

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INTEGRAL  
DE MÉTRICAS PARA EL PROCESO DE  
DOCUMENTACIÓN DENTRO DEL  
DEPARTAMENTO TOOLING DEVELOPMENT DE  
BOSTON SCIENTIFIC HEREDIA, DURANTE EL  
SEGUNDO CUATRIMESTRE DEL 2024

PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA  
OPTAR POR EL BACHILLERATO EN  
INGENIERÍA INDUSTRIAL

NOMBRE COMPLETO DEL ESTUDIANTE:

DANIELA SOLÍS HERNÁNDEZ

NOMBRE COMPLETO DEL TUTOR:

ING. ROLANDO JOSÉ MOLINA SOLÍS

HEREDIA, 2024.

## ii. ACTA DE APROBACIÓN

### DECLARACIÓN JURADA

Yo Daniela Solís Hernández, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 115360301 egresado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente aperecebido 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 de Ingeniería Industrial, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: “Implementación de un sistema integral de métricas para el proceso de documentación dentro del departamento Tooling Development de Boston Scientific Heredia, durante el segundo cuatrimestre del 2024”, es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público. en fe de lo anterior, firmo en la ciudad de San José, a los diecinueve días del mes de agosto del año dos mil veinticuatro.

 1-1536-0301

Firma del estudiante

Cédula

## CARTA DEL TUTOR

Cartago 21 de julio de 2024

**Destinatario**  
**Carrera**  
**Universidad Hispanoamericana**

Estimados señores:

La estudiante Daniela Solís Hernández, cédula de identidad número 1 1536 0301, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado "Implementación de un sistema integral de métricas para el proceso de documentación dentro del departamento tooling desenvolvimento de Boston Scientific Heredia, durante el segundo cuatrimestre del 2024.", 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%	10
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	20
C)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	28
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	20
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	19
	TOTAL		97

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

Atentamente,

**ROLANDO JOSE MOLINA SOLIS**  
 Firmado digitalmente por  
 ROLANDO JOSE MOLINA  
 SOLIS  
 Fecha: 2024.07.21 10:28:10  
 -06'00'

**Rolando José Molina Solís**  
**Cédula identidad: 1 0957 0454**

## CARTA DE LECTOR

San José, 03 de agosto del 2024

**Universidad Hispanoamericana**  
**Sede Heredia**  
**Carrera Ingeniería Industrial**

**Estimado señor**

La estudiante Daniela Solís Hernández, cédula de identidad No. 1 1536 0301, me ha presentado para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado " Implementación de un sistema integral de métricas para el proceso de documentación dentro del departamento Tooling development de Boston Scientific Heredia, durante el segundo cuatrimestre del 2024", el cual ha elaborado para obtener su grado de Bachillerato en Ingeniería Industrial.

He revisado y he hecho las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente lo relativo a la coherencia entre el marco teórico y análisis de datos, la consistencia de los datos recopilados y la coherencia entre éstos y las conclusiones; 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.

Atte.

**ROBERTO SANCHEZ**  
**MORALES (FIRMA)**

Firmado digitalmente por  
ROBERTO SANCHEZ MORALES  
(FIRMA)  
Fecha: 2024.08.03 18:50:30 -06'00'

**Firma**

**Nombre: Roberto Sánchez Morales**

**Cédula: 900810622**

### iii. DEDICATORIA

Dedico este logro con mucho amor a mis dos hijos Samuel y Sebastián, quienes han sido mi principal fuente de inspiración y fortaleza para culminar esta etapa, a pesar del sacrificio de restarles tiempo de calidad por estar enfocada en mi crecimiento personal y profesional; siempre los tuve presente en mis pensamientos y sus gestos de amor eran un aliento a que todo valdría la pena.

Asimismo, a mi madre Yami y hermano Óscar quienes fueron un bastón en este recorrido, cuidando de mis hijos para cumplir uno de mis sueños; ser profesional. Mi madre ha sido un pilar que con su gran amor, comprensión y gestos de apoyo me ha impulsado a no rendirme nunca.

Finalmente, una dedicatoria especial a mi abuelito “Pinto” quien nos dejó este año y nos cuida desde el cielo. Hoy hago ruido a sus palabras: “Daniela usted es una mujer muy valiosa e inteligente, siga adelante siempre”. Gracias por tanto abuelo.

#### **iv. AGRADECIMIENTOS**

Primeramente, agradezco profundamente a Dios por la salud y la fortaleza que me ha permitido tener en este camino que no ha sido nada fácil. Por siempre escuchar mis oraciones, haciendo posible que los sueños se vuelvan realidad.

A mi familia que ha sido un apoyo fundamental, por ayudarme en los momentos difíciles; sin su ayuda, jamás hubiese logrado alcanzar esta meta. A mi madre y padre agradezco por toda la educación y los buenos valores que me inculcaron para hacer las cosas de la mejor manera.

Agradezco a mi tutor Ing. Rolando Molina Solís por guiarme, compartir de su sabiduría y experiencia durante el proceso para poder lograr este proyecto de graduación.

Al departamento TD, por darme las facilidades y la confianza de realizar mi proyecto allí, el cual fue muy enriquecedor en aprendizaje y crecimiento personal/profesional.

Finalmente, agradezco a mi compañera universitaria Estefany “Estef” que de una u otra forma me ha guiado y acompañado en este proceso lleno de emociones que vivimos al mismo tiempo. Le deseo muchos éxitos.

A todos ellos les agradezco de corazón.

## v. TABLA DE CONTENIDOS

ii. ACTA DE APROBACIÓN .....	2
iii. DEDICATORIA.....	5
iv. AGRADECIMIENTOS.....	6
v. TABLA DE CONTENIDOS.....	7
vi. ÍNDICE DE TABLAS.....	10
vii. ÍNDICE DE FIGURAS .....	10
viii. ACRÓNIMOS Y SIGLAS .....	13
ix. RESUMEN EJECUTIVO .....	14
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO.....</b>	<b>16</b>
1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	17
1.2 IDENTIFICACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN EN DONDE SE REALIZA EL PROYECTO.....	18
1.2.1 Descripción general de la organización .....	19
1.2.2 Antecedentes del contexto de la empresa o institución .....	23
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	24
1.3.1 Definición y medición del problema.....	24
1.3.2 Justificación del proyecto .....	26
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 .....	30
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>31</b>
2.1 MARCO CONCEPTUAL GENERAL RELATIVO A LA CARRERA .....	32
2.1.1 Ingeniería Industrial.....	32
2.1.2 Mejora Continua.....	32
2.1.3 Servicio al Cliente .....	33
2.1.4 Optimización .....	33
2.1.5 Medición de Trabajo.....	34
2.1.6 Métricas .....	34
2.1.7 Productividad .....	35

2.1.8 Control de Calidad .....	35
2.2 MARCO CONCEPTUAL ATINENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO .....	35
2.2.1 Metodología DMAIC .....	35
2.2.1.1 Primera Fase: Definir .....	36
2.2.1.1.1 SIPOC .....	36
2.2.1.1.2 Diagrama de flujo .....	37
2.2.1.1.3 Cursograma Analítico .....	39
2.2.1.2 Segunda Fase: Medir .....	40
2.2.1.2.1 Hoja de verificación .....	41
2.2.1.2.2 Gráfica de Control .....	41
2.2.1.3 Tercera Fase: Analizar.....	42
2.2.1.3.1 Lluvia de Ideas .....	42
2.2.1.3.2 Diagrama de Causa y Efecto .....	43
2.2.1.3.3 Encuesta .....	44
2.2.1.3.4 Diagrama de Pareto.....	44
2.2.1.3.5 Análisis de 5 Por qué .....	45
2.2.1.4 Cuarta Fase: Implementar .....	46
2.2.1.5 Quinta Fase: Controlar .....	46
2.2.1.5.1 Plan de Control .....	46
2.2.1.5.2 Diagrama de Gantt .....	47
2.3 MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO .....	48
2.3.1 Impacto a corto plazo .....	48
2.3.2 Impacto a mediano plazo .....	49
2.3.3 Impacto a largo plazo .....	50
2.4 ANTECEDENTES DE PROYECTOS O EXPERIENCIAS SEMEJANTES .....	50
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE TRABAJO.....</b>	<b>53</b>
3.1 METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	54
3.2 METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO DEL PROYECTO.....	55
3.3 METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA, CONSTRUCCIÓN O PUESTA EN PRÁCTICA DE UN NUEVO PROCESO, PRODUCTO O SERVICIO .....	56
3.4 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO .....	57
3.5 METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE RESULTADOS .....	57
<b>CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE CAUSAS RAÍZ .....</b>	<b>58</b>

4.1 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....	59
4.1.1 Diagrama SIPOC.....	59
4.1.1 Diagrama de Flujo.....	61
4.1.3 Cursograma Analítico .....	64
4.1.3 Cantidad de proyectos realizados durante el primer cuatrimestre del 2021, 2022, 2023, 2024 .....	66
4.2 ANÁLISIS DE CAUSA RAÍZ.....	68
4.2.1 Lluvia de ideas .....	68
4.2.2 Diagrama de Ishikawa.....	69
4.2.3 Encuesta sobre frecuencia de las causas .....	71
4.2.5 Diagrama de Pareto.....	72
4.2.6 Análisis 5 por qué .....	75
4.3 CONCLUSIONES DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	76
<b>CAPÍTULO V: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN .....</b>	<b>77</b>
5.1 DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	78
5.2 CAUSAS Y PROPUESTAS PLANTEADAS.....	78
5.2.1 Propuesta: Plataforma Airtable y Excel robusto .....	79
5.2.2 Propuesta: Programa de Capacitaciones con guías de trabajo .....	84
5.2.3 Propuesta: Foros semanales para revisión de proyectos .....	87
5.3 IMPLEMENTACIÓN DE LAS PROPUESTAS PLANTEADAS .....	87
5.3.1 Propuesta: Plataforma Airtable y Excel robusto .....	87
5.3.2 Propuesta: Programa de Capacitaciones con guías de trabajo .....	93
5.3.3 Propuesta: Foros semanales para revisión de proyectos .....	96
5.4 ANÁLISIS DEL BENEFICIO - COSTO .....	100
5.4 PLAN DE CONTROL .....	106
<b>CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>108</b>
6.1 CONCLUSIONES .....	109
6.2 RECOMENDACIONES .....	111
<b>CAPÍTULO VII: BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>112</b>
<b>CAPÍTULO VIII: ANEXOS .....</b>	<b>114</b>
8.1 ANEXO 1 .....	115
8.2 ANEXO 2 .....	116
8.3 ANEXO 3 .....	118

