

UNIVERSIDAD
HISPANOAMERICANA

CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

OPTIMIZACIÓN DE REGISTRO Y CONTROL
DE MATERIALES EN EL ÁREA DE
MANUFACTURING SERVICES EN UNA
EMPRESA DE DISPOSITIVOS MÉDICOS,
UBICADA EN COYOL FREE ZONE
ALAJUELA DURANTE EL PRIMER
SEMESTRE DEL AÑO 2023

PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR
POR EL BACHILLERATO EN INGENIERÍA
INDUSTRIAL

ESTUDIANTE: JOSUE ESTELLER CASTROVERDE

TUTOR: GEORGE DANNY RAMÍREZ VARGAS

HEREDIA, 2023

Dedicatoria

Este Proyecto quiero dedicarlo a mis 2 hermosos hijos Sofia y Uriel que amo con todo mi corazón que son mi motor de vida y me impulsan a seguir adelante y a seguir cosechando éxitos.

A mi madre Giselle Castroverde que ha sido un ejemplo de esfuerzo y humildad, le dedico con mucho amor este logro ya que su sueño siempre ha sido ver a su hijo graduarse de la universidad y siendo un profesional.

A mi segunda Madre Iris Barahona quien me abrió las puertas de su hogar, dándome educación y formándome como un joven preocupado por su futuro, sembrando en mi la necesidad entender la necesidad de estudiar para salir adelante y tener mayores oportunidades en la vida.

A mi Tío Isaac Castroverde quien fue una figura paterna en un momento difícil de mi adolescencia, apoyándome para que pudiera estudiar y preocupándose por que fuera un joven de bien, sus consejos y buenos deseos siempre estuvieron conmigo.

Agradecimientos

Estoy muy agradecido con Dios todo poderoso en primera instancia que me ha permitido llegar a este punto y poder culminar mi carrera universitaria con satisfacción después de muchos años de esfuerzo, sacrificio al permitirme presentar mi proyecto de graduación con el fin de titularme como Ingeniero Industrial.

Agradezco a quienes en el camino me han guiado en el ámbito laboral tanto como jefaturas y compañeros que han sido parte de mi vida brindando conocimiento y han aportado para formarme y convertirme día a día en un mejor profesional.

Agradezco a mis amigos más cercanos y a mi familia por estar siempre cerca y apoyarme cuando más los he necesitado a lo largo de este camino para poder culminar mi carrera universitaria, siendo un apoyo incondicional para lograr este objetivo.

Y por último agradezco a todos los docentes de la universidad hispanoamericana que han sido parte en mi carrera Universitaria y han aportado de su conocimiento para poder alcanzar el éxito que es concluir mi bachillerato en ingeniería industrial, además agradezco a mi tutor por la guía y el apoyo brindado durante el proceso del presente proyecto para lograr un proyecto de calidad.

Carta de autorización de autores



**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA
CENTRO DE INFORMACIÓN TECNOLÓGICO (CENIT)
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA
DE LOS TRABAJOS FINALES DE GRADUACIÓN**

San José, 17 de diciembre de 2023.

Señores:
Universidad Hispanoamericana
Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito (a) Josué Esteller Castroverde, con número de identificación 701870511, autor (a) del trabajo de graduación titulado OPTIMIZACIÓN DE REGISTRO Y CONTROL DE MATERIALES EN EL ÁREA DE MANUFACTURING SERVICES EN UNA EMPRESA DE DISPOSITIVOS MÉDICOS, UBICADA EN COYOL FREE ZONE ALAJUELA DURANTE EL PRIMER SEMESTRE DEL AÑO 2023, presentado y aprobado en el año 2023 como requisito para optar por el título de Bachillerato 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,

Josué Esteller Castroverde
701870511

Declaración Jurada

DECLARACIÓN JURADA

Yo Josue Esteller Castroverde, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 701870511 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: OPTIMIZACIÓN DE REGISTRO Y CONTROL DE MATERIALES EN EL AREA DE MANUFACTURING SERVICES EN UNA EMPRESA DE DISPOSITIVOS MEDICOS, UBICADA EN COYOL FREE ZONE ALAJUELA DURANTE EL PRIMER SEMESTRE DEL AÑO 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 Heredia, a los ocho días del mes de septiembre del año dos mil veintitrés.



Firma del estudiante

Cédula: 701870511.

Carta de tutor

CARTA DEL TUTOR

Heredia, 11 de Setiembre de 2023.

Carrera de Ingeniería Industrial
Universidad Hispanoamericana

Estimado señor:

El estudiante Josue Esteller Castroverde, número de identificación 7-0187-0511, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado "OPTIMIZACIÓN DE REGISTRO Y CONTROL DE MATERIALES EN EL AREA DE MANUFACTURING SERVICES EN UNA EMPRESA DE DISPOSITIVOS MEDICOS, UBICADA EN COYOL FREE ZONE ALAJUELA DURANTE EL PRIMER SEMESTRE DEL AÑO 2023", el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Bachillerato en Ingeniería Industrial

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

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

a)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	9%
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	18%
c)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	27%
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	18%
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	18%
	TOTAL		90%

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

Atentamente,



Nombre: George Dany Ramirez Vargas
Cédula identidad N: 1 1458 0986

Carta de Lector

San José, 20 de octubre de 2023

Señores
Registro
Universidad Hispanoamericana


Estimados señores:

El estudiante Esteller Castroverde Josué, cédula de identidad 7-0187-0511 me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado: "OPTIMIZACIÓN DE REGISTRO Y CONTROL DE MATERIALES EN EL AREA DE MANUFACTURING SERVICES EN UNA EMPRESA DE DISPOSITIVOS MEDICOS, UBICADA EN COYOL FREE ZONE ALAJUELA DURANTE EL PRIMER SEMESTRE DEL AÑO 2023" el cual ha elaborado para optar por el grado de Bachillerato.

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

Por consiguiente, este trabajo cuenta con mi aval para ser presentado en la defensa pública posterior a la revisión del Filólogo establecida.

Atentamente,

Firma.....

Nombre del profesor... Federico Salazar Jiménez.

Cédula... 1-0914-0803

Carné del Colegio 1782.

TABLA DE CONTENIDOS

Dedicatoria.....	1
Agradecimientos	2
Carta de autorización de autores	3
Declaración Jurada	4
Carta de tutor	5
Carta de Lector	6
Glosario	12
Acrónimos.....	13
Resumen ejecutivo	14
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	16
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	17
1.2 IDENTIFICACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN DONDE SE REALIZA EL PROYECTO	18
1.2.1 Descripción general de la organización	21
1.2.2 Antecedentes del contexto de la empresa o institución	23
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	25
1.3.1 Definición y medición del problema	25
1.3.2 Justificación del proyecto	27
1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO	28
1.4.1 Objetivo general	28
1.4.2 Objetivos específicos.....	28
1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES.....	29
1.5.1 Alcances.....	29
1.5.2 Limitaciones	29
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	31
2.1 MARCO CONCEPTUAL GENERAL RELATIVO A LA CARRERA	32
2.1.1 Ingeniería	32
2.1.2 Ingeniería industrial	33
2.1.3 Cadena de suministros	35
2.1.4 Logística.....	36
2.1.5 Almacenamiento.....	37
2.1.6 Inventario.....	39
2.1.7 Control de inventarios.....	40

2.1.8 Stock	41
2.1.9 Trazabilidad y gestión de materiales.....	42
2.1.10 Mejora Continua	43
2.1.11 Eficiencia en procesos.....	44
2.1.12 Scrap y desperdicios en una empresa.....	45
2.2 MARCO CONCEPTUAL ATINENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO.....	46
2.2.1 Metodología lean Six sigma.....	46
2.2.2 Metodología DMAIC	47
2.2.3 Definir.....	49
2.2.4 Diagrama de flujo	51
2.2.5 Ishikawa	52
2.2.6 Método de las 6 M.....	53
2.2.7 Diagrama De Pareto.....	55
2.2.8 Diagrama de Gantt	57
2.2.9 Método tipo de flujo del proceso	58
2.3 MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO.....	60
2.3.1 Impacto Beneficio - Costo.....	60
2.3.2 Mandrel: (Mandril)	61
2.3.3 Rectificación de Mandriles.....	62
2.3.4 Log book.....	62
2.3.5 Kanban.....	63
2.3.6 WIP: Work in Progress	64
2.3.7 Manufacturing Services (Servicio de Fabricación)	64
2.4 ANTECEDENTES DE PROYECTOS O EXPERIENCIAS SEMEJANTES.....	64
2.4.1 Antecedente 1 (Abigail, 2019).....	65
2.4.2 Antecedente 2 (Vega, 2021).....	66
2.4.3 Antecedente 3 (BRANDON & RAMIREZ, 2020)	66
CAPITULO III: MARCO METODOLOGICO	68
3.1 METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	69
3.1.1 Enfoque cuantitativo	69
3.1.2 Sujeto de investigación.....	70
3.1.3 Población.....	70
3.1.4 Muestra	71
3.1.4.1 Tipos de muestra	71
3.1.4.2 Cálculo de muestra	72

3.1.5 Metodología DMAIC	73
3.1.6 Etapa definir	73
3.1.6.1 Observación.....	74
3.1.6.2 Entrevista.....	76
3.1.6.3 Encuesta.....	77
3.1.7 Diagrama De Ishikawa.....	79
3.2 METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO DEL PROYECTO...	80
3.2.1 Etapa medir	80
3.2.1.1 Tabla de clasificación de causas - ponderación	80
3.2.1.2 Número de prioridades de impacto (N.P.I)	81
3.2.1.3 Diagrama de Pareto	83
3.3 METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA, CONSTRUCCIÓN O PUESTA EN PRÁCTICA DE UN NUEVO PROCESO, PRODUCTO O SERVICIO	84
3.3.1 Etapa analizar.....	84
3.4 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO	85
3.4.1 Etapa mejorar.....	85
3.4.1.1 Diagrama de Gantt.....	86
3.4.1.2 Análisis Costo Beneficio.....	87
3.5 METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE RESULTADO	87
CAPITULO IV: ANÁLISIS DE CAUSAS RAÍZ	89
4.1 ANÁLISIS DEL PROCESO ACTUAL E IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA RAÍZ	90
4.1.1 Diagrama de SIPOC	91
4.1.2 Descripción del proceso ensamble de catéter.....	94
4.1.3 Identificación del proceso y operatividad de la línea de producción	99
4.1.4 Descripción del Proceso de Inventario de Mandriles.....	100
4.1.5 Registro actual de materiales en el área de manufactura	103
4.1.6 Costo unitario de material por tipo de mandril.....	105
4.1.7 Análisis 80-20 sobre cantidad de desecho diario de mandriles.....	108
4.2 IDENTIFICACIÓN DE CAUSAS Y EL PROBLEMA RAÍZ.....	111
4.2.1 Bitácora de observación y entrevistas con el personal.....	111
4.2.3 Clasificación de causas 6 “M”	115
4.2.4 Diagrama de Ishikawa	116
4.3 ANÁLISIS DEL IMPACTO DE LAS CAUSAS DEL PROCESO (PARETO).....	123
4.4 CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS.....	126

CAPITULO V: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN	129
5.1 PROPUESTA DE SOLUCIÓN.....	130
5.2 RESUMEN DEL DISEÑO DE LA PROPUESTA.....	130
5.2.1 Herramienta para registro de ingresos, salidas y Scrap de los materiales en manufacturing services.....	131
5.2.2 Extracción de Datos a formato MS Excel.....	134
5.2.3 Tablero de Control y Seguimiento de Materiales	134
5.3 ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO DE LA PROPUESTA EN MANUFACTURING SERVICES	138
5.4 PLANIFICACIÓN DE LA PROPUESTA.....	140
5.5 PARETO ANTES Y DESPUÉS	142
5.6 RESULTADO FINAL DE LA PROPUESTA	144
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	146
6.1 CONCLUSIONES	147
6.2 RECOMENDACIONES	149
BIBLIOGRAFIA.....	152
ANEXOS	154

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Costo unitario por tipo de material	108
Tabla 2. Numero de Partes y Cantidad de Scrap	109
Tabla 3. Clasificación de Causas	116
Tabla 4. Clasificación de Causas N.P.I	124
Tabla 5. Diseño de la Propuestas	131
Tabla 6. Costo Versus Beneficios	139

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1. Organigrama	22
Ilustración 2. Costo- unidades año 2022	26
Ilustración 3. Gráfica de la cadena de suministro	36
Ilustración 4. Las cinco etapas de DMAIC.....	49
Ilustración 5. Diagrama SIPOC	50
Ilustración 6. Símbolos diagrama de flujo.....	52
Ilustración 7. Diagrama de Ishikawa, método 6M.....	55
Ilustración 8: Diagrama de Pareto 80-20	56
Ilustración 9. Diagrama de Gantt.....	58

Ilustración 10. Diagrama de Ishikawa, método flujo de proceso	60
Ilustración 11. Mandril	62
Ilustración 12. Log book	63
Ilustración 13. Fases del proceso cuantitativo	70
Ilustración 14. Bitácora de observación	75
Ilustración 15. Entrevista	76
Ilustración 16. Carátula de la encuesta	77
Ilustración 17. Clasificación 6M	78
Ilustración 18. Diagrama causa – efecto	79
Ilustración 19. Tabla de ponderación de causas	81
Ilustración 20. Nivel de impacto	83
Ilustración 21. Diagrama SIPOC	93
Ilustración 22. Diagrama Flujo Ensamble de Catéter	95
Ilustración 23. Proceso y personal de turno Ensamble de Catéter	100
Ilustración 24. Diagrama de Flujo Inventario de Mandriles	102
Ilustración 25. Formulario actual FRM control registros	104
Ilustración 26. Gráfico de radar unidades de Mandriles 2022	106
Ilustración 27. Gráfico de radar costo de mandriles	107
Ilustración 28. Diagrama Pareto 80-20 por SCRAP	110
Ilustración 29. Levantamiento de Causas	113
Ilustración 30. Diagrama de Ishikawa o Causa y Efecto	118
Ilustración 31. Participación de Causa en el Problema Raíz	119
Ilustración 32. Diagrama de Pareto N.P.I Identificación de causas	125
Ilustración 33. Herramienta de registro de Materiales MFS	133
Ilustración 34. Tablero de Control y Seguimiento	135
Ilustración 35. Gráfica de la Propuesta	137
Ilustración 36. Análisis de Pareto 80-20 Principales Transacciones	138
Ilustración 37. Diagrama Gantt Propuesta Proyecto	141
Ilustración 38. Gráficas de Pareto N.P.I – Antes y después.	144
Ilustración 39. Comparativo mandriles año 2022 contra año 2023	145

Glosario

Mandrel: (Mandrill) Elemento metálico de variable calibre empleado para estirar y guiar tubos traqueales, sondas y catéteres blandos.

Limpieza de Mandril: Proceso donde se ejecuta limpieza de mandriles (reutilizables), para que estén disponibles nuevamente para ingresar al ciclo productivo en las líneas.

Rectificación de Mandril: Proceso donde se realiza un enderezado o descarte de los mandriles, se introducen en un equipo que realiza la tarea de enderezado o desecho del material.

Scrap: desechos o residuos originados durante el proceso de producción.

Logbook: libro donde se registra de forma manual tareas y las características específicas de la misma según el proceso realizado.

Kanban: es un sistema de control de inventario utilizado en la fabricación justo a tiempo (JIT) para realizar un seguimiento de la producción y solicitar nuevos envíos de piezas y materiales.

Estación: es un sistema individual en el que se ejecutan tareas y secuencias de tareas dentro de la línea de producción.

Assett: Activo o equipo mecánico que se utiliza en el proceso de producción.

Main Line: Línea de producción.

Beaker: canoa que se utiliza para colocar los mandriles en proceso de limpieza.

Material Handler: Es el encargado de proveer los materiales requeridos a las líneas de producción provenientes desde bodega, manufacturing services.

Manufacturing Services: Área que se encarga de proveer algunos materiales a las líneas de producción, es independiente a Ware House y es el área donde se realiza el proyecto.

Cage: Jaula o mueble tipo estantería utilizado para almacenar material en proceso y material terminado.

Team Member: Operario de Producción.

Acrónimos

MPI: Documento que especifica el paso a paso a ejecutar en una estación.

FRM: documento o Formulario utilizado para documentar Actividades.

UPH: Unidades producidas por hora.

PFM: Mapa de flujo de Proceso.

WIP: Work in Progress (WIP) es un acumulado de actividades que están por hacerse dentro de una dinámica de producción.

TLT: Herramienta complementaria que se utiliza en el proceso, el TLT es distinto según la tarea que se realiza.

Resumen ejecutivo

Esteller Castroverde Josué David. Universidad Hispanoamericana, agosto de 2023.

Optimización de registro y control de materiales en el área de manufacturing services en una empresa de dispositivos médicos, ubicada en coyol free zone, Alajuela durante el primer semestre del año 2023, Tutor: George Danny Ramírez Vargas.

Este proyecto tiene como objetivo principal Mejorar la eficiencia del registro y control de materiales en 10%, en el área de Manufacturing Services de la empresa de dispositivos médicos ubicada en Coyol Free Zone, Alajuela durante el primer semestre del año 2023 en un a través de la implementación de un sistema de gestión de materiales bajo la metodología DMAIC.

Como resultado de un análisis exhaustivo utilizando diversas herramientas ingenieriles, como lo son los diagramas de flujo, diagramas de Pareto, diagramas de Ishikawa, tablas, focus group y la metodología de las 6 M, entre otras, se logra identificar las causas principales por las que se genera desperdicios no controlados y fluctuación de inventarios de los algunos materiales del área en estudio, se identifica la ausencia de un sistema que permita controlar los ingresos, salidas y desechos de los materiales, además de inexistencia de indicadores de gestión en el área, así también criterios de proceso más robustos para la toma de decisiones.

Se Genera una propuesta de valor que consiste en la implementación de una herramienta de registro de ingresos, salidas y desperdicios de materiales, utilizando Microsoft FORMS y Power BI, buscando obtener trazabilidad y control de los materiales

en el proceso, Además mejora los criterios específicos para desechar materiales y su registro en tiempo forma, que permita tomar acciones inmediatas en el proceso.

Se planifica la implementación del proyecto por medio de un diagrama de GANTT considerando las diferentes etapas de, Desarrollo e Implementación de la Herramienta, Desarrollo y Configuración del Tablero de Control, por último, la Capacitación y Adaptación para lograr la ejecución del proyecto.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El siguiente proyecto se ejecutará en una empresa de fabricación de dispositivos médicos vasculares, dicha empresa se encuentra ubicada en Coyoil free zone, Alajuela. Donde a pesar de que sus productos diagnósticos, dispositivos médicos, suplementos nutricionales y productos farmacéuticos genéricos de marca llevan en el país más de 90 años, debido al crecimiento de sus operaciones alrededor del mundo, Esta empresa apertura su planta de manufactura en Costa rica en el año 2010, la cual está enfocada en dispositivos médicos vasculares.

Esta empresa fraguo sus inicios en Chicago, Estados Unidos en el año 1888, su propietario fue un doctor farmacéutico que, por medio de la fabricación de medicamentos, impulsó desde sus inicios el negocio y expansión del mismo año tras año, hasta convertirse hoy día una compañía de renombre mundial presente en las áreas de diagnóstico, vascular, diabetes, nutrición, farmacéuticos genéricos de marca.

Para el presente proyecto se contó con la aprobación de la gerencia de operaciones en donde se realizará el proyecto además se contará con el apoyo del departamento de ingeniería y excelencia operacional, además de algunas áreas de soporte como materiales, compras y para acceder a la información necesaria para llevar a cabo el proyecto.

Al área que donde se realizará cabo el proyecto es el área llamada manufacturing services la cual provee de algunos materiales a las líneas de manufactura para el proceso de ensamblaje de los dispositivos médicos, sin embargo, existe una gran oportunidad en la manera en que se registran y controlan dicho materiales generando algunos

inconvenientes en la forma en que opera en área en cuestión; por lo que por medio de este proyecto se espera lograr una mejoría notable en el control y registro de los materiales del área de manufacturing services bajo la línea de investigación de Operaciones Industriales.

1.2 IDENTIFICACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN DONDE SE REALIZA EL PROYECTO

Es una empresa estadounidense que se dedica al desarrollo, fabricación y comercialización de productos médicos. La compañía se fundó en 1888 y actualmente cuenta con más de 109,000 empleados en todo el mundo. La sede central se encuentra en, Illinois, y la empresa opera en de varios países.

Se enfoca en desarrollar productos médicos innovadores para mejorar la calidad de vida de las personas en todo el mundo. La empresa invierte significativamente en investigación y desarrollo para productos médicos innovadores que mejoren la calidad de vida de las personas en todo el mundo, también cuenta con un equipo dedicado de investigadores y científicos que trabajan en colaboración para identificar y desarrollar nuevas tecnologías médicas.

La empresa se divide en varias unidades de negocios, incluyendo dispositivos cardiovasculares, diagnósticos, nutrición y medicamentos genéricos. La unidad de dispositivos cardiovasculares se centra en el desarrollo de productos para el tratamiento de enfermedades cardíacas, mientras que la unidad de diagnósticos se enfoca en el desarrollo de herramientas de diagnóstico para una variedad de enfermedades, en detalle:

Dispositivos cardiovasculares: Esta unidad de negocio se enfoca en el desarrollo de productos para el tratamiento de enfermedades cardiovasculares, como dispositivos para intervenciones coronarias, dispositivos para la reparación y reemplazo de válvulas cardíacas y dispositivos para el monitoreo cardíaco.

Diagnósticos: Esta unidad de negocio se enfoca en el desarrollo de herramientas de diagnóstico para una variedad de enfermedades, incluyendo pruebas de diagnóstico para enfermedades infecciosas, enfermedades oncológicas y enfermedades metabólicas.

Nutrición: Esta unidad de negocio se enfoca en el desarrollo de productos nutricionales para ayudar a las personas a mantener una dieta equilibrada y saludable. Estos productos incluyen fórmulas para bebés, suplementos nutricionales y alimentos para personas con necesidades dietéticas especiales.

Medicamentos genéricos: Esta unidad de negocio se enfoca en la fabricación y comercialización de medicamentos genéricos de alta calidad para una amplia gama de enfermedades.

También tiene un fuerte compromiso con la responsabilidad social corporativa y la sostenibilidad ambiental. La empresa se esfuerza por minimizar su impacto ambiental a través de prácticas comerciales responsables y sostenibles, como la reducción del consumo de energía, el uso de materiales reciclados y la implementación de programas de reducción de residuos.

En resumen, es una empresa líder en la industria de dispositivos médicos, con un enfoque en la innovación y el compromiso con la responsabilidad social corporativa y la sostenibilidad ambiental.

La empresa tiene una presencia global y está comprometida con el desarrollo y la fabricación de productos médicos de alta calidad en todo el mundo, Algunos de los países donde la empresa opera sus plantas de manufactura son:

Estados Unidos: tiene varias plantas de manufactura en los Estados Unidos, incluyendo instalaciones en California, Illinois, Massachusetts, Minnesota, Ohio y Texas.

México: opera varias plantas de manufactura en México, incluyendo instalaciones en Baja California, Chihuahua, Jalisco, Nuevo León y Querétaro.

Puerto Rico: también tiene una planta de manufactura en Puerto Rico.

Costa Rica: La empresa tiene una planta de manufactura en Coyol Free Zone, Alajuela.

Irlanda: tiene instalaciones de manufactura en varias ciudades de Irlanda, incluyendo Clonmel, Donegal y Sligo.

Alemania: La empresa tiene una planta de manufactura en Wiesbaden, Alemania.

China: opera plantas de manufactura en varias ciudades de China, incluyendo Shanghai, Suzhou, Jiaying y Wuhu.

India: La empresa tiene una planta de manufactura en Jhagadia, Gujarat, India.

1.2.1 Descripción general de la organización

Es una empresa global de cuidado de la salud que se dedica a descubrir, desarrollar y comercializar productos médicos innovadores. La empresa se fundó en 1888 y tiene su sede en Illinois, Estados Unidos. Abbott cuenta con una amplia gama de productos en las áreas de diagnóstico, dispositivos médicos, nutrición y medicamentos genéricos y de marca. Su objetivo es mejorar la calidad de vida de las personas mediante el desarrollo de soluciones de cuidado de la salud.

Misión:

Crear soluciones de cuidado de la salud que ayuden a mejorar la vida de las personas.

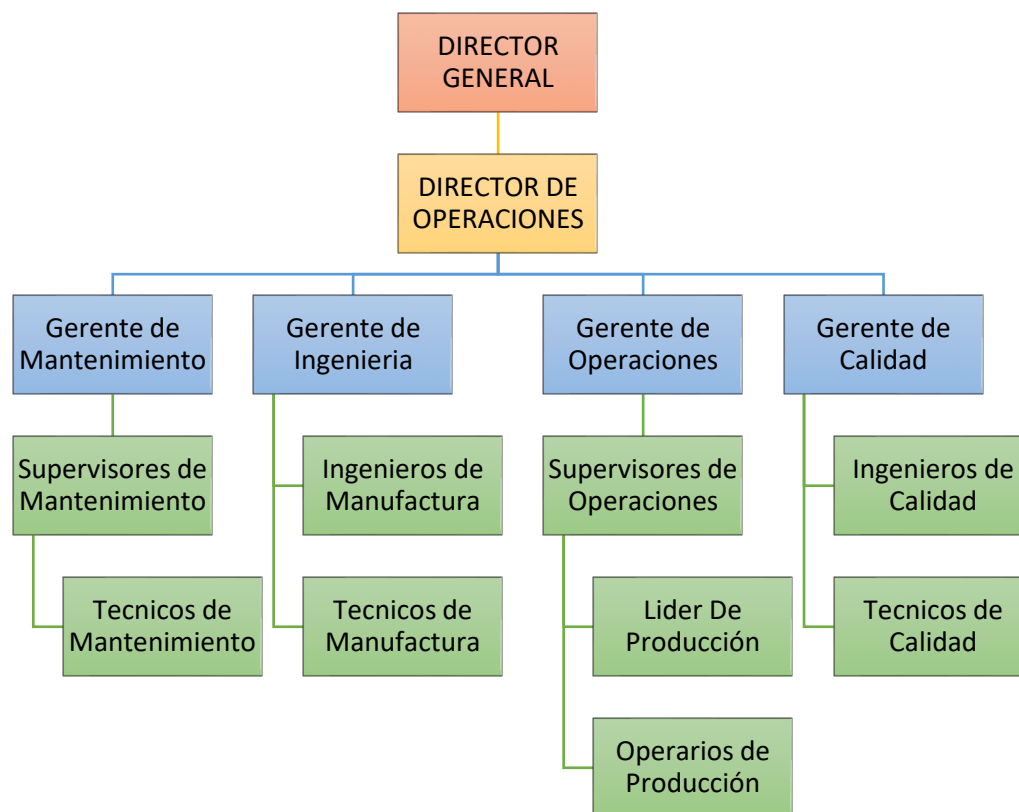
Visión:

Ser una empresa líder en el cuidado de la salud, ofreciendo productos y soluciones innovadoras y de alta calidad para satisfacer las necesidades cambiantes del mercado.

Estructura organizativa:

Está organizada en varios negocios principales, cada uno enfocado en un área específica de la atención médica, incluyendo el diagnóstico, los dispositivos médicos, la nutrición y los medicamentos genéricos y de marca. La empresa tiene una estructura jerárquica, con el CEO en la cima, seguido por varios niveles de liderazgo, gerentes y empleados.

Ilustración 1. Organigrama



Fuente: Elaboración propia

Descripción general del proceso productivo:

El proceso productivo en esta empresa implica una serie de etapas, desde la concepción del producto hasta la fabricación y distribución. El proceso incluye el diseño y desarrollo del producto, la producción y fabricación, el control de calidad, el envasado y la distribución. El proceso productivo se lleva a cabo siguiendo los estándares de calidad y seguridad de más alto nivel, cumpliendo con los requisitos regulatorios y los protocolos internos de la empresa.

1.2.2 Antecedentes del contexto de la empresa o institución

La empresa fue fundada en 1888 por un médico farmacéutico, quien comenzó a fabricar productos farmacéuticos en su propia cocina. A medida que la empresa creció, se expandió a otras áreas del cuidado de la salud, incluyendo dispositivos médicos, nutrición y diagnóstico.

En sus primeros años, se centró en la fabricación de productos farmacéuticos, incluyendo el desarrollo del primer analgésico a base de opio de venta libre. En la década de 1920, la empresa comenzó a diversificarse hacia otros productos médicos, incluyendo suero antitoxina y soluciones parenterales.

Durante la Segunda Guerra Mundial, desempeñó un papel crucial en la producción de medicamentos y suministros médicos para el ejército de los Estados Unidos. Después de la guerra, la empresa continuó expandiéndose en nuevas áreas, incluyendo la fabricación de productos de diagnóstico como pruebas de embarazo y kits de diagnóstico de enfermedades infecciosas.

En la década de 1980, se centró en la investigación y el desarrollo de nuevos productos, incluyendo medicamentos para el tratamiento de enfermedades crónicas como la diabetes y la hipertensión. En la década de 1990, la empresa se expandió a nivel internacional, abriendo oficinas y fábricas en todo el mundo.

En la actualidad, es una empresa líder en el cuidado de la salud, con una amplia gama de productos y soluciones innovadoras en las áreas de diagnóstico, dispositivos médicos, nutrición y medicamentos genéricos y de marca. Abbott continúa expandiéndose y

desarrollando nuevos productos para mejorar la calidad de vida de las personas en todo el mundo.

En 2020, la empresa reportó ingresos totales por \$34.6 mil millones de dólares y empleó a aproximadamente 109,000 personas en todo el mundo. La compañía opera en más de 160 países y tiene una amplia gama de productos y soluciones en las áreas de diagnóstico, dispositivos médicos, nutrición y medicamentos genéricos y de marca.

En la fabricación de dispositivos médicos, produce una amplia gama de productos, incluyendo stents coronarios, implantes ortopédicos, dispositivos neuromoduladores y productos de diagnóstico in vitro. La empresa también produce una variedad de productos de nutrición, incluyendo fórmulas infantiles, suplementos nutricionales y alimentos para personas con necesidades médicas especiales.

En el área de diagnóstico, produce pruebas para una variedad de enfermedades y afecciones, incluyendo pruebas de diagnóstico molecular para COVID-19. La empresa también produce equipos de diagnóstico, incluyendo equipos de prueba de laboratorio y dispositivos portátiles para monitorear niveles de glucosa y otros indicadores de salud.

En cuanto a la producción de medicamentos, produce una variedad de productos farmacéuticos, incluyendo medicamentos para el tratamiento de enfermedades crónicas como la diabetes, la hipertensión y la artritis, así como medicamentos para el tratamiento de enfermedades infecciosas como el VIH y la hepatitis C.

