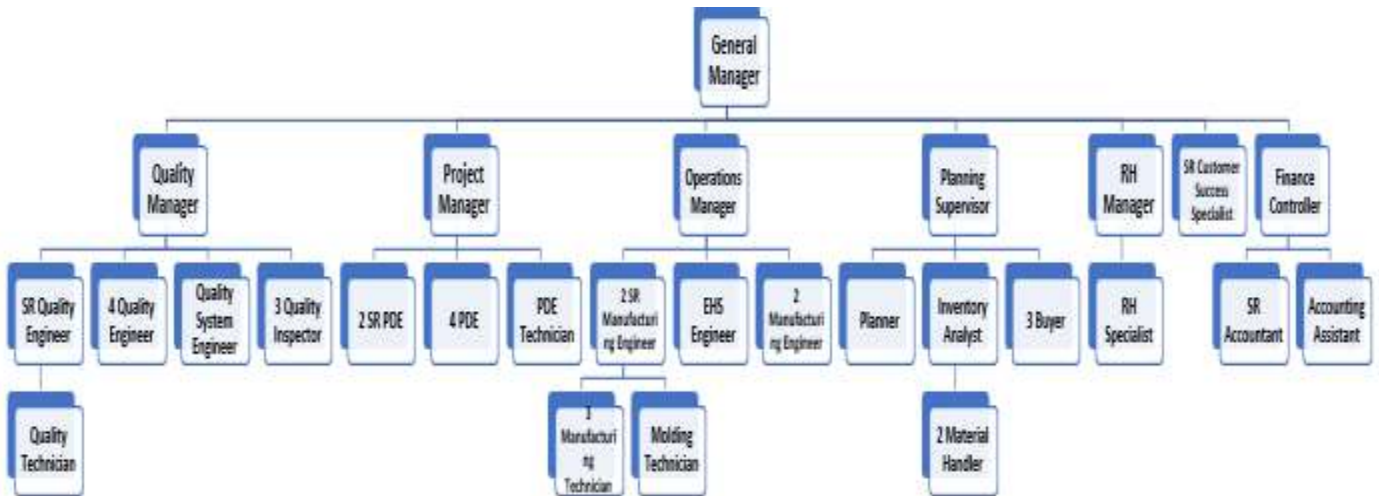
La compañía Dispositivos Médicos actualmente cuenta con 2 productos que ya tienen una producción fija para cada mes, además, la compañía ya está con la construcción de dos edificios más debido a la llegada de otros productos que se esperan para este año.

Dispositivos Médicos aparte de ser desarrolladora de productos se encarga de desarrollar a su personal, para que día con día se superen y lograr con esto un mejor desempeño del personal y por ende la compañía se beneficia, también, de aquí a 5 años la

empresa se ve con un incremento de personal y con al menos 13 productos más para el año 2025.

Figura 1

Organigrama de la empresa



6.3 Planteamiento del problema

Empleando como base la metodología DMAIC, se realizará un análisis detallado de la situación actual, para desarrollar un diseño adecuado que sea eficiente, con el fin de determinar cómo se llevaría a cabo un mejor desarrollo en el proceso de la guía de entubado para que el proceso sea fluido debido a la situación que se está dando, que en las pruebas realizadas se determinó que durante el proceso de Tip and Reflow hay que realizar mucho retrabajo (Cuello de botella) y esto no está permitiendo que en la línea de producción el proceso del producto sea fluido.

Actualmente, la Compañía de Dispositivos Médicos tiene el planteamiento de que, en cada área de trabajo en el proceso de la línea de producción denominada guía de entubado, se logre reducir los tiempos de espera de las unidades. Esto dado que a cada unidad en las

pruebas realizadas le está tomando hasta 40 minutos en promedio finalizar y la meta que actualmente está establecida, con base en datos históricos, es de 25 minutos para cada unidad.

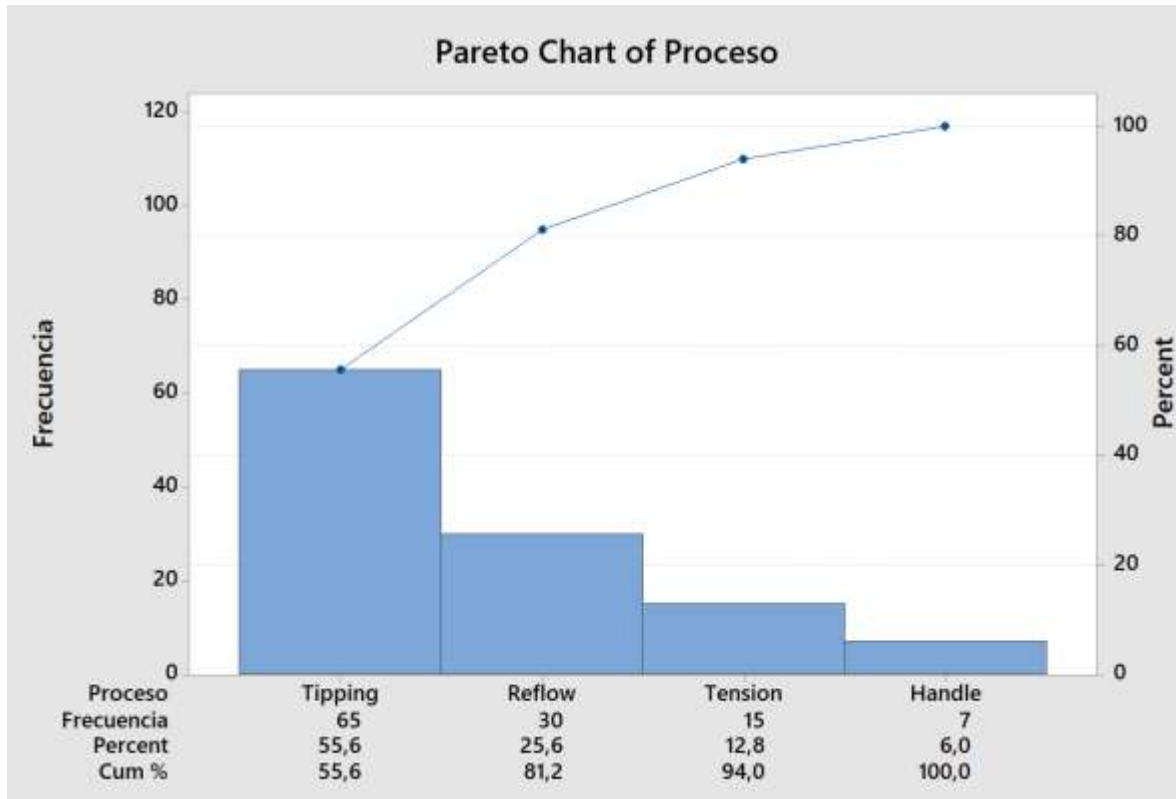
A continuación, se mostrará un diagrama de Pareto para visualizar donde está la problemática y la frecuencia con la que se da.

En la siguiente tabla se mostrarán los datos que se utilizaron para realizar el Diagrama de Pareto, estos datos se obtuvieron luego de realizar varias pruebas en todo el proceso y por ende la tabla nos mostrará los problemas que se dan con más frecuencia.

Proceso	Frecuencia
Tipping	65
Reflow	30
Tension	15
Handle	7

Figura 2

Diagrama de Pareto



6.3.1 Definición y medición del problema

El momento en que ocurre el problema es cuando se realizan las pruebas para desarrollar la guía de entubado debido a que no se cuenta con el espacio disponible para montar la línea de producción fija, además en dichas pruebas de desarrollo se logró observar problemas en el proceso Tip and Reflow con lo cual no se está siendo tan productivo como se esperaba debido a los tiempos de espera en este proceso.

Este problema se medirá con la creación de un modelo de capacidad que se medirá a través de la toma de tiempos, esto con el fin de cumplir con la producción esperada por parte de la compañía.

6.3.2 La pregunta del problema

¿De qué manera se puede reducir la productividad de la guía de entubado, de tal forma que incida positivamente en el tiempo de entrega del producto al cliente y el costo de producto?

6.3.3 Justificación del proyecto

La justificación para realizar este proyecto es el enfoque que la compañía ha estado tomando en los últimos meses, hacia la reducción de tiempos de espera de todas las órdenes de producción entre los diferentes procesos de la planta como tal y en este caso específico, la línea de producción de la guía de entubado. Lograr reducir el costo unitario de producción en proceso generará ganancias en tiempo a la línea y, por ende, a la compañía. Además, el producto llegará más rápido al cliente final.

Es importante establecer un marco de trabajo que permita la utilización de los recursos al máximo en las diferentes estaciones que conforman la línea de producción de la guía de entubado, de manera que no se pierda dinero por tiempos de espera de las órdenes de trabajo.

Los tiempos de espera se deben reducir al máximo y con ello viene la reducción de inventarios, ajustes en balances de línea y reducción de otros desperdicios o mudas. Es importante cumplir con los requerimientos de producción, actualmente la línea tiene una capacidad para 60 unidades semanales y con la demanda actual se requieren 100 unidades semanales, por lo que es necesario mejorar la productividad para absorber este incremento utilizando el espacio y recursos actuales, y con ello reducir los días que tarda en salir una orden de los diferentes procesos.

6.4 Objetivos del proyecto

6.4.1 Objetivo general

Diseñar una propuesta para una nueva línea de manufactura para la guía de entubado mediante la implementación y la aplicación de herramientas de manufactura Lean que contribuyan al desarrollo de un proceso eficiente.

6.4.2 Objetivos específicos

En esta sección se darán a conocer los objetivos específicos relacionados con el

objetivo general antes mencionado.

1. Definir las posibles problemáticas a través de las herramientas de calidad para la medición del problema.
2. Medir las posibles causas a través de herramientas de calidad que nos permitan tener un mejor panorama de los problemas que hay en el proceso para su priorización.
3. Diseñar propuestas de solución que atiendan las causas identificadas como las más críticas según la priorización elaborada.
4. Proponer un plan para la implementación de las propuestas de solución permitiendo la ejecución de estas por parte de la organización.