8.4 ANEXO 4 .....	119
8.5 ANEXO 5 .....	120

## vi. ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Proyectos completados por TD en el IQ 2021, 2022, 2023, 2024 .....	66
Tabla 2	Ocurrencia de causas .....	72
Tabla 3	Costos totales de las propuestas .....	100
Tabla 4	Costos fijos mensuales de implementación .....	101
Tabla 5	Beneficio / Costo de las propuestas II Q 2024 .....	104
Tabla 6	Beneficio / Costo esperado IQ 2025 .....	105

## vii. ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Ubicación Geográfica, Boston Scientific Heredia .....	18
Figura 2	Valores de Boston Sicientific .....	20
Figura 3	Diana de prioridades de Boston Scientific .....	21
Figura 4	Organigrama de Tooling Development .....	22
Figura 5	Fixtures diseñados por Tooling Development .....	25
Figura 6	Diagrama de Flujo de Tooling Development .....	26
Figura 7	Metodología DMAIC .....	36
Figura 8	SIPOC .....	37
Figura 9	Diagrama de Flujo .....	38
Figura 10	Simbología de Diagrama de Flujo .....	39
Figura 11	Cursograma Analítico .....	40
Figura 12	Hoja de Verificación .....	41
Figura 13	Gráfico de Control .....	42
Figura 14	Diagrama de Cauda - Efecto .....	43
Figura 15	Diagrama de Pareto .....	45
Figura 16	Herramienta 5 Por qué .....	45
Figura 17	Plan de Control .....	47
Figura 18	Diagrama de Gantt .....	48
Figura 19	Diagrama SIPOC sobre proceso de documentación .....	59

Figura 20	Diagrama de Flujo sobre proceso de documentación.....	61
Figura 21	Ilustración del sistema Windchill .....	63
Figura 22	Cursograma Analítico del proceso de documentación en TD .....	64
Figura 23	Excel utilizado por TD.....	65
Figura 24 2023, 2024	Gráfico de Control de proyectos completados por TD en el IQ 2021, 2022, 2023, 2024	67
Figura 25 2023, 2024	Gráfico de Control de proyectos completados por TD en el IQ 2021, 2022, 2023, 2024	68
Figura 26	Lluvia de ideas .....	69
Figura 27	Diagrama de Ishikawa .....	70
Figura 28	Resultados de la encuesta .....	72
Figura 29	Diagrama de Pareto.....	73
Figura 30	Agrupación de seis causas principales.....	74
Figura 31	Análisis de 5 por qué .....	75
Figura 32	Ilustración de base de datos en Airtable para TD .....	80
Figura 33	Propuesta de Excel para Documentación en TD.....	81
Figura 34	Propuesta de Cursograma Analítico .....	82
Figura 35	Propuesta de Cursograma Analítico antes/después de mejora .....	83
Figura 36	Propuesta de Diagramas de Gantt para capacitaciones TD .....	85
Figura 37	Grupos para capacitados en TD .....	86
Figura 38	Información solicitada dentro del tiquete en Airtable.....	88
Figura 39	Excel para Documentación en TD .....	89
Figura 40	Indicadores semanales TD.....	89
Figura 41	Plan de Acción de Plataforma Airtable .....	90
Figura 42	Porcentaje de implementación .....	91
Figura 43	Gráfico de proyectos realizados I y II Q 2024 .....	92
Figura 44	Productividad antes y después de la mejora .....	93
Figura 45	KSD para documentación de TD .....	94
Figura 46	Capacitaciones de documentación TD .....	95
Figura 47	Grabaciones de capacitaciones en Teams .....	96
Figura 48	Recurrencia de Foro semanal de TD para revisión de proyectos .....	97
Figura 49	Lista de proyectos revisada en el foro semanal.....	97
Figura 50	Gráfico de estado semanal de tareas de documentación .....	98
Figura 51	Porcentaje total de implementación de las propuestas .....	99
Figura 52	Cantidad de proyectos del I y II Q 2024 y sus ganancias.....	103

<b>Figura 53</b>	<b>Plan de control de los indicadores de desempeño de documentación</b>	<b>106</b>
<b>Figura 54</b>	<b>Promedios de proyectos completados por TD en el IQ y IIQ 2024.....</b>	<b>115</b>
<b>Figura 55</b>	<b>Encuesta sobre posibles causas que afectan al proceso de documentación .....</b>	<b>116</b>
<b>Figura 56</b>	<b>Cálculo de los Rangos.....</b>	<b>118</b>
<b>Figura 57</b>	<b>Cálculo de los límites, gráficos X y R Barra.....</b>	<b>119</b>
<b>Figura 58</b>	<b>Carta de Autorización para licencia de TFG Final.....</b>	<b>120</b>

## viii. ACRÓNIMOS Y SIGLAS

1. **BSC:** Boston Scientific.
2. **DMAIC:** Definir, Medir, Analizar y Controlar.
3. **IQ:** First Quarter o primer cuatrimestre (español).
4. **IIQ:** Second Quarter o segundo cuatrimestre (español).
5. **KSD:** Knowledge Sharing Document o documento de intercambio de conocimientos (español).
6. **SIPOC:** Supplier, Inputs, Process, Outputs, Customers.
7. **TD:** Tooling Development o Desarrollo de herramientas.
8. **WW:** Work week o semana de trabajo (español).

## ix. RESUMEN EJECUTIVO

Solís H, Daniela. (2024). *Implementación de un sistema integral de métricas para el proceso de documentación dentro del departamento Tooling Development de Boston Scientific Heredia, durante el segundo cuatrimestre 2024*. [Proyecto de graduación para optar por el Bachillerato en Ingeniería Industrial, Universidad Hispanoamericana]. Tutor Ing. Rolando José Molina Solís.

El presente proyecto de graduación fue desarrollado en función de un mejoramiento en la productividad del proceso de documentación del departamento Tooling Development en la empresa Boston Scientific Heredia a través de la metodología DMAIC con el fin de mejorar la comunicación, estandarizar los tiempos de entrega de los proyectos, establecer un control sobre el rendimiento, hacer uso del recurso humano de una manera más eficiente y reducir tiempos.

En el transcurso del análisis de las herramientas ingenieriles aplicadas se logra determinar por medio del diagrama de Pareto que las principales causas de afectación durante el proceso documental son: diferentes canales para recopilación de información, registro poco robusto de trazabilidad de proyectos, ausencia de guías de trabajo, falta de creación de flujo de proceso, desconocimiento de información requerida y ausencia de foros para revisión de proyectos, siendo esto de impacto significativo a la productividad.

Por lo tanto como parte de las propuestas se sugiere implementar una plataforma en línea y un excel robusto que centralice la información de los proyectos,

mejore la trazabilidad y permita crear indicadores, crear guías y flujo del proceso y crear un programa robusto de capacitaciones y establecer una recurrencia semanal para revisar el estado de cada proyecto.

En conclusión, durante el desarrollo de este proyecto se logró un porcentaje total de implementación de las propuestas de 87% aproximadamente con beneficios notorios, se espera que con la implementación total se mejore un 80.65% en la productividad y las ganancias, lo que equivale a un beneficio monetario de \$16,800.

## **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO**

## 1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto se llevará a cabo en la empresa de manufactura de dispositivos médicos llamada Boston Scientific (BSC), en la sede ubicada en La Aurora de Heredia, la cual está especializada en áreas de endoscopia, urología, electrofisiología, cardiología y neuro modulación.

Boston Scientific cuenta con un departamento llamado Tooling Development perteneciente al área de Ingeniería de Equipos y que lleva aproximadamente 6 años en brindar servicios de diseño de herramientas o fixtures impresos con tecnología 3D a cada una de las líneas de producción de Heredia, buscando el mejoramiento de los procesos en temas de disminución de desperdicios, prevención de accidentes laborales, ergonomía y productividad.

El siguiente proyecto de investigación se forma por la necesidad del departamento de Tooling Development, donde se percibe un desorden en el proceso de documentación debido a la falta de un sistema integral de métricas, en el departamento se utiliza un Excel poco robusto donde se lleva una trazabilidad muy vaga de los proyectos lo que provoca una mala administración, un mal manejo de los recursos lo que ha ocasionado duplicaciones o personas trabajando sobre el mismo proyecto, y por ende pérdida de tiempos y de abarcar una mayor cantidad de proyectos.

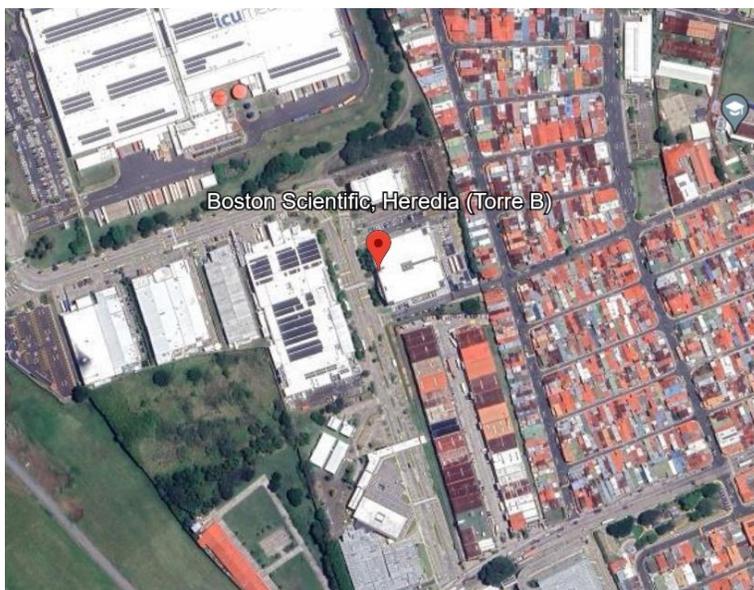
Por lo que este proyecto consiste en buscar la o las múltiples formas de mejora para optimizar el proceso, todo esto desde una perspectiva ingenieril de mejora continua. Algunas perspectivas de mejora del proyecto se enfocan en identificar los

pasos del proyecto, medir e implementar un sistema de métricas que por ende va a llevar a una mejora en los tiempos de respuesta hacia los clientes y optimizar los recursos brindados por la empresa para estas labores. En busca de un mejor resultado final para la experiencia del usuario y con la menor cantidad de recursos posibles.