En resumen, es una empresa diversificada con una amplia gama de productos y soluciones en el cuidado de la salud. Con una presencia global y una larga historia de innovación, continúa liderando en la industria del cuidado de la salud.

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.3.1 Definición y medición del problema

En el área de Manufacturing Services de la empresa de dispositivos médicos, ubicada en Coyoil Free Zone Alajuela, se presenta un problema de ineficiencia en el registro y control de materiales. A pesar de que la empresa tiene altos estándares de procesos, calidad y controles en todas sus operaciones, en esta área existe una brecha que demuestra que no hay control de algunos procesos.

Se desconoce cuánto inventario existe realmente, en qué línea se encuentran los materiales, en el caso de los materiales reutilizables no se controla cuándo deben retornar al área de Manufacturing Services para ser procesados y retornar a manufactura, no hay control sobre quiénes son los responsables de los materiales, y se generan desperdicios no controlado y fluctuaciones de inventarios de algunos materiales; Además, se realizan compras innecesarias de materiales donde los costos están sobre el límite del presupuesto en algunos números de parte.

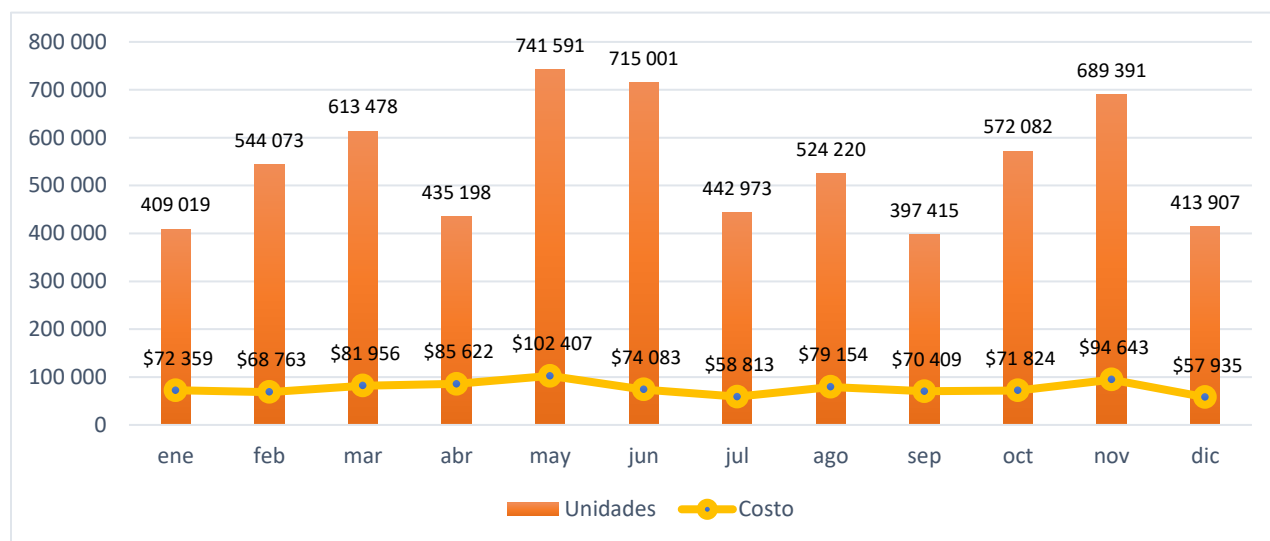
El registro y control de algunos materiales de esta área se lleva de forma manual, lo que hace que no haya trazabilidad de los materiales y un control robusto de los mismos. Esto implica que no se tiene un adecuado control de inventarios para tener claro la necesidad real de las líneas, muchos de estos materiales son reutilizables y no se tiene claridad a

qué línea de producción se entregan y cuándo debería ser su retorno. Como resultado, se solicitan materiales que no se necesitan, lo que aumenta de manera innecesaria el consumo de los mismos y genera costos adicionales para la empresa.

Este problema afecta negativamente la eficiencia del proceso productivo de dispositivos médicos y puede generar costos innecesarios en la empresa. Por lo tanto, es necesario llevar a cabo un estudio para mejorar el registro y control de materiales en el área de Manufacturing Services, con el fin de optimizar el proceso productivo y reducir los costos asociados ya que los mandriles se encuentran en el top 10 de los insumos más consumidos en la planta y en los que más se invierte a nivel de costo.

Durante el año 2022 se incurrió en un costo total de \$917,918 y un total de 6,498,348 unidades de mandriles, con una fluctuación importante entre cada mes.

Ilustración 2. Costo- unidades año 2022



Fuente: Elaboración propia

1.3.2 Justificación del proyecto

La adecuada resolución del problema en el área de Manufacturing Services en la empresa de dispositivos médicos, podría permitir a la organización lograr múltiples beneficios en términos de eficiencia, reducción de costos y mejora en la calidad de sus procesos.

En primer lugar, un adecuado registro y control de materiales permitirá a la empresa tener una visibilidad clara y en tiempo real de su inventario, lo que permitirá una mejor toma de decisiones en cuanto a la planificación y programación los materiales del área. Además, se reducirá el desperdicio de materiales y se evitará la compra innecesaria de los mismos, lo que permitirá reducir los costos operativos.

En segundo lugar, al mejorar el control y trazabilidad de los materiales se evitaría problemas en el proceso y se mejorará la productividad y eficiencia en el área de Manufacturing Services. Asimismo, se optimizarán los procesos de retorno de materiales y se evitarán demoras innecesarias.

Por último, la resolución del problema permitirá a la empresa mejorar la calidad de sus procesos, lo que se traducirá en una mayor satisfacción del cliente interno y en una mejora en la imagen del área. En resumen, la resolución del problema podría tener un impacto positivo en aspectos tales como operativos, financieros o de calidad.

1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.4.1 Objetivo general

Mejorar la eficiencia del registro y control de materiales 10%, en el área de Manufacturing Services de la empresa de dispositivos médicos ubicada en Coyoil Free Zone, Alajuela durante el primer semestre del año 2023, a través de la implementación de un sistema de gestión de materiales bajo la metodología DMAIC.

1.4.2 Objetivos específicos

- Analizar el proceso actual de registro y control de materiales en el área de Manufacturing Services de la empresa de dispositivos médicos, identificando los puntos críticos y las oportunidades de mejora.
- Implementar un plan de mejora continua en el área de Manufacturing Services, con el fin de garantizar un adecuado control de inventarios y minimizar las deficiencias actuales.
- Establecer un plan de seguimiento y evaluación del sistema implementado en el área de Manufacturing Services, con el fin de garantizar su eficacia y eficiencia en el control de inventarios de materiales.
- Realizar el análisis costo-beneficio de la propuesta en manufacturing services

1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES

1.5.1 Alcances

El proyecto de optimización y registro y control de materiales abarca el área de Manufacturing Services de la empresa de dispositivos médicos ubicada en Coyoil Free Zone Alajuela en el primer semestre del año 2023, donde se espera Implementar un sistema registro y control de materiales, que permita una trazabilidad adecuada de los materiales y una gestión más eficiente de los mismos, además de reducir costos asociados por deficiencias en el área donde la empresa se vería beneficiada.

1.5.2 Limitaciones

Sobre las limitaciones que se pueden mencionar en el desarrollo del proyecto están las siguientes:

Resistencia al cambio: Es posible que algunos miembros del área se sientan incómodos o resistan alguna propuesta de mejora, ya que llevan muchos años ejecutando las tareas de la misma manera y de forma manual lo que podría afectar la implementación del proyecto.

Limitaciones en la información: Es posible que algunos datos relevantes para el proyecto no estén disponibles o sean difíciles de obtener, lo que podría limitar la profundidad del análisis y la toma de decisiones, además no existe una data histórica completa para un análisis exhaustivo, ya que los registros han sido manuales, los cuales son propensos a la falta de consistencia y estandarización, lo que puede resultar en una menor eficiencia

y mayor probabilidad de errores, requieren más tiempo y esfuerzo que los procesos automatizados.

Las limitaciones de los procesos manuales pueden afectar negativamente la ejecución del proyecto, por lo que se deben tomar medidas como la implementación de un sistema de gestión de materiales automatizado, estandarización de procesos y capacitaciones para el personal. Estas acciones minimizarán la probabilidad de errores y mejorarán la eficiencia del registro y control de materiales para lograr el éxito del proyecto.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 MARCO CONCEPTUAL GENERAL RELATIVO A LA CARRERA

En este documento se utilizarán ciertos principios y fundamentos que servirán como base para el desarrollo de la mejora en el área de manufacturing services, y que funcionaron como base de este proyecto.

2.1.1 Ingeniería

Según (Baca, Cruz, & Cristobal, 2014) la ingeniería es la profesión en la que los conocimientos de matemáticas y ciencias naturales, obtenidos a través del estudio, la experiencia y la práctica, se aplican con juicio para desarrollar diversas formas de utilizar, de manera económica, las fuerzas y los materiales de la naturaleza en beneficio de la humanidad.

El texto describe la ingeniería como una profesión que utiliza conocimientos de matemáticas y ciencias naturales para desarrollar soluciones económicas que aprovechan las fuerzas y materiales de la naturaleza en beneficio de la humanidad. Esta descripción destaca la importancia del enfoque práctico de la ingeniería, que implica aplicar juicio para encontrar soluciones eficientes y efectivas para problemas técnicos y sociales.

La ingeniería se basa en el conocimiento científico y matemático, pero también implica la aplicación práctica de estos conocimientos para resolver problemas específicos. La experiencia y la práctica son componentes críticos de la ingeniería, ya que permiten a los ingenieros desarrollar habilidades en la identificación y resolución de problemas, la toma de decisiones y la gestión de proyectos.

La ingeniería también se enfoca en el aprovechamiento de las fuerzas y materiales de la naturaleza, lo que significa que los ingenieros buscan encontrar formas de utilizar los recursos naturales de manera efectiva y sostenible. Esta preocupación por la sostenibilidad se refleja en muchos aspectos de la ingeniería moderna, incluyendo la creciente atención a la energía renovable, la gestión de residuos y la reducción de la huella ambiental de los procesos industriales.

2.1.2 Ingeniería industrial

La ingeniería industrial es una disciplina que se enfoca en la optimización de sistemas complejos, ya sea que estos estén compuestos por personas, procesos, materiales, maquinaria o información, con el objetivo de mejorar la eficiencia, productividad y calidad de estos. Según J. A. Besterfield, autor del libro "Quality Control" (Control de calidad), la ingeniería industrial "se dedica a diseñar, mejorar e instalar sistemas integrados de personas, materiales, equipo y energía para obtener los objetivos deseados en el sistema de producción" (Besterfield, 1995, p. 2). Por su parte, John M. Nicholas y George W. Balfour, autores de "Introduction to Industrial Engineering" (Introducción a la ingeniería industrial), definen esta disciplina como "una rama de la ingeniería que trata de la planificación, diseño, mejora e instalación de sistemas integrados de hombres, materiales y equipo para proporcionar el servicio requerido" (Nicholas y Balfour, 1990, p. 1).

La ingeniería industrial utiliza herramientas y técnicas de diversas disciplinas, como la matemática, la estadística, la informática, la ergonomía, la psicología, la sociología, entre otras, para abordar problemas en diferentes áreas, como la manufactura, logística,

servicios, salud, seguridad, entre otras. De acuerdo con Benjamin S. Blanchard y Wolter J. Fabrycky, autores de "Systems Engineering and Analysis" (Ingeniería y análisis de sistemas), la ingeniería industrial "es un campo interdisciplinario que trata con la optimización de sistemas complejos, la planificación y el control de proyectos y el diseño de decisiones y políticas en organizaciones" (Blanchard y Fabrycky, 2011, p. 1).

En resumen, la ingeniería industrial se enfoca en el análisis, diseño, implementación y mejora de sistemas complejos con el fin de optimizar su desempeño y lograr los objetivos de la organización.

La ingeniería industrial es una disciplina muy versátil y puede aplicarse en una amplia variedad de áreas y campos laborales. A continuación, algunas de las principales áreas donde se aplica la ingeniería industrial son las siguientes:

- **Manufactura:** La ingeniería industrial se utiliza en la optimización de procesos de producción y en el diseño de sistemas de manufactura eficientes, incluyendo la gestión de la cadena de suministro y la planificación de la producción.
- **Logística y transporte:** La ingeniería industrial se utiliza en la gestión y planificación de la logística y el transporte de bienes y servicios, incluyendo el diseño y operación de almacenes y centros de distribución, el análisis de rutas y tiempos de entrega y el diseño de sistemas de transporte eficientes.
- **Servicios:** La ingeniería industrial se utiliza en la mejora de la calidad y eficiencia de los servicios prestados por empresas y organizaciones, incluyendo la planificación y gestión de recursos humanos, la gestión de proyectos, la mejora de procesos y la optimización de la atención al cliente.

- **Salud:** La ingeniería industrial se utiliza en la mejora de la calidad y eficiencia de los sistemas de atención médica, incluyendo la planificación y gestión de recursos, la optimización de procesos de atención médica y el diseño de sistemas de información de salud.
- **Seguridad:** La ingeniería industrial se utiliza en el diseño y la implementación de sistemas de seguridad y prevención de accidentes, incluyendo la evaluación de riesgos, el diseño de equipos y sistemas seguros, la formación de los trabajadores y la implementación de políticas de seguridad.

2.1.3 Cadena de suministros

“La cadena de suministros está formada por empresas que coordinan y colaboran por el objetivo de explorar una oportunidad de mercado, satisfaciendo las necesidades de los clientes. Dichas empresas, que conforman la cadena de suministros, son proveedores, fabricantes, distribuidores, minoristas y el mismo cliente final”. (Solís, 2018).

Con base en lo descrito por el autor, podemos interpretar que, la cadena de suministros es una red de empresas interconectadas que trabajan juntas para aprovechar oportunidades de mercado y satisfacer las necesidades de los clientes. Esta cadena está compuesta por varios tipos de empresas, incluyendo proveedores, fabricantes, distribuidores, minoristas y el cliente final. La colaboración y coordinación entre estas empresas es esencial para garantizar una gestión eficiente de la cadena de suministros y lograr un rendimiento óptimo en términos de costos y calidad del producto o servicio ofrecido. En resumen, la cadena de suministros es una serie de actividades y procesos

interdependientes que involucran a múltiples empresas que trabajan juntas para crear valor para los clientes.

A continuación, se muestra la gráfica que permite visualizar de mejor manera lo descrito:

Ilustración 3. Gráfica de la cadena de suministro



Fuente: www.ubigo.net/logística, 2023

Como se puede observar en la ilustración 1, efectivamente se evidencia la relación que existe entre cada uno de los actores que integran el flujo con el objetivo de satisfacer la necesidad de cada uno.

2.1.4 Logística

La logística es una función operativa que comprende todas las actividades y procesos necesarios para la administración estratégica del flujo y almacenamiento de materias primas y componentes, existencias en proceso y productos terminados; de tal manera,

que éstos estén en la cantidad adecuada, en el lugar correcto y en el momento apropiado. (Gutarra, 2015).

Esta función operativa que se ocupa de todas las actividades y procesos necesarios para la gestión estratégica del flujo y almacenamiento de materiales y productos en una empresa. Esta gestión implica asegurar que los materiales y productos estén disponibles en la cantidad adecuada, en el lugar correcto y en el momento apropiado, lo que a su vez contribuye a garantizar la eficiencia y la eficacia de los procesos productivos y de venta.

La logística se ocupa de la administración estratégica del flujo de materiales y productos a lo largo de toda la cadena de suministro, desde la recepción de materias primas hasta la entrega de productos terminados al cliente. La gestión adecuada del flujo de materiales y productos implica la identificación y el seguimiento de los niveles de inventario, la programación de la producción y la distribución, la coordinación con proveedores y transportistas, y la gestión de los riesgos asociados al flujo de materiales y productos.

2.1.5 Almacenamiento

La función de almacenamiento se define como el proceso encargado de otorgar posicionamiento a las mercaderías almacenables, de manera segura, correcta y bien rotulada, permitiendo su disponibilidad según el requerimiento, ya sea para materia prima, producto terminado, productos vencidos o bien rechazados. Por lo tanto, se puede inferir que el almacenamiento se trata de la utilización óptima del espacio disponible para asegurar la correcta gestión de los productos.

En este sentido, para llevar a cabo una adecuada administración de inventarios, es necesario tener en cuenta aspectos relevantes que permitan definir los criterios a la hora de seleccionar los productos que se almacenan. En particular, en el caso de la empresa de dispositivos médicos vasculares de la Zona Franca del Coyoacán, es crucial mantener una selección adecuada de sus materias primas. Para ello, se deben considerar aspectos como las fechas de caducidad, especialmente en aquellos casos en los que se utilizan.

En consecuencia, se puede concluir que el almacenamiento es un proceso fundamental para garantizar la correcta gestión de los productos y que, en el ámbito de la salud, resulta esencial contar con criterios de selección rigurosos que permitan ofrecer productos de calidad a los pacientes.

“Gestionar un almacén consiste, básicamente, en la definición de criterios para seleccionar los materiales que saldrán de este a fin de atender una petición correcta” (Castellanos, 2009).

A partir de esta información, se puede deducir que la empresa de dispositivos médicos vasculares se basa en dos metodologías de inventario específicas.

Metodología FIFO: Consiste en despachar primero las primeras entradas. Esta metodología es ampliamente utilizada en la industria debido a que se adapta muy bien a los inventarios dinámicos y permite evitar la obsolescencia de la mercadería.

El uso de esta metodología permite a las empresas tener un control efectivo de sus inventarios, garantizando que los productos más antiguos sean entregados primero y que no queden olvidados en el almacén mientras se mueven productos más nuevos. De esta manera, se asegura que la mercancía no caduque antes de ser vendida o utilizada, reduciendo así las pérdidas y optimizando los costos.

Metodología FEFO: es una metodología que se aplica en la industria farmacéutica para garantizar que los productos con fecha de caducidad cercana sean entregados primero. Por lo tanto, el uso de estas metodologías de inventario permite una gestión adecuada y efectiva de los productos que se encuentran en el área de manufacturing services.

2.1.6 Inventario

El almacenamiento de inventario ayuda a las empresas a gestionar sus almacenes y suministros, lo que contribuye al proceso productivo y comercial. De esta manera, se facilita la disponibilidad del producto para su entrega al cliente.

“El inventario, por tanto, ayuda a la empresa al aprovisionamiento de sus almacenes y bienes ayudando al proceso comercial o productivo, y favoreciendo con todo ello la puesta a disposición del producto al cliente”. (Cruz, 2017).

La referencia bibliográfica menciona la importancia del inventario para las empresas, en particular para el aprovisionamiento de sus almacenes y la gestión de sus bienes. El inventario contribuye a los procesos comerciales y productivos de la empresa, lo que a su vez favorece la disponibilidad del producto para el cliente. Como investigador del presente proyecto, esta referencia es relevante para entender cómo el inventario puede

ser utilizado de manera eficiente para optimizar los procesos de una empresa y mejorar su servicio al cliente. Además, puede ser de utilidad para profundizar en la gestión de inventarios en futuros trabajos o proyectos.

(Coalla, 2017, pág. 4) hace un énfasis importante a la diferenciación de los términos inventarios y stock. El inventario es la verificación de los materiales o bienes patrimoniales de la empresa, por otra parte, el término "stock" es la acumulación de materiales y/o producto final almacenado para su posterior venta al cliente.

A partir del texto anterior, se puede definir que toda organización que maneja mercaderías debe tener en cuenta que algunas de ellas son consideradas patrimoniales y están disponibles para la producción del producto final, lo que se conoce como "stock", y esto varía de acuerdo con los objetivos específicos de cada empresa.

2.1.7 Control de inventarios

El control de inventarios se refiere al conjunto de técnicas y herramientas utilizadas para administrar y mantener el inventario de una empresa, con el objetivo de asegurar que haya suficiente cantidad de productos disponibles para satisfacer la demanda de los clientes, al mismo tiempo que se minimizan los costos asociados al almacenamiento y manejo de los productos. Según William J. Stevenson, autor del libro "Operations Management" (Administración de operaciones), el control de inventarios "se refiere a la gestión del nivel de inventario, incluyendo la adquisición de materiales, la gestión de los niveles de inventario, el almacenamiento y la distribución de materiales a través de la organización" (Stevenson, 2018, p. 413).

El control de inventarios es una parte crucial de la gestión de operaciones de una empresa, ya que afecta directamente la eficiencia y la rentabilidad del negocio. Las empresas utilizan diversas técnicas y herramientas para controlar su inventario, como el análisis ABC, el punto de reorden, la revisión periódica y el just-in-time, entre otras.

En resumen, el control de inventarios se refiere a la gestión y administración del inventario de una empresa con el objetivo de satisfacer la demanda de los clientes al mismo tiempo que se minimizan los costos de almacenamiento y manejo de los productos.

2.1.8 Stock

El stock es un elemento fundamental para la operación y el desarrollo de cualquier empresa. Este conjunto de materiales y artículos se almacena con el objetivo de ser utilizado en el futuro, ya sea para la producción de bienes o para su venta posterior.

Stock es el conjunto de materiales y artículos que la organización almacena en espera de su uso o venta posterior. La mayoría de las empresas tienen que custodiar un inventario o stock de diferentes tipos de bienes o artículos para su actividad y desarrollo de su movimiento económica. (Bastos, 2006).

Por tanto, es fundamental aplicar técnicas y herramientas de gestión de inventarios que permitan encontrar un equilibrio adecuado entre el nivel de inventario y los costos asociados al mismo. Esto implica llevar a cabo un seguimiento y control constante de los niveles de inventario, programar las compras y entregas de manera óptima, y gestionar adecuadamente los riesgos asociados al inventario.

En definitiva, el inventario o stock es un elemento clave en la gestión de cualquier empresa, y su adecuada gestión es esencial para garantizar la eficiencia, la efectividad y la rentabilidad de esta. Como profesional del área, es nuestra responsabilidad aplicar las mejores prácticas y técnicas disponibles para lograr un equilibrio adecuado entre el nivel de inventario y los costos asociados al mismo.

2.1.9 Trazabilidad y gestión de materiales

La trazabilidad se refiere a la capacidad de rastrear el movimiento de un producto o material a lo largo de toda la cadena de suministro, desde su origen hasta su destino final. La gestión de materiales, por su parte, se refiere a la planificación, adquisición, almacenamiento y distribución de materiales y suministros necesarios para el funcionamiento de una empresa. Según Simchi-Levi, Kaminsky y Simchi-Levi (2003), la trazabilidad y la gestión de materiales "son dos áreas críticas de la gestión de la cadena de suministro que afectan la eficiencia, la calidad y la satisfacción del cliente" (p. 225).

La trazabilidad es importante porque permite identificar el origen y el destino de un producto o material, lo que facilita la identificación de problemas y la implementación de soluciones. Además, la trazabilidad es un requisito en muchos sectores industriales, como la alimentación y la farmacéutica, para garantizar la seguridad y la calidad de los productos.

Por otro lado, la gestión de materiales es importante porque permite optimizar el uso de los recursos y minimizar los costos asociados al almacenamiento y manejo de materiales. Una gestión de materiales eficiente implica la planificación adecuada de los niveles de

inventario, la selección de proveedores confiables y la implementación de sistemas de control y seguimiento de los materiales.

En resumen, la trazabilidad y la gestión de materiales son dos áreas críticas de la gestión de la cadena de suministro que afectan la eficiencia, la calidad y la satisfacción del cliente.

2.1.10 Mejora Continua

La mejora continua se refiere al proceso de identificar, analizar y mejorar de manera constante los procesos y productos de una organización. Según James R. Evans y William M. Lindsay, autores del libro "An Introduction to Six Sigma & Process Improvement" (Una introducción a Six Sigma y mejora de procesos), la mejora continua "es un enfoque sistemático para mejorar los procesos y productos de una organización mediante la identificación y eliminación de las causas de los problemas, la reducción de la variabilidad y el aumento de la eficiencia y eficacia de los procesos" (Evans & Lindsay, 2017, p. 3).

La mejora continua se basa en la idea de que siempre hay margen para mejorar, y que los procesos y productos de una organización deben ser evaluados y mejorados de manera constante para aumentar la calidad, la eficiencia y la satisfacción del cliente. La mejora continua implica el uso de herramientas y técnicas de calidad, como el análisis de procesos, el análisis de causa raíz, la gestión de proyectos y la retroalimentación del cliente, entre otras.

La mejora continua es una parte fundamental de muchas filosofías de gestión de calidad, como Six Sigma, Lean y Total Quality Management (TQM), y es un enfoque clave para lograr la excelencia operativa y la competitividad en el mercado.

En resumen, la mejora continua es un enfoque sistemático para mejorar los procesos y productos de una organización mediante la identificación y eliminación de las causas de los problemas, la reducción de la variabilidad y el aumento de la eficiencia y eficacia de los procesos.

2.1.11 Eficiencia en procesos

La eficiencia en procesos se refiere a la capacidad de una organización para realizar sus actividades y procesos de manera rápida y con un uso mínimo de recursos, sin comprometer la calidad del producto o servicio final. Según Roger W. Hoerl y Ronald D. Snee, autores del libro "Statistical Thinking: Improving Business Performance" (Pensamiento estadístico: Mejorando el desempeño empresarial), la eficiencia "es la capacidad de hacer las cosas correctas de la manera correcta, utilizando el menor número posible de recursos" (Hoerl & Snee, 2012, p. 12).

La eficiencia en procesos implica la optimización de los recursos disponibles, la eliminación de los desperdicios y la reducción de los tiempos de ciclo de los procesos. Una organización eficiente en procesos puede reducir los costos, mejorar la productividad, aumentar la satisfacción del cliente y mejorar su posición competitiva en el mercado.

Para lograr la eficiencia en procesos, las organizaciones deben utilizar herramientas y técnicas de gestión de calidad, como la mejora continua, el análisis de procesos, la gestión de proyectos y la optimización de la cadena de suministro, entre otras. Además, las organizaciones deben enfocarse en la eliminación de actividades que no agregan valor y en la implementación de prácticas de trabajo estandarizadas y eficientes.

En resumen, la eficiencia en procesos se refiere a la capacidad de una organización para realizar sus actividades y procesos de manera rápida y con un uso mínimo de recursos, sin comprometer la calidad del producto o servicio final.

2.1.12 Scrap y desperdicios en una empresa

Scrap se refiere a los materiales que han sido desechados porque no cumplen con las especificaciones requeridas para su uso. Estos materiales no pueden ser reutilizados en el proceso de producción y, por lo tanto, se convierten en chatarra. Por otro lado, los desperdicios son los materiales o recursos que se desperdician durante el proceso de producción debido a la ineficiencia, como el tiempo perdido, la energía desperdiciada o los materiales dañados. Ambos conceptos tienen un impacto negativo en los costos de producción y en la eficiencia del proceso.

Según Heizer y Render en su libro "Operations Management" (Gestión de operaciones), el scrap y los desperdicios pueden tener un efecto significativo en los costos de producción, la eficiencia y la calidad del producto final. La reducción de estos elementos puede ser una estrategia eficaz para mejorar el desempeño de la producción y aumentar la rentabilidad. Además, los autores señalan que el control del scrap y los desperdicios

puede ser una herramienta útil para identificar problemas en el proceso de producción y mejorar la calidad del producto.

En resumen, el scrap y los desperdicios son elementos indeseados en el proceso de producción que pueden tener un impacto negativo en los costos y la eficiencia. La gestión adecuada de estos elementos puede ser una estrategia efectiva para mejorar el desempeño de la producción y aumentar la rentabilidad.

2.2 MARCO CONCEPTUAL ATINENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO

En esta sección vamos a enunciar los conceptos que se encuentran atinentes a la gestión de proyectos, los cuales nos van a permitir ampliar nuestros conocimientos con referencia a la metodología que se va a utilizar en el presente proyecto de investigación.

2.2.1 Metodología lean Six sigma

La metodología Lean Six Sigma es un enfoque sistemático para mejorar la calidad y la eficiencia de los procesos de producción y servicios mediante la eliminación de desperdicios y la reducción de la variabilidad. La metodología se basa en dos enfoques complementarios: Lean, que se enfoca en la eliminación de desperdicios y mejora continua, y Six Sigma, que se enfoca en la reducción de la variabilidad y mejora de la calidad. La combinación de estos dos enfoques permite a las organizaciones mejorar la calidad de sus productos y servicios, reducir los costos, aumentar la satisfacción del cliente y mejorar la eficiencia en general.

“Six Sigma es un proceso altamente disciplinado que se enfoca en desarrollar y entregar productos y servicios casi perfectos en forma consistente, También es una estrategia de

administración para utilizar herramientas estadísticas y trabajo en proyectos con el fin de lograr rentabilidad como productos del progreso y cuantiosas ganancias de calidad” (Wortman, 2014)

Con el texto anterior se puede definir Six Sigma, como un enfoque altamente disciplinado para desarrollar y entregar productos y servicios con la mayor calidad posible. Este enfoque utiliza herramientas estadísticas y metodologías de trabajo en proyectos para lograr mejoras continuas en la calidad y la rentabilidad.

Se hace hincapié en que Six Sigma es una estrategia de gestión empresarial que puede ayudar a lograr la rentabilidad al mejorar la calidad de los productos y servicios, lo que puede resultar en mayores ganancias y un mayor progreso para la organización. Es una metodología que se enfoca en producir resultados consistentes y casi perfectos utilizando herramientas estadísticas y un enfoque disciplinado en el trabajo.