6.5 Alcances y limitaciones

El alcance y las limitaciones a los que esta investigación está ligada se deben respetar para cumplir con las políticas de la compañía y la realización de este proyecto.

6.5.1 Alcance

Este trabajo de investigación será llevado a cabo en la planta de Dispositivos Médicos, Parque Industrial, Zona Franca La Lima, Cartago, Costa Rica, en el proceso de producción de la guía de entubado, entre los meses de febrero y julio del 2023. Se aplicarán herramientas y equipos disponibles en el área de trabajo de la línea de producción de la compañía, sin que esto represente ningún costo adicional al departamento.

El alcance de este proyecto es presentar una propuesta de mejora y desarrollo a la empresa para que pueda ser implementada, con el fin de desarrollar una línea de producción estable.

6.5.2 Limitaciones

- No se podrán indicar los nombres completos de los procesos, componentes y otros aspectos utilizados en el ambiente laboral.
- Cualquier visita por parte de personeros de la universidad deberá ser coordinada previamente y estará sujeta a la aprobación de la gerencia de la compañía.
- Los datos financieros de los procesos de la compañía como tal son confidenciales, de manera que, si se llegaran a expresar en este documento, solo serían aproximaciones para ilustrar cada una de las situaciones.
- En este documento no se podrán mostrar imágenes reales de las áreas de trabajo.

7 CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

7.1 Marco conceptual general relativo a la carrera

En esta sección se analizarán los conceptos básicos, teóricos y prácticos que se emplean para una propuesta de mejora con los lineamientos de la metodología DMAIC.

7.1.1 Estadística descriptiva

Es la rama de la estadística que formula recomendaciones de como resumir, de forma clara y sencilla, los datos de una investigación en cuadros, tablas, figuras o gráficos (Rev Alerg Méx, 2016, p.398).

7.1.2 Capacidad estadística

Consiste en conocer la amplitud de la variación natural del proceso para una característica de calidad dada; esto permitirá conocer en qué medida tal característica de calidad es satisfactoria, las mediciones o cálculos que se obtienen a partir de un conjunto de datos, con el objetivo de conocer sus características más relevantes (Gutiérrez, 2009, p.18).

7.1.3 Desviación estándar muestral

Es la medida de la variabilidad que indica qué tan esparcidos están los datos con respecto a la media. La desviación estándar del proceso refleja su variabilidad, para su cálculo se debe utilizar un número grande de datos que hayan sido obtenidos en el transcurso de un lapso amplio, se denota con la letra griega sigma σ . El coeficiente de variación es la medida de variabilidad que indica la magnitud relativa de la desviación estándar en comparación con la media (Gutiérrez, 2009, p.21).

Continuando con la metodología DMAIC, hay que definir el impacto del problema con el fin de identificarlo y llegar a una propuesta de mejora, de manera que, para efectos del proyecto, se logren generar tablas para análisis de los registros de producción de la guía de entubado. A través de la estadística descriptiva, se ilustrará de una mejor forma lo que se

desea explicar o presentar a otras personas, de tal forma que diariamente se logre observar información a través de un estudio con cualquier otra herramienta para la recolección de datos.

7.1.4 Estudio de tiempos

Con el estudio de tiempos, se podrá determinar el tiempo que le toma a cada tarea, operación, actividad o proceso quedar finalizado, por el trabajador que lo ejecuta, máquina u otros. De acuerdo con lo que dicen Niebel y Freivalds (2009), el tiempo estándar es la suma de los tiempos elementales que proporciona el estándar en minutos por pieza, usando un cronómetro minuterero decimal o en horas por pieza (p. 345).

Según Niebel y Freivalds (2009): “El proceso sistemático para desarrollar en centro de trabajo eficiente es el establecimiento de estándares de tiempo, estos pueden determinarse mediante el uso de estimaciones, registros históricos y procedimientos de medición de trabajo” (p. 327).

Las técnicas de medición del trabajo, estudio de tiempos con cronómetros, sistema de tiempo predeterminado, datos estándar, fórmulas de tiempos o estudios de muestreo del trabajo representan una mejor forma de establecer estándares de producción justos y pueden significar la diferencia entre el éxito y el fracaso de un negocio (Niebel y Freivalds, 2009, p. 327).

Según Niebel y Freivalds (2009): “La calificación de velocidad o rapidez es en método de evaluación del desempeño que solo considera la tasa de trabajo logrado por unidad de tiempo” (p. 357). La corrección permite obtener el tiempo normal multiplicando el tiempo observado por la calificación asignada, usando la fórmula que proponen Niebel y Freivalds (2009, p. 343):

$$\text{Tiempo Normal} = \text{Tiempo observado} * \text{Calificación} / 100$$

Fórmula No. 2 Fórmula para obtener el tiempo normal.

Fuente: Niebel y Freivalds, 2009.

Niebel y Freivalds (2009) también mencionan que ningún operario puede mantener un paso estándar en todos los minutos del día de trabajo. Pueden tener lugar en tres clases de interrupciones para las que se debe asignar tiempo adicional.

Las primeras son las interrupciones personales, como ir al baño y a tomar agua, la segunda es la fatiga que afecta incluso a los más fuertes en los trabajos más ligeros y, por último, serán los retrasos inevitables como problemas con las herramientas y variaciones en los materiales.

El tiempo requerido para un operario totalmente calificado y capacitado, trabajando a paso normal y realizando un esfuerzo promedio para ejecutar una operación, se llama tiempo estándar (TE) de esa operación. El suplemento se da como un porcentaje o fracción del tiempo normal y se usa como un multiplicador igual a 1+ holgura (Niebel y Freivalds, 2009, p.343).

En la fórmula No.3, se muestra la ecuación para el cálculo que se debe realizar.

$$TE = TN + TN \times \text{Suplementos} = TN \times (1 + \text{Suplementos}) \quad TE = TN / (1 - \text{Suplemento})$$

Fórmula No. 3 Fórmula para obtener el tiempo estándar.

Fuente: Niebel y Freivalds, 2009.

Para obtener el tiempo estándar de un proceso, se deben considerar los suplementos u holguras, ya que el objetivo es: “tomar en cuenta las muchas interrupciones, demoras y disminuciones causadas por fatiga en el trabajo” (Niebel y Freivalds, 2009, p. 367). Los elementos de tolerancia son fatiga, cansancio, monotonía, condiciones del medio ambiente como iluminación y ruido del lugar de trabajo.

Según sea la condición del suplemento, se le asignará un porcentaje, de acuerdo con los suplementos estándares recomendados por la Oficina Internacional del Trabajo en Estados Unidos (ILO, Internacional Labour Office, 1979), la cual citan Niebel y Freivalds (2009, p. 368).

Los equipos que pueden ser utilizados para la toma de tiempos pueden ser los siguientes:

- Cronómetro electrónico o mecánico.
- Tabla de estudio de tiempos.
- Formularios para la toma de tiempos.
- Calculadora.

7.1.5 Diagrama de flujo de proceso

Es fundamental que todo ingeniero industrial entienda y conozca el proceso en el que está trabajando, esto le permitirá saber que procesos pueden dar problemas, para poder determinar cuáles son los puntos débiles e incluso las oportunidades de mejora del proceso y así dar su punto de vista para proponer mejoras que se podrían implementar.

Los diagramas de flujo son una representación gráfica mediante la cual se representan las distintas operaciones de que se compone un procedimiento o parte de él, estableciendo su secuencia cronológica. Clasificándolos mediante símbolos según la naturaleza de cada cual.

Esta herramienta es de gran utilidad para una organización, debido a que su uso contribuye con el desarrollo de una mejor gestión institucional, en aspectos como:

- Muestran de manera más global la composición de un proceso o procedimiento

por lo que favorecen su comprensión al mostrarlo como un dibujo.

- Permiten identificar problemas tales como cuellos de botella, así como las responsabilidades y los puntos de decisión.
- Sirve como herramienta para capacitar a los nuevos funcionarios.

Fuente: Instituto Latinoamericano de investigación y capacitación administrativa S.R.L.
1996, pág. 92.

Los beneficios que este tipo de diagrama puede ofrecer son los siguientes.

- Visión transparente de los procesos.
- Define los límites del proceso.
- Presenta alternativas de mejora.
- Identifica necesidades en el proceso.
- Agrega valor a las actividades que conforman un proceso productivo.

Un diagrama de flujo debe ser diseñado por expertos, lo que facilita que los equipos de trabajo conozcan el proceso con cada uno de los detalles de todas las actividades en cada operación. Se deben realizar las siguientes tareas para diseñar un diagrama de flujo:

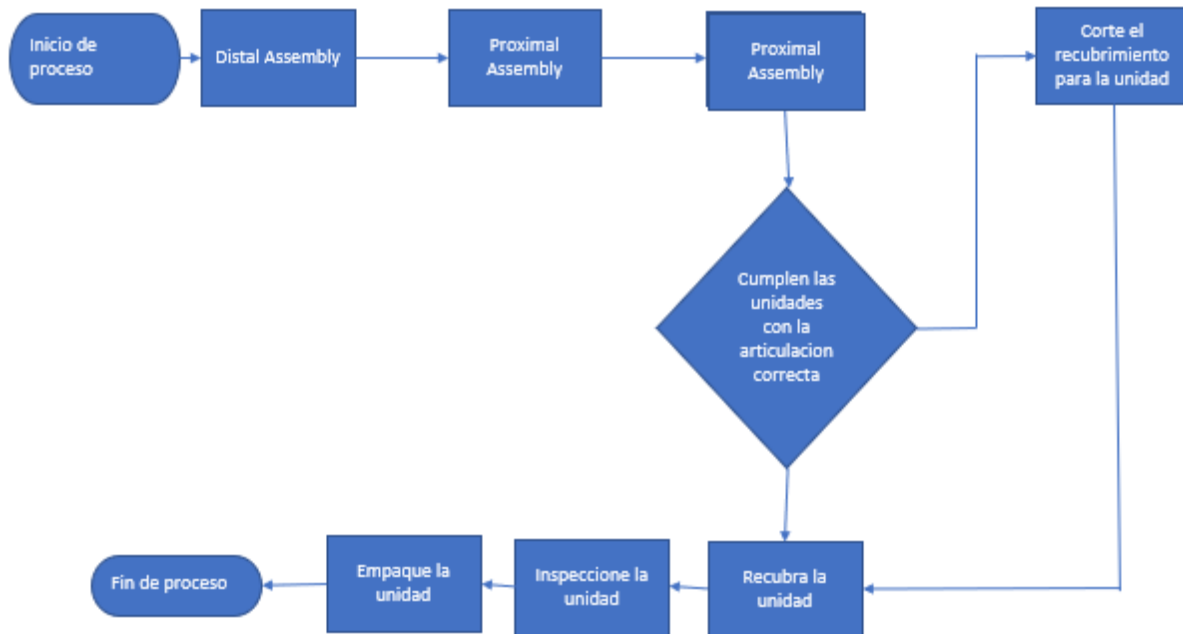
- Definir el área que se desea diagramar.
- Determinar el detalle que se desea establecer.
- Determinar secuencia de los pasos del proceso.
- Hacer el diagrama con herramientas utilizadas por la empresa o seleccionadas

por el experto o dueño del proceso.