## 1.2 IDENTIFICACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN EN DONDE SE REALIZA EL PROYECTO

La empresa Boston Scientific, cuenta con tres sedes ubicadas en La Aurora de Heredia, Coyol de Alajuela y Cartago, se dedica a la manufactura de dispositivos médicos poco invasivos en diferentes ramas de la medicina dentro de las cuales se pueden mencionar: Endoscopia, Cardiología Intervencionista, Neuromodulación, Intervenciones Periféricas, Gestión del Ritmo Cardíaco, Urología y Salud Pélvica.

**Figura 1** Ubicación Geográfica, Boston Scientific Heredia



Fuente: <https://earth.google.com>

### 1.2.1 Descripción general de la organización

BSC, cuenta con una estructura organizacional en donde sostiene sus principios fundamentales que los ha mantenido vigentes durante el paso de los años.

- Visión

Ser el mejor proveedor de dispositivos médicos en el mundo.

- Misión

La compañía Boston Scientific está dedicada a transformar vidas a través de soluciones médicas innovadoras que mejoran la salud de los pacientes en todo el mundo. (Boston Scientific, 2024).

- Política de Calidad

Yo mejoro la calidad del cuidado del paciente y de todo Boston Scientific.

- Valores

El trabajo de Boston Scientific se guía por valores fundamentales que definen la cultura dentro de la compañía y empoderan a los empleados en realizar sus labores con calidad y motivación, los cuales son: Cuidado, Diversidad, Colaboración Global, Alto Rendimiento, Innovación Significativa y Espíritu Ganador.

Los anteriores se describen en la siguiente figura:

**Figura 2** Valores de Boston Scientific



### Cuidado

Actuamos con integridad y compasión para apoyar a los pacientes, clientes, nuestras comunidades y entre nosotros.



### Diversidad

Aceptamos la diversidad y valoramos los talentos, ideas y experiencias únicas de nuestros empleados.



### Colaboración Global

Trabajamos en colaboración para buscar oportunidades globales que extiendan el alcance de nuestras soluciones médicas.



### Alto Rendimiento

Nos esforzamos por lograr un alto rendimiento para beneficiar a nuestros pacientes, médicos y accionistas.



### Innovación Significativa

Fomentamos un ambiente de creatividad para transformar nuevas ideas en servicios innovadores y soluciones que crean valor para pacientes, clientes y empleados.



### Espíritu Ganador

Nos adaptamos al cambio y actuamos con rapidez, agilidad y responsabilidad para mejorar aún más la atención al paciente.

Fuente: <https://www.bostonscientific.com/es>

Además, el negocio de Boston Scientific se maneja bajo la diana de prioridades en donde se puede observar que el centro es lo más importante, descendiendo el nivel de importancia del centro hacia afuera.

**Figura 3** Diana de prioridades de Boston Scientific



Fuente: <https://www.bostonscientific.com/es>

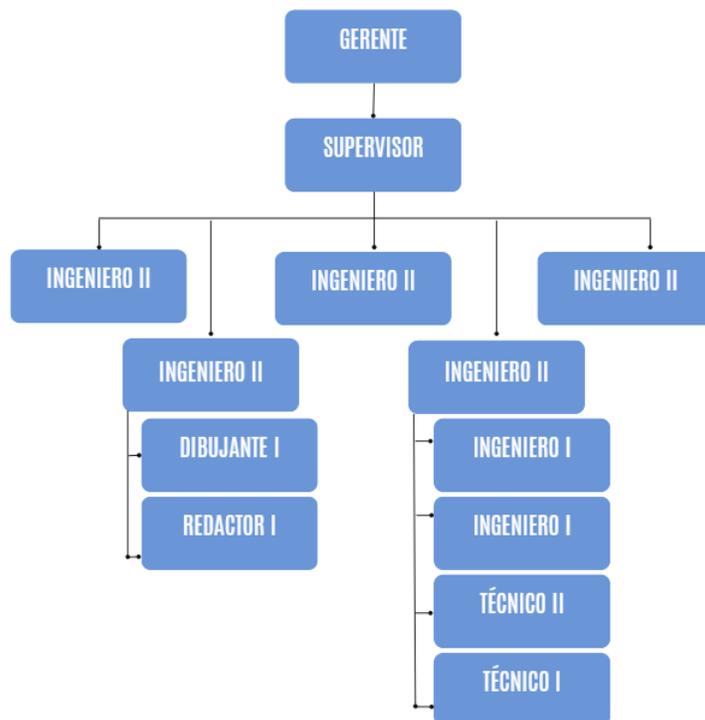
En el 2004, se inauguró la planta de manufactura en La Aurora de Heredia, específicamente en la Zona Franca Global Park. Actualmente cuenta con aproximadamente 7,000 empleados a nivel nacional, de los cuales 3,300 son colaboradores de la sede en Heredia.

Dentro de Boston Scientific Heredia, se encuentra un subdepartamento llamado Tooling Development (TD) que fue inaugurado en el año 2018, el cual pertenece al

departamento de Ingeniería de equipos, y es un soporte a los distintos procesos de manufactura en busca de la mejora continua. La principal razón de ser de TD es crear impresiones 3D de fixtures o herramientas que ayuden a evitar defectos en los procesos de producción, de una manera más eficiente que contratando a proveedores externos para mecanizar dichas herramientas.

A continuación, se presenta la estructura organizacional de dicho departamento, el cual está integrado por 13 personas que forman parte de Boston Scientific.

**Figura 4** Organigrama de Tooling Development



Fuente: Elaboración propia

### **1.2.2 Antecedentes del contexto de la empresa o institución**

En 1969, John Abele, uno de los cofundadores, estaba en la búsqueda de un inversor para Medi-Tech, una compañía especializada en medicina intervencionista a la que se había unido. Su objetivo era abrir nuevos mercados para hacer que la medicina fuera más accesible, menos costosa, menos invasiva y promover los productos de Medi-Tech para beneficiar a los pacientes.

Fue entonces en 1979 cuando John Abele y Pete Nicholas se asocian para comprar Medi-Tech, cuyos primeros productos fueron un grupo de catéteres que fueron utilizados en procedimientos médicos menos invasivos y de esta forma dan origen a Boston Scientific, cuya casa matriz se encuentra en Malborough, Massachusetts. Los fundadores tenían una visión clara de alcanzar un liderazgo en el campo de la industria médica, por lo que a finales de los noventa Boston Scientific invierte en tres adquisiciones que les ayuda a impulsarse en diferentes campos de la medicina como urología, endoscopías pulmonares, dispositivos gastrointestinales y neurología.

Durante la primera década de los años 2000, Boston realizó dos adquisiciones fundamentales que permitieron el lanzamiento de uno de los productos más exitosos en la historia de la industria: el sistema de stent coronario liberador de paclitaxel en Estados Unidos. Además, con la adquisición de Guidant en 2004, Boston Scientific se introdujo en el campo de la neuromodulación.

A lo largo de los años la empresa ha llevado a cabo una serie de inversiones que le han permitido una posición robusta en el mercado, convirtiéndola en una de las

compañías más grandes productoras de dispositivos médicos a nivel mundial, con representativos de ventas en más de 100 países y con una cantidad de empleados a nivel mundial de 48,000 mil aproximadamente.

En el 2004, la corporación decidió instalar su primera planta de manufactura en La Aurora de Heredia, Costa Rica. Como resultado del crecimiento que ha tenido el negocio en el país, en 2009 se abrió la segunda planta ubicada en Coyol de Alajuela y en el 2023 la tercera localizada en Cartago.

## **1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

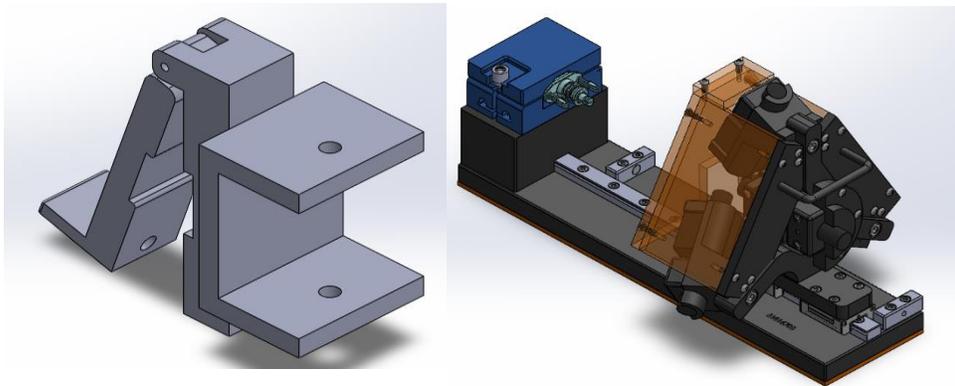
### **1.3.1 Definición y medición del problema**

Dentro de los múltiples procedimientos y tareas del departamento de ingeniería de Equipos, se logra identificar que algunas veces por las distintas variables del proceso dentro de TD, próximamente descrito, no existe un control sobre el proceso documental, lo cual, también realizando un análisis, se identifica que dicho proceso está generando una ineficiencia en el uso del recurso humano, tiempos altos de proceso, falta de objetividad y claridad en la medición del rendimiento e incluso la pérdida de oportunidades de adquirir nuevos proyectos de los clientes.

Como preámbulo del tema en cuestión, el departamento Tooling Development realiza la labor de crear o modificar fixtures impresos en tecnología 3D dentro de todas las líneas de producción de Heredia, los cuales se pueden definir como accesorios o herramientas que buscan reducir el scrap o material de desecho dentro de los procesos, agilizar o facilitar las operaciones, reducir los tiempos de proceso, mejorar

la ergonomía en las estaciones, es decir, busca la mejora continua dentro de los procedimientos. Para interpretar de una mejor forma los fixtures, se agregan imágenes de referencia de estos.