2.2.2 Metodología DMAIC

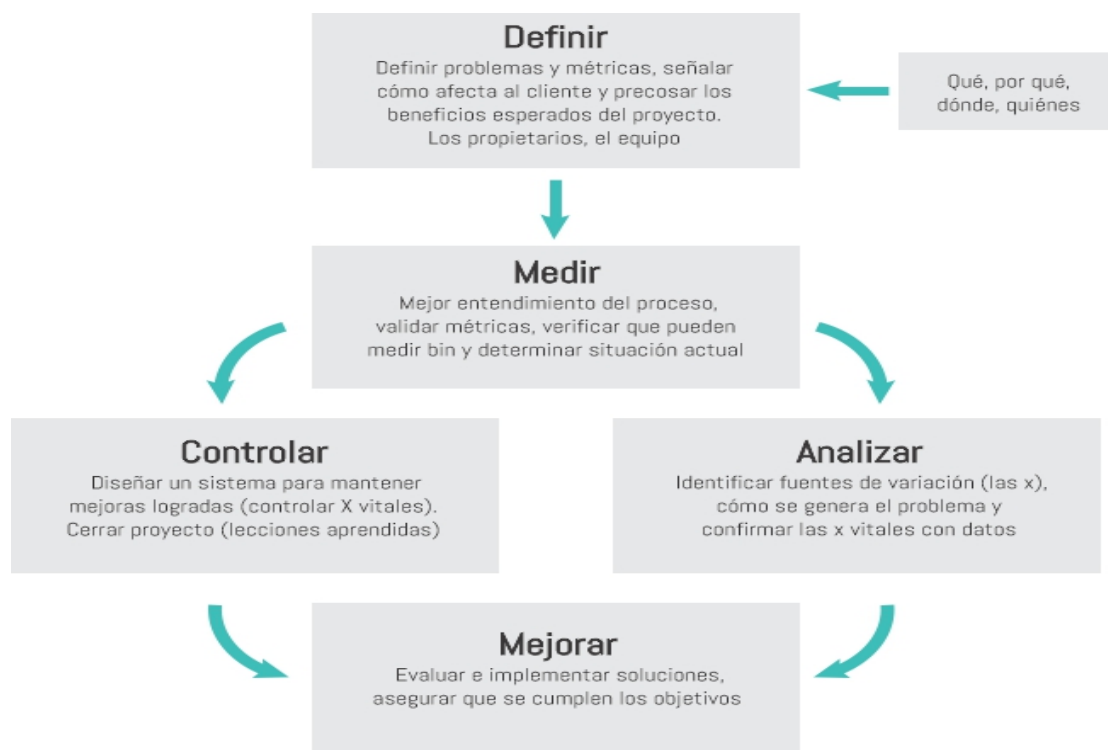
La metodología DMAIC de Six Sigma es un enfoque estructurado y sistemático utilizado para mejorar la calidad y eficiencia de los procesos de producción y servicios. DMAIC es un acrónimo de las cinco fases del proceso: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. Cada fase de la metodología DMAIC utiliza herramientas y técnicas específicas para ayudar a los equipos a identificar problemas, recopilar datos, analizar los datos para identificar las causas raíz de los problemas, implementar soluciones y controlar los procesos para garantizar la sostenibilidad de las mejoras.

Los datos por sí solos no resuelven los problemas del negocio, por ello, es necesaria la metodología DMAIC. En Six Sigma los proyectos se desarrollan con la metodología de las cinco fases: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar (DMAIC en inglés sus etapas corresponden a: Define, Measure, Analyza, Improve and Control). (Gutiérrez & Vara, 2009, pág. 424)

La metodología DMAIC proporciona un enfoque estructurado y secuencial para abordar problemas de calidad, lo que significa que los proyectos se desarrollan de manera ordenada, sistemática y estructurada que ayuda a resolver estos problemas de manera eficaz. Se utiliza en proyectos de mejora de la calidad y permite a los equipos de Six Sigma identificar las causas raíz de los problemas y desarrollar soluciones eficaces. Se destaca que esta metodología es necesaria porque los datos por sí solos no son suficientes para resolver problemas complejos.

A continuación, se muestran las etapas del DMAIC.

Ilustración 4. Las cinco etapas de DMAIC



Fuente: atlasconsultora.com 2023

Posteriormente, se describe cada una de las cinco fases de la metodología DMAIC y las herramientas utilizadas en cada una de ellas.

2.2.3 Definir

En esta fase, se define claramente el problema u oportunidad de mejora. También se establece el alcance del proyecto, se identifican los objetivos y se forma el equipo de trabajo. Las herramientas utilizadas en esta fase son:

- Diagrama SIPOC: Un diagrama que representa el flujo de un proceso desde la perspectiva del cliente. Sus siglas en inglés son las siguientes:

- **Supplier:** Referente a los Proveedores que suministran insumos.
- **Input:** Se refiere a las entradas de los insumos necesarios para nuestro proceso.
- **Process:** Involucra todas las operaciones en el Proceso.
- **Out: (Salidas)** Es el producto de todas las operaciones del proceso.
- **Client: (Clientes)** Pertinente a las personas que se ven afectadas por el resultado del proceso.

A continuación, se muestra un diagrama que demuestra la simplicidad de esta herramienta y su técnica.

Ilustración 5. Diagrama SIPOC

S	I	P	O	C
Proveedores	Entradas	Proceso	Salidas	Clientes
¿Quién suministra lo que se necesita para ejecutar el proceso?	¿Cuáles son los insumos requeridos?	¿Qué hace el proceso?	¿Cuál es el resultado esperado del proceso?	¿Qué clientes necesitan la salida de este proceso?
Ejemplo:				
Departamento de finanzas de sucursales.	Ordenes de compras. Facturas.	Paso 1 Paso 2 Paso 3	Reportes financieros	Departamento financiero corporativo

Fuente: Agile Experience 2023

Este proceso nos permite conocer cuáles son todos esos actores que intervienen en proceso de una forma macro y nos ayuda a conocer la interacción de los mismos, así como orientar identificar los problemas o las oportunidades de mejora en el proceso, así

como definir los objetivos y los requisitos del proceso para garantizar que se cumplan las expectativas del cliente.

2.2.4 Diagrama de flujo

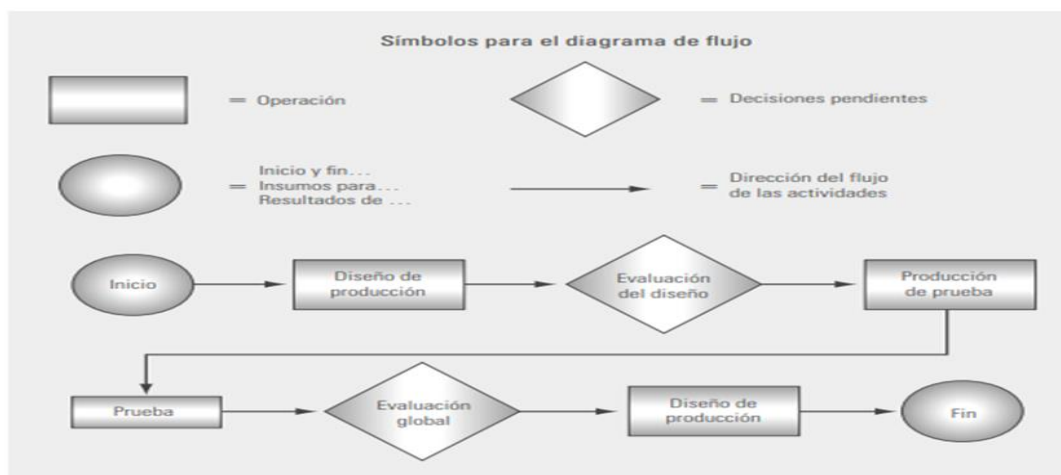
El diagrama de flujo es una manera de representar gráficamente un proceso a través de una serie de pasos estructurados y vinculados que permiten su revisión como un todo, su fin es demostrar cada uno de los pasos, decisiones y acciones que componen una situación de principio a fin o un problema desde su planteamiento hasta su solución.

“Es una representación gráfica de la secuencia de los pasos o actividades de un proceso que incluye transportes, inspecciones, esperas, almacenamientos y actividades de retrabado o reproceso. Por medio de este diagrama es posible ver en consiste el proceso y como se relacionan las diferentes actividades; asimismo es de utilidad para analizar y mejorar el proceso” (Pulido & Salazar, Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma, 2009, pág. 165).

Con base en el texto anterior se puede interpretar que el diagrama de flujo muestra la secuencia de actividades que se llevan a cabo en un proceso., el propósito de este diagrama es permitir una visualización clara de las diferentes actividades que lo componen y cómo se relacionan entre sí. También es una herramienta útil para analizar y mejorar el proceso, ya que permite identificar entre otros, tiempos de espera innecesarios y actividades que no agregan valor.

Los gráficos de procesos utilizan símbolos que representan cada una de las actividades previamente mencionadas. A continuación, se presenta una imagen que incluye los símbolos más utilizados para ilustrar el flujo de un proceso.

Ilustración 6. Símbolos diagrama de flujo



Fuente: Gutiérrez, 2010

2.2.5 Ishikawa

“El diagrama de causa-efecto o de Ishikawa es un método gráfico que relaciona un problema o efecto con los factores o causas que posiblemente lo generan. La importancia de este diagrama radica en que obliga a buscar las diferentes causas que afectan el problema bajo análisis y, de esta forma, se evita el error de buscar de manera directa las soluciones sin cuestionar cuáles son las verdaderas causas”. (Pulido & Salazar, Control estadístico de calidad y seis sigma, 2009, pág. 152)

El diagrama de causa-efecto, también conocido como diagrama de Ishikawa o diagrama de espina de pescado, es una herramienta de análisis que se utiliza para identificar las causas raíz de un problema.

La importancia de este diagrama radica en que obliga a buscar todas las causas posibles del problema en cuestión, en lugar de buscar soluciones sin tener en cuenta las

verdaderas causas. Este enfoque permite un análisis exhaustivo y una comprensión profunda de las diferentes variables que intervienen en el problema. El uso del diagrama de causa-efecto es fundamental para el análisis y solución de problemas en un sistema. Esta herramienta proporciona una estructura sistemática y visual para identificar las causas raíz del problema y desarrollar soluciones efectivas.

Después de haber entendido el significado de un Diagrama de Ishikawa, es fundamental destacar que hay tres tipos de estos diagramas. Cada uno de estos métodos tiene su enfoque específico: los métodos de las 6M, el método tipo de flujo del proceso y el método de estratificación o enumeración de causas. La elección del método adecuado dependerá de cómo se desee buscar y organizar la información del problema identificado.

2.2.6 Método de las 6 M

“Permite agrupar las causas potenciales en seis ramas principales (6M): métodos de trabajo, mano o mente de obra, materiales, maquinaria, medición y medio ambiente, estos 6 elementos definen de manera global todo proceso y cada uno aportan parte de la variabilidad del producto final, por lo que es natural esperar que las causas de un problema estén relacionadas con alguna de las 6 M”. (Pulido, Calidad total y productividad, 2010, pág. 192)

El método de las 6M es uno de los tres tipos de Diagramas de Ishikawa. Este método se enfoca en identificar las seis posibles causas raíz que pueden contribuir a un problema en un sistema. Las seis M son:

Mano de obra: se refiere a los problemas relacionados con la habilidad, capacitación o experiencia del personal involucrado en el proceso.

Máquinas: se refiere a los problemas relacionados con el funcionamiento, mantenimiento, capacidad o precisión de las máquinas y equipos utilizados en el proceso.

Medio ambiente: se refiere a los problemas relacionados con los factores ambientales, como la temperatura, la humedad, la contaminación, entre otros.

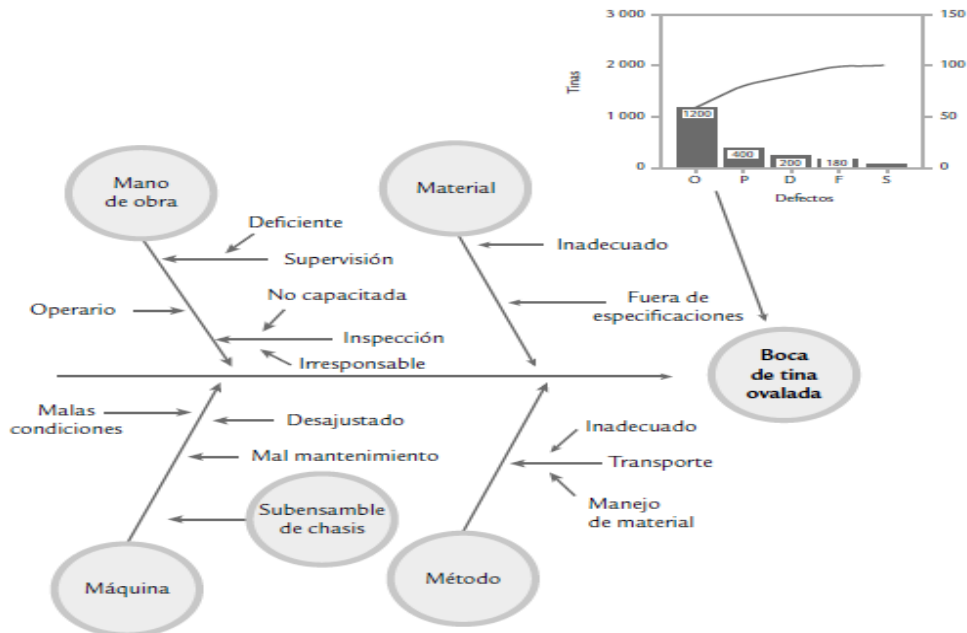
Materiales: se refiere a los problemas relacionados con la calidad, la cantidad o el suministro de los materiales utilizados en el proceso.

Método: se refiere a los problemas relacionados con la forma en que se realiza el proceso, incluyendo la planificación, la organización, la secuencia y los procedimientos utilizados.

Medición: se refiere a los problemas relacionados con la precisión, la fiabilidad o la disponibilidad de las mediciones utilizadas para monitorear el proceso.

Al identificar las posibles causas relacionadas con las seis M, se puede tener una mejor comprensión de las variables que pueden contribuir al problema y se pueden tomar medidas correctivas específicas para abordar cada una de estas causas.

Ilustración 7. Diagrama de Ishikawa, método 6M



Fuente: Gutiérrez, 2010, p. 193

Como se muestra en la gráfica permite clasificar las causas y subcausas en cada una de sus espigas para identificar el problema raíz, mediante causa y efecto.

2.2.7 Diagrama De Pareto

Es una herramienta utilizada en la metodología DMAIC del Seis Sigma, también conocida como curva cerrada o distribución A-B-C, la cual, se representa mediante una gráfica de barras y permite analizar de manera comparativa las causas que generan el problema raíz, siguiendo la hipótesis de la ley 80-20.

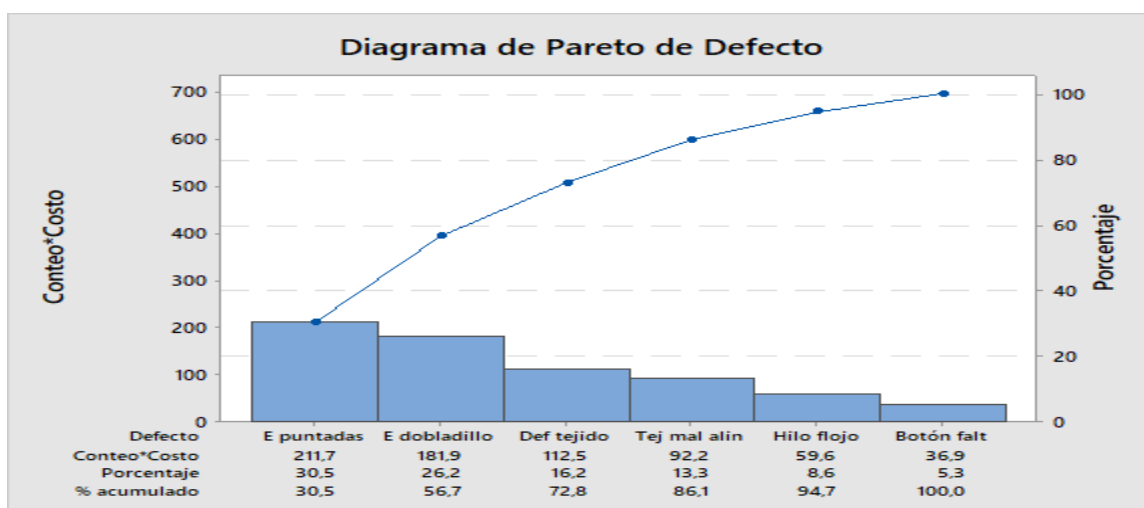
La ley 80-20, fue defendida y desarrollado por Vilfredo Pareto (1848-1923) en 1909, el cual, menciona que una pequeña cantidad de causas es responsable de la mayoría de los problemas. Esto implica que el 20% de las causas genera el 80% de los problemas.

Su interpretación se puede definir que el 20% de las causas o variables produce el 80% de los resultados o efectos, aunque estos números no son necesariamente exactos. También se puede expresar como el 15% de las causas generan el 85% de los efectos. Para ilustrar esto, tomemos el ejemplo de los ciclistas: el 20% de nuestras fuerzas representa el 80% de nuestro desempeño en esta actividad.

“El análisis de Pareto es aplicable a todo tipo de problemas: calidad, eficiencia, conservación de materiales, ahorro de energía, seguridad, etc.”. (Pulido, Calidad total y productividad, 2010).

Con base en lo expuesto por el autor el análisis de Pareto es una herramienta aplicable a una amplia gama de problemas en diferentes ámbitos el cual, permite identificar y priorizar las causas más significativas o relevantes que contribuyen a un problema en particular.

Ilustración 8: Diagrama de Pareto 80-20



Fuente: Minitab

2.2.8 Diagrama de Gantt

El diagrama de Gantt es una herramienta fundamental para la planificación y ejecución de proyectos de investigación, la misma ofrece una representación cronológica de todas las actividades y responsables involucrados en el proyecto, lo que permite un seguimiento claro y organizado.

El diagrama de Gantt nos brinda la posibilidad de establecer fechas específicas en relación con los plazos y cumplimientos de cada actividad, permitiendo a visualizar de manera clara el progreso del proyecto y a evaluar cómo se están alcanzando los objetivos establecidos.

Además, facilita una mejor interpretación de los avances y la interrelación por su impacto visual de las actividades del proyecto. Así como, identificar rápidamente las tareas críticas, los tiempos de espera y las dependencias entre las diferentes etapas, lo que nos permite tomar decisiones informadas y ajustar el plan en caso necesario.

El autor (Ulloa, 2015) nos menciona que “Para planear un proyecto se necesita conocer que actividades se van a realizar, lista lo más exhaustiva posible facilita la adecuada formulación del proyecto” pag.195

De acuerdo con lo expuesto por el autor es necesario identificar y enumerar todas las tareas y actividades para alcanzar los objetivos del proyecto. Esta lista exhaustiva de actividades permitirá una comprensión completa de lo que se requiere para llevar a cabo el proyecto de manera exitosa.

Al contar con una lista detallada de actividades, se podrá elaborar un plan adecuado, asignar recursos de manera eficiente y establecer plazos realistas para cada una de las tareas. Además, esto ayudará a identificar posibles dependencias y relaciones entre las actividades, lo que permitirá una mejor coordinación y seguimiento del progreso del proyecto.

A continuación, se muestra un ejemplo de lo expuesto.

Ilustración 9. Diagrama de Gantt

DIAGRAMA DE GANTT

Actividades	Junio				Julio				Agosto			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Programar jornadas de alfabetización tecnológica a usuarios.												
Verificar el estado de los equipos informáticos.												
Gestionar recursos para el mantenimiento y reparación de las P.C.												
Realizar mantenimiento a las P.C.												
Facilitar talleres a usuarios tecnológicos de la institución.												
Jornada de cierre de proyecto en la institución.												

Fuente: Tomado de <https://administrarproyectos.com/>

2.2.9 Método tipo de flujo del proceso

“En la construcción mediante el método de flujo del proceso, la línea principal del diagrama de Ishikawa sigue la secuencia normal del proceso en la que se da el problema analizado. Se anotan las principales etapas del proceso, y los factores o aspectos que pueden influir en el problema se agregan según la etapa en la que intervienen.” (Gutiérrez & Vara, 2009, pág. 196)

El método de flujo de proceso es una herramienta utilizada para mejorar la eficiencia y la productividad en la fabricación y producción. El objetivo principal del método es identificar las tareas y actividades de un proceso de producción, así como los recursos necesarios para realizar dichas tareas. Este se realiza en varias etapas, que incluyen:

Identificación del proceso: se debe identificar el proceso que se va a analizar y establecer los objetivos que se quieren lograr.

Análisis del proceso: se realiza una descripción detallada de todas las actividades que se llevan a cabo en el proceso, identificando los recursos necesarios (materiales, maquinaria, mano de obra, etc.) para llevar a cabo cada actividad.

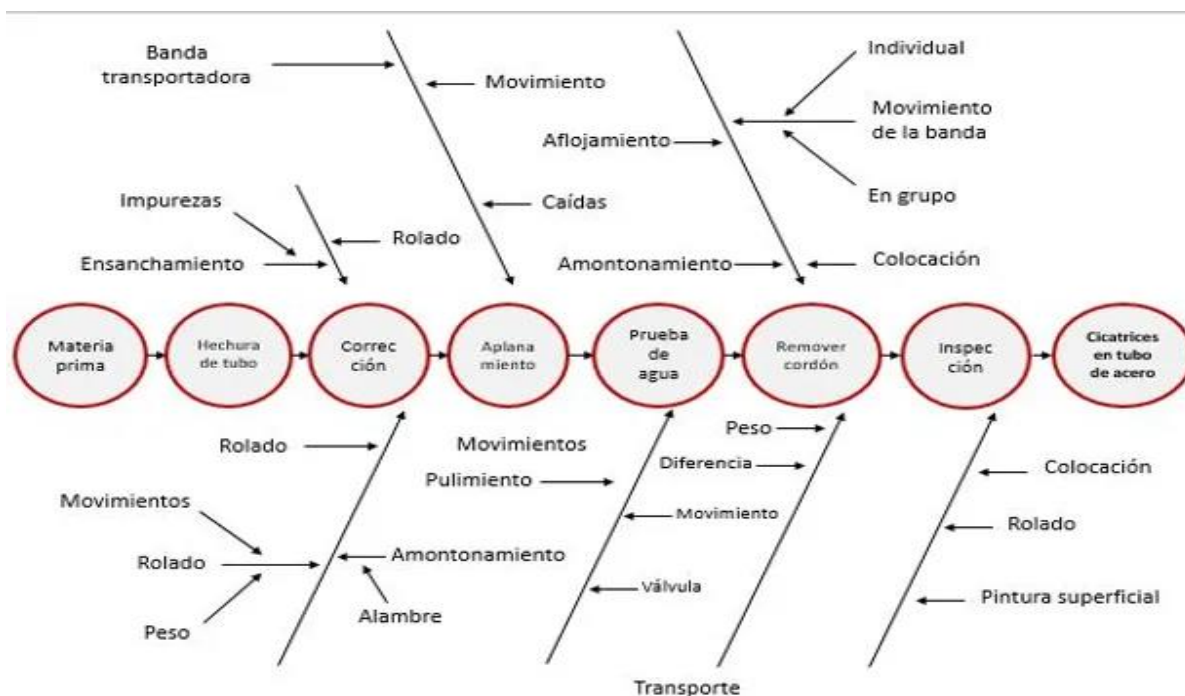
Identificación de problemas: se busca identificar cualquier problema o cuello de botella que pueda estar afectando la eficiencia del proceso.

Propuestas de mejora: se proponen soluciones para mejorar el proceso, que pueden incluir cambios en la secuencia de las actividades, la incorporación de nuevas tecnologías o la eliminación de actividades que no agregan valor.

Implementación: una vez que se han identificado las soluciones, se implementan los cambios necesarios en el proceso y se evalúa su impacto en la eficiencia de este.

El método de flujo de proceso se utiliza en una amplia gama de industrias, desde la producción de bienes de consumo hasta la fabricación de productos químicos y la producción de energía. Su uso permite identificar áreas de mejora y optimizar los procesos de producción, lo que puede conducir a un aumento en la eficiencia y una reducción en los costos.

Ilustración 10. Diagrama de Ishikawa, método flujo de proceso



Fuente: <https://mmarissareyes.wixsite.com>

2.3 MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO

En esta sección se detalla algunos de los conceptos relacionados con el proyecto con el fin de tener mayor claridad en el desarrollo del proyecto

2.3.1 Impacto Beneficio - Costo

“Los proyectos del sector público son propiedad, los utilizan y los financian los ciudadanos; mientras que los proyectos del sector privado son propiedad de las corporaciones, los proyectos del sector público no generan ganancias”. (Blank & Tarquin, 2007)

Según (Blank & Tarquin, 2007):

Si, $B/C \geq 1,0$ se determina que el proyecto es económicamente aceptable para los estimados y la tasa de descuento aplicada.

Si, $B/C < 1,0$ el proyecto no es admisible económicamente.

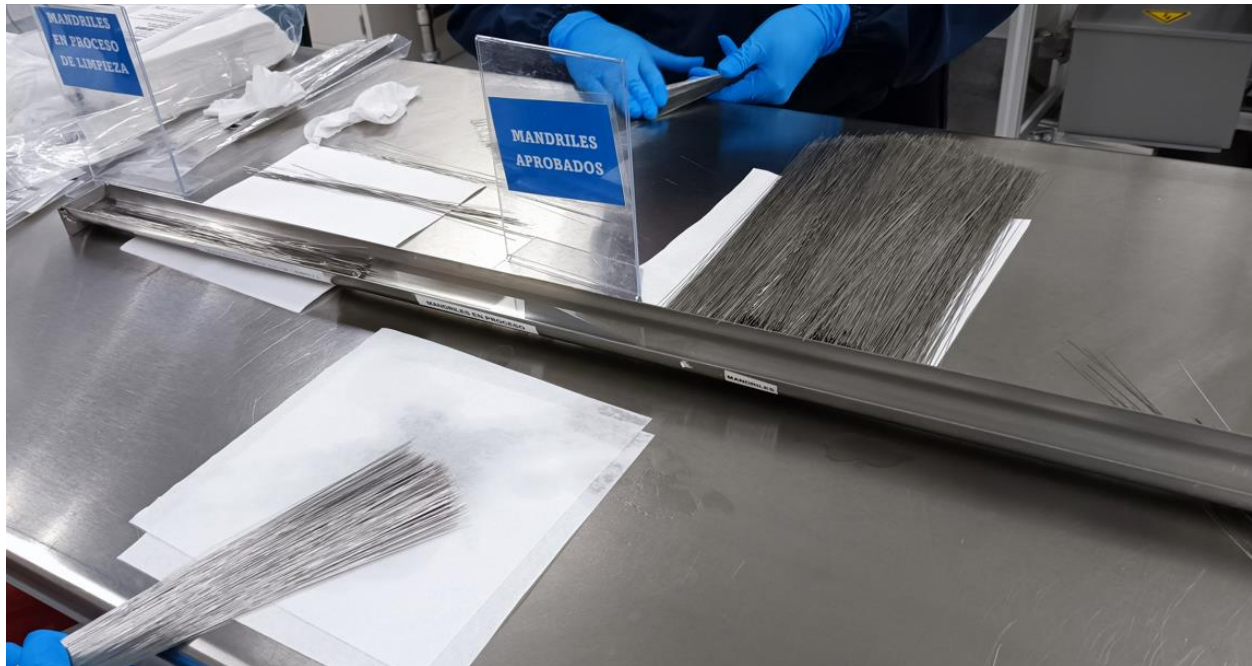
Con base en lo anterior, se puede resumir que la evaluación de un proyecto consiste en determinar si su ejecución es factible y si su impacto resulta favorable y beneficioso para la institución, en relación con los costos y beneficios implicados. Asimismo, en el ámbito de la investigación, esta valoración resulta útil para llevar a cabo un análisis de costo-beneficio que permita comparar la situación actual con la propuesta y generar conclusiones pertinentes.

2.3.2 Mandrel: (Mandril)

Elemento metálico de variable calibre empleado para estirar y guiar tubos traqueales, sondas y catéteres blandos.

Según el libro (López, 2015), el mandril o mandrel es un elemento utilizado en el mecanizado para sujetar la pieza de trabajo durante el proceso de mecanizado. El mandril se compone de un cuerpo y unas mordazas que se ajustan a la pieza de trabajo para mantenerla fija mientras se realiza el mecanizado.

Ilustración 11. Mandril



Fuente: Elaboración Propia

2.3.3 Rectificación de Mandriles

Según (Gómez C. A., 2017), rectificar es el proceso de eliminación de material mediante abrasión con el fin de obtener una superficie plana y perpendicular a un eje o plano de referencia. La rectificación se realiza utilizando herramientas abrasivas como muelas, discos o piedras, y es comúnmente utilizada para mejorar la precisión dimensional y la calidad superficial de las piezas.

2.3.4 Log book

Según (Kinnison & Siddiqui, 2017), un log book es un registro documental de todas las actividades de mantenimiento y reparación que se han realizado en una aeronave. El logbook es un documento importante para mantener el historial de mantenimiento y

2.3.6 WIP: Work in Progress

De acuerdo con el autor (Jacob & Berry, 2011) Work in Progress (WIP) es un término que se refiere a los productos que están en proceso de fabricación, pero que aún no están terminados. El WIP es un indicador clave de la eficiencia del proceso de producción, y su control es esencial para garantizar que los tiempos de entrega se cumplan y se minimice el costo del inventario. El seguimiento y control del WIP se realiza a través de sistemas de información y herramientas de planificación y control de la producción.

2.3.7 Manufacturing Services (Servicio de Fabricación)

Según el libro "The Handbook of Service Innovation", manufacturing services se refiere a la prestación de servicios relacionados con la fabricación de productos. Estos servicios pueden incluir la ingeniería y el diseño de productos, la producción de prototipos, el control de calidad, el mantenimiento y la reparación de equipos y maquinarias, y la logística de distribución y entrega de los productos fabricados. (Agarwal, Selen, Roos, & Green, 2015)

2.4 ANTECEDENTES DE PROYECTOS O EXPERIENCIAS SEMEJANTES

A continuación, se presentarán algunos proyectos de graduación que sirvieron de guía para el proyecto en desarrollo. Estos proyectos se seleccionaron debido a su similitud en propuesta y aplicación metodológica. Los proyectos consultados abarcan desde el año 2019 hasta años anteriores.

Se espera que estos proyectos sirvan como referencia y aporte al desarrollo de nuestro proyecto.

2.4.1 Antecedente 1 (Abigail, 2019)

Este trabajo de investigación analiza la situación actual del control de inventarios en el área de almacén de la empresa de transporte Pasamayo SRL en Chiclayo. La falta de un control de inventarios eficiente resulta en una gestión ineficiente, pérdida de tiempo y materiales, y la ausencia de una estructura organizacional para la gestión de inventarios. El objetivo del trabajo es implementar un control de inventarios para optimizar la gestión del área de almacén, determinar el porcentaje de mermas, reducir el impuesto a la renta y prevenir gastos innecesarios, para aumentar la rentabilidad de la empresa.

De acuerdo con lo expuesto por el autor se describe un trabajo de investigación que analiza la situación actual del control de inventarios en el área de almacén de la empresa de transporte Pasamayo SRL en Chiclayo, se menciona que la falta de un control de inventarios eficiente tiene efectos negativos en la gestión de la empresa, como pérdida de tiempo y materiales, y falta de una estructura organizacional para la gestión de inventarios. Por lo cual, el objetivo del trabajo es implementar un control de inventarios para optimizar la gestión del área de almacén, determinar el porcentaje de mermas, reducir el impuesto a la renta y prevenir gastos innecesarios, con el fin de aumentar la rentabilidad de la empresa.

2.4.2 Antecedente 2 (Vega, 2021)

La empresa Distribuidora Fama de Alajuela comercializa productos ferreteros y materiales de construcción, pero tiene problemas en la gestión de inventarios, ya que los procesos no se ajustan a las necesidades de la organización. Además, el sistema de administración digital presenta deficiencias y la falta de un manual de procedimientos hace que los colaboradores omitan pasos importantes.