- Revisar el diagrama una vez construido.

Figura 3

Diagrama de flujo



7.1.6 *Balace de línea*

Es un factor crítico para la productividad de una empresa, su objetivo es hallar una distribución de la capacidad adecuada, para asegurar un flujo continuo y uniforme

de los productos, a través de los diferentes procesos dentro de la planta, encontrando las formas para igualar los tiempos de trabajo en todas las estaciones, para maximizar aprovechamiento posible de la mano de obra y del equipo, y de ese modo reducir o eliminar el tiempo ocioso.

Fuente: Scientia et Technica Año XXI, Vol. 21, No. 3, septiembre de 2016.

Universidad Tecnológica de Pereira.

Según Niebel y Freivalds (2009): “Dos operarios o más con algún tiempo ocioso de trabajo pueden compartir el trabajo de otras estaciones para lograr mayor eficiencia en toda la línea” (p. 47).

7.1.7 Inventarios

Los inventarios son todos aquellos artículos o stocks usados en la producción (materia prima y productos en proceso), actividades de apoyo (suministro de mantenimiento y reparación) y servicio al cliente (productos terminados y repuestos). El inventario representa una de las inversiones más importantes de las empresas con relación al resto de sus activos, ya que son fundamentales para las ventas e indispensables para la optimización de las utilidades (ISSN 1317-8822, Año 11, N° 1, Enero / junio 2012, Pág: 55-78).

A continuación, se presentan las diferentes categorías de los inventarios:

- Inventario de demanda independiente.

- Inventario en el proceso.
- Inventario de mantenimiento, reparación y operaciones.
- Inventario de tránsito.
- Inventario de ciclo.
- Inventario de almacenamiento temporal o inventario de seguridad.
- Inventario de anticipación.
- Inventario de desacople.

Costos en los que se incurre al tener inventarios en espera:

- Costo de almacenamiento.
- Costo por seguros.
- Costos de capital.
- Costo por obsolescencia.
- Costos por descomposición.
- Costo por control de inventario.
- Costo por reducción (desaparece).

7.1.8 Diagrama causa efecto

El diagrama de Ishikawa es un método de análisis de problemas y control de la calidad aplicado al ámbito empresarial. Evalúa potenciales incidencias con base en sus posibles

causas.

Este modelo, también, es conocido en el ámbito económico como diagrama de causa-efecto. También es habitual la denominación «diagrama de espina de pescado» debido a su representación gráfica.

Se trata de un sistema de toma de decisiones desarrollado por el seminal gurú empresarial Kaoru Ishikawa. El japonés pretendía establecer mejoras en los controles de calidad para proyectos de diversa naturaleza, para lo que creó esta metodología.

Su funcionamiento consiste en un análisis simplificado de un problema determinado y el listado de causas que pueden provocar su aparición.

(Sitio web economipedia, redactado por Javier Sánchez Galana y revisado por Francisco Coll Morales, 01 Setiembre 2021).

Características del diagrama de Ishikawa

Esta herramienta inductiva de decisión, creada en el año 1946, cuenta con algunas características que la definen frente a otras alternativas:

- **Aplicabilidad:** Al tratarse de un esquema simplificado, tiene la cualidad de adaptación a diversos campos en el contexto económico.
- **Aprendizaje:** La detección de amenazas para un determinado proyecto debe conllevar un proceso de aprendizaje y no repetición de errores. Es decir, facilita el desarrollo de nuevas estrategias y metodologías.
- **Profundidad:** El diagrama es ampliable gradualmente, lo que permite estudiar más a fondo posibles incidencias y sus derivaciones.
- **Eficacia y eficiencia:** Este modelo facilita la localización de conductas empresariales equivocadas y poco eficaces, así como poco eficientes.

(Sitio web economipedia, redactado por Javier Sánchez Galana y revisado por Francisco Coll Morales, 01 Setiembre 2021).

7.1.9 5 por qué

Es un método que se basa en la realización de preguntas que buscan explorar la causa-efecto de un suceso o problema en particular. El primer «porqué» va generando otro como consecuencia y así sucesivamente.

Esta es una de las metodologías de mejora de procesos más sencillas y tal vez más fáciles de aplicar, además a lo largo de su existencia sigue presentando buenos resultados de análisis. Lo mejor es que gracias a su simplicidad es posible adaptarla a cualquier tipo de situación y momento.

Como hacer los 5 porqués

- Establece qué está pasando.
- Define «por qué» está pasando una situación en particular.
- Determina las posibles razones de la causa de una situación en particular.
- Continúa el planteamiento de preguntas.
- Plantea las soluciones más adecuadas.

(Escrito por Johanna Rodríguez, Sitio Web HubSpot).

7.1.10 Diagrama de Pareto

El Diagrama de Pareto es una gráfica en donde se organizan diversas clasificaciones de datos por orden descendente, de izquierda a derecha por medio de barras sencillas después de haber reunido los datos para calificar las causas. De modo que se pueda asignar un orden de prioridades.

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.

(Copyright 2013 EALDE Business School, Pág 1)

¿Cuándo se utiliza?

- Al identificar un producto o servicio para el análisis para mejorar la calidad.
- Cuando existe la necesidad de llamar la atención a los problema o causas de una forma sistemática.
- Al identificar oportunidades para mejorar.
- Al analizar las diferentes agrupaciones de datos: ej. por producto, por segmento, del mercado, área geográfica, etc.
- Al buscar las causas principales de los problemas y establecer la prioridad de las soluciones.
- Al evaluar los resultados de los cambios efectuados a un proceso: antes y después.
- Cuando los datos puedan clasificarse en categorías.

- Cuando el rango de cada categoría es importante.

(Copyright 2013 EALDE Business School, Pág 2)

7.1.11 Diagrama SIPOC

Un diagrama SIPOC sirve para documentar los **Proveedores** (Suppliers), **Entradas** (Inputs), **Procesos** (Process), **Salidas** (Outputs) y **Clientes** (Customers) en una operación. Una lista de estos elementos ayuda a marcar los límites de un proceso a un alto nivel. El diagrama se usa para proveer a quienes toman las decisiones con información crucial sobre todo el proceso, pero sin entrar en mayores detalles.

Gracias a la visualización de los procesos y a la limitación de la información a sólo lo necesario para que la dirección encuentre las áreas del proceso que deben mejorarse, el diagrama SIPOC ayuda agilizar los flujos de trabajo, a identificar y resolver los problemas y a eliminar las actividades inútiles.

(Kanban Tool, 2023).

7.1.12 Diagrama de Caja

Un diagrama de caja es un gráfico que representa una variable cuantitativa o cualitativa a través de los cuartiles.

En estadísticas una herramienta útil para representar conjuntos de datos tanto discretos como continuos.

Es importante tener en cuenta que las variables cualitativas o que pretenden representar un orden o una categoría siempre tienen que ir ligadas a un índice numérico mayor que 0 para que puedan aparecer en el gráfico y se puedan calcular los estadísticos correspondientes (Rodo, 2020).

7.2 Marco conceptual atinente a la gestión del proyecto

En esta parte, se estudiarán a fondo los enfoques del proyecto utilizando modelos actuales de mejora en el proceso productivo. Se utilizará la metodología DMAIC, esta se ha utilizado por grandes compañías para guiar sus proyectos de mejora e implementación de soluciones a problemas presentados en los procesos.

7.2.1 DMAIC

Empleando como base la filosofía de Seis Sigma, la metodología por utilizar para este proyecto es DMAIC, se llevará a cabo una revisión de todos los procesos de principio a fin en las áreas que están presentando falla.

La palabra DMAIC está formada por cinco siglas en inglés, las cuales corresponden a las siguientes palabras: *Define, Measure, Analyze, Improve y Control* cuyo significado en español es el siguiente, Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar.

A continuación, se detallan las etapas de DMAIC.

Definir

En esta primera fase de definición se enfoca el proyecto, se delimita y se sientan las bases para su éxito. Al finalizar esta fase, se debe tener claro el objetivo del proyecto, la forma de medir su éxito, su alcance, los beneficios potenciales y las personas que intervienen en este (Gutiérrez, 2009, p. 426).

Medir

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

funcionamiento; asimismo, se establecen con mayor detalle las métricas (las Y) con las que se evaluará el éxito del proyecto. Además, se analiza y valida el sistema de medición para garantizar que las Y pueden medirse en forma consistente (Gutiérrez, 2009, p. 428).

Analizar

En la tercera fase la meta es identificar la causa o causas raíz del problema (identificar las X vitales), entender cómo es que estas generan el problema y confirmar las causas con datos. Entonces se trata de entender cómo y por qué se genera el problema, buscando llegar hasta las causas más profundas y confirmarlas con datos (Gutiérrez, 2009, p. 428).

Mejorar

En la cuarta fase el objetivo es proponer e implementar soluciones que atiendan las causas raíz; es decir, asegurarse de que se corrige o reduce el problema. Es recomendable generar diferentes alternativas de solución que atiendan las diversas causas, la clave es pensar en soluciones que ataquen la fuente del problema (causas) y no el efecto (Gutiérrez, 2009, p. 429).