**Figura 5** *Fixtures diseñados por Tooling Development*

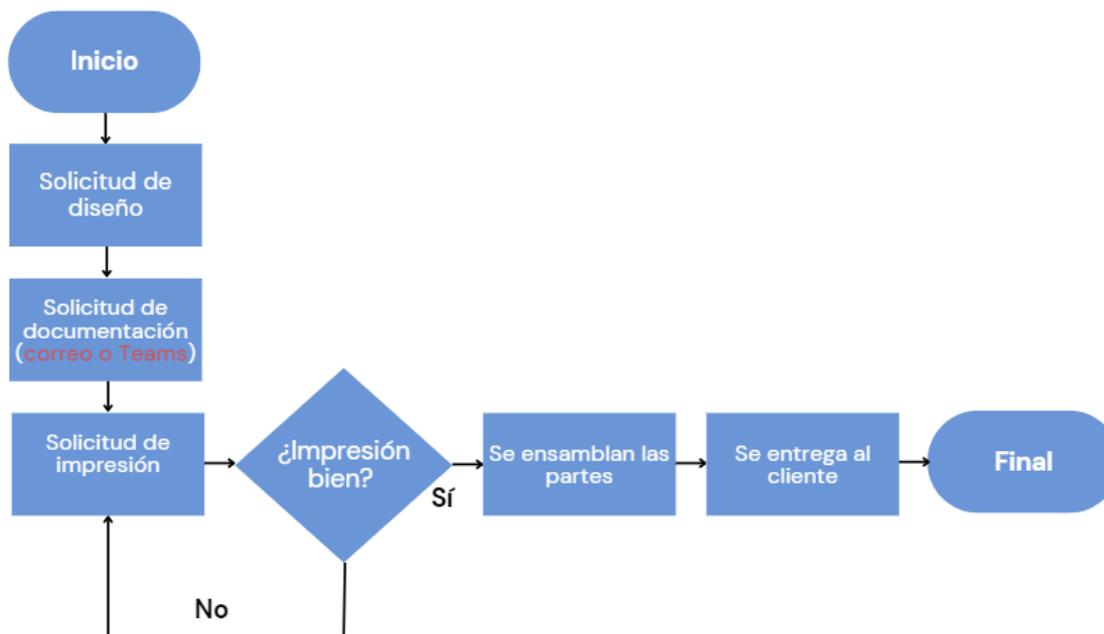


*Fuente: Boston Scientific, 2024*

Continuando con la explicación de la problemática, se identifica no existe una estandarización en la entrega de proyectos, desde el momento en el que se genera una solicitud de un proyecto hasta el momento en que se le entrega el fixture con la documentación lista al cliente, por lo que no existe un panorama claro de quién está llevando el proyecto, no hay claridad de la priorización y la comunicación no está centralizada, esto involucra a todos los recursos del departamento.

Para mostrar de una forma más sencilla este procedimiento, se mostrará el siguiente diagrama de flujo de la situación actual del proceso.

**Figura 6** Diagrama de Flujo de Tooling Development



*Fuente: Elaboración propia*

En el diagrama anterior se logra identificar que no existe una comunicación eficiente ni centralizada durante el desarrollo de los proyectos debido a que como se observa en el segundo paso que corresponde a la solicitud de documentación, los requerimientos del proyecto llegan al departamento a través de diferentes medios como correo o Teams, lo que no ha permitido mantener un flujo constante ya que en muchas ocasiones la información llega incompleta provocando tiempos altos de proceso en busca de la información faltante y la ausencia de un proceso más robusto para poder abarcar más proyectos.

### 1.3.2 Justificación del proyecto

Una vez lograda la implementación de la o las posibles soluciones de este problema, se podrán obtener múltiples beneficios directos a la gestión, ya que se

disminuirán los tiempos del proceso de documentación, buscando implementar mejoras para el crecimiento del departamento dentro de la empresa.

Este proyecto optimizaría los recursos necesarios para el proceso actual, incrementaría la cantidad de proyectos generados por el departamento, ayudando a concretar mayor cantidad de proyectos. Esto beneficiando al cliente, ya que se mejoraría significativamente los tiempos de respuesta, también se beneficiaría el departamento en general, ya que esto podría generar un incremento en los proyectos ganados, lo cual es sinónimo a un incremento en las ganancias.

Este proyecto podría resolver la problemática de que algunas veces los proyectos pueden perder su empuje y posibilidad de concretarse a causa de que los tiempos de respuesta no son los mejores según la perspectiva de algunos clientes.

Continuando con los beneficios, también se fortalecerá la estadística con el propósito de medir, evaluar y mejorar de manera continua la eficiencia, la calidad y la eficacia, asegurando la alineación con los objetivos estratégicos de la organización Boston Scientific.

Por lo tanto, uno de los mayores impactos que tendría este proyecto es en aumentar la productividad del proceso de documentación dentro del departamento Tooling Development, ya que podrá tener un número mayor de proyectos realizados en un menor tiempo y, generalmente, con menor esfuerzo.

## **1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO**

### **1.4.1 Objetivo General**

Implementar un sistema integral de métricas para el proceso de documentación dentro del departamento Tooling Development, mediante la aplicación de la metodología DMAIC con el propósito de mejorar de manera continua la productividad, asegurando la alineación con los objetivos estratégicos de la organización Boston Scientific, durante el segundo cuatrimestre del 2024.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Entender el proceso de documentación de Tooling Development y sus etapas.
- Medir la cantidad de proyectos de documentación realizados por el departamento utilizando herramientas ingenieriles.
- Analizar las principales causas por las cuales el proceso de documentación no tiene una buena métrica que aporte en la mejora de su productividad.
- Generar propuestas de mejora que impacten en los tiempos de procesamiento y que ayuden a mejorar la productividad de esta organización.
- Desarrollar un plan de control mediante indicadores y foros para que las acciones de mejora permanezcan a través del tiempo.

## **1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES**

### **1.5.1 Alcances**

El estudio se realiza en Boston Scientific ubicada en la zona franca Global Park, en La Aurora de Heredia, en el área de ingeniería de equipos. Específicamente dentro del departamento de Tooling Development (TD), encargado de la mejora continua en las líneas de producción de Heredia en temas de scrap, eficiencia de operaciones, productividad, ergonomía, entre otros.

La implementación de este proyecto pretende colaborar con la reducción de los recursos y los tiempos necesarios actuales para el desarrollo de la documentación, ayudando a que el departamento TD crezca en cantidad de proyectos para el año 2024 y que los clientes tengan una mejor experiencia en este proceso y obtengan los proyectos concluidos en un menor tiempo.

Este departamento fue seleccionado, porque es un negocio que tiene apenas 6 años en Boston Scientific Heredia y ha estado en continuo cambio para satisfacer las necesidades del negocio, por lo tanto, se beneficiarán tanto los colaboradores de este equipo tanto como las líneas de producción de Heredia.

### 1.5.2 Limitaciones

Los nombres de los proyectos y sus respectivas ganancias no serán detallados por temas de confidencialidad de la empresa, pero se trabajará con datos aproximados durante la elaboración del proyecto.

El presupuesto que el departamento tiene disponible para una inversión inicial corresponde a \$800 y se busca un costo fijo que no exceda los \$350 mensuales, por lo que las propuestas se deben ajustar a esto.

Además, se encontró una limitante con el futuro crecimiento de este proyecto, ya que uno de los puntos de mejora es el uso de una plataforma en línea de bajo costo para desarrollar un sistema de tiquetes y centralizar la información, sin embargo, la plataforma, no tiene una capacidad avanzada de desarrollo de datos y las opciones de gráficos y visualizaciones son muy básicos, lo que no permite informes visualmente ricos sobre las métricas. Por lo que se debe complementar con Excel.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

## **2.1 MARCO CONCEPTUAL GENERAL RELATIVO A LA CARRERA**

### **2.1.1 Ingeniería Industrial**

Es fundamental comprender que la ingeniería industrial surgió y se desarrolló a partir de los fundamentos de la ciencia. En este sentido, se destaca que la ciencia se define como un conjunto de conocimientos adquiridos mediante la observación y el razonamiento, organizados de manera sistemática, de los cuales se derivan principios y leyes generales con capacidad predictiva y verificables experimentalmente (Diccionario de la Real Academia Española, s.f.).

La ingeniería, aunque históricamente se ejercía de manera empírica junto con disciplinas como la ingeniería civil o mecánica, fue durante la Revolución Industrial cuando se identificó y consolidó como Ingeniería Industrial. Este reconocimiento se debió a su enfoque innovador, basado en la observación y el razonamiento científico, aplicado inicialmente en las industrias artesanales de la época.

### **2.1.2 Mejora Continua**

La mejora continua se conoce como un esfuerzo por aumentar la calidad mediante la eliminación de desperdicios o actividades que no agreguen valor dentro de los procesos o servicios, incrementando con ello la productividad y eficiencia del negocio. Es una búsqueda continua de identificación de oportunidades en donde se pueda utilizar de una forma más eficiente los recursos para poder lograr los objetivos planteados en los procesos.

En mercados cada vez más globalizados se requiere de estrategias robustas para hacerle frente a la competencia, por lo que la adopción de la mejora continua se ha convertido en aliada para que las empresas puedan obtener y maximizar los beneficios que esto puede traer al negocio.

### **2.1.3 Servicio al Cliente**

En el campo de la ingeniería industrial, se puede definir un cliente como una persona o lugar que espera recibir un producto o servicio como respuesta a algún tipo de pago o negociación que se haya concretado entre las partes.

El servicio al cliente consiste en satisfacer las necesidades o requerimientos de cada cliente, por medio de actividades que se desarrollan dentro de la empresa dentro de las cuales el negocio procura cumplir con los estándares de calidad solicitados y esperados, con el propósito de entregar un servicio o producto superior en comparación con la competencia y así poder mantener una relación de negocio fiel y estable durante el tiempo.

### **2.1.4 Optimización**

La optimización implica identificar áreas donde se puedan implementar mejoras con la finalidad de aumentar la eficiencia dentro de los procesos o servicios mediante la eliminación o reducción de desperdicios como son los tiempos muertos, pérdida o mal manejo de recursos, gastos innecesarios y todo tipo de actividad que no genere valor.

En la mayoría de los casos uno de los objetivos que más se logra apreciar con respecto a la optimización es que siempre se encarga de buscar la disminución de costos al máximo, aumentar al máximo su rendimiento, la productividad y la eficiencia.

### **2.1.5 Medición de Trabajo**

La medición del trabajo radica en mantener un tiempo necesario para cumplir con una labor en específico o la fabricación de un producto. Esta información es de mucha utilidad en las compañías debido a que con base a la información brindada puede beneficiar a la empresa mejorando su organización y también los tiempos de respuesta en los procesos de servicio.