Para solucionar estos problemas, se propuso implementar procesos de verificación y optimización en el tiempo de ejecución de las labores diarias, y un mecanismo de registro automático que permita validar la información generada por procesos manuales. La propuesta es de bajo costo y muestra un desglose detallado de los tiempos de implementación. La mejora propuesta permitiría mejorar los tiempos de respuesta al cliente y aumentar la rentabilidad de la empresa.

2.4.3 Antecedente 3 (BRANDON & RAMIREZ, 2020)

Este trabajo de investigación propone el desarrollo de un sistema administrativo para la Ferretería Hermanos Miranda S.A. que controle los inventarios basándose en el método ABC y el conteo cíclico de unidades existentes, busca mejorar los procesos y métodos de la empresa y fortalecer las competencias empresariales de sus miembros en el área de inventarios, se describe la metodología utilizada y se presentan los resultados obtenidos de los instrumentos aplicados a los funcionarios de la empresa. Se concluye con una propuesta de control cíclico para el área de administración de inventarios de la ferretería, que consta de tres fases: un sistema administrativo de control de inventarios,

un manual de políticas y procedimientos para cada departamento de la ferretería, y un plan de capacitación para los empleados del departamento de inventarios.

CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1 METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En esta sección se detalló la metodología que se utilizó para definir el problema y recopilar los datos relevantes necesarios para respaldar el proyecto. Además, se describieron las herramientas que se utilizaron para medir y dar seguimiento a los datos recolectados.

Una vez definido el problema, se procedió a recopilar datos relevantes para el proyecto. Se utilizaron diversas fuentes, incluyendo estudios de mercado, encuestas, entrevistas con expertos y datos internos de la empresa. Los datos se analizaron cuidadosamente para determinar su relevancia y se utilizaron para respaldar el proyecto.

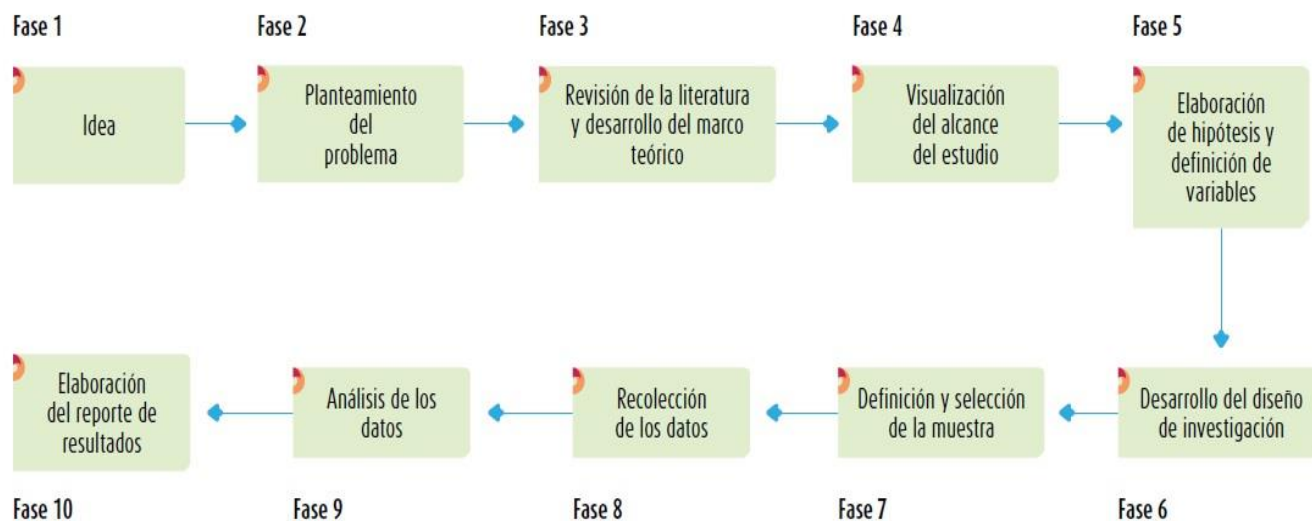
A continuación, se muestra la metodología de la investigación que se utilizó.

3.1.1 Enfoque cuantitativo

“El enfoque cuantitativo utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas previamente, y confía en la medición numérica, el conteo, y el uso de la estadística para intentar establecer con exactitud patrones en la población”. (Gómez M. M., 2006, pág. 60)

Según lo anterior, el enfoque cuantitativo es un método de investigación que se basa en la recolección y el análisis de datos numéricos para responder preguntas de investigación y probar hipótesis. Este enfoque es adecuado para estudios en los que se busca establecer patrones precisos en la población, ya que confía en la medición numérica y el uso de la estadística para lograrlo.

Ilustración 13. Fases del proceso cuantitativo



Fuente: <http://jesusierra.blogspot.com>

Tal como se puede apreciar en la ilustración, el enfoque cuantitativo sigue un proceso secuencial que comienza con la generación de una idea, formulación del problema, revisión bibliográfica, definición del alcance, establecimiento de hipótesis y variables de estudio, ejecución de la investigación, selección y definición de la muestra, recolección y análisis de datos, y culmina en la obtención de los resultados finales.

3.1.2 Sujeto de investigación

Para el presente proyecto se determinó que el sujeto de investigación corresponde a los inventarios de dispositivos médicos de la empresa ubicada en Coyoil Free Zone, Alajuela.

3.1.3 Población

Cuando se establece la población en el contexto de un trabajo de investigación, se hace referencia al grupo de personas o elementos específicos que son objeto de estudio. En

otras palabras, se trata del conjunto de individuos o cosas sobre los cuales se busca obtener información a través de la investigación en cuestión. Es fundamental tener una clara definición de la población para poder diseñar adecuadamente la investigación y obtener resultados precisos y significativos.

Según (Sampieri, Collado, & Lucio, Metodología de investigación, 2010, pág. 174) La población se refiere al conjunto total de casos que cumplen con ciertas características específicas.

La población para este trabajo de investigación corresponde al inventario de dispositivos médicos de la empresa ubicada en Coyol Free Zone, Alajuela.

3.1.4 Muestra

“La muestra es, en esencia, un subgrupo de la población. Digamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población”. (Sampieri, Collado, & Lucio, Metodología de investigación, 2010, pág. 175).

3.1.4.1 Tipos de muestra

Existen dos categorías principales de muestras: las muestras probabilísticas y las muestras no probabilísticas. A continuación, se describirá cada una de ellas.

Muestra probabilística:

“Consiste en coger una muestra representativa de la población total y extraer de esa muestra las personas que tienen las características que nos interesan para nuestro estudio” (Olabuénaga, 2012).

Muestra no probabilística:

“Es una muestra que se obtiene de una población sin seguir un proceso de selección aleatoria. Esto significa que los individuos que componen la muestra son elegidos de manera intencional y no al azar”. (Olabuénaga, 2012).

Para este proyecto se optó por utilizar una muestra probabilística, ya que se seleccionaron de manera intencional las características de los elementos que se investigaron, los cuales consistieron en los dispositivos médicos de la empresa ubicada en Coyo Free Zone, Alajuela.

3.1.4.2 Cálculo de muestra

Cuando se elabora una muestra probabilística, se debe hacer la interrogante: dado que una población es de N tamaño, ¿cuál es el menor número de unidades muestrales (personas, casos, organizaciones, capítulos de telenovelas, etc.) que necesito para conformar una muestra (n) que me asegure un determinado nivel de error estándar, digamos menor de 0.01? La respuesta consiste en encontrar una muestra que sea representativa del universo o población con cierta posibilidad de error (se pretende minimizar) y nivel de confianza (maximizar), así como probabilidad. (Sampieri, Collado, & Lucio, Metodología de la investigación, 2014).

La muestra es fundamental, ya que, de ella dependen los resultados de la investigación. Al calcular el tamaño de la muestra, es importante tener en cuenta si la población es finita o infinita, ya que esto puede influir en la precisión de los resultados obtenidos.

3.1.5 Metodología DMAIC

Tal como se expuso en el capítulo anterior, Marco Teórico, el DMAIC es una herramienta altamente efectiva para mejorar procesos y resolver problemas. Esta metodología se compone de cinco fases bien definidas: definir, medir, analizar, mejorar y controlar.

En este proyecto, se decidió aplicar la metodología DMAIC con el objetivo de enfocar cada una de las cinco fases en el respaldo de los objetivos específicos que se plantearon en el capítulo anterior. De esta manera, se establecerá una estructura sólida y enfocada en la obtención de dichos objetivos.

3.1.6 Etapa definir

Como se ha mencionado previamente, la etapa de definición es crucial para establecer las bases que determinarán el éxito del proyecto. Durante esta fase, se busca definir la problemática real que enfrenta la empresa con el fin de identificar la línea de seguimiento y cómo se medirá su impacto.

Para lograr este objetivo en el proyecto de tesis, se llevaron a cabo diversas herramientas de análisis, incluyendo observación, entrevistas, SIPOC, Diagrama de flujo y Diagrama de Ishikawa. Estas herramientas se utilizaron para determinar la problemática central que afecta a la empresa de dispositivos médicos ubicada en Coyol Free Zone, Alajuela en

sus procesos de compras y gestión de inventarios, así como para identificar las causas subyacentes de esta problemática.

3.1.6.1 Observación

Inicialmente, se empleó la herramienta de observación directa para los procesos de gestión de compras e inventarios en la empresa de dispositivos médicos ubicada en Coyoil Free Zone, Alajuela. El objetivo de esta herramienta era obtener una visión general y documentar las posibles causas que, a juicio del investigador, podrían estar afectando estos procesos.

Para presentar los datos recopilados durante la observación, se utilizó una bitácora específica de observación, la cual se presenta a continuación como evidencia del proceso de recolección de información.

Ilustración 14. Bitácora de observación

Bitácora de observación			
Lugar: Empresa Dispositivos Médicos	Fecha: 14 mayo 2023	Observador/a: Josue Esteller	Hora de inicio: 8:00 am Hora de finalización: 12md
Mejorar la eficiencia del registro y control de materiales en el área de Manufacturing Services de la empresa de dispositivos médicos ubicada en Coyoil Free Zone Alajuela durante el primer semestre del año 2023, a través de la implementación de un sistema de gestión de materiales bajo la metodología DMAIC.			
Comentarios adicionales			
Firma del observador	Ing. Josue Esteller		
Firma del encargado			

Fuente: Elaboración propia

Después de realizar las observaciones y detectar las posibles causas, se obtuvo una comprensión general de los factores que podrían estar contribuyendo al problema. Sin embargo, para respaldar y complementar esta información, se llevó a cabo un proceso de entrevistas con los colaboradores y jefaturas de los departamentos de bodega, compras, producción y operaciones. El objetivo de estas entrevistas fue identificar cualquier causa adicional que pudiera haber pasado desapercibida durante las observaciones iniciales.

3.1.6.2 Entrevista

Después de identificar las causas durante la observación, se procedió a elaborar un cuestionario de preguntas dirigido a los operarios y jefaturas para delimitar la problemática e identificar las causas más relevantes mediante la experiencia de los expertos en la gestión de compras e inventarios de la empresa de dispositivos médicos ubicada en Coyoil Free Zone, Alajuela.

A continuación, se presenta el formato que se utilizó para las entrevistas:

Ilustración 15. Entrevista

Entrevista			
Lugar: Empresa Dispositivos Médicos	Fecha: 16 mayo 2023	Entrevistador: Josue Esteller	Hora de inicio: 8:00 am Hora de finalización: 12md
Mejorar la eficiencia del registro y control de materiales en el área de Manufacturing Services de la empresa de dispositivos médicos ubicada en Coyoil Free Zone Alajuela durante el primer semestre del año 2023, a través de la implementación de un sistema de gestión de materiales bajo la metodología DMAIC.			
Comentarios adicionales			
Firma del entrevistador	Ing. Josue Steller		
Firma del encargado			

Fuente: Elaboración propia

3.1.6.3 Encuesta

Como parte de robustecer el análisis e identificación de causa se procedió a realizar una encuesta mediante Microsoft Office con la herramienta Forms la cual se socializó con el resto de los departamentos de la empresa con la finalidad de obtener un enfoque más integral sobre el problema raíz.

Ilustración 16. Carátula de la encuesta



The image shows a mobile device screen displaying a survey form. At the top, there is a teal header with a small image of a factory floor. Below the header, the title of the survey is 'Encuesta de la gestión en el registro y control de materiales área de manufacturing service'. Underneath the title, the objective is stated: 'OBJETIVO: Mejorar la eficiencia del registro y control de materiales en el área de Manufacturing Services de la empresa de dispositivos médicos ubicada en Coyoil Free Zone Alajuela durante el primer semestre del año 2023, a través de la implementación de un sistema de gestión de materiales bajo la metodología DMAIC.' The form contains two questions: '1. Nombre del funcionario' with a text input field containing 'Escriba su respuesta' and '2. Departamento' with a dropdown menu.

Fuente: Elaboración propia

A través de las respuestas obtenidas con la observación propia, entrevistas y encuestas se clasificaron las causas principales de la problemática utilizando la herramienta de 6M.

A continuación, se muestra la matriz de clasificación 6M:

Ilustración 17. Clasificación 6M

Herramienta de las 6M		
Número Causa	<u>Causas</u> <u>significativas</u>	<u>Clasificación 6M</u>
1	Causa	Mano de Obra
2	Causa	Mano de Obra
3	Causa	Mano de Obra
4	Causa	Mano de Obra
5	Causa	Materiales
6	Causa	Materiales
7	Causa	Materiales
8	Causa	Medición
9	Causa	Medición
10	Causa	Medición
11	Causa	Maquinaria y Equipo
12	Causa	Maquinaria y Equipo
13	Causa	Maquinaria y Equipo
14	Causa	Maquinaria y Equipo
15	Causa	Metodología
16	Causa	Metodología
17	Causa	Materiales
18	Causa	Materiales

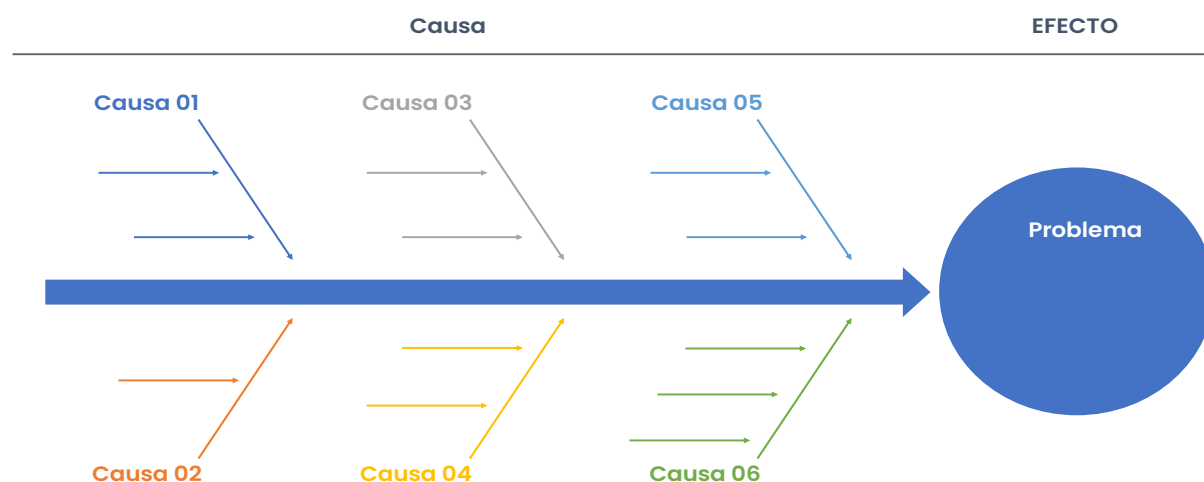
Fuente: Elaboración propia

Con base en la ilustración 10, la clasificación de las causas fue clave elemental para identificar su segregación de acuerdo con cada categorización operativa de trabajo y se identificó cuál de las “M” se encuentra más recargada de las mismas, lo que permitió tomar las decisiones para las propuestas planteadas.

3.1.7 Diagrama De Ishikawa

Después de identificar las "6M", se elaboró un Diagrama de Ishikawa que ayudó a comprender mejor el problema principal y las causas que lo generan. Esta definición precisa del problema y sus causas principales fue fundamental para establecer una propuesta de mejora que permita reducir los efectos de dichas causas. En los próximos apartados, se describirá con más detalle la propuesta de mejora que se Plantea como propuesta.

Ilustración 18. Diagrama causa – efecto



Fuente: Elaboración propia

El diagrama anterior "Causa – Efecto" permite identificar las causas que son representadas en cada una de las espinas, así como, la identificación de sub - causas de cada una de ellas permitiendo obtener el problema raíz con mayor facilidad.

3.2 METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO DEL PROYECTO

En el apartado 3.1 se llevó a cabo la definición del problema. En este apartado actual, se busca medir la situación actual que la empresa enfrenta mediante el uso de diversas herramientas para respaldar el rendimiento de los procesos.

3.2.1 Etapa medir

La fase de evaluación es la segunda etapa del DMAIC en la que se pretende determinar la magnitud del problema. En la fase de evaluación se procedió con los registros donde se recopiló la información de los factores desencadenantes, en este caso particular, se buscó evaluar el impacto de cada uno de los factores mediante una asignación de ponderaciones que permitieran cuantificarlos y revelar la situación actual.

A continuación, se presenta la herramienta de categorización de factores basada en la tabla de clasificación de causas - ponderación.

3.2.1.1 Tabla de clasificación de causas - ponderación

Se utilizaron los datos previos donde se clasificaron las causas según las 6M. A cada una de estas causas se le asignó un valor de peso centrado en el objeto de investigación, utilizando una escala de ponderación del 1 al 10. En esta escala, el número 10 representa la puntuación más baja, mientras que el 1 representa la puntuación más alta. Se determinó que, en términos cualitativos, las ponderaciones con el número 10 se consideran negativas, mientras que las ponderaciones con el número 1 se consideran

positivas. Esto se hizo con el propósito de identificar las causas de mayor peso y poder abordarlas de manera efectiva.

Ilustración 19. Tabla de ponderación de causas

Clasificación de causas			
Número	Causas significativas	Clasificación 6M	Peso
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			

Fuente: Elaboración propia

Con base en la matriz de clasificación de peso permitió asignar un valor a cada causa según su importancia y participación en el problema raíz, sin embargo, se trabajó con diferentes variables para llegar a una asignación más exacta para cada una de ellas.

3.2.1.2 Número de prioridades de impacto (N.P.I)

Una vez que se ha llevado a cabo la clasificación de las causas según su ponderación, se realizará un análisis de dicha ponderación en términos de frecuencia, duración e

impacto. Con base en estas variables, se determinará el número de prioridades por defecto (N.P.I).

Ilustración 20. Número de Prioridades de Impacto (N.P.I)

Clasificación de causas						
Número	Causas significativas	Clasificación 6M	Impacto (I)	Frecuencia (F)	Duración (D)	I*F*D=E
1	Causa					
2	Causa					
3	Causa					
4	Causa					
5	Causa					
6	Causa					
7	Causa					
8	Causa					
9	Causa					
10	Causa					
11	Causa					
12	Causa					
13	Causa					
14	Causa					
15	Causa					
16	Causa					
17	Causa					
18	Causa					
19	Causa					
20	Causa					

Fuente: Elaboración propia

La asignación de pesos es un proceso crucial para evaluar y priorizar distintos aspectos. En el caso de la empresa de insumos médicos, los pesos asignados fueron determinados en colaboración con la jefatura y el equipo de trabajo, quienes cuentan con un conocimiento experto en el área. Los mismos son indicadores clave que reflejan la importancia relativa de cada aspecto considerado. A continuación, se detalla la matriz con sus diferentes niveles y ponderaciones.

Ilustración 20. Nivel de impacto

Nivel de impacto (afectación)	Peso
Muy bajo	1
Bajo	2
Medio	3
Alto	4
Muy alto	5

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente de identificar el valor porcentual absoluto se realiza la creación del Diagrama de Pareto.

3.2.1.3 Diagrama de Pareto

Con base en lo expuesto en el capítulo 2 del Marco Teórico, se utilizó un diagrama para clasificar la información en función de su impacto, siguiendo el principio de Pareto. Este principio establece una relación de 80-20, lo que significa que el 80% de los problemas se originan a partir del 20% de las causas.

Una vez que se identificaron las causas de acuerdo con su impacto mediante el método N.P.I, se procedió a realizar un diagrama de Pareto. El objetivo era identificar las causas más significativas, que representan el 20%, y llevar a cabo un análisis detallado de cada una de ellas. Esta etapa se enmarca en la tercera fase del DMAIC, conocida como "analizar".

Es importante destacar que este enfoque permite priorizar las causas de mayor impacto, lo cual facilita la toma de decisiones enfocada en la resolución efectiva de los problemas.

El diagrama de Pareto y el análisis posterior constituyen una herramienta valiosa para mejorar los procesos y optimizar el rendimiento en la empresa.

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

En esta sección, se implementa la fase de análisis del método DMAIC con el propósito de examinar detalladamente los datos recolectados en las etapas previas.

3.3.1 Etapa analizar

En esta fase, se lleva a cabo un análisis del impacto de cada una de las causas previamente identificadas, con el propósito de comprender cómo contribuyen al problema de gestión de compras e inventarios. Como se mencionó anteriormente, el enfoque de este proyecto es cuantitativo, por lo tanto, el análisis se realizó utilizando herramientas de ingeniería que permiten cuantificar el impacto y determinar el camino a seguir en términos de propuestas de mejora.

Para analizar cada una de las causas más relevantes, se emplearon diversas herramientas estadísticas, cuadros comparativos, análisis de procesos, diagramas, indicadores y pronósticos. Estas herramientas resultaron necesarias para verificar los datos obtenidos y compararlos con los datos históricos de la empresa. Además, fue crucial realizar comparaciones entre los procesos actuales y aquellos que podrían ser optimizados.

Con base en lo anterior, se establecieron las propuestas de mejora que serán implementadas en la siguiente fase del DMAIC. Este permitirá tomar decisiones

informadas y desarrollar soluciones efectivas para abordar los desafíos identificados en la gestión de compras e inventarios.

3.4 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

En esta sección, se formulan las recomendaciones de mejora con el propósito de abordar y mitigar la problemática identificada. Se centra en cada una de las causas previamente reconocidas y analizadas en la sección anterior, con el objetivo de eliminar o reducir su impacto negativo.

Las propuestas de mejora se elaboran cuidadosamente, considerando la información recopilada, el análisis realizado y las metas establecidas. Se busca implementar soluciones efectivas y viables que permitan resolver las causas principales del problema y mejorar la eficiencia y el rendimiento en el área específica.

Estas propuestas de mejora representan una estrategia integral y coherente para abordar las causas identificadas, y se basan en la comprensión profunda de los desafíos y las oportunidades de mejora. Una vez implementadas, se espera que estas medidas contribuyan a superar la problemática y promuevan una gestión más eficiente y efectiva en el área correspondiente.

3.4.1 Etapa mejorar

Con el propósito de establecer un punto de partida sólido, se ha llevado a cabo una exhaustiva evaluación para determinar las soluciones más efectivas para abordar las causas identificadas como más significativas.

Este proceso ha implicado un análisis minucioso de cada causa, considerando su impacto en el problema general y su relación con otros factores. Se ha tenido en cuenta la retroalimentación de diversos expertos y la revisión de datos cuantitativos y cualitativos relevantes para respaldar la toma de decisiones.

Con base en esta evaluación detallada, se han identificado y propuesto una serie de soluciones que se consideran las más adecuadas para abordar las causas principales del problema. Estas soluciones han sido diseñadas para ser prácticas, eficientes y sostenibles en el tiempo.

Cabe mencionar que estas soluciones constituyen una base inicial y flexible, ya que el proceso de mejora continua implica ajustes y adaptaciones a medida que se implementan y se obtienen nuevos datos y resultados. Sin embargo, se espera que estas soluciones iniciales sean un punto de partida sólido y efectivo para abordar las causas más significativas y avanzar hacia una resolución exitosa del problema.

3.4.1.1 Diagrama de Gantt

Con el objetivo de garantizar una implementación eficiente y controlada de las propuestas de mejora, se ha utilizado la herramienta del Diagrama de Gantt para organizar y programar todas las actividades relacionadas.

El Diagrama de Gantt ha permitido establecer una secuencia lógica de tareas, asignarles una duración estimada y definir las dependencias entre ellas. Esto ha facilitado la planificación y el seguimiento de cada paso necesario para llevar a cabo la implementación de las propuestas de mejora de manera ordenada y efectiva.

3.4.1.2 Análisis Costo Beneficio

Dado que las propuestas de mejora implican cambios en los procesos y requieren recursos adicionales, se llevó a cabo un análisis exhaustivo de costo-beneficio. En este análisis, se evaluaron los costos asociados en comparación con el aumento de utilidades que se espera que la empresa obtenga como resultado de la implementación de dichas propuestas.

El análisis de costo-beneficio permitió examinar detalladamente los gastos necesarios para implementar las mejoras propuestas, a su vez, se consideraron los beneficios esperados, como la optimización de los procesos, reducción de costos operativos, aumento de la eficiencia y mejora en la calidad de los productos o servicios.

La finalidad de este análisis fue evaluar la viabilidad económica de las propuestas de mejora y determinar si los beneficios esperados superan los costos asociados. Asimismo, permitió identificar aquellas propuestas que ofrecen un retorno de inversión más favorable y que pueden generar un impacto significativo en la rentabilidad de la empresa.

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

En esta sección, se presentan las herramientas de control que desempeñarán un papel fundamental en el seguimiento y evaluación de las propuestas de mejora. Se han empleado indicadores de gestión específicos relacionados con el registro y control de materiales en el área de Manufacturing Services.

Estos indicadores se seleccionaron cuidadosamente para proporcionar una visión clara y objetiva del progreso y la evolución de las mejoras implementadas. Permiten medir de manera cuantitativa y cualitativa diversos aspectos relevantes, como el manejo eficiente de los materiales, la reducción de desperdicios, el cumplimiento de los plazos de entrega, la optimización de los inventarios y otros parámetros clave. La elección de estos indicadores se basó en su capacidad para reflejar de manera precisa y confiable el desempeño del área de Manufacturing Services en términos de control y gestión de materiales.

Estas herramientas de control proporcionarán una base sólida para monitorear el avance de las propuestas de mejora a lo largo del tiempo. Asimismo, permitirán identificar oportunidades de ajuste y realizar correcciones en caso de desviaciones o situaciones que requieran atención especial.

CAPITULO IV: ANÁLISIS DE CAUSAS RAÍZ

En esta fase de análisis, se despliegan diversas herramientas ingenieriles, incluyendo diagramas de flujo, diagramas de Pareto, diagramas de Ishikawa, tablas, focus group y la metodología de las 6 M, entre otras. Estas herramientas tienen como objetivo fundamental la identificación de las causas principales que subyacen en el aumento de desperdicios no controlados y en la fluctuación de inventarios de ciertos materiales.

El primer paso de esta etapa será dedicado a un minucioso análisis de los procesos involucrados en la investigación, enfocándonos especialmente en los procesos vinculados con el registro y control de materiales. De esta manera, obtendremos una visión más clara y detallada de cómo se desarrollan dichos procedimientos y, al mismo tiempo, detectar posibles áreas de mejora que requieran atención.

Adicionalmente, la utilización de estas herramientas permitirá determinar con precisión en qué línea de producción se encuentran los materiales en Manufacturing Services, un aspecto esencial para establecer un registro y control eficiente, la correcta ubicación de los materiales en la cadena de producción será clave para optimizar los procesos y evitar desperdicios innecesarios.

4.1 ANÁLISIS DEL PROCESO ACTUAL E IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA RAÍZ

En esta sección, se llevará a cabo un análisis detallado de los procesos de registro y control de materiales, así como el análisis del proceso de limpieza y rectificación de mandriles en el área de Manufacturing Services.

Es fundamental obtener una comprensión clara de cómo se desarrolla el proceso de ensamblaje de los dispositivos médicos, en este caso, los catéteres. Para ello, se utilizará

el diagrama de SIPOC, que proporciona una visión general de los proveedores, insumos, procesos, salidas y clientes relacionados con el proceso. Esto nos permitirá tener una visión global de las actividades involucradas, la secuencia en la que ocurren y su relación con otras variables.

Además, se examina el flujo del proceso de ensamblaje de los catéteres, prestando atención a los procedimientos aplicados y de esta forma comprender visualmente las diferentes etapas del proceso, cómo se interrelacionan y cómo afectan al registro y control de materiales.

A continuación, se procederá a explicar detalladamente el proceso, destacando cada una de las etapas y subprocesos involucrados.

4.1.1 Diagrama de SIPOC

En esta sección se ha elaborado un diagrama SIPOC para identificar los proveedores de materia prima para el ensamble de catéteres. Los proveedores identificados se dividen en las siguientes categorías:

- Proveedores de materias primas: Incluyen polímeros, Pbax, Nylon, Tubbing y globos.
- Proveedores de componentes adicionales: Involucran hipotubos, conectores, cables guías y alambres.
- Proveedores de productos químicos: Ofrecen alcohol isopropílico, solventes, lubricantes, selladores y siliconas.

- Proveedores de equipos y maquinaria: Suministran equipos tecnológicos de alto rendimiento que se utilizan en cada área según las necesidades del proceso.
- Proveedores de servicios externos: Brindan servicios de logística, limpieza, seguridad y alimentación.

La empresa cuenta con una cartera de proveedores especializados, de los cuales, cada uno debe cumplir con requisitos muy específicos. Además, el departamento de compras realiza órdenes a cada proveedor teniendo en cuenta los niveles de inventario de los componentes y suministros.