Controlar

En la quinta fase una vez que las mejoras deseadas han sido alcanzadas, se diseña un sistema que mantenga las mejoras logradas (controlar las X vitales) y se cierra el proyecto. Muchas veces esta etapa es la más dolorosa o difícil, puesto que se trata de que los cambios realizados para evaluar las acciones de mejora se vuelvan permanentes, se institucionalicen y generalicen (Gutiérrez, 2009, p. 430).

7.3 Marco conceptual referente al impacto del proyecto

El impacto que tendrá el proyecto se dará en el marco cuantitativo, esto beneficiará a la línea de producción a corto, mediano y largo plazo.

Con el modelo de capacidad se podrá saber cuántas personas se necesitará para poder cumplir con la demanda planteada y los procesos que se duran más en terminar.

Figura 4

Line Data

Available Time										
Shift	Shift Length (min)	Deductions (min)				Available Time/Shift (min)	Number of Lines	Planned Days/Week	Weekly Available Time/Shift (min)	
		Breaks	Meetings	Stretching	Other					
1	570	70	5	10	20	465	1	5	2325	
2										
3										
Total Weekly Available Time (s)									139 500	

Mixed Model Demand		
#	Model	Weekly Demand
1	All Models	
2	Access Airways	60
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Total Weekly Starts (Started Units)	Total Weekly Demand (Finished Units)
120	60

Total Headcount	Takt (s)
2,0	2325

Roller Yield	Yielded Takt (s)
50,0%	1163

Line Utilization	Planned C/T (s)
90%	1046

7.3.1 Beneficios a corto plazo

La implantación de las propuestas de mejora beneficiará directamente la línea de producción del proceso de la guía de entubado, por medio de la eliminación de tiempos de espera y, mejora en los procesos de tensión y Tip and Reflow.

7.3.2 Beneficios a mediano plazo

Los colaboradores involucrados en la línea de producción estarán más familiarizados con el proceso de mejora y la línea no se detendrá por falta de los materiales requeridos para realizar sus tareas, la organización como tal no perderá dinero por acumulación de

materiales en estaciones de trabajo.

7.3.3 Beneficios a largo plazo

La propuesta de mejora en la línea de producción de la guía de entubado podría ser implementada en las demás líneas de producción de catéter, se podrá llevar un mejor control de todo el proceso concerniente a la creación y cierre de órdenes que influyen directamente sobre el lead time, además, los tiempos de producción serán mejorados.

7.4 Antecedentes de proyectos o experiencias semejantes

Al ser esta una línea nueva y en desarrollo, no se encuentran antecedentes de investigaciones realizadas antes y el tema de lead time no se había revisado al iniciar el proceso productivo, la gerencia y equipo de soporte deciden abordar el tema como un objetivo organizacional en todas las áreas de producción de la planta avanzando por etapas en cada producto.

A continuación, se verá un resumen de como beneficia un producto nuevo a las empresas.

Análisis de aceptación de los contenedores como nuevo producto en la empresa Casa Médica JPC.

La Empresa "Casa médica JPC", se encuentra en la necesidad de determinar el grado de aceptación que tendrán los nuevos contenedores de desechos hospitalarios utilizados en el manejo de materiales con alto grado de contagio dentro de los Hospitales, Clínicas y laboratorios en la ciudad de Cuenca, y así evitar pérdidas o incurrir en gastos innecesarios al no conocer datos reales sobre la aceptación de estos recipientes dentro del campo de la Salud. Al ser un nuevo producto necesitamos cubrir varios aspectos significativos como son: Mercado,

Producto, Consumidores, Competencia. Según los estudios realizados se determinó que es factible la aceptación de los "Guardianes descartables P. Punzantes 3 ltrs." como nuevo producto en la empresa "Casa Médica JPC", a pesar de la gran competencia existente (Universidad del Azuay, 2010).

Autor: Rosales Heredia, Paulo - López Aguilera, Jorge – Vásquez Alvarado, David.

Desarrollo de una Aplicación web para la administración y ventas de insumos médicos para la empresa DIVAMED.

El presente trabajo titulado desarrollo de una aplicación web para la administración y ventas de insumos médicos para la empresa Divamed ubicada en el cantón Duran tiene como finalidad el desarrollo de una aplicación web debido a que cualquier empresa en sus inicios presenta problemas al momento de querer generar algún tipo de reporte dado que hay demasiada información mal almacenada que da como resultado una gran pérdida de tiempo al compilar informes de ventas y la actualidad de cada producto este documento mediante la identificación de los principales problemas da una explicación de cómo se fueron resolvieron y se da una explicación de las herramientas utilizadas para el desarrollo de la aplicación para el desarrollo del proyecto se utilizó la metodología en cascada que es el método que más se adecua al desarrollo de esta investigación puesto que es un modelo secuencial y se divide en diferentes fases del proceso de desarrollo de software esto es que la siguiente fase no puede continuar hasta que se complete la fase actual y se satisfagan las necesidades del usuario lo que dio como resultado que el aplicativo sea confiable y eficiente controlando así el inventario de los productos las ventas y facturación (Bermeo Valencia, 2022).

Diseño de monitoreo, control y despacho de insumos médicos para el grupo Ronquillo

Sandoya de la ciudad de Babahoyo.

En la actualidad el uso de las herramientas y tecnologías informáticas hacen posible que el ser humano en aras de fomentar un nuevo escenario laboral con funciones controladas en base a las actividades cotidianas, se establezcan una serie de mecanismos que permiten obtener resultados provisorios y de alto rendimiento y para el efecto esta investigación persigue como objetivo el modelamiento de una solución informática que permita realizar las funciones primordiales del monitoreo, control y despacho de insumos médicos para el grupo Ronquillo Sandoya de la Ciudad de Babahoyo; el mismo que cumple la función primordial de verificar y validar en tiempo real cada una de las actividades que desarrollan el equipo técnico y de logística de la empresa antes mencionada; con este principio se define la factibilidad y el contenido académico que permitirá al estudio de caso implementar de forma textual los requerimientos y demás aditamentos necesarios para la aplicación de un escenario informático ideal para el Grupo Ronquillo Sandoya. Cabe indicar que, en la presente, el grupo privado conlleva todas sus actividades administrativas y financieras a través de hojas de cálculo de Microsoft Office Excel y la carencia de una herramienta que permita controlar todas las funciones de logística juegan un factor adverso a las finanzas de la empresa (Silvia Sandoya, 2022).

8 CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE TRABAJO

8.1 Metodología para la definición del problema

La metodología utilizada como antes fue mencionada es la de DMAIC, para poder medir, analizar y tener un mejor control de la producción.

En las pruebas de desarrollo de la guía de entubado se logró ver que los problemas a la hora de la producción del producto se daban muchos tiempos muertos, por lo que optamos por realizar una toma de tiempos para poder ver mejor nuestro cuello de botella y con la creación del modelo de capacidad ver cuánto personal se necesita en la línea para cumplir con la meta semanal, además, con el otro problema mediante el diagrama de flujo logramos ver que la parte que presenta mucho scrap es en la parte de Tipping y Reflow, por ende esto nos llevó a realizar pruebas y tener reuniones con el cliente para poder entender la falla y ver los criterios de aceptación y no conformidades.

Etapas	Objetivo	Actividad	Herramienta	Fuente de información
Definir	Definir las posibles causas del problema en el proceso.	Reunión para definir el proceso y su problemática.	Diagrama de SIPOC y Diagrama de Flujo	Reuniones con los ingenieros de la línea.

8.2 Metodología para la medición y respaldo cuantitativo de proyecto

En esta sección del proyecto los sujetos de investigación serán las órdenes de producción, se analizará la cantidad de órdenes que se abren y se cierran durante la semana con base en el plan de producción, los procesos por los cuales pasan, los tiempos de

producción en cada estación de trabajo y la secuencia en que se abre cada orden. El objetivo es poder aumentar el cierre de órdenes de producción en un menor tiempo del que se está cerrando actualmente.

8.2.1 Variables en estudio

Las variables del proceso de la línea de producción son:

- Órdenes de producción que se abren por semana.
- Lead time o tiempos de espera de las órdenes de producción.
- Cantidad de unidades por orden.
- Inventarios entre un proceso y otro que podrían estar generando gasto de recursos al mantenerse en estaciones de trabajo.
- Cantidad de personal requerido para realizar un proceso en una línea de producción.
- Los retrabajos en el proceso Tipping y Reflow.
- El tiempo de espera en la prueba de tensión.
- Los tiempos muertos entre un proceso y el otro.

Para este proyecto y la línea de producción los tiempos de producción son muy importantes, debido a que con ellos se determinan los tiempos estándar que se utilizarán en los diferentes procesos.

8.2.2 Población en estudio

La población en estudio va a ser el lead time de las órdenes que ingresan a la línea de

producción y los tiempos entre cada proceso, entre febrero y mayo de 2023, periodo durante el cual se llevará a cabo la medición. Hernández, Fernández y Baptista (2010) en su estudio dicen que una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones.

Etapa	Objetivo	Actividad	Herramienta	Fuente de información
Medir	Medir las posibles causas del problema.	Pruebas en todo el proceso, seguido de una reunión.	Lluvia de ideas. Y 5 por qué.	Resultados de las pruebas realizadas en el proceso.

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

Continuando con la metodología DMAIC para este proyecto, las herramientas que se utilizaran para recolectar los datos necesarios vienen de las respectivas bases de datos de la compañía propietaria en su totalidad de los programas utilizados, ya sea por desarrollo propio o por la compra de las licencias para poder utilizar cada uno de ellos. (Punto de reorden, revisar lo de las herramientas)

Etapa	Objetivo	Actividad	Herramienta	Fuente de información
Proponer	Proponer una herramienta de control que permita definir la capacidad productiva del proceso	Creación de la herramienta de toma de datos.	Diagrama causa efecto.	La información que se obtuvo de la lluvia de ideas.