Hay términos que son de suma importancia tenerlo en cuenta en la medición de trabajo como lo es el tiempo estándar que se refiere al tiempo que tarda un colaborador calificado para ejecutar una tarea, debido a eso a la medición de trabajo también se lo conoce como estudio de tiempos. Esto se ve realizado por medio de ciertos métodos creados por las empresas. De este estudio se toman los resultados obtenidos para así tener más conocimiento acerca de los costos laborales de la empresa.

### **2.1.6 Métricas**

Se basa en mediciones de las diferentes actividades de un proceso con el propósito de identificar deficiencias, mejorar los tiempos, establecer indicadores claves para el negocio y con ello mejorar la productividad y poder implementar un control de calidad mediante los indicadores obtenidos.

### **2.1.7 Productividad**

La productividad es importante para medir el desempeño de una empresa y mejorar su eficiencia. Las empresas pueden mejorar su productividad mediante prácticas como la automatización, el uso efectivo del tiempo y recursos, y la mejora continua.

### **2.1.8 Control de Calidad**

Consiste en una supervisión constante de las actividades que se realizan en un proceso o servicio con la finalidad de garantizar que los estándares y especificaciones requeridas, y que han sido negociadas con el cliente, se cumplan en su totalidad mediante el seguimiento de los procedimientos creados para dicho fin.

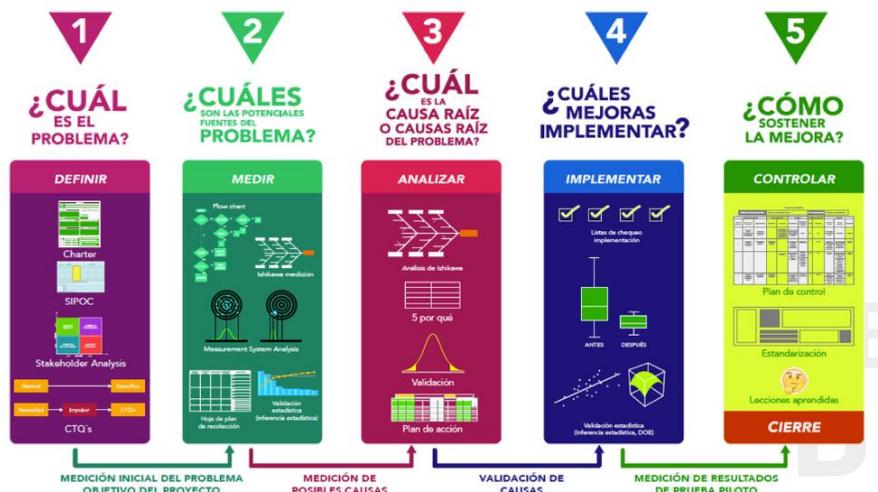
Dentro del control de la calidad se llevan a cabo prácticas como la gestión de la variabilidad y el control estadístico del proceso a través de diferentes herramientas de calidad para así lograr satisfacer las necesidades del cliente.

## **2.2 MARCO CONCEPTUAL ATINENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO**

### **2.2.1 Metodología DMAIC**

DMAIC se refiere a una metodología de mejora continua cuyas siglas representan las cinco fases del proceso, las cuales buscan identificar errores en un proceso, analizar las causas potenciales de dichos errores, implementar mejoras que permitan solucionar el error y crear controles para poder mantener las mejoras durante el tiempo.

**Figura 7** Metodología DMAIC



Fuente: <https://elearning.pxsglobal.net/>

### 2.2.1.1 Primera Fase: Definir

En la primera fase se lleva a cabo un análisis y medición inicial del problema, identificando de manera clara las razones estratégicas que justifican el proyecto, se detalla la situación actual que el equipo desea resolver y se definen de manera clara los objetivos y soluciones óptimas para las necesidades del proceso.

Para efectos de este proyecto se utilizarán las siguientes herramientas durante esta primera fase:

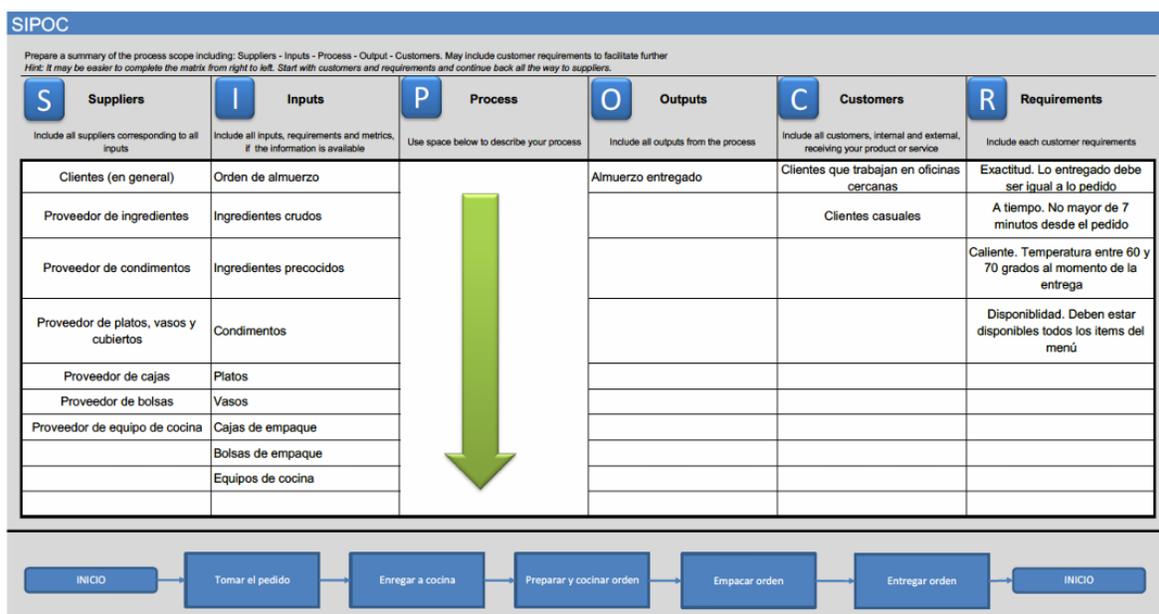
#### 2.2.1.1.1 SIPOC

Es un diagrama que permite visualizar un proceso de inicio a fin, mediante sus siglas:

- S (Supplier): se refiere a la persona u organización que provee los recursos (información, materiales o servicio) al proceso de interés.
- I (Inputs): la información, materiales o servicio provisto.

- P (Process): la serie de pasos que transforma las entradas en salidas agregando valor al cliente.
- O (Outputs): el producto o proceso final resultante del proceso.
- C (Customer): la persona o proceso que recibe la salida.

**Figura 8** SIPOC

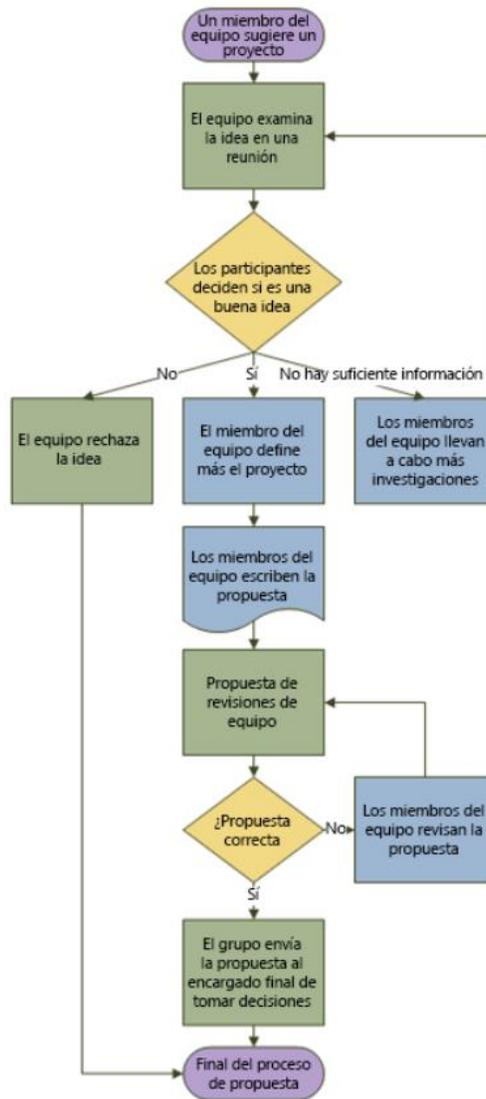


Fuente: <https://elearning.pxsglobal.net/>

### 2.2.1.1.2 Diagrama de flujo

Es un esquema visual de un proceso desglosado por actividades que permite documentarlo a medida que fluye de inicio a fin, mostrando las relaciones entre los pasos, lo que facilita a los usuarios comprender un proceso complejo sin confundirse en los detalles y desarrollar un análisis para identificar oportunidades de mejora.

**Figura 9** Diagrama de Flujo



Fuente: Visio Diagrama de flujo

**Figura 10** Simbología de Diagrama de Flujo

Símbolo	Nombre	Función
	Inicio / Final	Representa el inicio y el final de un proceso
	Línea de Flujo	Indica el orden de la ejecución de las operaciones. La flecha indica la siguiente instrucción.
	Entrada / Salida	Representa la lectura de datos en la entrada y la impresión de datos en la salida
	Proceso	Representa cualquier tipo de operación
	Decisión	Nos permite analizar una situación, con base en los valores verdadero y falso

Fuente: <https://www.smartdraw.com/flowchart/simbolos-de-diagramas-de-flujo.htm>

### 2.2.1.1.3 Cursograma Analítico

Se basa en una representación gráfica que muestra la secuencia de actividades dentro de un proceso o servicio y su relación de una con otra, además utiliza una serie de símbolos para categorizar dichas actividades y realizar un análisis del tiempo que tarda cada actividad.