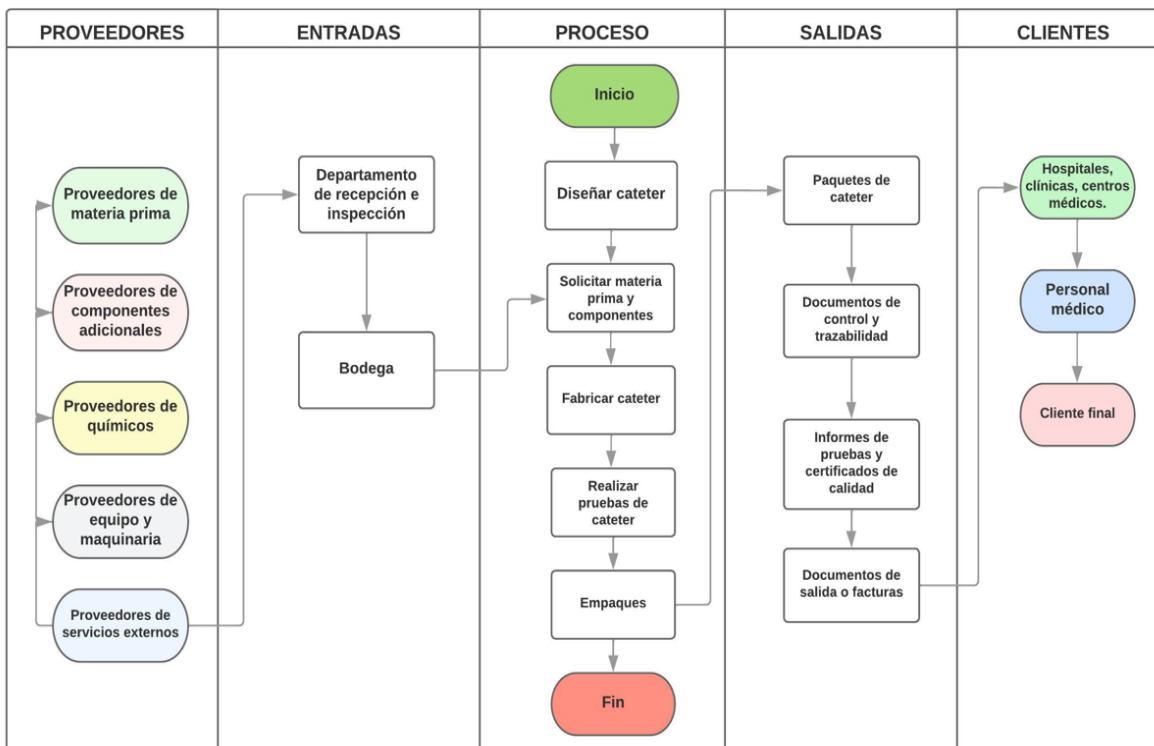
En esta etapa de Inputs (Entradas), se ha identificado que todos los insumos que ingresan deben pasar primero por un departamento de recepción e inspección de muestras. Posteriormente, son trasladados a la bodega de materiales para su adecuada gestión, incluyendo el almacenamiento de materia prima y el mantenimiento actualizado del sistema para registrar los movimientos de material desde la bodega hacia cualquier etapa de producción.

Por otro lado, dentro del proceso se lleva a cabo el diseño y desarrollo del catéter, y con base a esto se solicita el material necesario a la bodega para su envío al proceso de fabricación. Una vez que el producto ha sido fabricado, se procede a realizar pruebas y obtener certificados de calidad antes de empaquetarlo y disponer del insumo para su distribución y venta.

A continuación, se presenta el diagrama para su mayor visualización.

Ilustración 21. Diagrama SIPOC

DIAGRAMA SIPOC PROCESO DE CATETER



Elaborado por: Josué Esteller

Fuente: Elaboración Propia

En el diagrama SIPOC se destaca la importancia de contar con proveedores especializados para suministrar a la empresa insumos de alta calidad destinados al proceso de fabricación de catéteres. Estos insumos desempeñan un papel fundamental en los procedimientos relacionados con la salud y el cuidado de la vida humana, ya que crucial garantizar que los materiales utilizados cumplan con los estándares de calidad más exigentes, lo que contribuye a la eficiencia y seguridad en el proceso de fabricación.

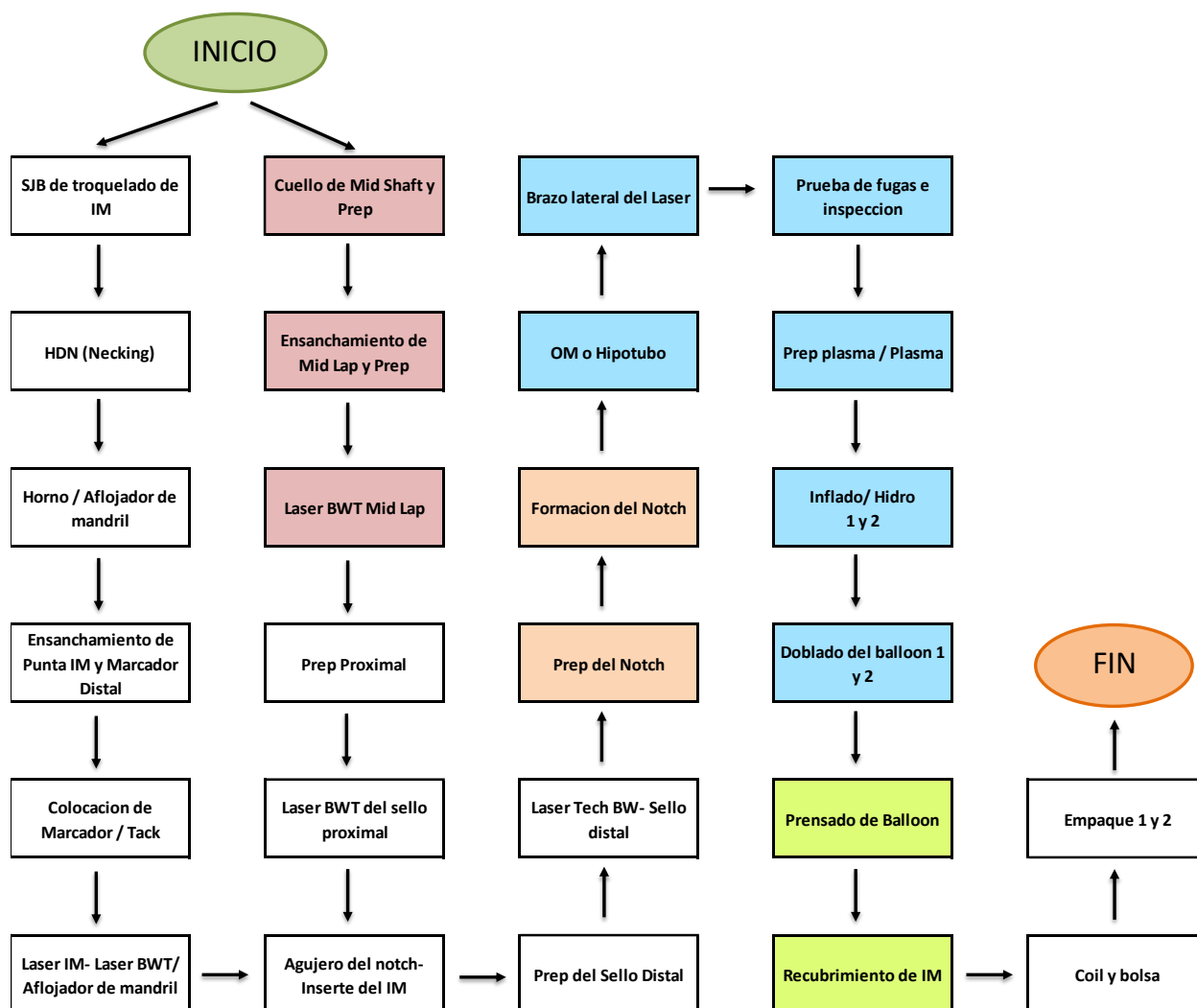
4.1.2 Descripción del proceso ensamble de catéter

Utilizando el siguiente diagrama de flujo de proceso, se describe el flujo del proceso de ensamble de los catéteres, detallando el número de actividades involucradas en cada operación y la cantidad de procesos necesarios para fabricar el producto.

De acuerdo con estos procesos, se lleva a cabo la fabricación completa del catéter, asegurando la calidad y funcionalidad del producto final. Cada etapa desempeña un papel importante en el ensamble, desde el troquelado inicial hasta el empaque final del catéter listo para su distribución. Como parte de proceso es indispensable contar con otros servicios de manufactura que permitan una ejecución correcta que garantice un producto de alta calidad, por esta razón se ha identificado en el diagrama en color amarillo las actividades donde son requerido los mandriles.

A continuación, se muestra el diagrama de flujo de este.

Ilustración 22. Diagrama Flujo Ensamble de Catéter



Fuente: Elaboración Propia

Con base en cada una de las actividades relacionadas con el ensamblaje del catéter se procede a la descripción lógica de las mismas del proceso mencionado:

- SJB de troquelado de IM: La materia prima(IM) se coloca en mandriles y se estira en una maquina utilizando calor.

- HDN (Necking): se le realiza 2 cuellos al material, lo que genera que el material tenga unos extremos con mayor grosor (proximal) y el otro extremo más delgado (distal).
- Horno: el material se coloca en el horno para estabilizarlo por medio de calor.
- Aflojador de mandril: Posterior al horneado se afloja los mandriles para no este adheridos al material (IM).
- Ensanchamiento de Punta IM y Marcador Distal: Se colocan las marcas y punta al IM para el siguiente proceso.
- colocación de Marcador / Tack: se alinean las marcas en la posición requerida del catéter.
- Laser IM- Laser BWT: se soldán las marcas al IM por medio de laser para que no se muevan y queden fijadas.
- Aflojador de mandril: posterior al sellado en la láser, se aflojan los mandriles para que no queden adheridos al IM.
- Cuello de Mid Shaft y Prep: en esta sección se prepara la parte externa del catéter llamado OM, se estira la materia prima (nylon).
- Ensanchamiento de Mid Lap y Prep: en esta estación se une el OM con el DBOM.
- Laser BWT Mid Lap: en esta estación se sella el OM con el DBOM por medio de laser.
- Prep Proximal: en esta estación se coloca el balloon al catéter en proceso, en la posición de proximal del OM.
- Laser BWT del sello proximal: se sella el balloon al OM por medio de laser.

- Agujero del notch- Inserte del IM: se retira el mandril del OM, se realiza un agujero para insertar el IM que ha pasado por los procesos mencionados anteriormente.
- Prep del Sello Distal: se alinean marcadores al balloon y se corta el excedente de la punta.
- Laser Tech BW- Sello distal: Se alinean marcadores y se sella la punta al balloon por medio de laser.
- Prep del Notch: inserta un mandril en forma de medialuna para que darle la forma al agujero realizado.
- formación del Notch: se sella en una maquina por medio de un sello el OM y el IM y hace el orificio del notch por donde pasa cable guía/ inspección que no haya fugas, que no haya defecto, que este bien realizado el agujero del notch
- OM o Hipotubo: se ensambla hipotubo al OM.
- Brazo lateral del Laser: en estación se graba el número de parte y numero del lote a una pieza llamada side arm por medio laser.
- Prueba de fugas e inspección: se realizan pruebas de fuga al catéter, que el balloon infle y desinfe, marcadores bien alineados, medida correcta, marcadores femorales.
- Prep Plasma: en esta estación se infla el balloon con aire para ingresarlo al siguiente proceso.
- Plasma: el catéter inflado se mete a una máquina que realiza una mezcla de gases, hace un vacío para abrir el equipo y sacar el material nuevamente con el fin de esterilizar el catéter.
- Inflado: se infla el balloon nuevamente para ingresarlo al proceso siguiente.

- Hidro 1 y 2: se realiza lubricación de catéter y se seca con luz ultravioleta.
- Doblado del balloon 1 y 2: se infla el balloon para realizarle 3 pliegues en forma de alas y se prensa el balloon para comprimir las alas y quede con una forma de sombrilla cuando se cierra.
- Prensado de Balloon: se coloca una funda y prensa el balloon para comprimirlo.
- Recubrimiento de IM: se lubrica el catéter por dentro.
- Coil y bolsa: se realizan pruebas finales al catéter, forma, daños, golpes, se coloca funda / se coloca las unidades en un dispensador de catéter para proteger la unidad, se coloca en una bolsa estéril sellada al vacío, se coloca etiqueta con toda la información del catéter.
- Empaque: se empaca en una caja, se coloca etiqueta con información del catéter / el lote de producción en proceso de empaque se va colocando en un cage, para posterior ser trasladado a boxing una vez finalizado el proceso de empaque y confirmación de lote.

Este proceso de ensamble implica una serie de etapas meticulosas y secuenciales para garantizar la calidad y funcionalidad del producto final, desde la colocación de la materia prima en mandriles hasta el empaque y etiquetado, cada paso del proceso cumple una función específica en la fabricación del catéter.

La utilización de tecnologías como el láser y el control de calidad en cada etapa aseguran que el catéter cumpla con los estándares requeridos. Además, la esterilización y el empaque adecuado garantizan la integridad y seguridad del producto antes de ser distribuido. En conjunto, todas estas actividades contribuyen a

la fabricación exitosa de catéteres de calidad, esenciales para aplicaciones médicas y el cuidado de la salud de los pacientes.

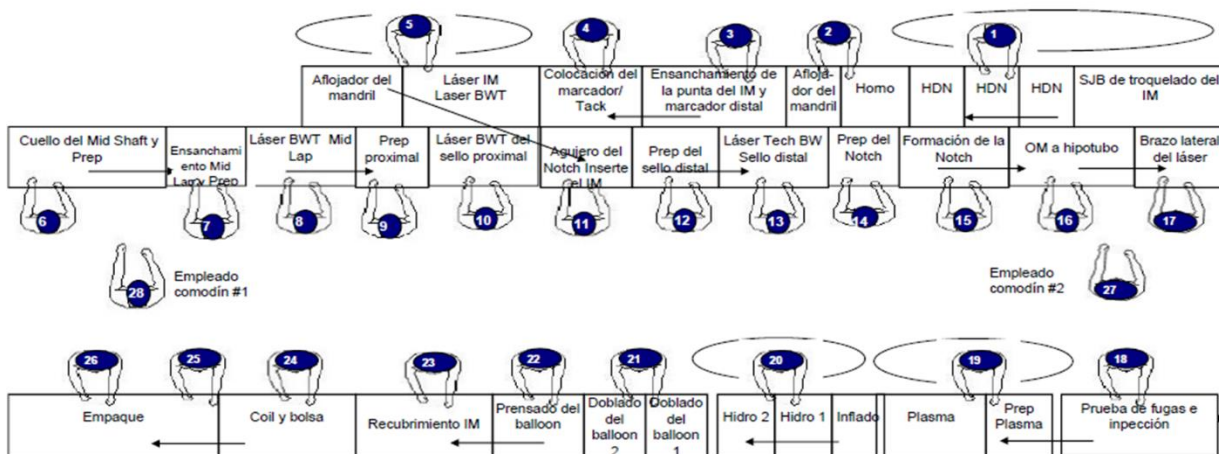
4.1.3 Identificación del proceso y operatividad de la línea de producción

En esta etapa de análisis, es importante identificar y comprender en detalle la operativa del proceso de ensamble de catéteres, así como la cantidad de personal involucrado en cada turno. A continuación, se proporciona una descripción más amplia de esta información:

El proceso de ensamble de catéteres se lleva a cabo en diferentes turnos, y en cada turno se asigna un equipo de trabajadores que desempeñan roles específicos para garantizar un flujo de trabajo eficiente y una producción de calidad. La cantidad de personal involucrado en cada turno puede variar dependiendo de la capacidad y la demanda de producción.

En general, el proceso requiere una coordinación y colaboración estrecha entre distintas áreas y funciones. Por ejemplo, se pueden identificar operadores de máquinas especializadas encargados de la manipulación de los mandriles, el estiramiento de la materia prima y la soldadura mediante láser. Estos operadores deben estar capacitados en el manejo adecuado de las máquinas y en el cumplimiento de los procedimientos de seguridad.

Ilustración 23. Proceso y personal de turno Ensamble de Catéter



Fuente: Departamento de Calidad

Este proceso implica la participación de un equipo multidisciplinario que desempeña roles específicos en cada turno. El personal incluye operadores de máquinas, técnicos de control de calidad y otros profesionales.

4.1.4 Descripción del Proceso de Inventario de Mandriles

Es esencial destacar que el área de manufactura y servicio juega un papel crítico e importante por ser el responsable del suministro y prestación de los servicios de rectificado y limpieza de mandriles, actividades fundamentales en la calidad y funcionalidad de los productos en el proceso de manufactura de catéteres.

La gestión de este departamento radica en su capacidad para garantizar que los mandriles, piezas clave en la fabricación de catéteres, cumplan con los estándares más rigurosos de precisión y calidad, donde se asegura que estas piezas alcancen las tolerancias dimensionales exactas requeridas para lograr el rendimiento óptimo de los

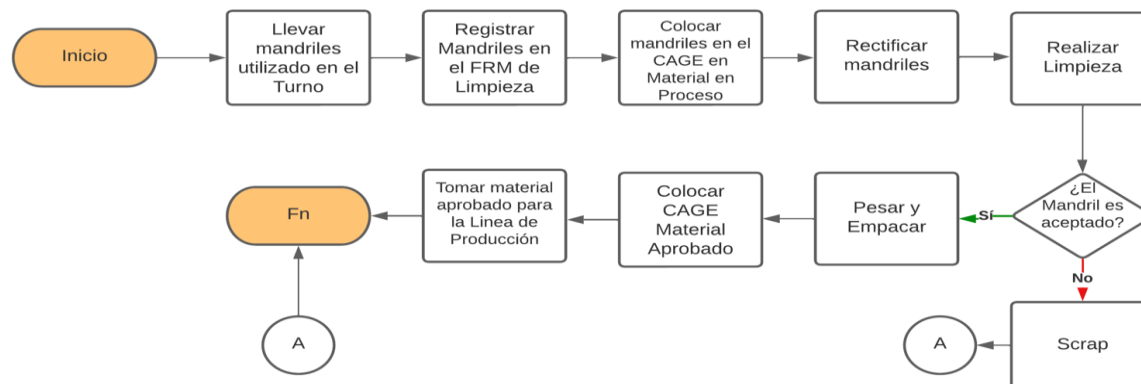
catéteres. Asimismo, la limpieza minuciosa de los mandriles es vital para eliminar cualquier contaminante o residuo que podría afectar negativamente la esterilidad y la seguridad de los productos finales.

Por lo tanto, después de identificar el proceso de ensamble de los catéteres, resulta crucial comprender el procedimiento relacionado con el inventario de los mandriles mismos que son utilizados en dicho proceso. Además, es importante conocer en detalle el tratamiento que se les aplica para garantizar su reutilización en cada uno de los turnos. Esta etapa es primordial para asegurar la disponibilidad y el adecuado estado de estos, para mantener un flujo eficiente de producción de catéteres.

El manejo cuidadoso y el tratamiento adecuado de los mandriles contribuyen a optimizar los recursos y a mantener la calidad en el proceso de ensamble, lo que a su vez impacta positivamente en la productividad y la satisfacción del cliente.

A continuación, se muestra el flujo del proceso para contar con el inventario en las líneas de producción.

Ilustración 24. Diagrama de Flujo Inventario de Mandriles



Elaborado por: Josué Esteller

Fuente: Elaboración Propia

El diagrama anterior demuestra cada una de las actividades que se realizan para generar el disponible de inventario para ser utilizado en cada turno de proceso de las cuales se detallan a continuación.

1. Al final de cada turno el líder de producción lleva al área los mandriles utilizados durante el turno para ser limpiados, la persona.
2. Registrar los mandriles en el FRM de limpieza y rectificación de mandriles donde debe colocar en este formato la información que se solicita. **(Ver anexo 1)**
3. Colocar los mandriles en un Cage (mueble tipo estantería) de material en proceso, en el espacio asignado para dicho número de parte, esta sección se encuentra todos los mandriles que deben ser limpiados o rectificados según corresponda. **(Ver anexo 2)**

4. Algunos números de parte específicos de mandriles pasan por el proceso de rectificación de mandriles, el cual se lleva a cabo en una máquina para realizar el enderezado. **(Ver anexo 3)**
5. Realizar limpieza de mandriles, el cual se realiza en mesas donde se colocan en una cubeta con alcohol isopropílico por algunos minutos y posterior se limpian de forma manual. **(Ver anexo 4)**
6. Pesa y empacar en bolsas de 500 unidades con las características del mandril en proceso, numero de parte, descripción, lote y cantidad. **(Ver anexo 5)**
7. Colocar en el Cage de Material aprobado. **(Ver anexo 6)**
8. Cage (Mueble tipo estantería) de material aprobado es donde los Material Handler (Proveedor de Materiales a líneas de producción) toma los mandriles que necesitan las líneas de producción para cada inicio de turno.

4.1.5 Registro actual de materiales en el área de manufactura

Actualmente, en el área de servicio de manufactura, se lleva un control manual para registrar el proceso de rectificación y limpieza de los mandriles. Esta tarea se encuentra bajo la responsabilidad del líder de producción, quien completa el formulario FRM al finalizar cada uno de los turnos.

Además, el crecimiento y la complejidad de las operaciones, evidencia que el sistema actual presenta algunas limitaciones y desafíos, por un lado, el proceso de rectificación y limpieza de los mandriles es esencial para mantener la calidad y eficiencia de los productos y, por otro lado, el método de recolección de datos manual puede resultar propenso a errores por mala escritura y sesgo de la información.

Un aspecto crítico que el sistema de control actual no aborda adecuadamente es la generación de datos sustanciales para respaldar decisiones estratégicas y análisis profundos, ya que carece de capacidad para determinar con exactitud cuál de las líneas de producción está generando un mayor número de solicitudes o devoluciones al área de manufactura. Así como un registro preciso del material de desecho (Scrap) que se origina, dificultando identificar patrones e implementación de medidas correctivas.

A continuación, se muestra el cuadro de control actual.

Ilustración 25. Formulario actual FRM control registros

RELEASED - EFFECTIVE 15-JAN-2020

Abbott

Rectificación y limpieza de mandriles

FRM212550
Rev B
Page 1 of 1

Proceso	Entregado a MFG Services por: (Firma y fecha):	Turno	Línea	Número de parte	Cantidad Entregada (EA)	Recibido por (Firma y fecha):	Rango de diámetro de OD (in)
<input checked="" type="checkbox"/> Limpieza <input type="checkbox"/> Rectificación	K. Muelleto 05-Abr-23	B	2.4	TLT200457-434	974	J. Sibya 06 Abr 23	0.0157
<input checked="" type="checkbox"/> Limpieza <input type="checkbox"/> Rectificación	O. Gabilo 05-Abr-23	C	2.2	TLT500467-444	508	J. Medina 06 Abr 23	0.0156
<input checked="" type="checkbox"/> Limpieza <input type="checkbox"/> Rectificación	J. Navarro C 16-Abr-23	C	2.2	TLT500467-444	740		
<input checked="" type="checkbox"/> Limpieza <input type="checkbox"/> Rectificación	D.D. Rodriguez 11 Apr 23	C	1.2	TLT500467-444	1803		
<input checked="" type="checkbox"/> Limpieza <input type="checkbox"/> Rectificación	D.D. Rodriguez 11 Apr 23	C	1.2	T0500467-419	1994		
<input type="checkbox"/> Limpieza <input checked="" type="checkbox"/> Rectificación	H. Ayco 11-Abr-23	A	2.5	TLT200467-340	136		
<input type="checkbox"/> Limpieza <input checked="" type="checkbox"/> Rectificación	J. Moreira A 11-Abr-23	A		Sub TLT MCTrek 2000280-340	522		
<input type="checkbox"/> Limpieza <input type="checkbox"/> Rectificación							

Página revisada por: _____ Fecha: _____

RELEASED

Este es un registro de calidad que se debe conservar según la política local de retención de registros.
Reférase al MPI2070368 y WI2114770

No se puede reproducir fuera de Abbott sin autorización escrita por Control de Documentos

Fuente: Supervisión de turno

Como se observa en el formulario la información se genera de forma manual, la cual se dificulta la tabulación y otros datos importantes para la toma de decisiones por esta razón, surge la necesidad imperante de modernizar el enfoque de supervisión y recopilación de

datos, que pueda proporcionar soluciones efectivas a los desafíos presentes. Esto permitiría una toma de decisiones más informada, la identificación temprana de tendencias problemáticas y la optimización de los procesos para minimizar los desperdicios y maximizar la eficiencia.

4.1.6 Costo unitario de material por tipo de mandril

En el entorno de la industria médica, la eficiencia en la gestión de recursos y costos desempeña un papel fundamental en el éxito y la sostenibilidad de estas. Por esta razón, la empresa médica en estudio se ha dedicado a ofrecer soluciones médicas innovadoras y de alta calidad.

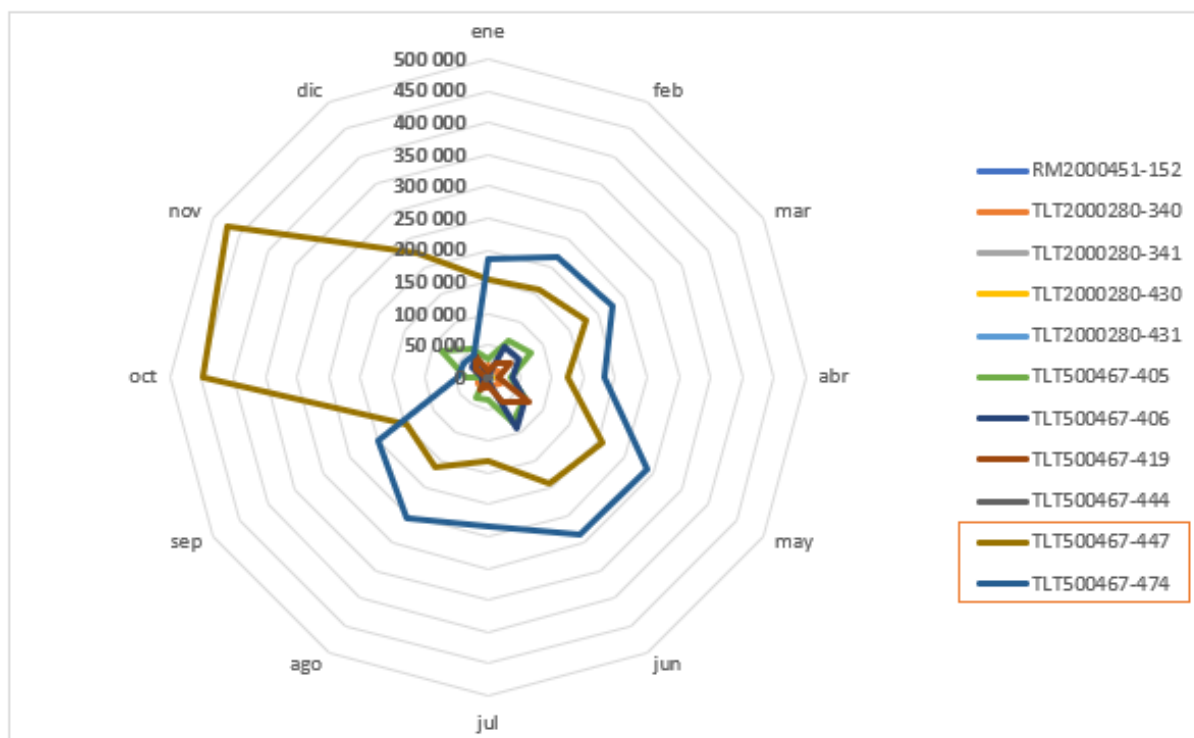
Una parte esencial de este compromiso implica el manejo minucioso de los recursos, en particular, los materiales utilizados en la producción, uno de los aspectos concluyentes de esta gestión es la evaluación y seguimiento de los costos de materiales, segmentados según los diferentes tipos de mandriles utilizados en los procesos de fabricación.

Los mandriles, son componentes esenciales en la fabricación de dispositivos médicos (Catéter), lo cual, presentan una diversidad de formas y funciones que se adaptan a las necesidades específicas de cada producto, la variabilidad en los diferentes tipos de número de parte impacta directamente en los costos de producción, y la disponibilidad de estos.

Por esta razón, se analiza la importancia de este enfoque destacando la gestión de costos asociados a cada tipo de mandriles y su comportamiento en las compras y cantidades durante el periodo 2022.

A continuación, se muestra mediante una gráfica cuales son los mandriles de mayor demanda en compra para el periodo 2022.

Ilustración 26. Gráfico de radar unidades de Mandriles 2022



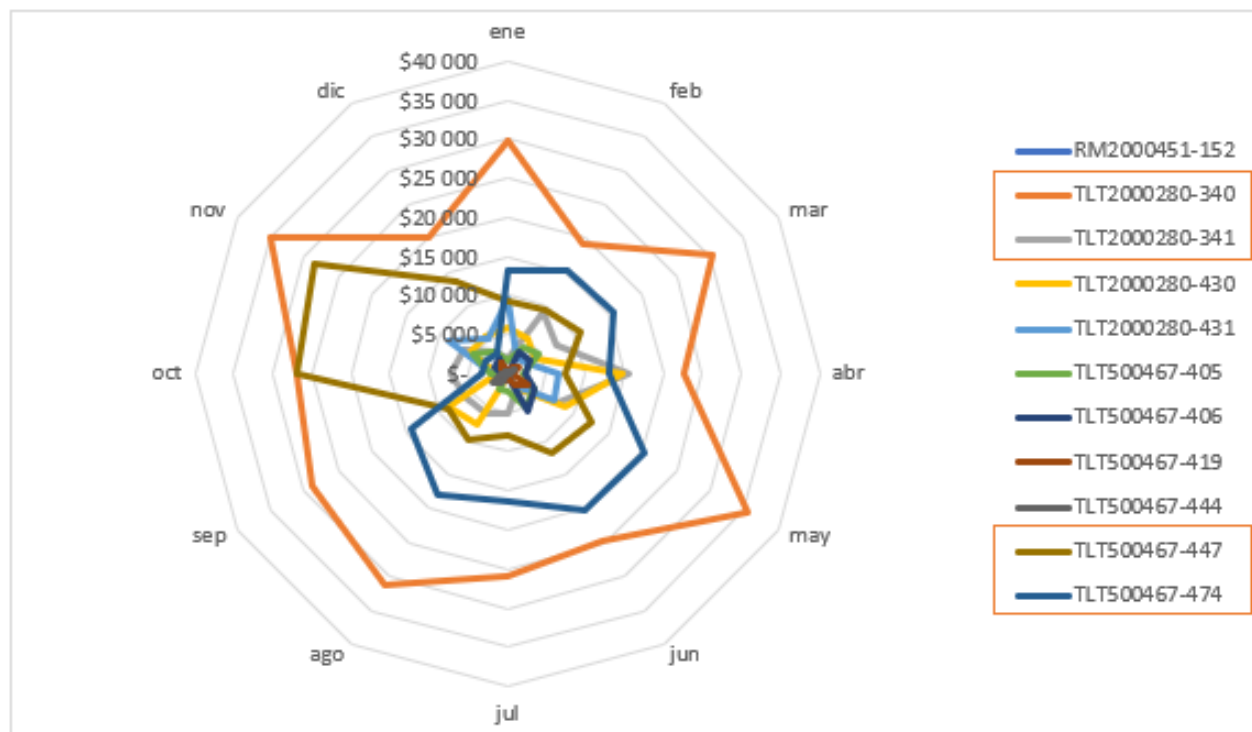
Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la gráfica de la imagen número 27 se destaca que el mandril **TLT500467-447** se utilizaron en el proceso de manufactura durante el periodo 2022 un total de **2,272,001** unidades y **TLT500467-474** un total de **1,004,231** lo cual evidencia que son los materiales con mayor demanda para la producción de catéter en las líneas de producción.

Además, se ha realizado un análisis exhaustivo del comportamiento de los costos asociados a la utilización de mandriles. Dentro de este análisis, se destaca que el material **TLT2000280-340** registró un gasto total de **\$330,213**. El material **TLT2000280-**

341 registró un gasto total de **\$77,791**. El material **TLT500467-447** registró un gasto total de **\$156,453**. El material **TLT500467-474** registro un gasto total de **\$155,085**. Siendo los 4 números de parte de mandriles con mayor costo asociado durante el transcurso del año 2022.