8.4 Metodología para la implementación del proyecto

En la etapa de mejora, una vez que son analizadas las causas y donde se asegure que las atacadas durante el análisis fueron acertadas y precisas, se determinará la mejora y se dará

a conocer a la gerencia de producción e ingeniería de desarrollo.

Se dio seguimiento bastante cercano por parte de supervisores, líderes de producción e ingeniería de proceso y el autor de este proyecto; los datos estadísticos recopilados también serán parte fundamental del proyecto y también deben verse de cerca para poder advertir sobre cualquier anomalía que se presente. Además, cabe mencionar que la compañía ya tiene un mecanismo establecido para la ejecución de propuestas de mejora en las áreas productivas y que este proyecto lo deberá seguir, tal como lo han hecho otros proyectos.

Etapa	Objetivo	Actividad	Herramienta	Fuente de información
Implementar	Implementar herramienta de control para obtener un panorama de la producción	Desarrollo del resultado y presentación de la información.	Diagrama de Pareto.	Datos obtenidos luego de analizar las pruebas realizadas en el proceso.

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

En la parte de verificación, aseguramiento, control y seguimiento, se vera de cerca para evaluar que la propuesta de mejora se mantenga en el tiempo, se analizarán y estudiaran los datos que aparezcan de la línea de producción a través de gráficas de control y *software* destinado por la compañía para este propósito en las diferentes áreas de producción. También, el personal deberá estar enterado sobre la importancia que tiene para la compañía y para el proceso productivo, que una determinada mejora se mantenga con el pasar del tiempo.

Se tendrá que controlar el recorrido de cada orden de producción, una vez que se abra para iniciar proceso, con el objetivo de que no se presente ningún

problema con cada uno de los materiales requeridos en ensamble de la guía de entubado, en las estaciones de trabajo, de manera que se pueda mantener en el tiempo la mejora realizada.

Etapa	Objetivo	Actividad	Herramienta	Fuente de información
Verificar	Verificar que con la implementación de la herramienta de control se muestre una mejora continua en el proceso	Toma de tiempos.	Diagrama de caja.	Muestreo de tiempos.

9 CAPÍTULO IV: ANALISIS CAUSA RAIZ

9.1 Análisis del proceso

9.1.1 Diagrama de SIPOC

Con el diagrama de SIPOC se mapeo el proceso como tal y se pudo definir como desarrollar las actividades, con esto se tiene una mejor visión de suplidores, entradas, procesos, salidas y clientes.

A continuación, se presenta el diagrama de SIPOC, que se creó luego de revisar el proceso y ver que implicaba este, además de su funcionamiento para ver que todo cumpla con el orden respectivo.

Figura 5

Diagrama SIPOC

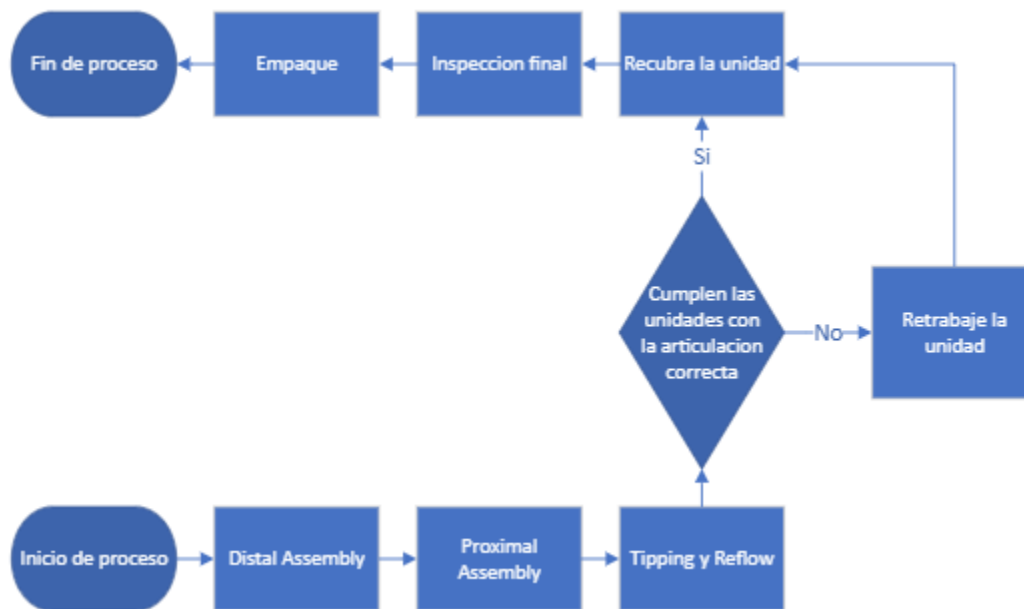
Suppliers	Inputs	Process	Outputs	Customer
Departamento de Supply Chain.	Orden de compra. Materia prima.	Distal Assy. Proximal Assy. Tipping y Reflow. inspección Final. Empaque.	Piezas termiandas.	Cliente que genera orden de compra.

9.1.2 Diagrama de flujo del proceso

El diagrama de flujo muestra el proceso tal y como es con sus respectivas áreas de trabajo y distintas actividades, esto permite observar mejor cómo funciona todo el proceso e identificar como se pasa de una etapa a otra.

Figura 6

Diagrama de Flujo



9.2 Análisis de causas

9.2.1 5 por qué

Por medio de esta herramienta de 5 por qué luego de pruebas y reuniones salieron las preguntas que aparecen en la tabla y se hace ver a los colaboradores que se necesita implementar una herramienta de control para poder analizar y ver un mejor modelo de capacidad con el fin de mejorar la capacidad de producción, debido a que actualmente no se cuenta con esta herramienta y no se tiene un panorama claro de cuántas personas se necesitan para cumplir con la meta semanal y genera incertidumbre si se lograra cumplir o no con la meta.

N ^a de Por qué	Causa raíz
Por qué no hay datos de producción	Porque no se han tomado tiempos en la producción del proceso
Por qué no se ha planteado la herramienta	Porque aún no se había tenido la necesidad
Por qué ante al aumento de demanda no se había contemplado hacer una herramienta	Porque hay una ausencia de control
N/A	N/A
N/A	N/A

9.2.2 *Lluvia de ideas*

La lluvia de ideas permitirá abarcar temas varios que pueden ocasionar la problemática que se presenta de poder producir y cumplir con la demanda semanal. Se analizará la razón encontrada en la herramienta de 5 porqués.

A continuación, se presentan las ideas que se obtuvieron luego de tener una reunión y analizar la herramienta de 5 porqués.

Los operarios se toman mucho tiempo libre.
Inexperiencia de los operarios.
Diseño de la línea de producción.
Falta de compromiso de los ingenieros.

No hay tiempo de recolección de datos.
Los equipos no se adaptan al producto.
Ausencia de un modelo de capacidad.
Desconocimiento de la capacidad productiva de la planta.
Falta de equipos.

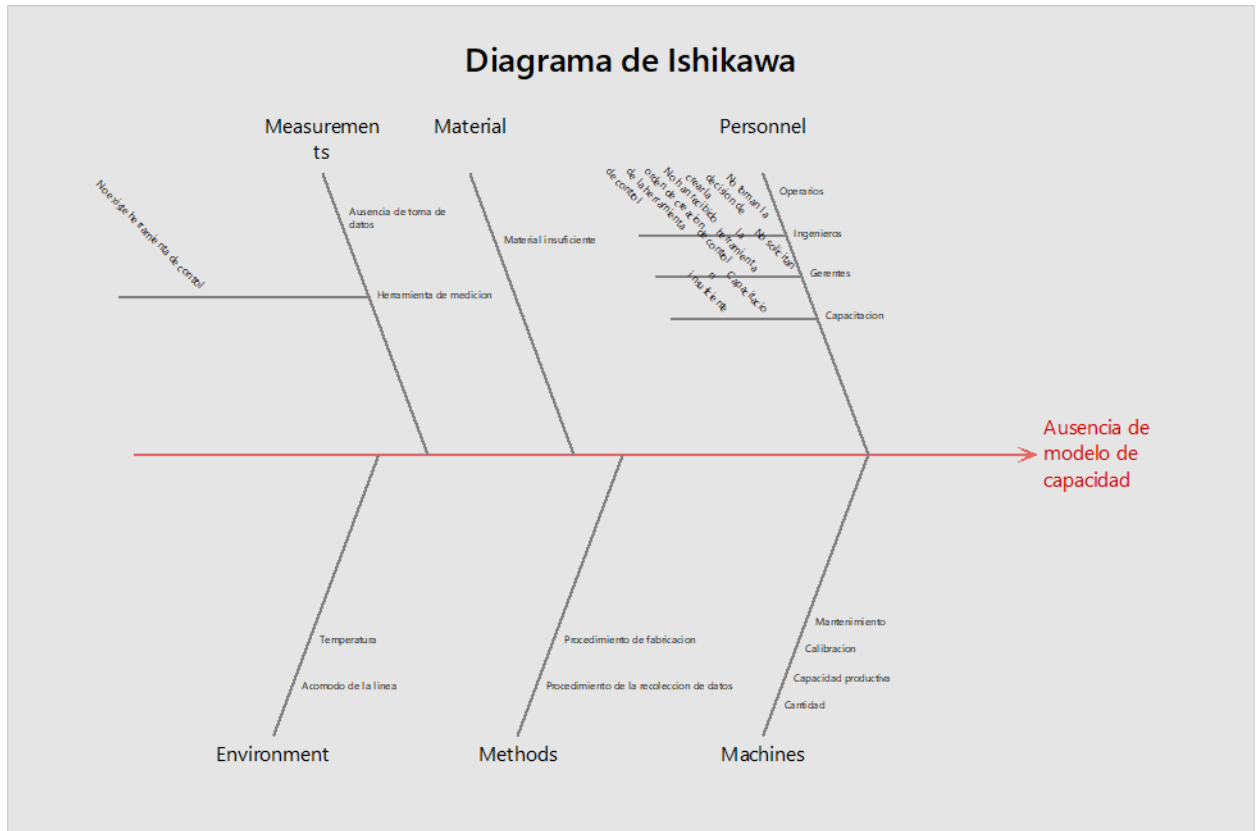
9.2.3 Diagrama Causa Efecto

El diagrama causa efecto permite observar la principal problemática y las posibles áreas en donde se encuentran otros problemas, esta información se obtuvo luego de analizar la lluvia de ideas del punto anterior y se ve que la causa del problema es la ausencia del modelo de capacidad o herramienta de control.