**Figura 11** Cursograma Analítico

CURSOGRAMA ANALÍTICO		OPERARIO / MATERIALES / EQUIPO				
DIAGRAMA #	HOJA #	RESUMEN				
OBJETO:		ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMÍA	
		OPERACIÓN	14			
ACTIVIDAD:		TRANSPORTE	2			
ARMADO DE CAJA CHINA		ESPERA	0			
		INSPECCIÓN	2			
MÉTODO: <input checked="" type="checkbox"/> ACTUAL <input type="checkbox"/> PROPUESTO		ALMACENAMIENTO	0			
FICHA N°		Distancia (metros)	0.6			
LUGAR: Laboratorio de PO		Tiempo (minutos)	3.65			
NÚMERO DE TRABAJADORES: 4		COSTO				
COMPUERTO POR: FECHA:		MANO DE OBRA				
15/05/17		MATERIALES				
APROBADO POR: FECHA:		TOTAL				
DESCRIPCIÓN	CAN TI DAD	DISTAN CIA (METROS)	TIEM PO (\$/G.)	SIMBOLO		OBSERVA CIONES
Verificación de todas piezas			2	●		
Unir 1 pieza A y 1 pieza B			2	→		
Insertar pernos en ambos agujeros de las piezas			33	■		
Unir otra pieza A con la pieza B ya unida			3	■		
Insertar dos pernos entre pieza A no unida y pieza B			20	■		
Asegurar los pernos con el destornillador			18	■		
Unir la pieza B faltante a las 3 piezas ya unidas			5	■		
Insertar pernos en los 4 agujeros de la pieza B			31	■		
Asegurar los pernos con el destornillador			26	■		
Trasladar la caja a la estación 2	0.3		3	■		
Introducir las 2 piezas C en los 4 agujeros de la caja			8	■		
Colocar en los 4 extremos de la pieza C una pieza D			12	■		
Colocar una arandela al lado de cada pieza D			6	■		
Insertar pernos en los 4 agujeros de la pieza C			8	■		
Introducir tuercas en los 4 pernos			32	■		
Trasladar la caja a la estación 3	0.3		3	■		
Colocar la pieza F sobre la caja			4	■		
Verificar que la pieza F calce en la caja			3	■		
<b>TOTAL</b>		0.6	219	14	2	2

Fuente: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-cesar-vallejo/estudio-del-trabajo/formato-dap/13779798>

### 2.2.1.2 Segunda Fase: Medir

La segunda etapa consiste en la recopilación de datos y medición del desempeño actual del proceso para lograr entender y cuantificar cuáles son las potenciales fuentes del problema que se aborda en el proyecto, y establecer un punto de partida para el análisis en la etapa posterior.

Durante esta segunda fase se utilizarán las siguientes herramientas:

### 2.2.1.2.1 Hoja de verificación

Se refiere a formularios utilizados para la recolección de datos primarios y resumir el conteo de ocurrencias de eventos. Esta herramienta no permite realizar un análisis, sino que su utilidad es recoger datos de forma sistemática y organizada, y es el punto de partida para las demás herramientas gráficas.

**Figura 12** Hoja de Verificación

Hoja de verificación		
Fecha: 12-02-2012	Fabrica: Estación de Servicio "Virgen del Valle"	Inspector: Grupo de Trabajo
Tipo de defectos: varios		
Tipo de defectos	Verificación	subtotal
El acondicionamiento de los surtidores.	 	40
Las altas temperaturas producidas por la máquina.	 	50
Fallas en los componentes de los surtidores.	 	60
Falta de materia prima.	  	120
Los operarios no respetan su hora de descanso.	 	78
La Estructura.		25
Tiempo de ocio por parte de los operarios al manejar los surtidores.		10
Otros.	 	70
Total = 453		

Fuente: <http://aptitudesprofesionales.blogspot.com/2013/12/tecnicas-y-herramientas-de-la-calidad.html>

### 2.2.1.2.2 Gráfica de Control

Es una poderosa herramienta de calidad para reconocer las fuentes de variación en el tiempo, es decir, es útil para monitorear y ayudar a mejorar el desempeño del proceso en el tiempo distinguiendo entre la variación especial y la variación común. Además, sirve como guía para tomar decisiones sobre los ajustes a realizar en el proceso.

**Figura 13** Gráfico de Control



Fuente: <https://asesordecalidad.blogspot.com/2017/07/diagrama-o-grafico-de-control.html>

### 2.2.1.3 Tercera Fase: Analizar

Esta fase pretende analizar y desarrollar una validación de las potenciales fuentes del problema, cuantificadas en la etapa anterior, con el objetivo de determinar cuál es la causa raíz que está generando el problema, proporcionando los fundamentos para la selección de una estrategia que permita disolver el problema mediante la implementación de un plan de acción, para su prevención en la siguiente etapa.

Para efectos del proyecto se utilizarán las siguientes herramientas durante esta tercera fase:

#### 2.2.1.3.1 Lluvia de Ideas

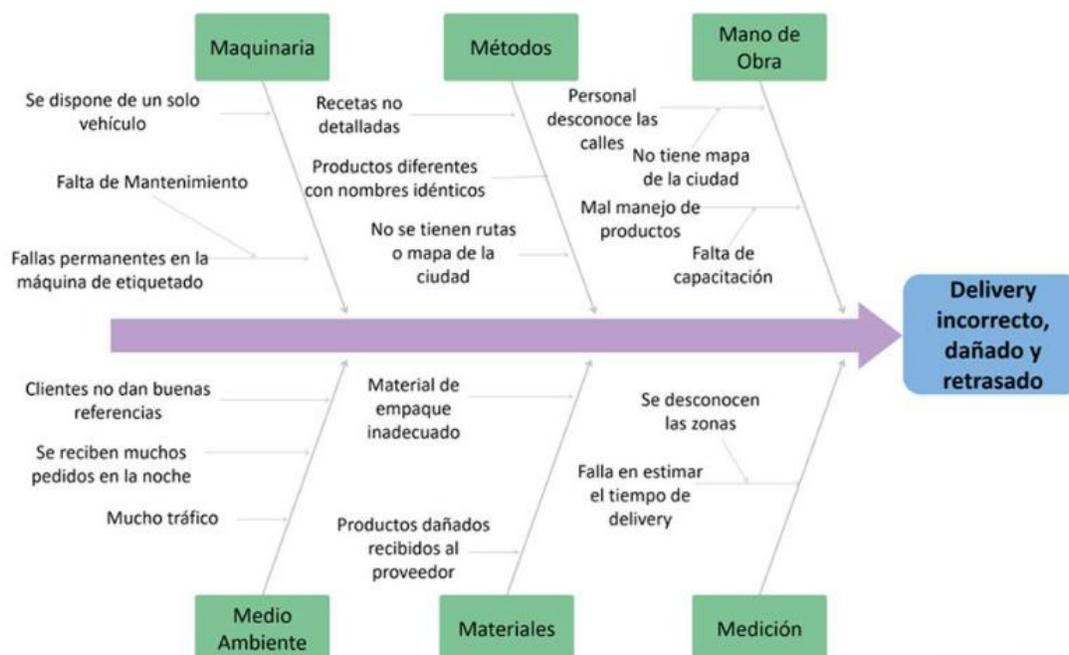
Una lluvia de ideas, también conocida como tormenta de ideas, es una técnica de generación de ideas que se utiliza en grupos para encontrar soluciones a un

problema específico, desarrollar nuevas estrategias, o simplemente para generar un gran número de ideas sobre un tema determinado. Se utiliza en ambientes empresariales, educativos y de investigación para explorar nuevas posibilidades o resolver desafíos.

### 2.2.1.3.2 Diagrama de Causa y Efecto

Es conocido también como Espina de pescado (por su forma) o diagrama de Ishikawa, este documenta gráficamente las causas de un efecto simple considerando las “cuatros P de servicios” las cuales son: Procesos, Políticas, Personas y Plataforma Tecnológica, y las “seis M de manufactura”: Mano de Obra, Métodos, Máquinas, Materiales, Medición y Madre naturaleza, su utilidad se sustenta en determinar las causas raíz de un problema.

**Figura 14** Diagrama de Cauda - Efecto



Fuente: <https://plantillaarbolgenealogico.net/diagramas/ishikawa/>

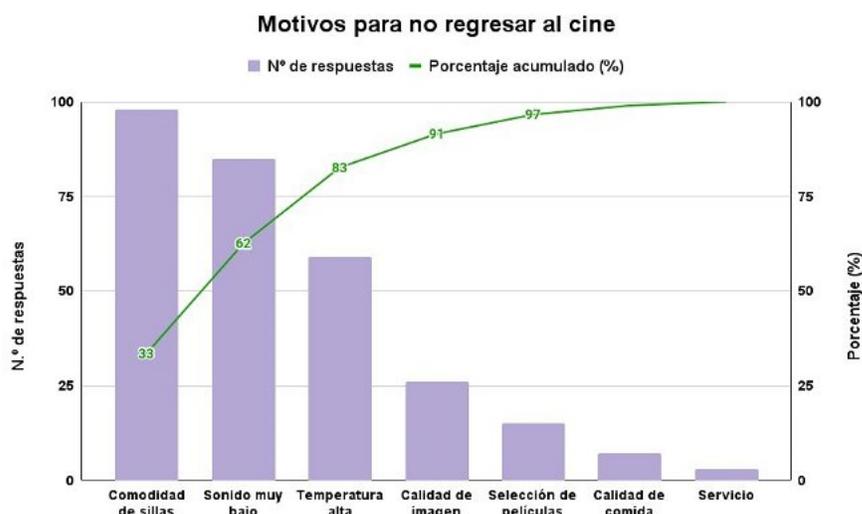
#### **2.2.1.3.3 Encuesta**

Los métodos de investigación y recopilación de datos son empleados para recoger información de individuos sobre diferentes temas se conocen como encuestas. Estas pueden tener distintos objetivos y pueden llevarse a cabo de varias formas, dependiendo de la técnica seleccionada y las metas que se pretenden lograr. Los datos suelen ser obtenidos a través de procesos estandarizados que aseguran que cada participante responda a las preguntas bajo las mismas condiciones, con el fin de prevenir sesgos que podrían comprometer el estudio o sus resultados.

#### **2.2.1.3.4 Diagrama de Pareto**

Son formas muy especializadas de los gráficos de barras y se utilizan para priorizar problemas (u oportunidades) de forma tal que puedan ser identificados los de mayor peso o incidencia. Este principio sugiere que unas pocas categorías de problemas (aproximadamente un 20%) presentarán la mayor oportunidad para la mejora (aproximadamente un 80%).

**Figura 15** Diagrama de Pareto



Fuente: <https://www.significados.com/que-es-diagrama-de-pareto/>

### 2.2.1.3.5 Análisis de 5 Por qué

Consiste en una técnica de análisis que permite identificar la causa raíz de un problema mediante una secuencia de preguntas que permitan llegar a una solución propuesta de esa causa asignable.