Ilustración 27. Gráfico de radar costo de mandriles



Fuente: Elaboración Propia

A través de un minucioso estudio que involucra los costos y las cantidades adquiridas de mandriles a lo largo del año 2022, se logra establecer de manera precisa el costo unitario correspondiente a cada tipo de material, dato importante para la investigación.

Tabla 1. Costo unitario por tipo de material

MANDRILES		
Part Number	Descripción	Costo Unitario
RM2000451-152	WIRE,SS,CT&DBR .0153X65"	\$0,29
RM2000451-154	WIRE, STAINLESS STEEL, 65X.25	\$0,31
RM2035104-04	WIRE SE NITI CT & DBR 0.0153"	\$0,24
TLT2000280-340	Mandrel P. Ctd. 0.028	\$1,61
TLT2000280-341	Mandrel P. Ctd. 0.029	\$1,71
TLT2000280-430	Mandrel, P. Coated, -430	\$2,09
TLT2000280-431	Mandrel, P. Coated, -431	\$1,71
TLT500467-405	Mandrels, Standardized, 12" SPII	\$0,06
TLT500467-406	MANDRELS, STANDARDIZED, .0155	\$0,06
TLT500467-419	Standardised Mandrel RX Jaguar	\$0,04
TLT500467-444	OTW SUPPORT MANDREL SS .0157/63.0	\$0,42
TLT500467-447	RX GENUITY	\$0,06
TLT500467-474	MANDRELS STANDARDIZED 0.01565 +/- 0.00	\$0,07

Fuente: Elaboración Propia

A partir del desglose de la lista de materiales y sus respectivos costos, es posible identificar que el Mandril con el valor más elevado corresponde al TLT2000280-430, mientras que el de menor costo es el TLT500467-419, presentando una diferencia de tan solo \$2.05 dólares entre ambos.

4.1.7 Análisis 80-20 sobre cantidad de desecho diario de mandriles

De acuerdo con el análisis realizado 80-20 en relación con la cantidad de material scrap de mandriles diarios, se ha identificado que un 72.43% de los materiales que se desperdician diariamente corresponden a un gasto estimado de \$6.039,00 dólares.

Extrapolando esta cifra al transcurso de un año, se calcula que se está incurriendo en un gasto total de \$2.174.040,00 dólares debido al desperdicio de estos materiales, importante resaltar que estos valores reflejan una considerable inversión financiera por parte de la empresa y que no se está llevando de manera controlada y preventiva las decisiones correctas que podría ser más eficazmente dirigida hacia otros aspectos de la operación.

Se identifica que los materiales identificados son TLT500467-447, TLT2000280-341 y TLT2000280-340. Los cuales se debe implementación de prácticas de control de calidad más rigurosas, el monitoreo constante de los procesos de producción y la optimización de los métodos de manipulación y almacenamiento de estos materiales podrían contribuir de manera significativa a la reducción del material Scrap (desecho) y, por ende, a la disminución de los gastos asociados.

Tabla 2. Numero de Partes y Cantidad de Scrap

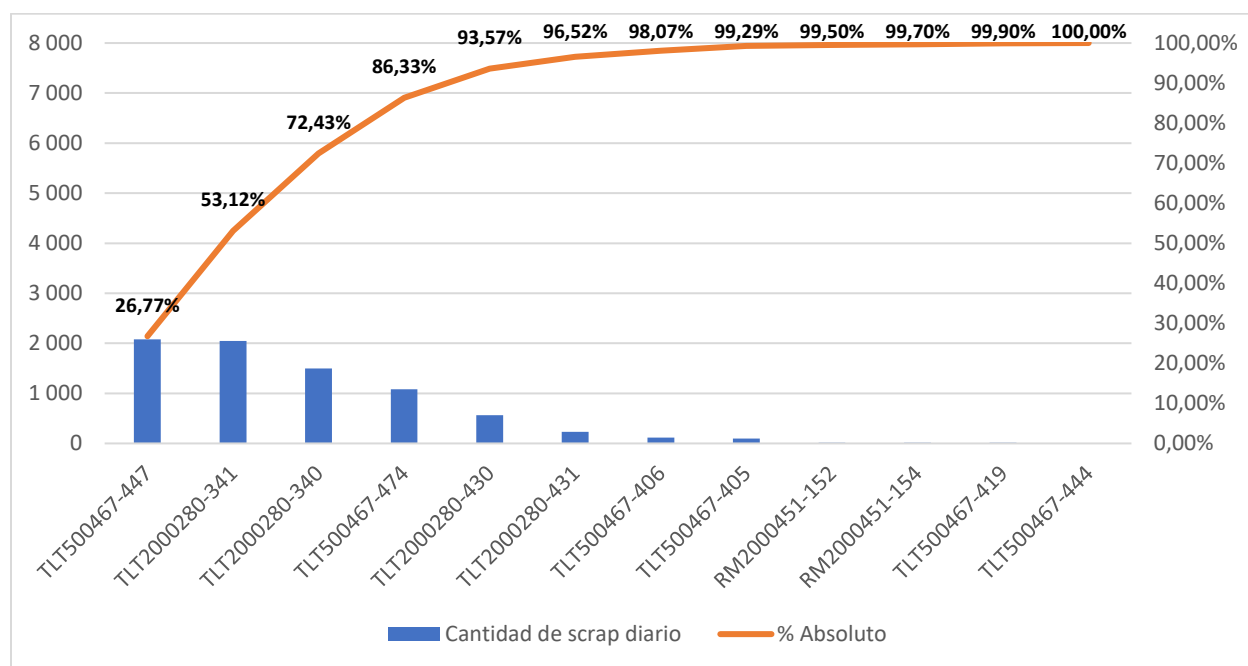
MANDRILES				SCRAP DIARIO			
Part Number	Descripción	Tratamiento	Req por turno	Cantidad de scrap diario	% Participación	% Absoluto	% Scrap diario
TLT500467-447	RX GENUITY	Limpieza	6 500	2 080	26,77%	26,77%	32%
TLT2000280-341	Mandrel P. Ctd. 0.029	Rectificación	8 900	2 047	26,35%	53,12%	23%
TLT2000280-340	Mandrel P. Ctd. 0.028	Rectificación	7 500	1 500	19,31%	72,43%	20%
TLT500467-474	MANDRELS STANDARDIZED 0.01565 +/- 0.00	Limpieza	4 500	1 080	13,90%	86,33%	24%
TLT2000280-430	Mandrel, P. Coated, -430	Rectificación	3 750	563	7,24%	93,57%	15%
TLT2000280-431	Mandrel, P. Coated, -431	Rectificación	1 350	230	2,95%	96,52%	17%
TLT500467-406	MANDRELS, STANDARDIZED, .0155	Limpieza	2 400	120	1,54%	98,07%	5%
TLT500467-405	Mandrels, Standardized, 12" SPII	Limpieza	500	95	1,22%	99,29%	19%
RM2000451-152	WIRE,SS,CT&DBR .0153X65"	Limpieza	400	16	0,21%	99,50%	4%
RM2000451-154	WIRE, STAINLESS STEEL, 65X.25	Limpieza	400	16	0,21%	99,70%	4%
TLT500467-419	Standardised Mandrel RX Jaguar	Limpieza	500	15	0,19%	99,90%	3%
TLT500467-444	OTW SUPPORT MANDREL SS .0157/63.0	Limpieza	400	8	0,10%	100,00%	2%

Fuente. Elaboración Propia

Como se observa en la tabla 2, permite identificar cuáles son los números de parte que contribuyen más significativamente al SCRAP total y proporciona información valiosa para tomar decisiones dirigidas a la mejora de la eficiencia y la reducción de desperdicios en el proceso de producción.

Para una mejor visualización se presenta el diagrama de Pareto 80-20 por SCRAP

Ilustración 28. Diagrama Pareto 80-20 por SCRAP



Fuente. Elaboración Propia

Por lo tanto, el diagrama resalta la necesidad de una estrategia enfocada en la reducción del scrap, particularmente en los números de parte que tienen la mayor contribución, mismos que generan desafíos específicos asociados con estos componentes y sus tratamientos podría llevar a una mejora sustancial en la eficiencia del proceso de producción y a una reducción de los costos asociados al desperdicio.

4.2 IDENTIFICACIÓN DE CAUSAS Y EL PROBLEMA RAÍZ

En esta sección, se lleva a cabo la recopilación y análisis de información relacionada con las causas más relevantes y participativas en el problema raíz el cual afectan la disponibilidad de inventario de los mandriles en cada turno.

Es concluyente comprender y abordar las causas que puedan limitar la disponibilidad de mandriles, ya que estos desempeñan un papel fundamental en el proceso de ensamble de catéteres. Mediante un análisis exhaustivo, se busca identificar los factores que pueden influir en la disponibilidad de estos, así como la demanda del producto, los tiempos de producción, las necesidades de mantenimiento y la capacidad de suministro por parte del encargado de materiales.

La información se enfoca a identificar sobre la cantidad de mandriles disponibles en cada turno, lo que permitirá evaluar el nivel de inventario y determinar si es adecuado para satisfacer la demanda y mantener un flujo de producción constante. Esto implica examinar las entradas y salidas de mandriles durante cada turno, teniendo en cuenta factores como las entregas de proveedores, los volúmenes de producción y las solicitudes de otros departamentos.

4.2.1 Bitácora de observación y entrevistas con el personal

Para determinar el grado de afectación o cuales son los factores o variables involucradas es fundamental un conversatorio o entrevista con el personal involucrado directamente en la operación, así como el levantamiento de las variables encontradas por el

investigador con la finalidad de ampliar el panorama e ir depurando aquellas causas más representativas o participativas en el problema raíz.

Observación Propia

La bitácora de observación se ha utilizado como un recurso valioso para recopilar datos relevantes durante uno o varios días específicos. Durante la elaboración de esta bitácora, se han considerado varios factores de gran importancia. Uno de ellos es la elección de un día de operaciones normales en las líneas de producción y los cuartos de manufactura.

Estos días suelen caracterizarse por un alto flujo de trabajo y representan un desafío para el equipo. A través, de este recorrido, se identificaron diversas causas que contribuyen a la aparición de varios problemas en el proceso de ensamblaje de catéteres.

Durante la observación realizada, se han encontrado diversas causas que generan problemas en el proceso de manufactura.

Ilustración 29. Levantamiento de Causas

Bitácora de observación			
Lugar: Empresa Dispositivos Médicos	Fecha: Enero 2023	Observador/a: Josue Esteller	Hora de inicio: 8:00 am Hora de finalización: 1:00 pm
Mejorar la eficiencia del registro y control de materiales en el área de Manufacturing Services de la empresa de dispositivos médicos ubicada en Coyal Free Zone Alajuela durante el primer semestre del año 2023, a través de la implementación de un sistema de gestión de materiales bajo la metodología DMAIC.			
<ul style="list-style-type: none"> *No se evidencia control de la cantidad de mandriles que se realiza limpieza y rectificación (Manufacturing services) *Criterios de aceptación muy bajos para desechar mandriles en proceso de Rectificación (Manufacturing services) *Criterios de aceptación muy bajos para desechar mandriles en el proceso de Limpieza (Manufacturing services) *Máquina de rectificación solo atiende 5 números de parte para rectificar (Manufacturing services) *Mala manipulación de los mandriles por parte de los operarios en la (Líneas de Producción) *No existe registro sobre desperdicio o ingresos y salidas (Manufacturing services) *Madriles se salen dentro de algunos proceso y caen al suelo lo cual, son desechados (Líneas de Producción) *No se controla el ingreso o salidas de los madriles (Manufacturing services) *Operario toma la decisión de descarte (Líneas de Producción) *Variación en la cantidad de mandriles en los paquetes hacia cuarto de Manufactura (Manufacturing services) *Falta de indicadores de eficiencia en la producción (Manufacturing services) *Falta de Capacitación en la línea de producción *Alto índice de rotación de personal nuevo (Línea de Producción) 			
Comentarios adicionales Estas problemáticas identificadas en el proceso de manufactura y el area de manufacturing services requieren una atención inmediata para mejorar la eficiencia, la calidad y la productividad con respecto a los mandriles.			
Firma del observador	Ing. Josué Esteller		
Firma del encargado			

Fuente: Elaboración Propia

Una vez identificadas las causas más representativas se procede a consultar con los operarios y jefaturas cual es el impacto que generan en el proceso, de las cuales se puede resumir en los siguientes riesgos:

1. Falta de control en la cantidad de mandriles que se realizan limpieza y rectificación en el Cuarto de Manufactura. Esta falta de control puede llevar a una distribución inadecuada de la carga de trabajo y retrasos en la producción.
2. Criterios de aceptación muy bajos para desechar mandriles en el proceso de rectificación y limpieza en el Cuarto de Manufactura. Estos criterios inadecuados pueden resultar en la aceptación de mandriles defectuosos, lo que afecta la calidad del producto final.
3. Limitación de la máquina de rectificación para atender solo 5 números de parte. Esta limitación restringe la capacidad de producción y puede generar cuellos de botella en el proceso.
4. Mala manipulación de los mandriles en las Líneas de Producción. Esta situación puede ocasionar daños a los mandriles y afectar su funcionamiento adecuado.
5. Ausencia de registros sobre el desperdicio o ingresos y salidas de mandriles dificulta tener información precisa sobre el desperdicio y cuanto ingresa y sale del área de manufacturing services dificulta la identificación de problemas y la implementación de mejoras en el proceso.
6. Pérdida de mandriles dentro del proceso, ya que se salen y caen al suelo, lo cual resulta en su descarte. Esta pérdida de mandriles contribuye a los costos y genera una ineficiencia en el proceso.
7. Falta de un sistema de control adecuado para el ingreso y salida de los mandriles a las líneas de Producción dificulta la gestión de inventario y la planificación de la producción de manera eficiente en cuanto a utilización de los mandriles.

8. El operario tiene la responsabilidad de tomar la decisión de descarte en las Líneas de Producción. Esta falta de protocolos claros puede llevar a decisiones subjetivas y variaciones en el proceso.
9. Variación en la cantidad de paquetes hacia el Cuarto de Manufactura. Esta variación dificulta la planificación y el flujo de trabajo, lo que puede resultar en retrasos y desequilibrios en la producción.
10. Falta de indicadores de eficiencia en la producción. La ausencia de métricas claras dificulta la evaluación del desempeño y la identificación de áreas de mejora.
11. Insuficiente capacitación en la línea de producción. La falta de entrenamiento adecuado puede resultar en errores y baja calidad en la producción.
12. Alto índice de rotación de personal nuevo. Esta alta rotación puede afectar la estabilidad y eficiencia del proceso, ya que se requiere tiempo y recursos para capacitar constantemente a nuevos empleados.

Estas problemáticas identificadas en el proceso de manufactura requieren una atención inmediata para mejorar la eficiencia, la calidad y la productividad en la organización.

4.2.3 Clasificación de causas 6 “M”

La aplicación de la metodología de las 6M nos permite clasificar las causas identificadas en cada una de las "M" para comprender su relevancia operativa. Este enfoque nos ayuda a determinar cuál de estas categorías alberga la mayor cantidad de causas, lo que nos permitirá abordar de manera efectiva la identificación del problema raíz.

La metodología de las 6M se basa en seis categorías principales que nos ayudan a analizar y comprender las causas subyacentes de un problema. Estas categorías son:

Mano de obra, Máquinas, Método, Material, Medio ambiente, Medición

Tabla 3. Clasificación de Causas

Causa	Categoría
Inexistencia de registros robustos de Gestión (Ingresos, Salidas, Scrap)	Medición
Inexistencia de Controles ingresos y salida de mandriles de y hacia cuarto de manufactura	Método
Inexistencia de Controles cantidad de Mandriles en limpieza y rectificación	Maquinaria
Criterios de Aceptación para desechar mandriles en limpieza y rectificación son muy bajos	Mano de Obra
Inexistencia de indicadores de la eficiencia en el area de MFS	Medición
Operario toma la decisión de descarte del mandril	Método
Mandriles se salen dentro de algunos procesos y caen al piso	Medición
Mala manipulación de Mandriles en la Línea	Mano de Obra
Maquina de Rectificación solo tiene capacidad para atender 5 numeros de parte	Mano de Obra
Falta de Capacitación en la línea de Producción	Medición
Alta rotación de personal nuevo	Mano de Obra
Variación de Cantidad de mandriles en las bolsas enviadas a Cuarto de manufactura	Método

Fuente: Elaboración Propia

Al aplicar la metodología de las 6M y clasificar las causas identificadas en cada categoría, podemos visualizar cuál de ellas presenta la mayor acumulación de causas. Esto nos permite focalizar nuestros esfuerzos en abordar la categoría que representa el problema raíz, brindándonos una dirección clara para implementar soluciones efectivas y mejorar el proceso en su conjunto.

4.2.4 Diagrama de Ishikawa

Mediante la realización de observaciones de campo y entrevistas con los trabajadores del área de manufactura de la empresa, se han identificado las causas que están generando ineficiencias en el proceso de ensamble de catéteres debido al manejo deficiente de los materiales de manufactura, específicamente los "Mandriles".

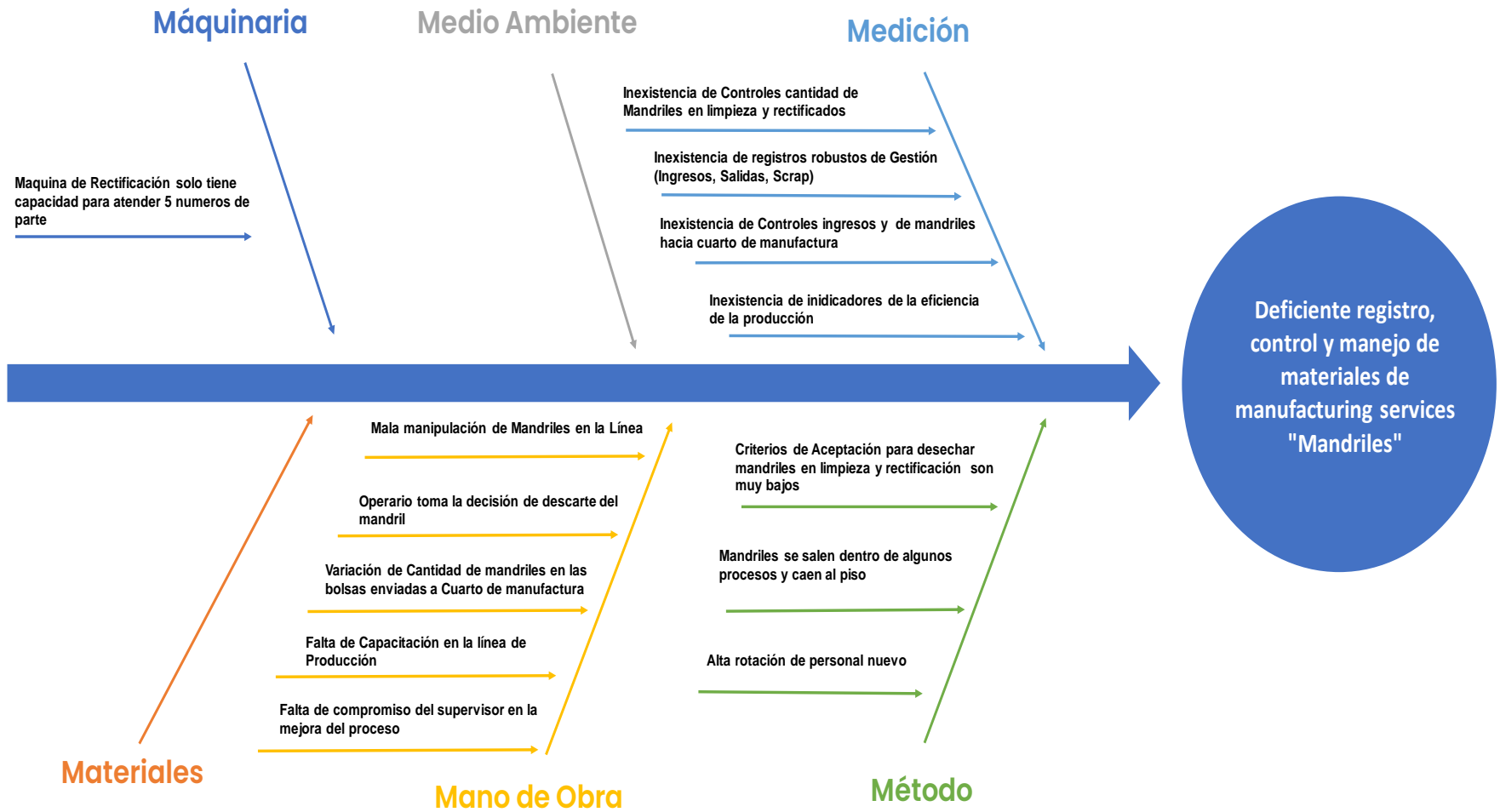
Para analizar y organizar estas causas, se utilizó la herramienta del diagrama de Ishikawa o diagrama de causa y efecto. La cual, permite clasificar cada causa según las seis operaciones básicas del trabajo, conocidas como las "6M". ya clasificadas

anteriormente, por lo cual, cada una de las causas se estructuraron a la derecha de cada una de las espinas del diagrama.

A través de este enfoque, se logró visualizar y comprender de manera más clara la cantidad de causas agrupadas relacionadas con el problema, esta herramienta es sumamente útil para analizar las causas y efectos en cualquier proceso, ya que facilita la identificación detallada que están afectando un proceso específico.

A continuación, se presenta el diagrama que muestra de manera visual cada una de las causas identificadas.

Ilustración 30. Diagrama de Ishikawa o Causa y Efecto

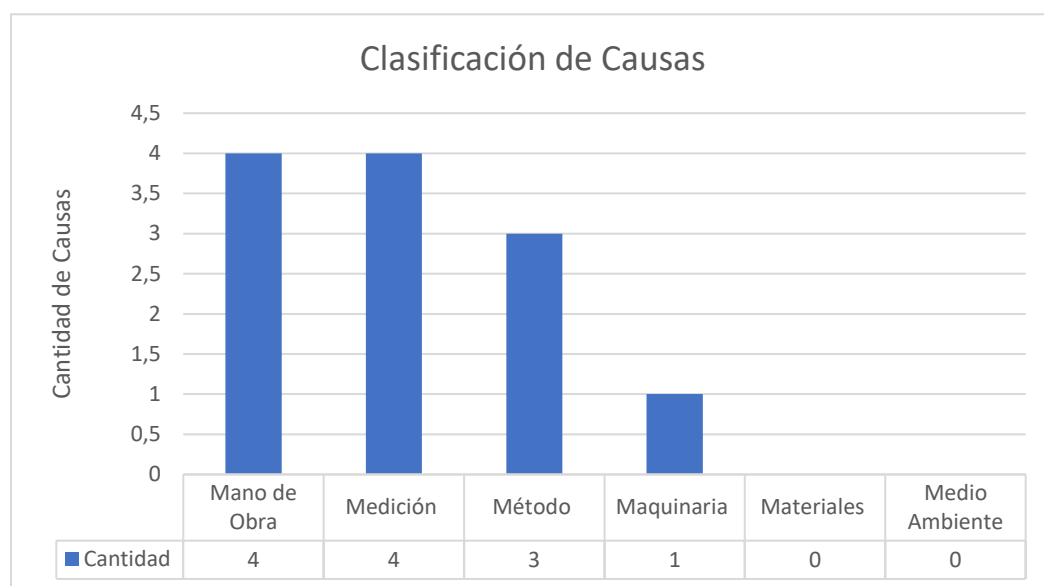


Fuente: Elaboración Propia

Con base en el diagrama de Ishikawa anterior, permitió identificar un total de 12 causas directas que están generando problemas en el proceso ensamble de Catéter en el área de manufactura.

Estas causas se han clasificado según las seis operaciones básicas del trabajo: Maquinaria o Equipo, Medio Ambiente, Medición, Materiales, Mano de Obra y Metodología. Específicamente, se han identificado las siguientes:

Ilustración 31. Participación de Causa en el Problema Raíz



Fuente. Elaboración Propia

A continuación, se describirá detalladamente cada una de estas causas para tener un mayor entendimiento las mismas.

MAQUINARIA

- La limitación de la máquina de rectificación para atender solo 5 números de parte restringe la capacidad de producción y puede crear cuellos de botella en el proceso. Se debe considerar la ampliación de la capacidad de la máquina o la implementación de alternativas para evitar la interrupción del flujo de trabajo.

MEDICIÓN

- La falta de control en la cantidad de mandriles utilizados en la limpieza y rectificación en el Cuarto de Manufactura genera una distribución inadecuada de la carga de trabajo y puede causar retrasos en la producción. Es necesario implementar un sistema de control para garantizar un uso eficiente de los mandriles y mantener un flujo de trabajo constante.
- La ausencia de registros de gestión(ingresos, salidas y scrap dificulta la identificación y el control de los problemas. Es fundamental implementar un sistema de registro para evaluar fluctuaciones de inventarios y el desperdicio para establecer criterios que permitirá identificar áreas de mejora y optimizar el proceso.
- La falta de un sistema de control adecuado para el ingreso y salida de los mandriles en las Líneas de Producción dificulta la gestión del inventario y la planificación de la producción. Es esencial establecer un sistema de seguimiento y control para tener un registro preciso de los mandriles, lo que permitirá una gestión más eficiente y una planificación adecuada del proceso.

- La falta de indicadores de eficiencia en la producción dificulta la evaluación del desempeño y la identificación de áreas de mejora. Se deben establecer indicadores clave de rendimiento (KPIs) que permitan monitorear y medir la eficiencia del proceso de producción, lo que facilitará la toma de decisiones basada en datos y la implementación de mejoras continuas.

MANO DE OBRA

- La mala manipulación de los mandriles en las Líneas de Producción conlleva el riesgo de dañar los mandriles, lo que afecta su funcionamiento adecuado. Es necesario capacitar al personal en técnicas de manipulación segura y establecer medidas de precaución para evitar daños innecesarios.
- El hecho de que el operario tenga la responsabilidad de tomar la decisión de descarte en las Líneas de Producción puede generar decisiones subjetivas y variaciones en el proceso. Es necesario establecer protocolos claros y criterios definidos para el descarte de mandriles, lo que garantizará una toma de decisiones más objetiva y consistente.
- La variación en la cantidad de paquetes hacia el Cuarto de Manufactura dificulta la planificación y el flujo de trabajo, lo que puede resultar en retrasos y desequilibrios en la producción. Es necesario analizar y estandarizar los flujos de trabajo y establecer una comunicación efectiva entre las diferentes áreas involucradas para garantizar un flujo constante de paquetes hacia el Cuarto de Manufactura.

- La insuficiente capacitación en la línea de producción puede resultar en errores y una baja calidad en la producción. Es fundamental proporcionar un programa de capacitación adecuado para el personal de producción, lo que mejorará sus habilidades y conocimientos, promoviendo una mayor calidad y eficiencia en el proceso.

MÉTODO

- Los criterios de aceptación muy bajos para desechar mandriles en el proceso de rectificación y limpieza en el Cuarto de Manufactura resultan en la aceptación de mandriles defectuosos. Esto compromete la calidad del producto final y puede generar problemas en etapas posteriores del proceso. Es necesario establecer criterios claros de aceptación y realizar una revisión más rigurosa de los mandriles para garantizar la calidad.
- La pérdida de mandriles dentro del proceso debido a que se salen y caen al suelo resulta en su descarte, generando costos innecesarios y una ineficiencia en el proceso. Se deben implementar medidas de seguridad y protocolos para evitar la pérdida de mandriles y reducir el desperdicio.
- El alto índice de rotación de personal nuevo afecta la estabilidad y eficiencia del proceso, ya que se requiere tiempo y recursos para capacitar constantemente a nuevos empleados. Es importante implementar estrategias de retención de personal y crear un ambiente de trabajo favorable que fomente la satisfacción y el compromiso de los empleados.

4.3 ANÁLISIS DEL IMPACTO DE LAS CAUSAS DEL PROCESO (PARETO)

En esta sección, se presentan los resultados obtenidos del análisis de las causas subyacentes, las mismas se evaluaron en colaboración con el personal correspondiente, determinando los valores de ponderación. En este proceso, los profesionales del área de manufactura participaron activamente a través de encuestas y análisis detallados.

La Tabla N.º 3 ha sido de gran utilidad para la clasificación de las causas, la misma incorpora la metodología de las 6 M, lo que proporciona un enfoque organizado para asignar pesos a cada causa en función de su nivel de relevancia dentro de la gestión del área.

A partir de esta clasificación, es posible determinar el Número de Prioridades de Impacto (N.P.I), permitiéndonos identificar de manera precisa las causas más significativas en el contexto del problema raíz.

Estas causas triviales se convierten en la base para resolver el problema raíz, ya sea eliminándolas del sistema o minimizando su impacto. A través de este enfoque, se busca alcanzar soluciones óptimas que aborden de manera efectiva los desafíos identificados.