A continuación, se presenta el diagrama de causa efecto que se realizó luego de reuniones con los ingenieros a cargo.

Figura 7

Diagrama Causa Efecto



9.3 Análisis de tiempos

9.3.1 Diagrama de Caja

El diagrama de caja permitió visualizar y comparar la distribución de los procesos y la tendencia central de los valores numéricos mediante sus cuartiles.

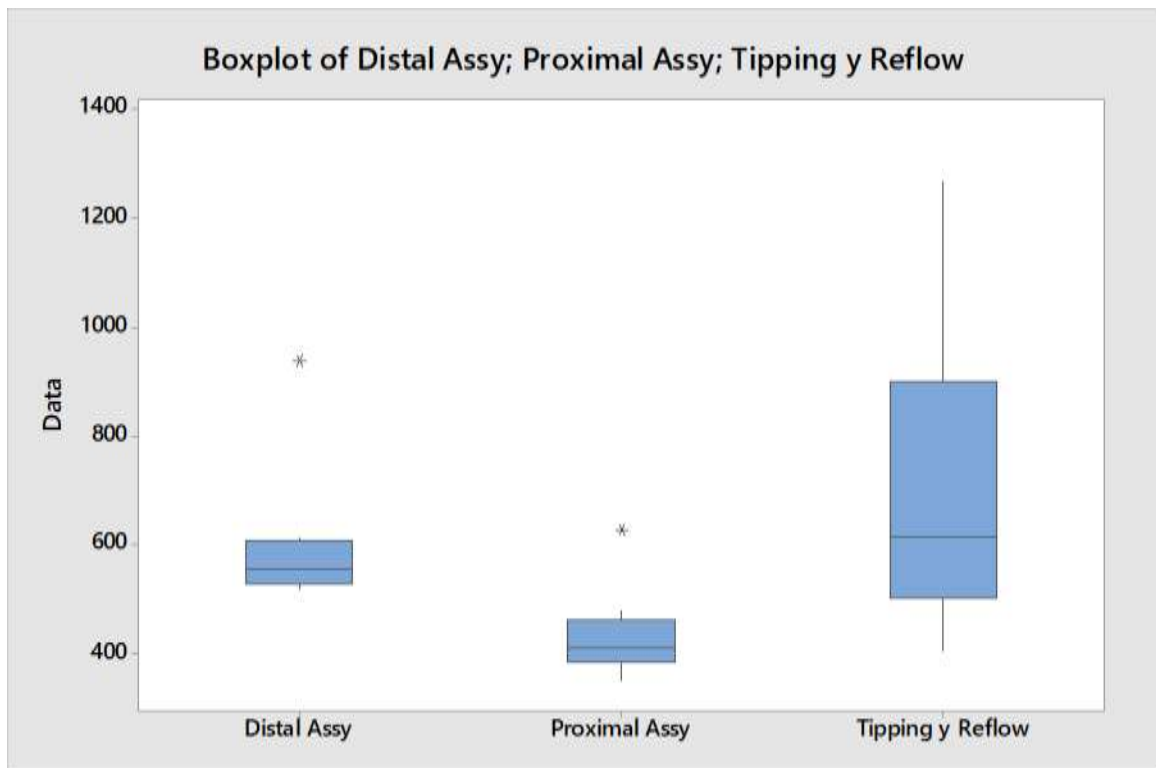
Este diagrama se obtuvo luego de realizar pruebas y toma de tiempos en el proceso con esto se logró ver que el proceso de Tipping y Reflow es el cuello de botella debido a que no hay otra manera de realizar esta tarea y el espacio es limitado, con esto se hace más necesario un modelo de capacidad que nos permita observar cómo se comporta la línea y si se requiere de más personal o equipos para poder cumplir con la meta semanal. Es un hecho que en Tipping y Reflow se presenta la mayor problemática de la línea de producción ya que en el diagrama de caja se nota que presenta una mayor dispersión de los datos obtenidos en la toma de tiempos en dicha actividad.

Se presenta una tabla con los procesos y sus diferentes tiempos, además del diagrama de caja para que se pueda visualizar mejor donde esta nuestro cuello de botella.

Distal Assy	Proximal Assy	Tipping y Reflow
540	399	752,47
533	370	542,76
516	405	642,01
525	390	586,02
527	410	404,26
937	627	1268,01
591	434	506,4
612	477	888,86
570	351	486,38
604	454	925,63

Figura 8

Diagrama de Caja



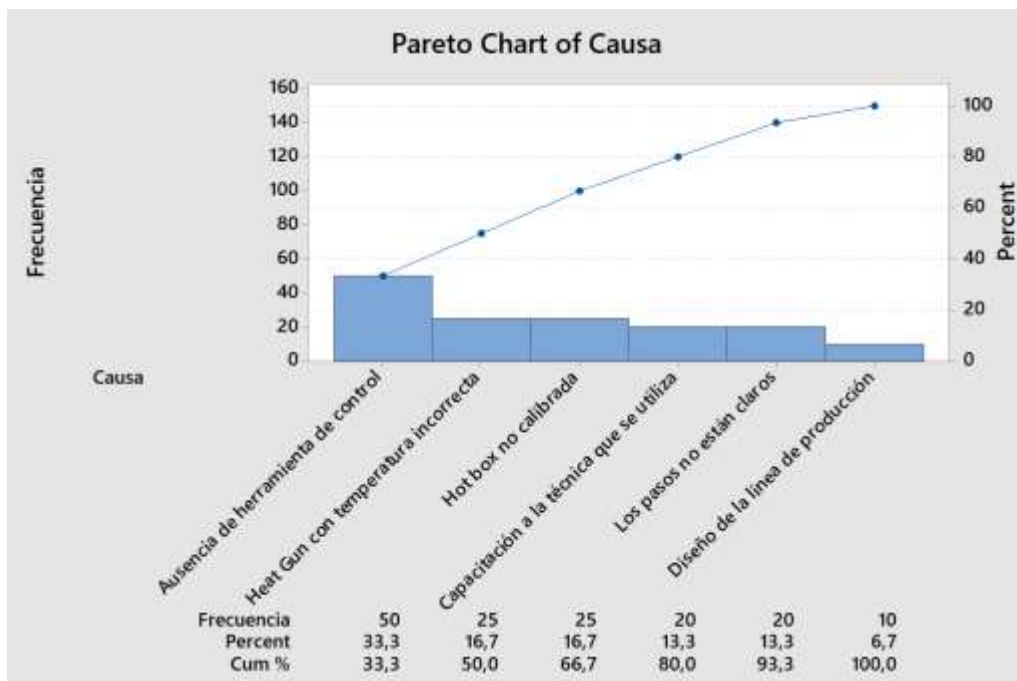
9.3.2 Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto es una excelente herramienta que permitió observar la frecuencia con la que se daban los problemas que se determinaron cuando se realizaron las pruebas y por ende se observa que dichos problemas afectan de forma negativa la producción y el tiempo de entrega al cliente.

El siguiente Pareto define como principal causa a tratar y resolver:

Figura 9

Diagrama de Pareto



10 CAPÍTULO V: DISEÑO E IMPLEMENTACION DE LA SOLUCION

10.1 Introducción

Cuando se inicia la producción en la línea de manufactura de la guía de entubado se empezó a ver que los resultados no eran los que se esperaban debido a que no se estaba cumpliendo con la meta semanal, por eso cuando utilizaron las distintas herramientas para analizar mejor el proceso y su problemática se observó que debido a la falta de control no se podía con la meta, luego de realizar las pruebas se determina que semanalmente solo se puede producir 60 unidades y no las 100 que se esperaban, por eso se deberá tener una herramienta de control para poder determinar cuántos colaboradores se necesitan y que proceso es el que atrasa más la producción, esto con el fin de ver que se necesita para poder cumplir la meta semanal de 100 unidades.

Debido a la ausencia de esta herramienta de control, luego de pruebas y reuniones, se determinó que hay que implementarla para poder tener un panorama más claro y con esto mejorar la productividad en la línea de producción, además una vez implementada la herramienta como todos los días se hacen reuniones para ver cómo va la producción de esta línea, se podrá tener respaldo de los cuellos de botella, la falta o no de personal y si se está cumpliendo con la meta semanal, con esto también la empresa podrá con historial un historial de todo lo que ha sucedido y conforme pase el tiempo ver cómo ha evolucionado el proceso.

Además, otra propuesta es atacar el cuello de botella del proceso de Tipping y Reflow ya que es el proceso que se demora más de toda la línea de producción, y esto hace que se tenga mucho tiempo muerto.

10.2 Propuesta 1

Propuesta	Causa que ataca
-----------	-----------------

Implementación de herramienta de control (modelo de capacidad).	La falta de información de la línea de producción.
---	--

Con esta herramienta una vez que la implementen podrán tener un panorama de los tiempos que se dura en los descansos, reuniones, estiramiento y otros tiempos tomados que pueden a su vez afectar la producción.

Además, tendrán el número exacto de piezas que construyen semanalmente y ver si se cumple con lo que tenían planeado en la demanda que se les pide, otra parte muy importante es que podrán ver cuál es el porcentaje de su rendimiento de producción y el porcentaje de piezas que desechan.