**Figura 16** Herramienta 5 Por qué

Planteamiento del problema	Por qué 1	Por qué 2	Por qué 3	Por qué 4	Por qué 5	Resultado
Cambio en la estrategia de contenidos de la empresa	¿Por qué queremos cambiar nuestra estrategia de contenidos?  Porque queremos cambiar la percepción de nuestros clientes y estar más alineados a sus intereses.	¿Por qué queremos cambiar la percepción de nuestros clientes?  Porque nuestros clientes más leales están cada vez más alejados y no hemos tenido éxito atrayendo nuevos clientes similares.	¿Por qué los clientes han dejado de interactuar con nuestros contenido y marca en general?  Porque hicimos un cambio de estrategia en nuestra comunicación pero no fue la mejor decisión.	¿Por qué los clientes no han sentido interés en los nuevos contenidos?  Porque nos enfocamos en términos más especializados y en temas más complejos.	¿Por qué no hemos sabido enfocar estos temas al lenguaje que el cliente puede comprender?  Porque los contenidos los ha escrito nuestro especialista, quien tiene la experiencia en su área pero tiene un lenguaje muy técnico que no es tan fácil de comprender.	Los contenidos actuales no son malos, solo requieren de un redactor que sea capaz de llevar a un lenguaje más cordial toda la experiencia y la información que el especialista tiene.

Fuente: <https://blog.hubspot.es/sales/5-porques>

#### **2.2.1.4 Cuarta Fase: Implementar**

Con base a lo identificado en la fase anterior, se proponen e implementan soluciones que ataquen directamente las causas raíz con el fin de eliminarlas. Además, se lleva a cabo una comparación de Costo-Beneficio para determinar si la propuesta de mejora del proyecto es relevante.

#### **2.2.1.5 Quinta Fase: Controlar**

En esta última fase del DMAIC, se llevan a cabo controles estadísticos para medir, monitorear y controlar el proceso después de la implementación de la mejora, para poder detectar si existe algún tipo de variación inusual que se deba atender. El objetivo principal del control es que el proceso sea estable en el tiempo.

Durante esta quinta fase se utilizarán las siguientes herramientas:

##### **2.2.1.5.1 Plan de Control**

Es una herramienta de control que se basa en una lista de actividades que se deben ejecutar dentro de un proyecto con la finalidad de que se consigan las metas establecidas mediante una planificación exhaustiva y un orden de etapas. Permite visualizar los responsables de dichas actividades, las fechas y porcentaje de cumplimiento de cada una de las actividades.

**Figura 17** Plan de Control

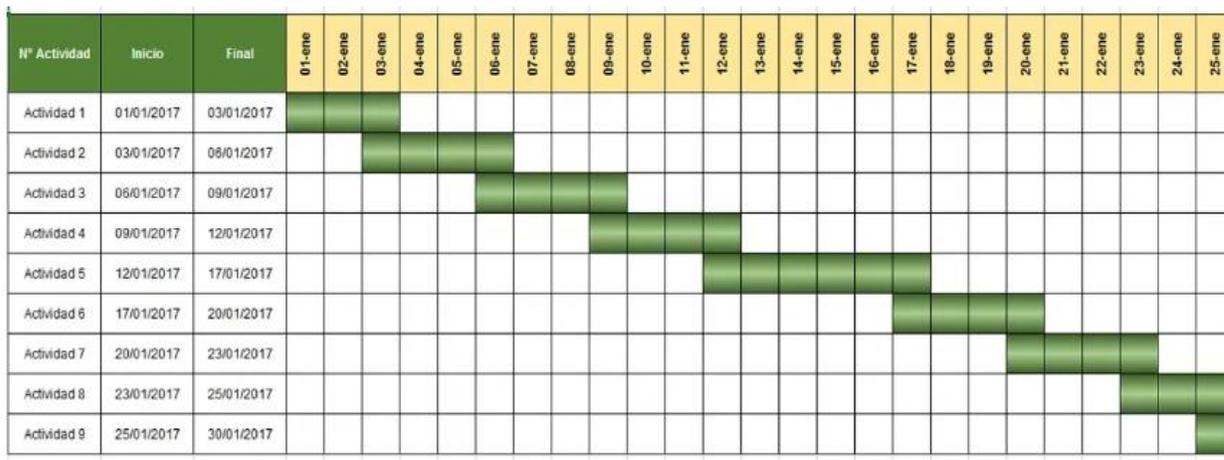
Acción	Medida del éxito	Quién es responsable	Fecha límite
Organizar talleres de capacitación facilitadores regionales que puedan orientar a profesores para promover ferias científicas y mejora la calidad de proyectos.	20 facilitadores que supervisen las 15 regiones educativas y sean facilitadores en sus regiones.	SENACYT - MEDUCA	may-11
Incrementar la participación de colegios primarios y secundarios en las actividades alternas de feria	Incremento del 10% en las actividades paralelas. Dibujo, fotografía, reportaje divulgativo y video.	SENACYT - MEDUCA	oct-11
Levantar un banco de datos de investigadores asesores que brinden asesoría a los estudiantes y docentes durante la elaboración de proyectos	4 asesores por área de conocimiento	SENACYT	ene-11

Fuente: <https://www.slideserve.com/lars-salinas/directrices-para-el-plan-de-acci-n>

### 2.2.1.5.2 Diagrama de Gantt

Es una representación visual del cronograma de un proyecto que permite planificar, dar seguimiento a las diferentes actividades que se deben ejecutar para cumplir con el objetivo de este, asignar personas responsables de cada actividad y fechas para su respectivo cumplimiento. Este diagrama es una herramienta utilizada en foros y que ayuda a mejorar la comunicación entre las partes involucradas en un proyecto.

**Figura 18** Diagrama de Gantt



Fuente: <https://diagramadegantt.online/excel/>

## 2.3 MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO

### 2.3.1 Impacto a corto plazo

Descubrir las posibles razones detrás del problema abordado en este proyecto utilizando la metodología DMAIC, con el fin de desarrollar soluciones efectivas y un impacto económico positivo.

Se pretende desarrollar un diagrama de causa-efecto con el objetivo de identificar las causas potenciales dentro de las categorías de 6M que pueden estar interrumpiendo el proceso de documentación, para lograr detectar las de mayor repercusión lo que proporcionará claridad en la asignación de recursos basada en una priorización de áreas de enfoque y así poder desarrollar estrategias efectivas en la resolución del problema.

### **2.3.2 Impacto a mediano plazo**

Los resultados que se esperan obtener en el transcurso del desarrollo de esta investigación son los siguientes:

Optimización del proceso: la cual es fundamental para eliminar actividades innecesarias y simplificar las operaciones, utilizando herramientas o sistemas que complementen la implementación de una mejora y se obtengan una serie de beneficios como la reducción de tiempos, la competitividad y satisfacción del cliente, con todo ello la posibilidad de nuevos contratos para un crecimiento de negocio.

Reducción de tiempos de respuesta en el proceso de documentación: esto permitiría mejorar la competitividad del departamento, ya que al brindar una respuesta más ágil a las solicitudes de los clientes se pueden ganar negocios frente a los competidores y a su vez les proporciona una experiencia positiva a los consumidores.

Optimización de recursos: actualmente se conoce que hay un descontrol de si un proyecto fue empezado por alguna persona del departamento, al implementar un sistema que permita centralizar la información, distribuir el trabajo y generar métricas, aumenta la eficiencia y capacidad operativa para realizar diferentes trabajos sin estar haciendo el mismo proyecto por diferentes personas, y con ello abarcar una mayor cantidad de proyectos.

Implementación de plataforma en línea como base de datos: permitiendo a los clientes generar tiquetes con los requerimientos y ver el progreso de estos.

### **2.3.3 Impacto a largo plazo**

Eficiencia operativa: mediante el aumento de la productividad al contar con un sistema que agiliza y simplifica la recolección de información requerida para el proceso de documentación, y a la vez reduciendo costos de actividades y asignación de recursos innecesarios.

Personal altamente calificado: con un programa de capacitación que les permita a los empleados desarrollar la agilidad y técnicas para implementar nuevas tecnologías y funcionalidades que mejoren la experiencia del cliente y eficiencia de la empresa.

Mejora continua en el proceso: con la implementación de sistemas y plataformas innovadoras que permitan identificar oportunidades de mejora en el proceso y mantener un control de calidad en las operaciones.

## **2.4 ANTECEDENTES DE PROYECTOS O EXPERIENCIAS SEMEJANTES**

A continuación, se presentarán algunos proyectos de graduación de estudiantes egresados de la Universidad Hispanoamericana que sirvieron como referencia en el proyecto en curso, ya que compartían similitudes en cuanto a la propuesta, su impacto y la metodología de aplicación.

(Badilla Badilla, 2022) Propuesta de mejora para aumentar la productividad en el proceso “P” de la línea de producción “B” de Boston Scientific Heredia. Con el objetivo general de mejorar la productividad del proceso en un 7%, mediante la

utilización de la metodología DMAIC. El problema identificado en la línea fue el incumplimiento de las metas establecidas de producción. Como resultado de este proyecto se recomienda implementar como parte del proceso el uso de dos equipos dispensadores de adhesivo, que son de bajo costo y que ayuden durante la ejecución del paso de aplicación de adhesivo 4307 en el proceso P dado que la raíz del problema radica fundamentalmente en la naturaleza manual del proceso. A través de la aplicación del DMAIC el proyecto concluyó logrando una mejora promedio en productividad estimada de 7.69% que está por encima del 7% con un tiempo de 2.7 meses de retorno en la inversión.

(Rodríguez Zelaya, 2023) Mejora en el control de productividad del proceso de producción en el Hotel el silencio Lodge & spa, el cual tiene como objetivo el mejorar el control de productividad del proceso aplicando métodos industriales para beneficio de la producción en el Hotel. Se realiza el estudio del proyecto con la metodología DMAIC la cual detecta brechas en algunos departamentos de Alimento, ya que no cuenta con una organización ordenada y con procesos definidos, en caso de que se diera la contratación de un empleado, debido a que no hay una introducción adecuada con respecto a las labores del departamento, carencia de comunicación y liderazgo, no existe claridad y definición en los procesos para la realización y despacho de pedidos, por otra parte en la etapa de análisis mediante la herramienta de diagrama de Ishikawa se determinan 2 causas, la primera relacionada al manejo de inadecuado del inventario y la segunda por baja productividad. Dentro de la solución se encuentra el estandarizar, estructurar procesos y procedimientos, programas de capacitación, el contar con planificación y el control de la producción, proceso de control de inventarios,

mejorar comunicación entre los turnos mediante medios tecnológicos y la creación de un buzón de sugerencias para compartir opiniones y/o recomendaciones, así como tableros o pizarras para las reuniones de seguimiento.