A continuación, se presenta la matriz N.P.I

Tabla 4. Clasificación de Causas N.P.I

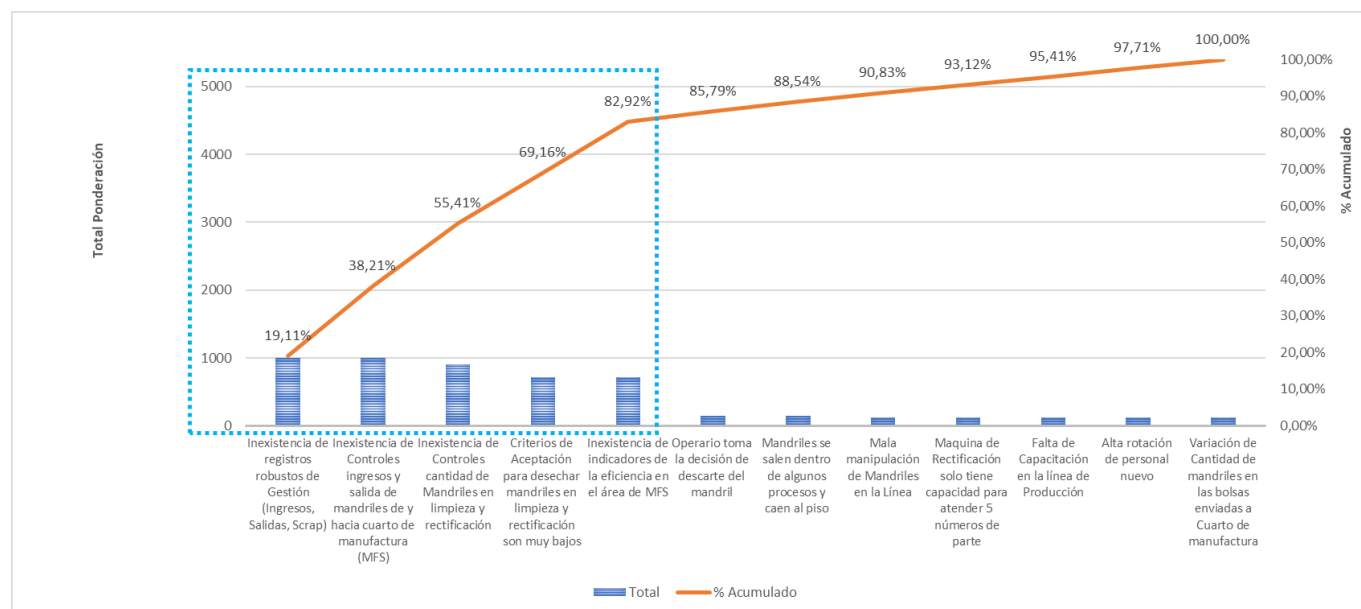
CLASIFICACIÓN DE CAUSAS		Variables			Totales		
Causa	Clasificación	Impacto	Frecuencia	Duración	Total	% Participación	% Acumulado
Inexistencia de registros robustos de Gestión (Ingresos, Salidas, Scrap)	Medición	10	10	10	1000	19,11%	19,11%
Inexistencia de Controles ingresos y salida de mandriles de y hacia cuarto de manufactura (MFS)	Medición	10	10	10	1000	19,11%	38,21%
Inexistencia de Controles cantidad de Mandriles en limpieza y rectificación	Medición	9	10	10	900	17,20%	55,41%
Criterios de Aceptación para desechar mandriles en limpieza y rectificación son muy bajos	Método	8	9	10	720	13,76%	69,16%
Inexistencia de indicadores de la eficiencia en el área de MFS	Medición	10	9	8	720	13,76%	82,92%
Operario toma la decisión de descarte del mandril	Mano de Obra	5	5	6	150	2,87%	85,79%
Mandriles se salen dentro de algunos procesos y caen al piso	Método	6	4	6	144	2,75%	88,54%
Mala manipulación de Mandriles en la Línea	Mano de Obra	6	4	5	120	2,29%	90,83%
Maquina de Rectificación solo tiene capacidad para atender 5 números de parte	Maquinaria	5	4	6	120	2,29%	93,12%
Falta de Capacitación en la línea de Producción	Mano de Obra	5	6	4	120	2,29%	95,41%
Alta rotación de personal nuevo	Método	5	4	6	120	2,29%	97,71%
Variación de Cantidad de mandriles en las bolsas enviadas a Cuarto de manufactura	Mano de Obra	6	5	4	120	2,29%	100,00%
					5234	100%	

Fuente: Elaboración Propia

La presente tabla muestra una clasificación de causas para los problemas relacionados con los desperdicios de mandriles en el proceso de producción, junto con información sobre el impacto, la frecuencia, la duración y los totales de cada causa, por lo tanto, se las mismas destacan una serie de problemas que están contribuyendo a los desperdicios de mandriles en el proceso de producción, la falta de controles parecen ser los factores principales, seguidas por otros problemas de Mano de Obra.

Para entender e identificar como se agrupan de acuerdo con la ley de Pareto, se presenta la gráfica para visualizar los resultados.

Ilustración 32. Diagrama de Pareto N.P.I Identificación de causas



Fuente. Elaboración Propia

Una vez analizado el diagrama se identifica que las principales causas del problema raíz y que representan el 82,92% son:

- Inexistencia de registros robustos de Gestión (Ingresos, Salidas, Scrap)
- Inexistencia de Controles ingresos y salida de mandriles hacia cuarto de manufactura
- Inexistencia de Controles cantidad de Mandriles en limpieza y rectificadoss
- Criterios de Aceptación para desechar mandriles en limpieza y rectificación son muy bajos.
- Inexistencia de indicadores de la eficiencia de la producción

4.4 CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS

Con base en el diagnóstico realizado en la empresa de dispositivos médicos, se han detectado las causas subyacentes más fundamentales que están impactando negativamente en la eficiencia del proceso. Estas causas están relacionadas con la gestión de inventario de mandriles provenientes del área de servicios de manufactura, lo que a su vez conduce a una administración inadecuada de los recursos y a compras erróneas de dichos materiales.

A través de observaciones propias y consultas con los empleados involucrados en la gestión y disponibilidad de los inventarios en el área de manufactura, se ha identificado un total de 12 causas que destacan como las más relevantes:

- Inexistencia de registros robustos de Gestión (Ingresos, Salidas, Scrap) (ver anexo 7).
- Falta de control en los ingresos y salidas de mandriles hacia el cuarto de manufactura (propuesta de herramienta de control).
- Carencia de control sobre la cantidad de mandriles en limpieza y rectificación (propuesta de herramienta de control).
- Criterios muy bajos para desechar mandriles en limpieza y rectificación (ver anexo 8).
- Ausencia de indicadores de eficiencia en la producción (propuesta de herramienta de control).
- Decisión de descarte tomada por el operario (ver anexo 9).
- Pérdida de mandriles durante procesos con caída al piso (ver anexo 10).

- Manipulación inadecuada de los mandriles en la línea (ver anexo 11).
- Capacidad limitada de la máquina de rectificación para atender diferentes números de parte (ver anexo 12).
- Deficiencia en la capacitación del personal en la línea de producción (ver anexo 13).
- Alta rotación de personal nuevo (ver anexo 14).
- Variación en la cantidad de mandriles en las bolsas enviadas al cuarto de manufactura (ver anexo 15).

Una vez identificadas, estas causas han sido clasificadas utilizando la ponderación N.P.I, lo que ha permitido distinguir las causas de menor relevancia. Concretamente, las causas triviales representan un total del 82.92% del problema raíz.

Con base en este análisis, se han seleccionado las causas principales que serán tratadas con el objetivo de reducir o eliminar el problema. Estas causas abordarán aspectos cruciales como:

- Inexistencia de registros robustos de Gestión (Ingresos, Salidas, Scrap)
- Inexistencia de Controles ingresos y salida de mandriles hacia cuarto de manufactura.
- Inexistencia de Controles cantidad de Mandriles en limpieza y rectificadores
- Criterios de Aceptación para desechar mandriles en limpieza y rectificación son muy bajos.
- Inexistencia de indicadores de la eficiencia de la producción.

Además, se analizó que durante el año 2022 se adquirieron 2,607,557 unidades del material mandril TLT500467-447 y 2,215,505 unidades del mandril TLT500467-474, destacando como los materiales más demandados en la producción de catéteres en las líneas de producción.

Asimismo, el TLT2000280-340 registró un gasto total de \$330,213. El material TLT2000280-341 registró un gasto total de \$77,791. El material TLT500467-447 registró un gasto total de \$156,453. El material TLT500467-474 registro un gasto total de \$155,085. Siendo los 4 números de parte de mandriles con mayor costo asociado durante el transcurso del año 2022.

Por último, se ha llevado a cabo un análisis del costo y la cantidad de desperdicio (SCRAP) que se genera diariamente, proyectando un gasto anual de \$2,174,040.00 dólares debido a estas pérdidas, lo que pone de manifiesto la urgencia de abordar esta problemática alarmante.

CAPITULO V: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN

5.1 PROPUESTA DE SOLUCIÓN

En esta sección se exponen la propuesta con el objetivo de eliminar o reducir al mínimo su impacto en el problema identificado. Asimismo, se busca establece herramientas automatizadas requeridas para garantizar una ejecución eficaz del proceso de disponibilidad de inventario de mandriles. Esto permitirá abordar de manera adecuada la gestión que brinda el área de servicios de manufactura de la empresa de dispositivos médicos.

5.2 RESUMEN DEL DISEÑO DE LA PROPUESTA

Se presenta un resumen de la propuesta de mejora, cuyo objetivo es eliminar o reducir significativamente las causas de mayor impacto identificadas en la fase previa. Se detalla la idea propuesta y se explora cómo contribuye de manera interna a través de los resultados y la gestión de inventarios de mandriles.

A continuación, se expone la metodología empleada en la creación de esta propuesta de mejora.

Tabla 5. Diseño de la Propuestas

DISEÑO DE PROPUESTAS			
Propuesta	Nombre	Causa que Impacta	% Impacto
1	Herramienta para registro de ingresos, salidas y scrap de los materiales en manufacturing services	Inexistencia de registros robustos de Gestión (Ingresos, Salidas, Scrap)	19,11%
2	Tablero de Control y Seguimiento de Materiales	Inexistencia de Controles ingresos y salida de mandriles de y hacia cuarto de manufactura (MFS)	19,11%
		Inexistencia de Controles cantidad de Mandriles en limpieza y rectificadores	17,20%
		Criterios de Aceptación para desechar mandriles en limpieza y rectificación son muy bajos	13,76%
		Inexistencia de indicadores de la eficiencia de la producción	13,76%
Total			82,92%

Fuente: Elaboración Propia

Como se muestra en la tabla anterior estas propuestas de mejora se centran en resolver problemas fundamentales que afectan la gestión de materiales (Mandriles) y la eficiencia de la producción. La implementación de herramientas de registro, criterios claros y tableros de control puede tener un impacto significativo en la reducción de desperdicios, la mejora de la trazabilidad y la optimización de los procesos de manufactura.

5.2.1 Herramienta para registro de ingresos, salidas y Scrap de los materiales en manufacturing services.

La implementación de una herramienta de registro de ingresos, salidas y desperdicios de materiales en el departamento de Manufacturing Services reviste una importancia crucial en la optimización de los procesos operativos y la eficiencia global de la empresa , la propuesta tiene como objetivo abordar directamente la causa sobre la inexistencia de

registros de desperdicios o criterios para desechar materiales, lo cual ha sido identificada como un factor determinante de ineficiencia en el manejo de recursos.

La obtención de registros y criterios claros para el manejo de desperdicios puede generar una serie de beneficios favorables para la empresa. En primer lugar, mejor trazabilidad y control en los materiales entrantes y salientes evitando acumulación innecesaria de inventario y en la posibilidad de identificar oportunidades para la optimización de los recursos.

Además, mejora los criterios específicos para desechar materiales evitando retención de elementos no viables o no funcionales, lo que no solo afecta la utilización eficiente de los recursos, sino que también puede impactar positivamente en la calidad de los productos manufacturados.

La herramienta propuesta, es diseñada en formato Microsoft Office 365 y se erige como una solución integral para estos desafíos, al permitir el registro detallado de ingresos, salidas y desperdicios de materiales, esta herramienta brinda una visión completa y precisa de los flujos de materiales en tiempo real la cual, se extrae los datos a un formato MS Excel, permitiendo el análisis de datos, así como, la identificación temprana de ineficiencias y cuellos de botella en los procesos, sino que también proporciona datos cruciales para la toma de decisiones estratégicas y tácticas.

En este caso el colaborador o supervisor de turno podrán solicitar o retira del área de Manufactura services los mandriles necesarios, quedan do plasmado el control en la nube, el proceso es sencillo el cual, consta con la lectura de un código QR el cual, esta

visible en una pizarra cerca del área, así como un iPad para ingresar la información o bien mediante teléfono inteligente.

A continuación, se muestra un ejemplo de la herramienta de registro

Ilustración 33. Herramienta de registro de Materiales MFS



Fuente. Diseño Propio

Esta herramienta consta de 7 preguntas cruciales en el proceso de operación, mismas que permiten el análisis del comportamiento de los inventarios, por turno y líneas de producción activas, así como funcionario que realiza la gestión de retiro, o salida de materiales y reporte de material SCRAP generado.

5.2.2 Extracción de Datos a formato MS Excel

Una vez completado lo solicitado en la herramienta expuesta, la misma permite la extracción de datos en MS Excel, lo cual es de mucho valor, ya que nos permite análisis de datos y toma de decisiones ya que se cuenta con los siguiente:

Actualización de datos y precisión del estado actual de los inventarios y tipo de transacción realizada.

- Optimización de tiempo en la recopilación de datos en comparación a el método anterior, lo cual permite continuar con las tareas operativas.
- Análisis de datos, ya que con la información recopilada permite visualizar los patrones o tendencias, así como oportunidades de mejora.
- Eficiencia en la toma de decisiones, esto permite ser más reactivos a situaciones cambiantes abruptas permitiendo mantener la operación eficiente y competitiva.
- Mejora continua, permite identificar las áreas de mejora en el proceso en la gestión de materiales, atendiendo los puntos débiles y reducción de costos.

5.2.3 Tablero de Control y Seguimiento de Materiales

A partir de la información generada en Microsoft Forms de Microsoft 365 y con la extracción de MS Excel sobre los registros de materiales MFS en el área de Manufacturas se generar el tablero de control y seguimiento de los materiales, el cual, nos permite erradicar o minimizar las causas mencionadas anteriormente.

Con la propuesta del tablero de control de materiales, el área de manufacturing Services podrá optimizar la toma de decisiones, mejorar la eficiencia operativa y aumentar la productividad en dicho sector.

A través de esta integración, se logra transformar datos crudos en datos más claros, precisos y accionables, lo que impacta directamente en la calidad y agilidad de las operaciones en el área.

Ilustración 34. Tablero de Control y Seguimiento



Fuente: Elaboración Propia

Como evidencia en la imagen 35, el panel de control desempeña un papel crucial al consolidar la información extraída de la Herramienta de Control y Seguimiento de

Materiales. A través de este cuadro, se presentan de manera clara y precisa los datos, brindando la base necesaria para la toma de decisiones informadas.

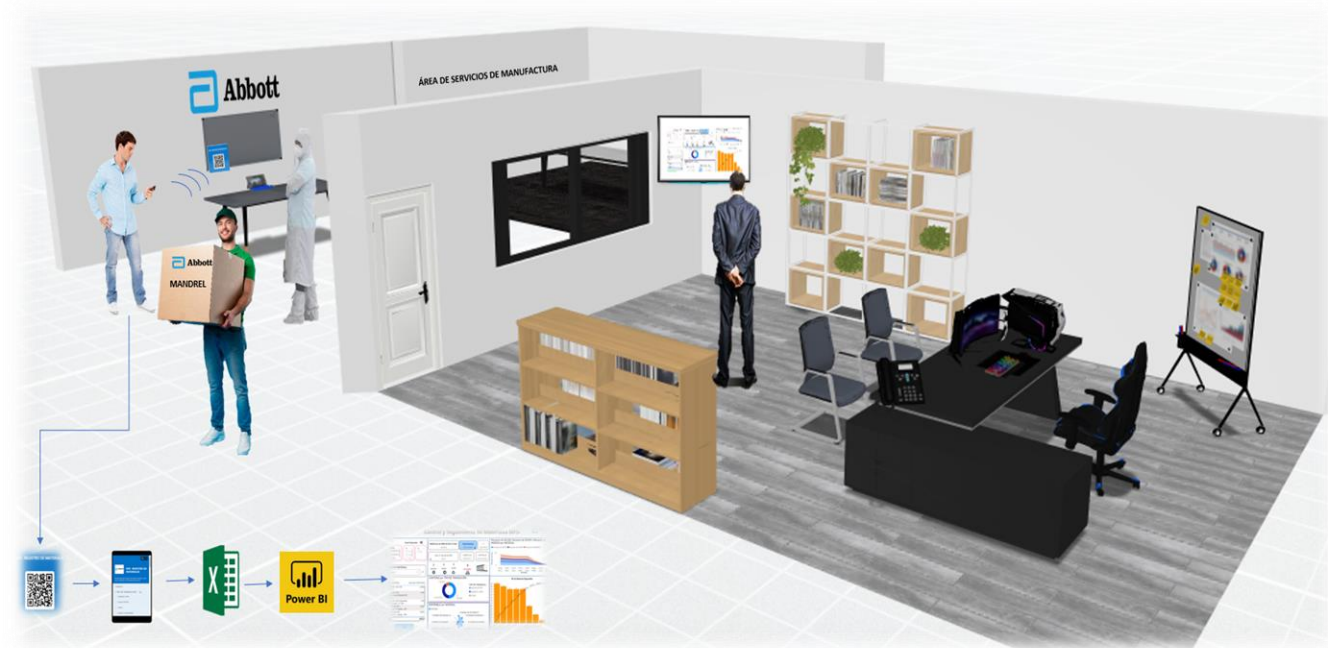
Además, habilita un seguimiento constante y efectivo de los niveles de inventario en tiempo real, tanto en las pantallas del área designada como en cualquier dispositivo conectado a la red.

La implementación de la visualización de datos en los entornos productivos genera un impacto significativo., la cual ofrece un enfoque visual de la información en todos los niveles de la organización, lo que posibilita la realización de análisis desde diversas perspectivas y competencias.

Esto, a su vez, propicia la identificación y corrección inmediata de posibles desviaciones gracias a las revisiones generadas de forma ágil y pertinente en respuesta a los datos presentados.

A continuación, se presenta un diagrama gráfico de la propuesta anteriormente descrita para un mejor entendimiento visual.

Ilustración 35. Gráfica de la Propuesta

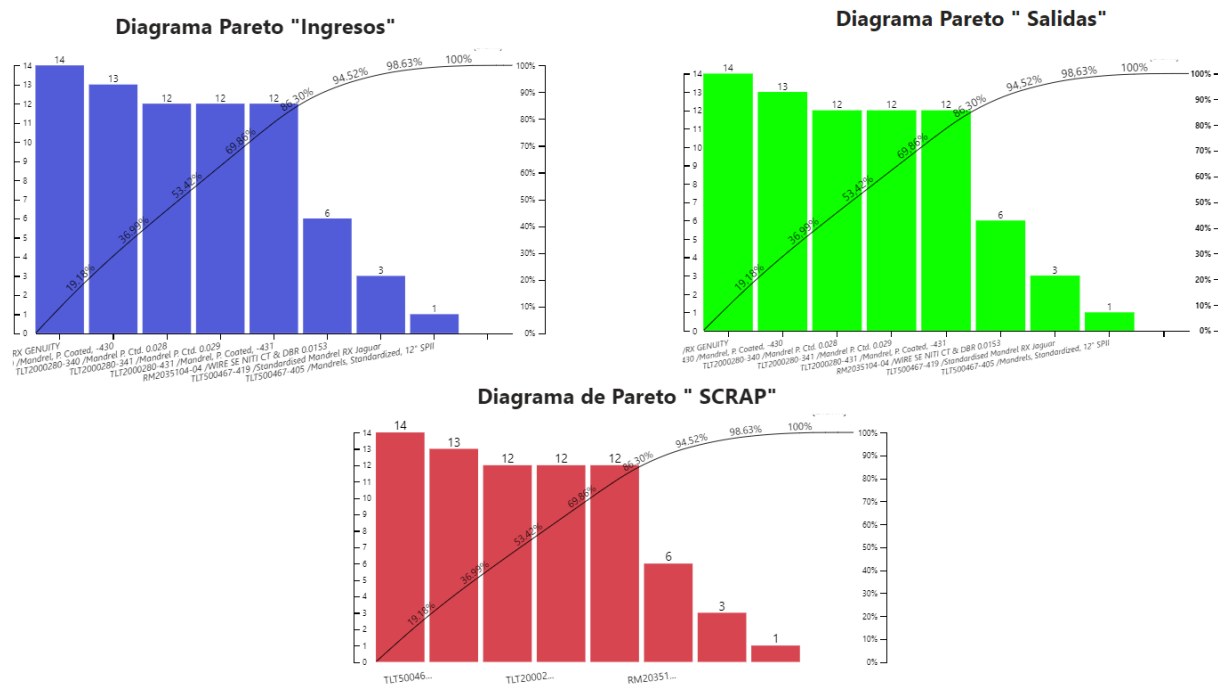


Fuente. *Elaboración Propia*

De acuerdo a la gráfica de la propuesta, el supervisor de turno u operario realizan la carga de información mediante la lectura del código QR que será ubicado cerca de la oficina del área de manufacturing Service, el cual lo podrán realizar mediante un dispositivo electrónico (iPad, Smart Phone) donde se completa la información solicitada, posteriormente se extrae la información (MS Excel) por turno y se actualiza la herramienta de cuadro de control, en este caso toda la data quedaría plasmada en los indicadores expuestos.

Además, se podrá visualizar otros datos como análisis 80-20 de las principales transacciones realizadas en las líneas de producción en el área de manufacturing services

Ilustración 36. Análisis de Pareto 80-20 Principales Transacciones



Fuente. Elaboración Propia

5.3 ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO DE LA PROPUESTA EN MANUFACTURING SERVICES

La propuesta de una herramienta para el registro de ingresos, salidas y desechos de materiales, junto con un Tablero de Control y Seguimiento de Materiales en el entorno de Manufacturing Services, ofrece un enfoque valioso para optimizar los procesos y mejorar la eficiencia en el área.

Para evaluar adecuadamente la viabilidad de esta propuesta, es esencial realizar un análisis detallado de los costos y beneficios involucrados, esta propuesta de tiene un análisis costo-beneficio favorable. Aunque requerirá inversión en desarrollo, capacitación

y configuración, los beneficios potenciales son significativos. Mejora la toma de decisiones, reduce desperdicios, optimiza la eficiencia, aumenta la calidad y facilita la identificación de mejoras.

En general, los beneficios superan los costos, respaldando la viabilidad y el impacto positivo en el área, a continuación, se presenta una tabla resumen.

Tabla 6. Costo Versus Beneficios

Categoría	Descripción	Costo	Beneficio
Desarrollo e Implementación de la Herramienta	Se requerirá recursos tanto humanos como tecnológicos. Esto incluye la programación, pruebas y aseguramiento de calidad	€129,896.69	Funcionalidad: Garantizar su funcionalidad y fiabilidad
			Mejora en la Toma de Decisiones: Registro preciso de ingresos, salidas y desechos de materiales, lo que respaldará la toma de decisiones informadas y basadas en datos concretos.
			Reducción de Desperdicios y Desechos: La herramienta proporcionará una estructura para el registro de desperdicios y desechos, lo que permitirá la identificación de patrones y áreas críticas para abordar.
Capacitación y Adaptación	recibir capacitación para utilizar la nueva herramienta y entender su funcionalidad. Esto podría llevar tiempo y recursos para asegurar una adopción efectiva	€300,000.00	Modernización: Aprendizaje de usos de herramienta tecnológicas
			Disminución de Costos: Esto puede resultar en una disminución significativa de costos asociados con materiales desperdiciados.
Desarrollo y Configuración del Tablero de Control	La creación y configuración del tablero de control requerirá la integración de datos y la visualización efectiva de la información. Esto podría necesitar la inversión en personal calificado	€33,000.00	Integración de Datos: Permitirá la integración de datos y la visualización efectiva de la información.
			Reducción de desperdicios y Desechos: El Tablero de Control y Seguimiento de Materiales permitirá monitorear en tiempo real los ingresos, salidas y cantidad de mandriles en diversas etapas. Esto llevará a una mayor eficiencia en la gestión de inventarios y procesos.
			Mejora en la Calidad: La implementación de criterios más sólidos para desechar mandriles en limpieza y rectificación puede elevar la calidad de los productos y reducir retrabajos
Totales		€462,896.69	

Fuente: Elaboración Propia

Por lo tanto, se evidencia que los beneficios potenciales superan los costos asociados con la implementación de la herramienta y el tablero propuestos. La mejora en la toma

de decisiones, la reducción de desperdicios, la optimización de la eficiencia y la mejora en la calidad son factores que pueden contribuir de manera significativa al éxito y la rentabilidad de Manufacturing Services. Sin embargo, es crucial una planificación y ejecución adecuadas para garantizar que los beneficios se materialicen de manera efectiva.

5.4 PLANIFICACIÓN DE LA PROPUESTA

En esta sección se establece la planificación de las acciones necesarias para llevar a cabo una implementación exitosa del proyecto. Para lograrlo, se han definido una serie de tareas estratégicamente organizadas en función de los temas centrales que serán abordados. En este contexto, se han identificado tres temas fundamentales que actuarán como pilares principales de la ejecución:

- Desarrollo e Implementación de la Herramienta.
- Desarrollo y Configuración del Tablero de Control.
- Capacitación y Adaptación.

La disposición secuencial de estos bloques en el Diagrama de Gantt refleja una planificación ordenada y lógica de cómo se desarrollará el proyecto. Además, las fechas límite proporcionan un sentido de urgencia y proporcionan una clara referencia para evaluar el progreso del proyecto en cada etapa.

5.5 PARETO ANTES Y DESPUÉS

Se presenta una comparación entre dos Diagramas de Pareto: uno representa la situación actual y el otro refleja el escenario posterior a la implementación de las mejoras propuestas. Los mismos ejes se han mantenido en ambos diagramas para permitir una visualización gráfica del impacto de estas mejoras.

En el siguiente gráfico, se muestra la situación actual del servicio de manufactura (previa a las mejoras) y la situación proyectada después de la implementación de estas mejoras.

En la situación inicial, las causas de mayor impacto identificadas incluyen:

- Inexistencia de registros robustos de Gestión (Ingresos, Salidas, Scrap).
- Inexistencia de controles en ingreso y salida de mandriles de y hacia el cuarto de manufactura.
- Falta de controles de cantidad de mandriles en las etapas de limpieza y rectificación.
- Criterios de aceptación muy bajos para desechar mandriles en limpieza y rectificación.
- Inexistencia de indicadores de eficiencia de producción.

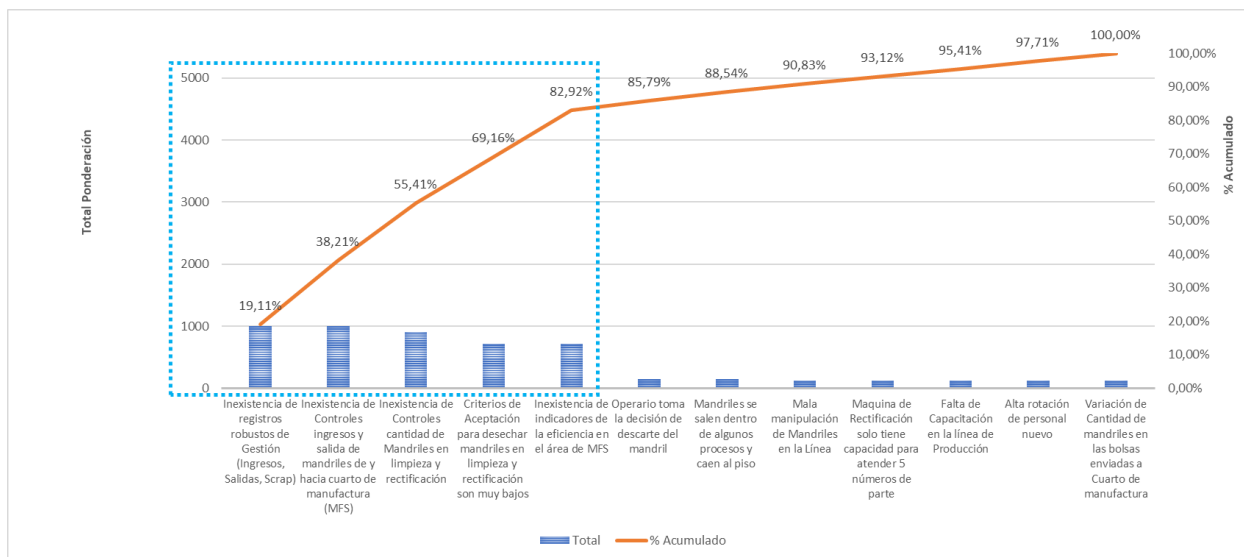
Sin embargo, tras la implementación de las mejoras, estas causas han sido eliminadas y se han identificado nuevas áreas de enfoque:

- Operario toma la decisión de descartar el mandril.
- Mandriles se salen durante algunos procesos y caen al piso.
- Falta de compromiso del supervisor en la mejora del proceso.
- Mala manipulación de mandriles en la línea de producción.
- La máquina de rectificación solo puede atender a 5 números de parte.
- Alta rotación de personal.
- Variación en la cantidad de mandriles en las bolsas enviadas al cuarto de manufactura.

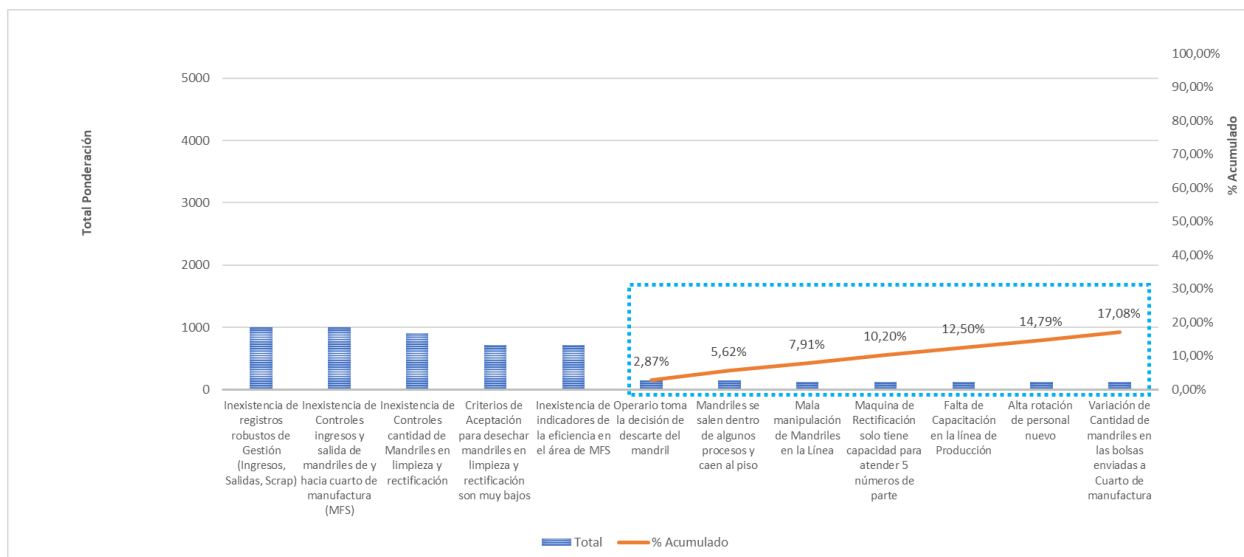
De esta manera, estamos abordando el 17.08% restante de las causas identificadas, lo que nos permitirá alcanzar el 100% de atención a todas las causas.

Ilustración 38. Graficas de Pareto N.P.I – Antes y después.