Figura 10

Line Data de la herramienta de control

Available Time									
Shift	Shift Length (min)	Breaks	Deductions (min)			Available Time/Shift (min)	Number of Lines	Planned Days/Week	Weekly Available Time/Shift (min)
			Meetings	Stretching	Other				
1	570	70	5	10	20	465	1	5	2 325
2									-
3									-
Total Weekly Available Time (s):									139 500

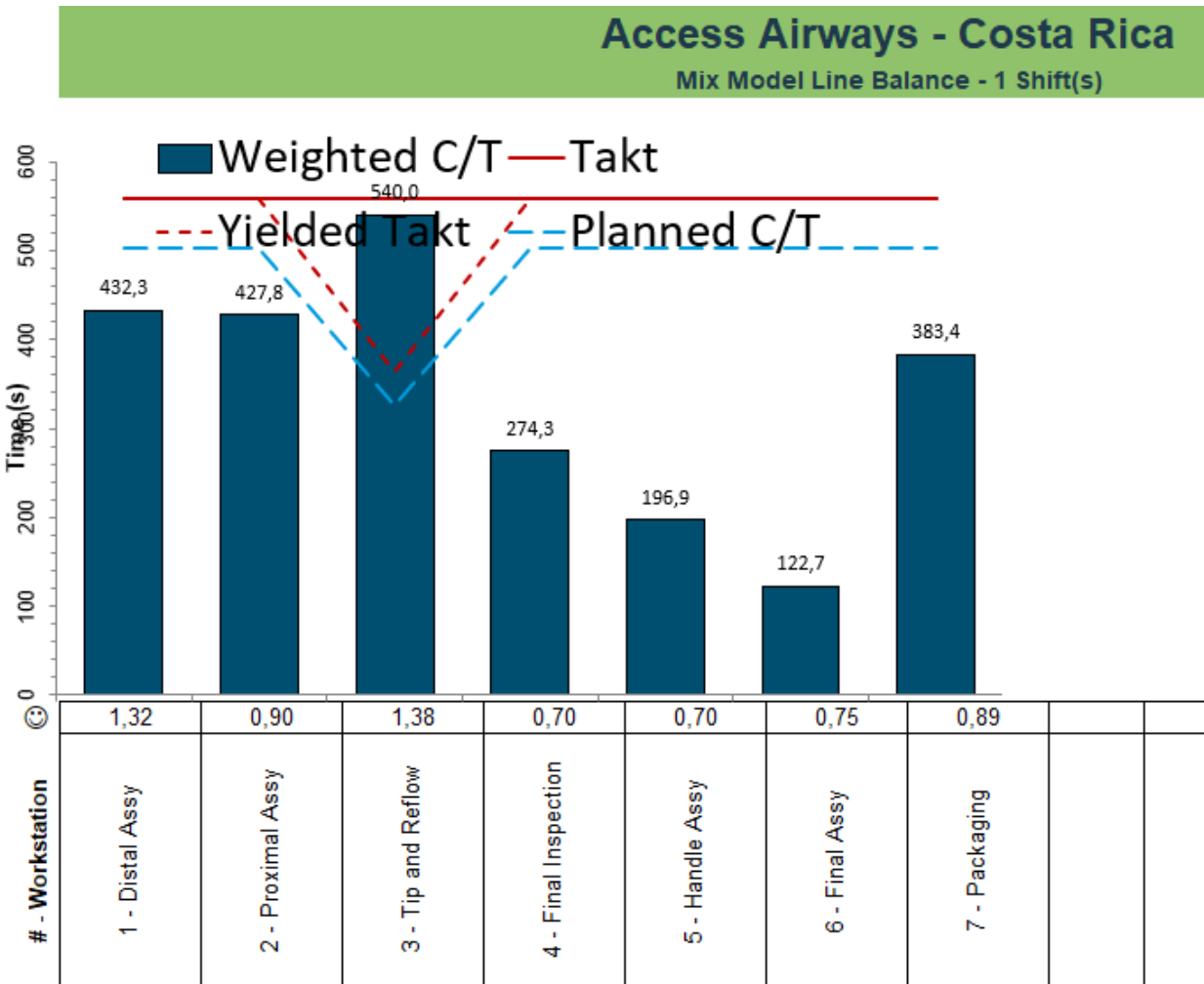
Mixed Model Demand		
#	Model	Weekly Demand
1	All Models	60
2	Access Airways	60
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Total Weekly Starts (Started Units)	120	Total Weekly Demand (Finished Units)	60
Total Headcount	2,0	Takt (s)	2325
Rolled Yield	50,0%	Yielded Takt (s)	1163
Line Utilization	90%	Planned C/T (s)	1046

Con la herramienta de control tendrán acceso a un gráfico que se genera luego de la toma de los datos y se observa los distintos procesos y se visualiza mejor donde está el cuello de botella, que se da porque el proceso es más lento que otros, además se ve la capacidad de la línea y como va cada proceso.

Figura 11

Line Balance Chart de la herramienta de control



En esta sección de la herramienta llamada Line Balance Chart también podrán ver cuanto personal se requiere para cumplir con la producción semanal y ver si cumplen con ese requisito o si se necesitan más recursos para poder cumplir con la demanda. Otro punto importante es que de esta manera en las reuniones semanales que se tienen podrán visualizar mejor la línea y lo que pasa durante la semana, además de los puntos altos y los que hay que mejorar.

Figura 12

Line Balance Chart de la herramienta de control

	0,92499004	0,58558524	2,66121374	0,3823178	0,27439267	0,18319395	0,67941059
HC	1,00	0,60	2,30	0,40	0,30	0,20	0,70
Process	ST1	ST2	ST3	ST4		FI	
Parcial HC	1,0	0,6	2,3	0,7		1,0	
Total+ Atrittion	6						

10.3 Propuesta 2

Propuesta	Causa que ataca
Adquisición de equipos para el proceso de Tipping y Reflow	Cuello de botella identificado en todo el proceso de la guía de entubado.

Con la ampliación del proceso de Tipping y Reflow que se recomienda para poder aumentar la producción y con esto poder disminuir los tiempos de espera tan largos que se tienen actualmente, con el propósito de obtener un flujo de producción más continuo.

10.4 Plan de implementación

10.4.1 Diagrama de Gantt

Con el Diagrama de Gantt se observará las distintas tareas para poder implementar la propuesta 1 y 2, además de ver el tiempo que conlleva realizar cada una de ellas y su respectivo dueño para ejecutarlas.

Figura 13

Diagrama de Gantt



10.4.2 Creación o diseño de la herramienta de control

Con el soporte de los ingenieros en esta etapa se elabora el formato de la herramienta donde se capturan los datos de la línea de producción y otros datos necesarios para analizar todo lo que pasa en la línea.

10.4.3 Aprobación de la herramienta por parte de gerencia

Se le presenta a gerencia el funcionamiento de la herramienta, los datos que se pueden obtener y el funcionamiento de la línea de producción, con esto ven también el rendimiento y si se cumple o no con la producción.

10.4.4 Capacitación del personal

En esta etapa luego de que gerencia aprueba la herramienta se procede con la capacitación del personal, donde se les enseña cómo se utiliza, sus beneficios y lo que se quiere con su uso correcto.

10.4.5 Implementación de la herramienta

Para esta etapa se realiza un plan piloto para la línea productiva y con esto ver cómo se comporta la herramienta luego de la obtención de datos en las pruebas para comprobar el funcionamiento de la herramienta.

10.4.6 Análisis de datos para determinar eficacia de la herramienta

Luego de que se tomaron los datos en el plan piloto y se determinan los posibles cuellos de botella o puntos a mejorar en el proceso, se analizan todos los datos y se comprueba que con la herramienta se tiene un mejor control de todo el proceso.

10.4.7 Definir cantidad de equipos

Según datos obtenidos con la propuesta 1 y para cumplir con los requerimientos de entrega con el cliente, se llega a la conclusión de que al menos se requiere duplicar estos equipos en la línea de producción para mejorar la producción en el proceso.

10.4.8 Cotización de equipos

Se realizan cotizaciones con distintos proveedores para ver con cual tiene el mejor precio y menor tiempo de entrega, para poder elegirlo y realizar con el mejor proveedor la compra de los equipos que se necesitan.

10.4.9 Aprobación para realizar compra

Luego de elegir al proveedor con los mejores precios y menores tiempos de entrega, se envía la cotización a gerencia para que den el visto bueno y una vez que gerencia aprueba, se

le envía la cotización al departamento de compras.

10.4.10 Emitir orden de compra

Una vez que el departamento de compras recibe la cotización se ponen en contacto con el proveedor y procede a emitir la orden de compra, esta orden se le envía al proveedor para que sepa que si se le compraran los equipos y ellos procedan a enviarlos con los términos y condiciones pactados.

10.4.11 Recibimiento de equipos

En esta parte el técnico de desarrollo de procesos es el encargado de recibir los equipos en bodega, donde procede a revisarlos y ver que cumplan con lo que se pidió.

10.4.12 Instalación de los equipos en la línea de producción

Se procede con la instalación de los equipos en la línea de producción por parte del técnico de mantenimiento y el técnico de desarrollo de procesos con la supervisión de ingeniería para que vean que todo marche bien.

10.4.13 Validación de equipos

Se corren pruebas con los equipos para determinar si cumplen con los requisitos necesarios para este proceso de la guía de entubado y luego de ver que en las pruebas los equipos si son aptos para el proceso, se procede a liberarlos para la producción.

10.4.14 Puesta en marcha de los equipos en la línea de producción

Se hace la entrega de los equipos al departamento de producción ya validados y en óptimas condiciones para una buena producción.

10.5 Costo

El costo que implica la propuesta 1 es las distintas fases de aprobación que conlleva implementar la herramienta de control, también el tiempo que se toma en la creación de esta y además el tiempo en la toma de los datos para poder analizarlos, para poder determinar bien su función.

Con la propuesta 2 el costo que conlleva es tanto de tiempo como de dinero, además del tiempo en el acomodo de la línea y de la espera de los equipos para correr validaciones, para después poder utilizarlos en producción.

A continuación, se presenta un cuadro con los nombres de los equipos y su respectivo costo.

Descripción equipos	Costo
FDX 10 Force Gauge	\$ 1 200,00
Personal	\$ 500,00
Hot Box	\$ 3 000,00
Van der Stahl Puch Sealer	\$ 1 000,00
Heat Gun	\$ 300,00
Mesa	\$ 1 500,00
Silla	\$ 123,90
Total	\$ 7 623,90

10.6 Beneficio

La propuesta 1 el beneficio que da es mantener el orden y control de toda la línea de producción, además de dar un panorama de cómo va la producción y ver el cumplimiento de la línea, también ayuda a ver cuáles procesos se pueden ir adelantando en ciertas partes y así lograr una mayor productividad.