Antes:



Después:



Fuente: Elaboración Propia

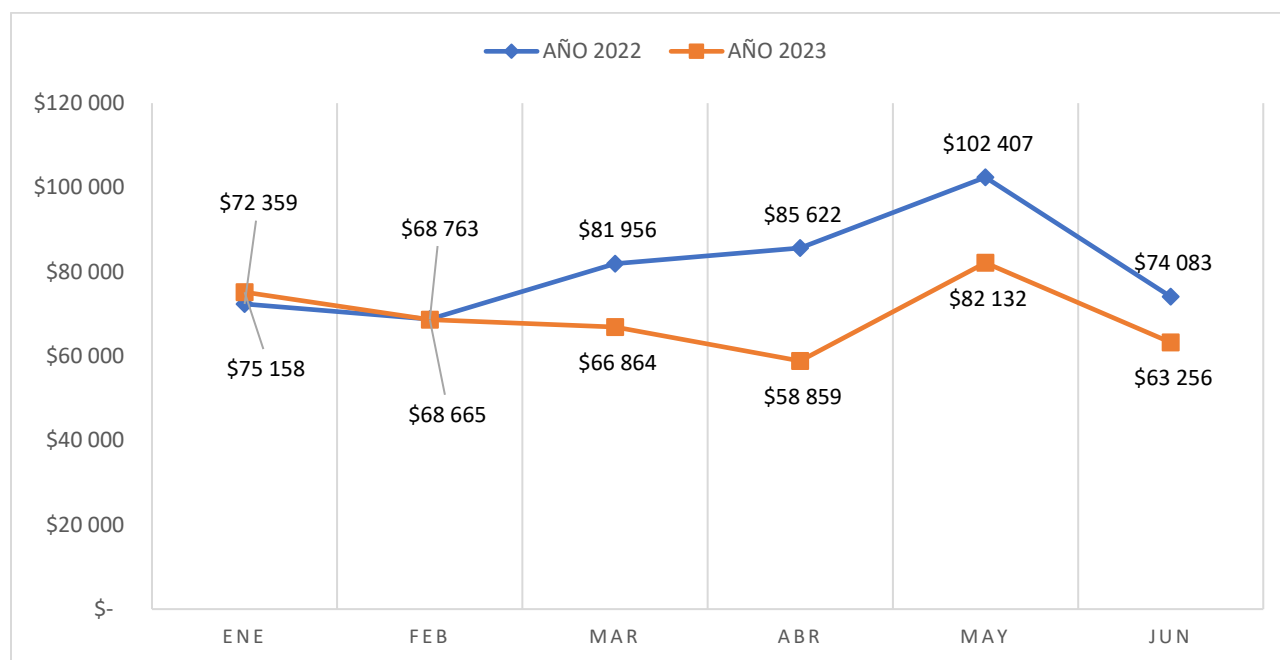
5.6 RESULTADO FINAL DE LA PROPUESTA

A continuación, se presenta el resultado comparativo entre enero a Junio del Año 2022, contra enero a junio del año 2023, durante el primer semestre del año 2022 se cargó a

centro de costos de manufactura 3,458,360 mandriles con un costo total de \$485,190 y en el primer semestre del año 2023 se cargaron a centro de costos de manufactura 2,788,854 mandriles con un costo total de \$414 934.

Generando una reducción de la utilización de 669,506 mandriles y un costo asociado de \$70,256; Equivalente a un 14% menos al costo de mandriles del año 2023 contra el año 2022.

Ilustración 39. Comparativo mandriles año 2022 contra año 2023



Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

Con base en el diagnóstico realizado en la Empresa de Dispositivos médicos, se identificaron 12 causas por medio de la observación propia y reuniones de grupo, las cuales nos brindaron su opinión con respecto a la gestión de compras y la disponibilidad de los inventarios de mandriles, las cuales son:

1. Inexistencia de registros robustos de Gestión (Ingresos, Salidas, Scrap).
2. Inexistencia de Controles ingresos y salida de mandriles de y hacia cuarto de manufactura.
3. Inexistencia de Controles cantidad de Mandriles en limpieza y rectificadores.
4. Criterios de Aceptación para desechar mandriles en limpieza y rectificación son muy bajos.
5. Inexistencia de indicadores de la eficiencia de la producción.
6. Operario toma la decisión de descarte del mandril.
7. Mandriles se salen dentro de algunos procesos y caen al piso.
8. Mala manipulación de Mandriles en la Línea.
9. Máquina de Rectificación solo tiene capacidad para atender 5 números de parte.
10. Falta de Capacitación en la línea de Producción.
11. Alta rotación de personal nuevo.
12. Variación de Cantidad de mandriles en las bolsas enviadas a Cuarto de manufactura.

Además, se identificó, que, durante 2022, se utilizaron 2,607,557 unidades del material mandril TLT500467-447 y 2,215,505 unidades del mandril TLT500467-474, que son esenciales en la producción de catéteres. Estos fueron los materiales más demandados en las líneas de producción.

Además, se generó un gasto por \$330,213 del material **TLT2000280-340**, **\$77,791** por el material **TLT2000280-341**, **\$156,453** por el material **TLT500467-447**, **\$155,085** por el material **TLT500467-474**, Siendo los 4 números de parte de mandriles con mayor costo asociado durante el transcurso del año 2022.

El análisis reveló que las pérdidas diarias, en forma de desperdicio (SCRAP), generaron un costo anual de \$2,174,040.00. Esta situación resalta la necesidad urgente de abordar este problema y minimizar estas pérdidas.

Por otra parte, se desarrolla las propuestas con la finalidad de erradicar o minimizar las causas más triviales que ocasionan un incorrecto proceso de ensamble de catéter por el manejo deficiente de materiales de manufactura "Mandriles, esto mediante dos propuestas de mejora:

- Herramienta para registro de ingresos, salidas y Scrap(desecho) de los materiales en manufacturing services
- Tablero de Control y Seguimiento de Materiales

Se define, además, los beneficios potenciales que generan las propuestas lo cual, permite decisiones más informadas, menor desperdicio, mayor eficiencia y mejor calidad, factores clave para el éxito y la rentabilidad de Manufacturing Services.

Podemos concluir que, en las propuestas del presente trabajo de investigación, permite mejorar el proceso actual de control y seguimiento de inventario de mandriles, así como la integración de información visual para la atención oportuna de desabasto de materiales o exceso de Scrap (desecho).

6.2 RECOMENDACIONES

En esta sección se presenta las recomendaciones desde la perspectiva de un ingeniero industrial para abordar las causas vitales que no se atendieron en la propuesta del trabajo de investigación:

- **Operario toma la decisión de descarte del mandril (Mano de Obra):**
 1. Establecer criterios claros y objetivos para la toma de decisiones de descarte, basados en parámetros técnicos y de calidad.
 2. Proporcionar capacitación específica al personal sobre cómo evaluar y tomar decisiones de descarte adecuadas.
- **Mandriles se salen dentro de algunos procesos y caen al piso (Método):**
 1. Realizar un análisis detallado del proceso para identificar las causas raíz de los mandriles que se salen.
 2. Diseñar mejoras en los procedimientos y métodos de trabajo para prevenir el desprendimiento de los mandriles, como ajustar las fuerzas de sujeción o introducir guías adicionales en el proceso.
- **Mala manipulación de Mandriles en la Línea (Mano de Obra):**

1. Realizar entrenamiento específico sobre cómo manejar los mandriles correctamente, haciendo hincapié en las mejores prácticas de manipulación y almacenamiento.
 2. Implementar recordatorios visuales en el área de trabajo para recordar al personal sobre las técnicas adecuadas de manipulación.
- **Máquina de Rectificación solo tiene capacidad para atender 5 números de parte (Maquinaria):**
 1. Realizar un análisis de capacidad de la máquina y determinar si es posible optimizar el proceso para manejar más números de parte.
 2. Considerar la posibilidad de adquirir una máquina adicional o realizar modificaciones en la existente para aumentar su capacidad.
 - **Falta de Capacitación en la línea de Producción (Mano de Obra):**
 1. Establecer un programa de capacitación estructurado para el personal de la línea de producción, que abarque aspectos técnicos, de seguridad y de calidad.
 2. Evaluar regularmente la efectividad de la capacitación y realizar ajustes según sea necesario.
 - **Alta rotación de personal nuevo (Método):**
 1. Analizar las razones detrás de la alta rotación y abordar problemas como un entorno de trabajo poco amigable o falta de oportunidades de desarrollo.
 2. Implementar programas de mentoría para los nuevos empleados y ofrecer incentivos para fomentar la retención.
 - **Variación de Cantidad de mandriles en las bolsas enviadas a Cuarto de manufactura (Mano de Obra):**

1. Establecer procedimientos claros para contar y registrar la cantidad de mandriles en cada bolsa antes de ser enviadas.
2. Realizar auditorías periódicas para asegurar la precisión en la cantidad de mandriles y corregir cualquier desviación inmediatamente.

BIBLIOGRAFIA

- Abigail, C. D. (2019). *CONTROL DE INVENTARIOS PARA OPTIMIZAR LA GESTIÓN DEL AREA DE ALMACENS DE LA EMPRESA DE TRANSPORTES PASAMAYO SRL*. Perú: Universidad Señor de Sipán.
- Agarwal, R., Selen, W., Roos, G., & Green, R. (2015). *The Handbook of Service Innovation*. Springer International Publishing.
- Anderson, D. J. (2010). *Kanban: Successful Evolutionary Change for Your Technology*. Blue Hole Press.
- Baca, G., Cruz, M., & Cristobal, M. (2014). *Ingeniería Industrial*. México: Grupo editorial Patria.
- Bastos, M. M. (2006). *Introducción a la gestión de stocks*. España.
- Blank, L., & Tarquin, A. (2007). *Ingeniería Económica*. Bogota: Mc Graw-Hill.
- BRANDON, J. L., & RAMIREZ, J. C. (2020). *DISEÑO DE UN SISTEMA DE INVENTARIOS BASADO EN EL METODO CICLICO PAA EVALUAR EL PROCESO DE ADMINISTRACION DE LOS INVENTARIOS DE LA FERRETERIA HERMANOS MIRANDA S.A*. ALAJUELA: UTN.
- Castellanos, A. R. (2009). *Manual de Gestión y Logística de Transporte y Distribución de Mercancías*. Colombia: Uninorte.
- Coalla, P. P. (2017). *Gestión de Inventario UF0476*. Madrid, España: Ediciones Paraninfo S.A.
- Cruz, A. (2017). *Gestión de inventarios*. España : IC Editorial.
- Gaither, N., & Frazier, G. (2015). *Administración de la producción y operaciones*. Cengage Learning .
- Gómez, C. A. (2017). *Mecanizado porabrasi3n*. Universidad Nacional de Colombia.
- G3mez, M. M. (2006). *Introducci3n a la metodolog3a de la investigaci3n cient3fica*. Argentina: Brujas.
- Gutarra, F. (2015). *Introducci3n a la Ingenier3a Industrial*. Lima : Fondo Editorial de la Universidad Continental.
- Guti3rrez, H., & Vara, R. D. (2009). *Control estad3stico de Calidad y Seis Sigma*. M3xico: McGraw-Hill.
- Jacob, R., & Berry, W. L. (2011). *Manufacturing Planning and Control for Supply Chain*. Mc Graw-Hill.
- Kinnison, H., & Siddiqui, T. (2017). *Aviation Maintenance Management*. Mc Graw-Hill.
- L3pez, F. J. (2015). *Mecanizado b3sico para el mantenimiento mec3nico*. Ediciones Paraninfo.
- Olabu3naga, J. I. (2012). *Teor3a y pr3ctica de la investigaci3n cualitativa*. Bilbao, Espa3a: Deusto.
- Pulido, H. G. (2010). *Calidad total y productividad*. M3xico: McGraw-Hill.
- Pulido, H. G., & Salazar, R. d. (2009). *Control estad3stico de calidad y seis sigma*. M3xico: McGraw-Hill.
- Pulido, H. G., & Salazar, R. d. (2009). *Control Estad3stico de Calidad y Seis Sigma*. Guadalajara; Guanajuato: M3xico.

Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, M. P. (2010). *Metodología de investigación*. México D.F: McGraw-Hill.

Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, P. B. (2014). *Metodología de la investigación*. México, D.F: McGraw-Hill.

Solís, A. J. (2018). *Cadena de suministros y logística*. Lima, Perú: Fon Editorial.

Ulloa, L. M. (2015). *Investigación de Operaciones*. San José: UNED.

Vega, A. V. (2021). *Optimización en la gestión de inventarios como medida de control en la empresa Distribuidora Fama de Alajuela*. Alajuela : Universidad Latina .

Wortman, B. (2014). *The Six Sigma Yellow Belt Primer*. Quality Council Of Indiana.

ANEXOS

ANEXO 1 Registro(FRM) para limpieza y rectificación de mandriles

RELEASED - EFFECTIVE 15-JAN-2020

Abbott Rectificación y limpieza de mandriles

FRM2125550
Rev B
Page 1 of 1

Proceso	Entregado a MFG Services por: (Firma y fecha):	Turno	Línea	Número de parte	Cantidad Entregada (EA)	Recibido por (Firma y fecha):	Rango de diámetro de OD (in)
<input checked="" type="checkbox"/> Limpieza <input type="checkbox"/> Rectificación	K. Muñoz 05-Abr-23	B	2.4	TLT500457-744	974	J. Sotop 06 Abr 23	0.0157
<input checked="" type="checkbox"/> Limpieza <input type="checkbox"/> Rectificación	O. Abilo 05-Abr-23	C	2.2	TLT500467-444	508	jmedina 06 Abr 23	0.0156
<input checked="" type="checkbox"/> Limpieza <input type="checkbox"/> Rectificación	J. Navarro C 16 Abr 23	C	2.2	TLT500467-444	740		
<input checked="" type="checkbox"/> Limpieza <input type="checkbox"/> Rectificación	D.D. Rodríguez 11 Apr 23	C	1.2	TLT500467-444	1803		
<input checked="" type="checkbox"/> Limpieza <input type="checkbox"/> Rectificación	D.D. Rodríguez 11 Apr 23	C	1.2	T0500467-414	1994		
<input type="checkbox"/> Limpieza <input checked="" type="checkbox"/> Rectificación	H. Agudo 11-Abr-23	A	2.5	TLT2000280-340	136		
<input type="checkbox"/> Limpieza <input checked="" type="checkbox"/> Rectificación	J. Navarro A 11-Abr-23	A	5.0	TLT2000280-340 MCTrek	522		
<input type="checkbox"/> Limpieza <input type="checkbox"/> Rectificación							

Página revisada por: _____ Fecha: _____

RELEASED

Este es un registro de calidad que se debe conservar según la política local de retención de registros.
Refiérase al MPI2070368 y WI2114770
No se puede reproducir fuera de Abbott sin autorización escrita por Control de Documentos

ANEXO 2 Cage (mueble tipo estantería) de material EN PROCESO



ANEXO 3 Maquina Rectificadora de Mandriles



ANEXO 4 Proceso de limpieza de mandriles



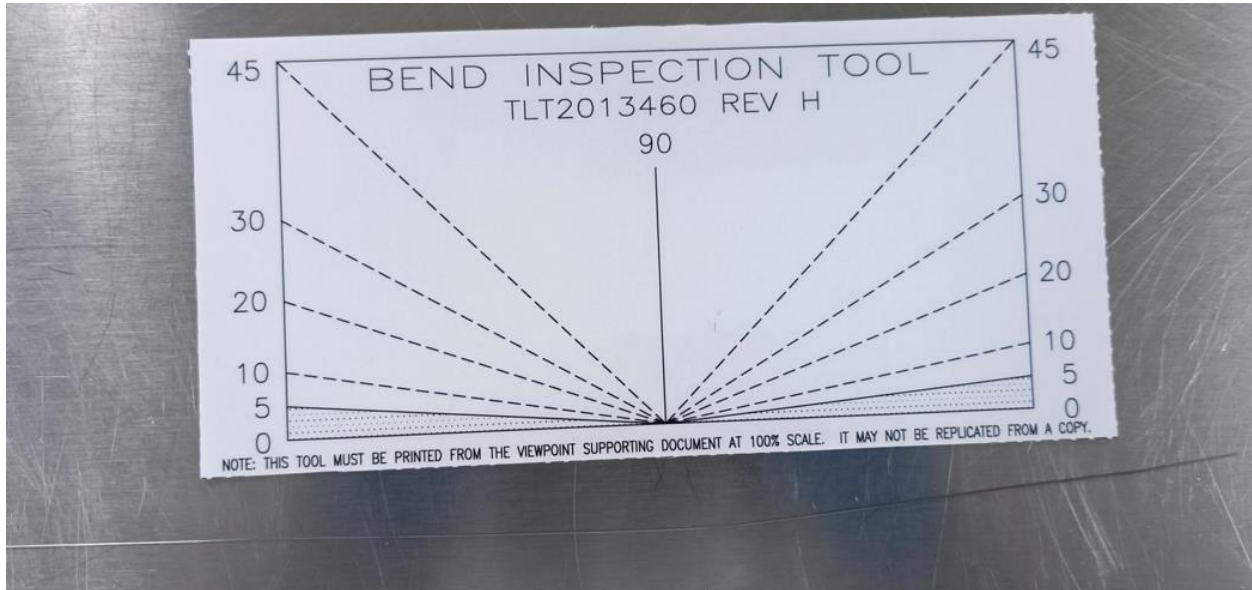


ANEXO 5 Pesaje y empaque de mandriles

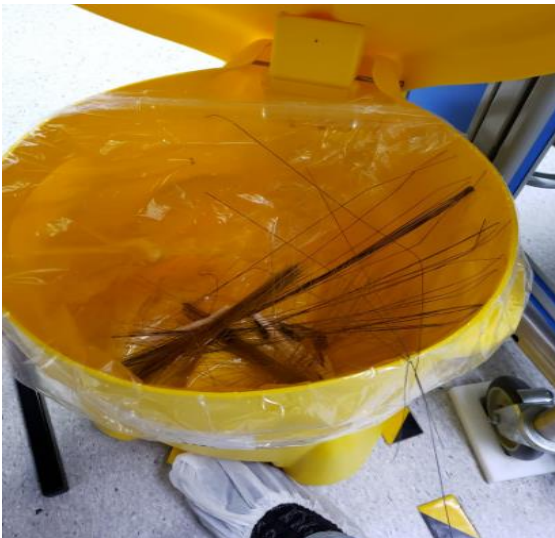


ANEXO 6 Cage (mueble tipo estantería) de material APROBADO.**ANEXO 7** Pizarra de área se coloca de forma diaria la producción y Scrap generado mas no se copia en ningún archivo.

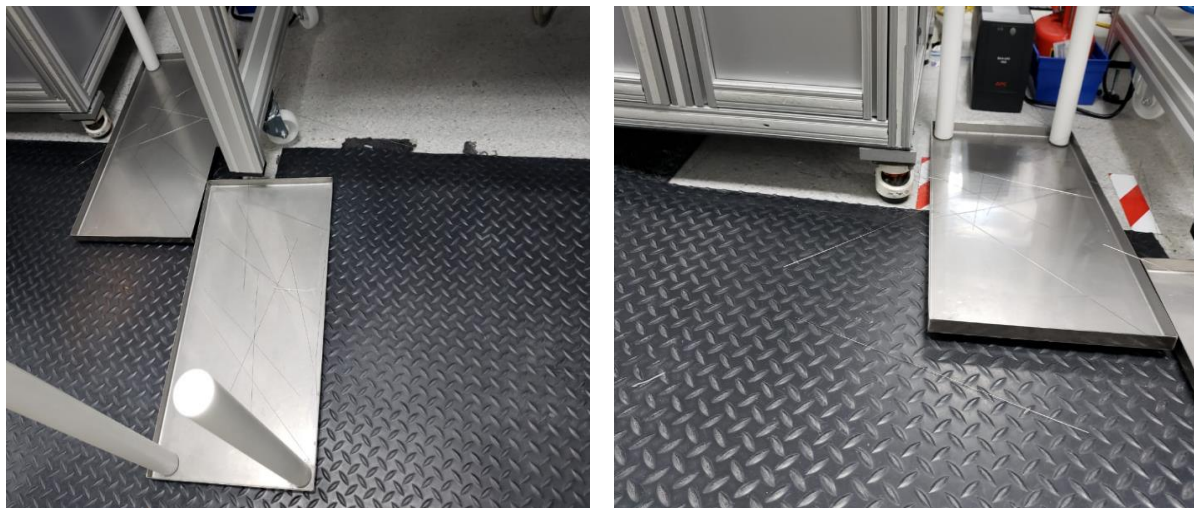
ANEXO 8 Plantilla para aceptación o rechazo de Mandril, permite una desviación no mayor a 5 milímetros, además la plantilla no está fijada sobre ninguna superficie la utilizan como referencia.



ANEXO 9 Basureros de línea de producción, operarios toman decisión de descarte de forma deliberada sin ningún criterio de por medio más que percepción de su funcionalidad.



ANEXO 10 Piso de línea de producción, se visualiza áreas donde los mandriles se caen en el piso, los mismos ya no pueden ser utilizados en el proceso.



ANEXO 11 Scrap proveniente de las líneas de producción, los mandriles llegan a MFS con desviaciones importantes generadas por la manipulación de los operarios.



ANEXO 12 Documento que indica los números de parte rectificables que pueden ser procesados por la rectificadora de mandriles.

VARIANTE	DESCRIPCIÓN	N.º de CABLE Abbott (SIN RECUBRIMIENTO)	LONGITUD	N.º ACEPTABLE DE DIAM. RECUBIERTO
413	RX Delta	TLT2000173-105	24cm ± 1.0cm	D1 0.020' ± 0.0005' D2 0.017' ± 0.0005'
414	RX Zero	TLT2000173-106	40cm ± 1.0cm	D1 0.028' ± 0.0285' D2 0.0165' ± 0.017'
415	Mini-Vision	RM2000451-255	10' ± 0.025'	0.0255' ± 0.0002'
416	0155	RM2000451-152	85' ± 0.25'	0.0155' ± 0.0002'
417	0158	RM2000451-154	83' ± 0.25'	0.0158' ± 0.0002'
418	Junction Stepped	TLT2000173-108	Ver la imagen 4. D>20.5 ± 0.5cm E=5 ± 1mm F>2.5 ± 0.5mm G=12.5 ± 1mm H=15 ± 2mm	Ver la imagen 4. A= 0.0275 ± 0.0005' B = 0.020 ± 0.0005' C = 0.017 ± 0.0005'
419	Jaguar	TLT2000173-109	22.0' ± 0.5'	D1 0.026' ± 0.0265' D2 0.0165' ± 0.017'
420	Jaguar	TLT2000173-110	22.5' ± 0.25'	D1 0.026' ± 0.0265' D2 0.0165' ± 0.017'
421	Pathfinder, SBA Proc. Jan Forming	TLT2000173-111	85' ± 3.0'	D1 0.0405' ± 0.0415' D2 0.0340' ± 0.0002'
422	RX Accuret family	TLT2000173-112	80.0' ± 0.5'	D1 0.0180' ± 0.0200' D2 0.016' ± 0.0005'
423	Absolute Pro Tip Laser Bonding	TLT2054701-22	60.0 cm ± 0.5 cm	D1 0.0452' ± 0.0469' D2 0.0368' ± 0.0374'
424	014	TLT2000173-116	24' ± 0.2'	D1 0.031' ± 0.0315' D2 0.0165' ± 0.017'
425	014	TLT2000173-114	23' ± 0.2'	D1 0.028' ± 0.0285' D2 0.0165' ± 0.017'
426	014	TLT2000173-113	25' ± 0.2'	D1 0.027' ± 0.0275' D2 0.0165' ± 0.017'
427	RX Penta	TLT2000173-117	21' ± 0.2'	D1 0.032' ± 0.0325' D2 0.0165' ± 0.017'
428	014	TLT2000173-115	24' ± 0.2'	D1 0.029' ± 0.0295' D2 0.0165' ± 0.017'
429	Absolute Pro Kyor	TLT2000173-118	200cm ± 1cm	D1 0.0370' ± 0.0002' D2 0.025' ± 0.0002'
430	Rx Xcalibur	TLT2000173-120	21.5' ± 0.25'	D1 0.0256' ± 0.0002' D2 0.0165' ± 0.0002'
431	Rx Xcalibur	TLT2000173-119	22.5' ± 0.25'	D1 0.0265' ± 0.0002' D2 0.0165' ± 0.0002'

CONFIDENCIAL
No se puede reproducir fuera de Abbott sin autorización escrita de Control de Documentos.

VARIANTE	DESCRIPCIÓN	N.º de CABLE Abbott (SIN RECUBRIMIENTO)	LONGITUD	N.º ACEPTABLE DE DIAM. RECUBIERTO
327	Viatrac 18	TLT 2000173-63	32.5' ± 0.5' 162.5 cm ± 1 cm	D1 0.0195' ± 0.0200' D2 0.016' ± 0.0005'
328	Viatrac 18	TLT 2000173-64	43.5' ± 0.5' 119.5 cm ± 1 cm	D1 0.020' ± 0.0005' D2 0.017' ± 0.0005'
329	Viatrac 18	RM 2000451-623	43.5' ± 0.5' 119.5 cm ± 1 cm	0.0265' ± 0.0005'
330	Viatrac 18	RM 2000451-481	75' ± 0.5' 190.5 ± 1.0cm	0.048' ± 0.0005'
331	Powersail	TLT 2000173-66	19.0' ± 0.25' 150.0cm ± .8cm	D1 0.016' ± 0.0165' D2 0.014' ± 0.0145'
332	Flowstar	TLT 2000173-67	83' ± 0.2' 160.0cm ± .5cm	D1 0.0225' ± 0.0004' D2 0.020' ± 0.0004'
333	Accuret	RM2000451-604	19.7' ± 0.5' 150 cm ± 1 cm	0.0160' ± 0.0165'
334	Accuret	TLT2000173-68	16.1' ± 0.5' 125.8 cm ± 1 cm	D1 0.0180' ± 0.0005' D2 0.0480' ± 0.0005'
335	Accuret	TLT2000173-71	13.1' ± 0.5' 133 cm ± 1cm	Dc 0.0180' ± 0.0005' Dc 0.0315' ± 0.0005' Dc 0.0480' ± 0.0005' Ver la imagen 4.
336	Accuret	TLT2000173-72	13.1' ± 0.5' 133 cm ± 1cm	Dc 0.0180' ± 0.0005' Dc 0.0315' ± 0.0005' Dc 0.0510' ± 0.0005' Ver la imagen 4.
337	Accuret	TLT2000173-69	8.5' ± 0.5' 116.5 cm ± 1 cm	D1 0.0140' ± 0.0005' D2 0.0360' ± 0.0005'
338	Accuret	TLT2000173-70	6.5' ± 0.5' 118.5 cm ± 1 cm	D1 0.0140' ± 0.0005' D2 0.0390' ± 0.0005'
339	014	TLT2000173-73	23' ± 0.5'	D1 0.027' ± 0.0275' D2 0.0165' ± 0.017'
340	014	TLT2000173-114	23' ± 0.2'	D1 0.028' ± 0.0285' D2 0.0165' ± 0.017'
341	014	TLT2000173-75	23' ± 0.5'	D1 0.029' ± 0.0295' D2 0.0165' ± 0.017'
342	014	TLT2000173-116	24' ± 0.2'	D1 0.031' ± 0.0315' D2 0.0165' ± 0.017'
343	Penta	TLT2000173-78	23' ± 0.5'	D1 0.0275' ± 0.0280' D2 0.0165' ± 0.017'
344	OTW L.M	TLT2000173-79	88' ± 0.5'	D1 0.0158' ± 0.0163' D2 0.014' ± 0.0145'
345	Peripheral 018	TLT2000173-80	39' ± 0.5'	D1 0.0195' ± 0.0200' D2 0.016' ± 0.0005'

CONFIDENCIAL
No se puede reproducir fuera de Abbott sin autorización escrita de Control de Documentos.

ANEXO 13 Evidencia de supervisor de línea de producción, donde indica que no existe ningún procedimiento o capacitación para la manipulación y descarte de los mandriles en líneas de producción.



Buen día Josué,

Las líneas de producción no cuentan con ningún procedimiento, control o entrenamiento que se le brinde a los operarios sobre la manipulación que deben de tener en el proceso, tampoco se cuenta con un criterio de descarte que los guíe a que se debe y que no se debe desechar.

Saludos,

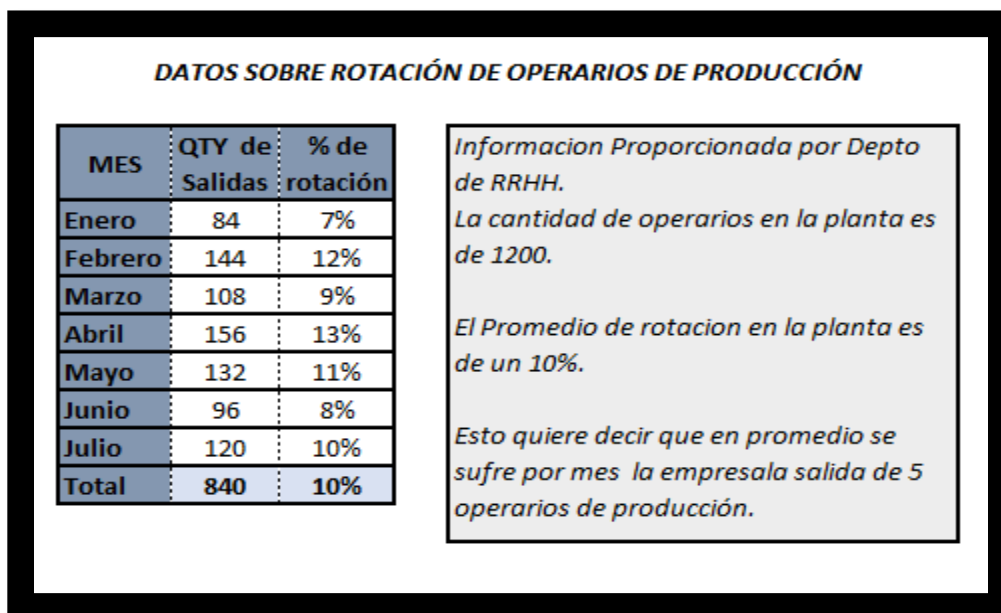
Buenas Tardes Dayana.

El motivo de mi correo, es realizarle una consulta con el fin de entender si existe a nivel de línea de producción algún procedimiento o especificación sobre la manipulación de mandriles y criterio de descarte de ellos?

Quedo atento a sus comentarios.

Saludos.

ANEXO 14 Evidencia del departamento de RRHH, donde indica el índice de rotación presente en las líneas de producción.



ANEXO 15 Evidencia de pesaje de mandriles versus etiqueta con la identificación de cantidades de mandriles provenientes de la línea de producción.



ANEXO 16 Costo de Inversión.

Costo Licencia PBI ANUAL			
TC	€566.46		
		Mensual	Año
Licencia Power BI	€ 9.40	€5,324.72	€63,896.69

Costo Elaboración Herramienta PBI		
Horas	Costo x hora Aprendiz	Total
6	€11,000.00	€66,000.00

Modificación Herramienta PBI		
Horas	Costo x hora Aprendiz	Total
3	€11,000.00	€33,000.00

Costo Capacitación			
Personal	Horas	Costo x hora Aprendiz	Total
15	8	€2,500.00	€300,000.00

Inversión
€462,896.69