Otro punto importante de la herramienta es que nos da la información de todos los tiempos no productivos y de la cantidad de personal que se requiere para cumplir con la meta y

por ende tener un respaldo del porque no se cumple con la meta o por qué si se cumple.

El beneficio con la propuesta 2 es que, con la implementación de estos equipos en el proceso, esto quiere decir que la parte de Tipping y Reflow en vez de solo producir 12 unidades al día, con esta implementación se estaría duplicando la producción diaria y esto ayudara a que se cumpla con la meta de la semana que se pactó con el cliente.

A continuación, se presenta dos cuadros donde se visualizará el costo y el beneficio mensual que se explicó anteriormente.

Costos Propuesta 2	
Descripción Costos	Costo por mes
Uso de equipo	\$ 58,50
Mano de obra	\$ 3 000,00
Materia Prima	\$ 4 500,00
Energía	\$ 65,40
Total	\$ 7 623,90

Beneficio Propuesta 2			
Descripción	Cantidad Mensual Unidades	Beneficio por mes	Costo Beneficio
Producción Unidades	360	\$ 72 000,00	9,44

Como se observa en el segundo cuadro el indicador costo beneficio es de 9.44, este resultado de este indicador nos permite saber que la propuesta 2 con la implementación de los equipos en el proceso de Tipping y Reflow es viable.

11 CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

11.1 Conclusiones

11.1.1 Conclusiones relacionadas con el objetivo específico 1

En relación con el objetivo específico 1 que definía las posibles problemáticas a través de las herramientas de calidad para la medición del problema, se entienden las siguientes conclusiones.

- Luego de analizar cada proceso se concluye que el cuello de botella se encuentra en el proceso de Tipping y Reflow en la línea de producción de la guía de entubado.
- La línea de manufactura de la guía de entubado no cuenta con una herramienta de control y esto provoca que no se tenga un mapeo de lo que pasa en la línea de producción.

11.1.2 Conclusiones relacionadas con el objetivo específico 2

En relación con el objetivo específico 2 que definía medir las posibles causas a través de herramientas de calidad que nos permitan tener un mejor panorama de los problemas que hay en el proceso para su priorización, se entienden las siguientes conclusiones.

- Con el estudio de tiempos se determina que en el proceso donde se encuentran más tiempos muertos es en el proceso de Tipping y Reflow.
- Luego de ver que el proceso de Tipping y Reflow toma más tiempo se concluye que hay que implementar más equipos para este proceso.

11.1.3 Conclusiones relacionadas con el objetivo específico 3

En relación con el objetivo específico 3 que definía diseñar propuestas de solución que atiendan las causas identificadas como las más críticas según la priorización elaborada, se

entienden las siguientes conclusiones.

- Como resultado de los puntos anteriormente explicados se procede a la creación de la herramienta de control.
- Para concluir con el tema de equipos se llegó al acuerdo de implementar estación gemela en el proceso de Tipping y Reflow.

11.1.4 Conclusiones relacionadas con el objetivo específico 4

En relación con el objetivo específico 4 que definía proponer un plan para la implementación de las propuestas de solución permitiendo la ejecución de estas por parte de la organización, se entienden las siguientes conclusiones.

- En conclusión, luego de ver el funcionamiento de la herramienta se determinó que fue efectiva en el uso de análisis de tiempos en el proceso.
- A modo de cierre, se determina que existe una falta de capacidad en la línea de producción de la guía de entubado.

11.2 Recomendaciones

- Para cumplir con la necesidad del aumento de volumen del producto de la guía de entubado en Costa Rica, se recomienda al departamento de ingeniería de desarrollo de procesos implementar las propuestas en la línea de producción planteadas en este proyecto.
- Se recomienda a los ingenieros de la línea involucrar a la gerencia en el desarrollo e implementación de la línea de producción.
- Se recomienda al departamento de ingeniería capacitar a los supervisores de la línea, para que aprendan a utilizar la herramienta de control de forma efectiva.

- Se recomienda al departamento de recursos humanos contratar a personas con experiencia en el área de productos médicos.

12 CAPÍTULO VII: BIBLIOGRAFIA

Gutiérrez, H. (2009). *Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma*. Guadalajara, México: Editorial McGraw Hill.

Niebel, B. y Freivalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial, Métodos, estándares y Diseño del trabajo* (Duodécima edición). México: Editorial: McGraw-Hill.

(Sitio web economipedia, redactado por Javier Sánchez Galana y revisado por Francisco Coll Morales, 01 Setiembre 2021).

(Sitio web economipedia, redactado por Javier Sánchez Galana y revisado por Francisco Coll Morales, 01 Setiembre 2021). <https://economipedia.com/definiciones/diagrama-de-ishikawa.html>

(Escrito por Johanna Rodríguez, Sitio Web HubSpot). <https://blog.hubspot.es/sales/5-porques>

Rosales Heredia, Paulo - López Aguilera, Jorge – Vásquez Alvarado, David (Universidad del Azuay, 2010). <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/1790>

(Bermeo Valencia, 2022). <http://repositorio.unemi.edu.ec/handle/123456789/6355>

(Silvia Sandoya, 2022). <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/11674>

(Copyright 2013 EALDE Business School, Pág 1)

<https://web.s.ebscohost.com/abstract?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnl=22544143&AN=135831578&h3d&crl>

(Kanban Tool, 2023). <https://kanbantool.com/es/guia-kanban/que-es-un-diagrama-sipoc>

(Rodo, 2020). <https://economipedia.com/definiciones/diagrama-de-caja.html>

13 CAPÍTULO VIII: ANEXOS

13.1 ANEXO 1: Modelo SIPOC para utilizar al extraer la información (PLANTILLA) en el proceso DMAIC

Figura 14

Diagrama SIPOC

Suppliers	Inputs	Process	Outputs	Customer

¿Qué es SIPOC?

SIPOC es una colección de datos en un formato que asiste en conseguir información acerca de los proveedores, entrada de procesos, salida de los procesos y clientes de un proceso. Eso es usado antes de construir un cuadro de flujo, con el fin de conseguir información relevante acerca del proceso. SIPOC es una vista de alto nivel del "cómo estamos", estado de un proceso bajo investigación.

¿Cómo usarlo?

Sobre una pieza de papel se dibuja el diagrama de SIPOC con 7 bloques, indicando los componentes del SIPOC como se muestra.

Se identifica claramente el proceso bajo estudio y se definen los límites del proceso (punto de inicio y punto final). De esta forma, todos los involucrados entienden el límite para el análisis.

Sobre el formato SIPOC se identifican los datos disponibles para cada una de las siguientes categorías:

Suppliers: quién o qué (interno o externo) provee las materias primas, información o tecnología del proceso.

Inputs: el material o la información de las especificaciones que son requeridas para el proceso.

Process: un nivel de manera resumida del flujo de proceso de las cinco más importantes actividades que lo conforman. El detalle de los pasos del proceso se desarrolla en el flujo de procesos.

Outputs: que produce el proceso, productos, servicios o tecnología.

Customers: ¿Quiénes son los principales usuarios de la salida del proceso?

13.2 Anexo 2: Proceso DMAIC

Figura 15

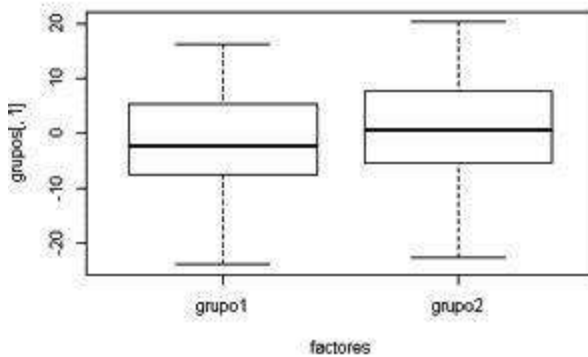
Lean Improvement Process Road Map



13.3 Anexo 3: Diagrama de Caja

Figura 16

Diagrama de Caja



¿Qué es Diagrama de Caja?

Un diagrama de caja, del inglés, boxplot, es una representación de una variable cuantitativa o categórica con el propósito de identificar rápidamente los cuartiles del conjunto de datos. En otras palabras, un diagrama de caja es un gráfico que representa una variable cuantitativa o cualitativa a través de los cuartiles.

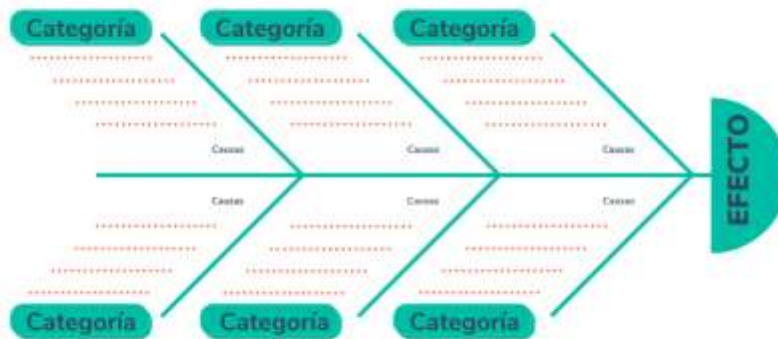
En estadística, es una herramienta útil para representar conjuntos de datos tanto discretos como continuos.

13.4 Anexo 4: Diagrama Causa Efecto (Ishikawa)

Figura 17

Diagrama Causa Efecto

Diagrama de Ishikawa



¿Qué es Diagrama Causa Efecto o Ishikawa?

El diagrama de Ishikawa, o diagrama de pescado, es una herramienta que identifica problemas de calidad y les da solución al representar de forma gráfica los factores que involucran la ejecución de un proceso. También es conocido como diagrama de causa-efecto

o de las 6 M.

¿Para qué sirve?

El diagrama de Ishikawa es útil para conseguir diferentes objetivos como analizar, resolver o ser más rápidos y eficientes en general. Su propósito es identificar las causas de los cuellos de botella o problemas que afectan a los procesos organizacionales y operativos de las empresas.