Como se evidencia en los dos estudios anteriores, se observa que la metodología DMAIC ha demostrado ser efectiva en la mejora de procesos. En ambos casos, la aplicación de los pasos del DMAIC permitió identificar problemas clave, analizar datos relevantes, implementar mejoras y establecer controles para mantener los avances logrados.

Dado el éxito comprobado en estos estudios, se puede anticipar que la aplicación de la metodología DMAIC en el presente proyecto traerá beneficios significativos.

## **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE TRABAJO**

### 3.1 METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Esta etapa de la definición del problema se desarrolló a través de la primera fase de la metodología DMAIC, la cual es “definir” en donde se utilizaron las siguientes herramientas:

- SIPOC.
- Diagrama de flujo.
- Cursograma Analítico.

Con el SIPOC, se pudieron conocer más a fondo los elementos importantes que rodean al proceso. Mediante la utilización de esta herramienta se identificó que pesar de que se cumplen con los requerimientos de la documentación, al recorrer el proceso se notó que no hay una estandarización, que sucedieron duplicidades de funciones debido a una mala administración de la herramienta de Excel para la trazabilidad de las etapas del proyecto, lo que llevó a pérdidas de tiempo y de oportunidades de abarcar una mayor cantidad de proyectos y los clientes no contaban con un tiempo promedio de entrega de proyectos.

Además, a través del diagrama y cursograma analítico se desglosaron las actividades del proceso documental con sus respectivos tiempos lo cual dio una guía o línea base a cuáles podrían ser las posibles causas del problema.

### **3.2 METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO DEL PROYECTO**

Según la metodología DMAIC la siguiente etapa es de “medición”, dentro de la que se busca medir los resultados actuales del departamento por lo cual se recurrió a herramientas como:

- Hoja de verificación.
- Gráfico de Control.

Se procedió a recopilar la cantidad de proyectos de documentación completados durante el primer cuatrimestre del 2024 buscando datos anteriores que se encontraban en el Excel que utilizaban en TD y a través de la Hoja de verificación que se elaboró para el proyecto, se pudieron contabilizar. Con el conteo de proyectos extraído de la Hoja de verificación, se calcularon los promedios de proyectos completados durante los primeros cuatrimestres del 2021 al 2024, sus promedios y rangos; y con ello se desarrolló un gráfico de control donde se determinó que el proceso documental pese a que se encontraba bajo control según los límites superior e inferior calculados, tenía una tendencia a acercarse al límite inferior de productividad lo que dio paso a un análisis para identificar qué podía estar interfiriendo en el proceso de documentación.

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

En esta etapa se lleva a cabo la tercera fase de la metodología de DMAIC, donde el análisis de la información recolectada es necesario para determinar las causas raíz de los defectos y oportunidades de mejora. Para ello se utilizaron las herramientas:

- Lluvia de ideas.
- Diagrama de Causa y Efecto.
- Encuesta.
- Diagrama de Pareto.
- Análisis de 5 por qué.

Se llevó a cabo un foro con la participación de todo el departamento, en el que se realizó una lluvia de ideas del problema central que es la falta de un sistema de métricas, las cuales se trasladaron a un Diagrama de Causa y Efecto y se categorizaron dentro de las 6 M para identificar las causas potenciales, que en este caso fueron nueve. Posteriormente, se realizó una encuesta para identificar la frecuencia en la que percibían que sucedían las nueve causas potenciales extraídas del Ishikawa. Finalmente, con la herramienta de los 5 por qué se depuró la información hasta encontrar tres causas principales que conducían al problema.

### **3.4 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO**

Para la cuarta fase del DMAIC se llevaron a cabo propuestas de mejora para así alcanzar los objetivos establecidos y su implementación dentro del proceso, como:

- Plataforma Airtable y Excel robusto.
- Programa de capacitaciones con guías de trabajo.
- Foros semanales para revisión de proyectos.

Asimismo, se realizó un análisis del costo de las implementaciones anteriores y sus beneficios económicos.

Esto generó una reducción en las afectaciones identificadas durante el desarrollo de este proyecto, generando indicadores, mejorando el flujo del proceso, reduciendo tiempos, abarcando una mayor cantidad de proyectos, es decir, aumentando la productividad.

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

Para la cuarta fase del DMAIC correspondiente a “controlar”, se creó un plan de control referente a los indicadores semanales que se deben supervisar relacionados con las propuestas que corresponden a:

- La revisión de proyectos de documentación completados.
- El control de tiempos de ejecución.

Con el objetivo de confirmar si es sostenible a lo largo del tiempo o requiere de algún ajuste.

## **CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE CAUSAS RAÍZ**

## 4.1 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Este capítulo, se centrará en medir y analizar la problemática y o proceso a mejorar mediante la metodología DMAIC, donde se cuantificará según datos tomados de la empresa para tener una línea base y de ahí poder analizar con mayor precisión las afectaciones del proceso.

El proyecto se enfoca en los pasos del proceso de documentación realizado por el personal del departamento Tooling Development como servicio a diferentes clientes dentro de Boston Scientific Heredia.

Como análisis de la problemática dentro del proceso en estudio se desarrollan las siguientes herramientas que representan el diagnóstico de la situación actual:

### 4.1.1 Diagrama SIPOC

El siguiente diagrama SIPOC refleja una visión general del proceso de documentación estudiado.

**Figura 19** Diagrama SIPOC sobre proceso de documentación

S	I	P	O	C	R
Suppliers (Proveedores)	Inputs (Insumos)	Process (Proceso)	Outputs (Entregables)	Customers (Clientes)	Requirements (Requerimientos)
Cientes	Solicitud del cliente	Solicitud de Cliente	Documentación Aprobada y Liberada	Líneas de producción	El documento debe cumplir los estándares y formato de Boston
		Creación planos		Departamento EHS	El documento debe cumplir con el procedimiento de documentación
Plataforma Windchill	Sistema para creación de documentos	Creación CN Windchill		Departamento Calibraciones	El documento debe contener toda la info. referente al equipo
		Cargar planos en CN		Departamento R&D	La revisión del documento debe coincidir con la versión física del equipo
		Asignar aprobadores		Coyol / Cartago	El documento debe ser firmado por todos los aprobadores asignados para ser liberado
		Liberación documentación			

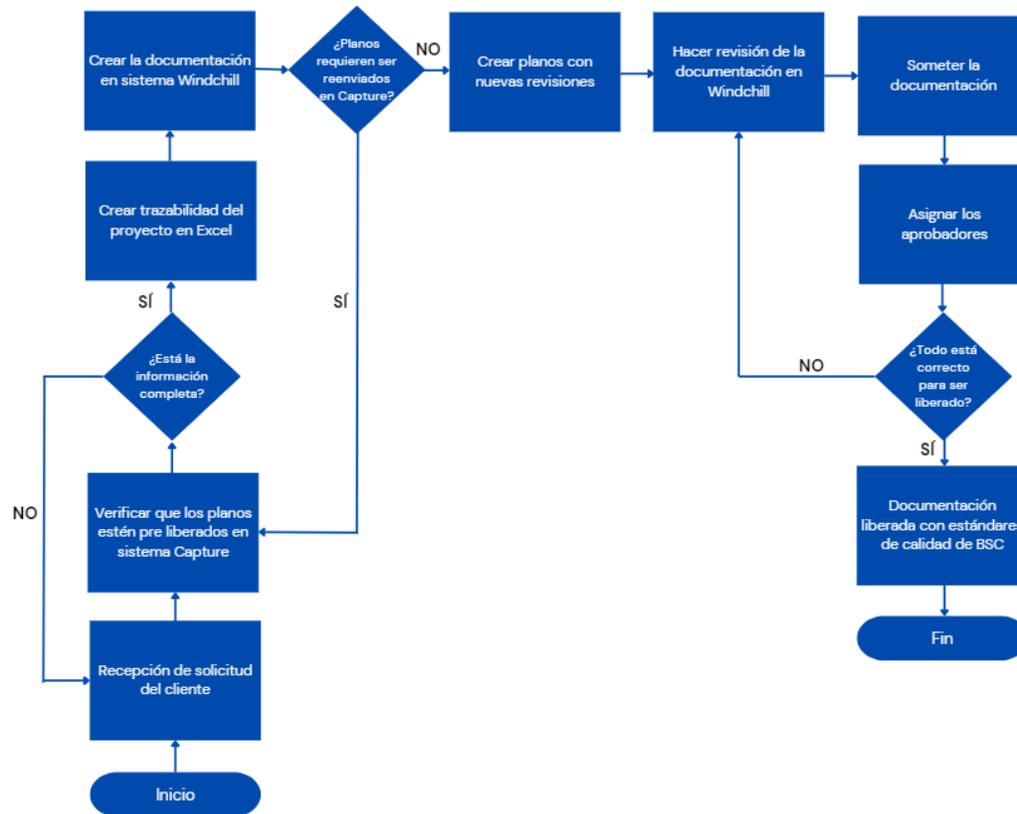
Fuente: Elaboración propia

A través del recorrido dentro del SIPOC anterior queda claro cuáles son los proveedores, las entradas, los entregables, los clientes y los requerimientos. A pesar de que se cumplen con los requerimientos de la documentación, al recorrer el proceso se nota que no hay una estandarización, han sucedido duplicidad de funciones debido a una mala administración de la herramienta de Excel para la trazabilidad de las etapas del proyecto lo que lleva a pérdidas de tiempo y de oportunidades de abarcar una mayor cantidad de proyectos y los clientes no cuentan con un tiempo promedio de entrega de proyectos. Cabe destacar, que a pesar de que la mayor parte de la clientela se encuentra en las líneas de producción de Heredia, en casos aislados se solicita del servicio de TD para los edificios de Boston Scientific ubicados en Cartago y Coyoil.

Como complemento del SIPOC, el siguiente diagrama de flujo general documenta el proceso de TD para manejar los proyectos de documentación provenientes de diferentes clientes internos, los cuales son liberados por medio de una plataforma llamada Windchill que es utilizada a nivel global dentro de BSC.

### 4.1.1 Diagrama de Flujo

**Figura 20** Diagrama de Flujo sobre proceso de documentación



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se describen las actividades que representan el diagrama de flujo anterior:

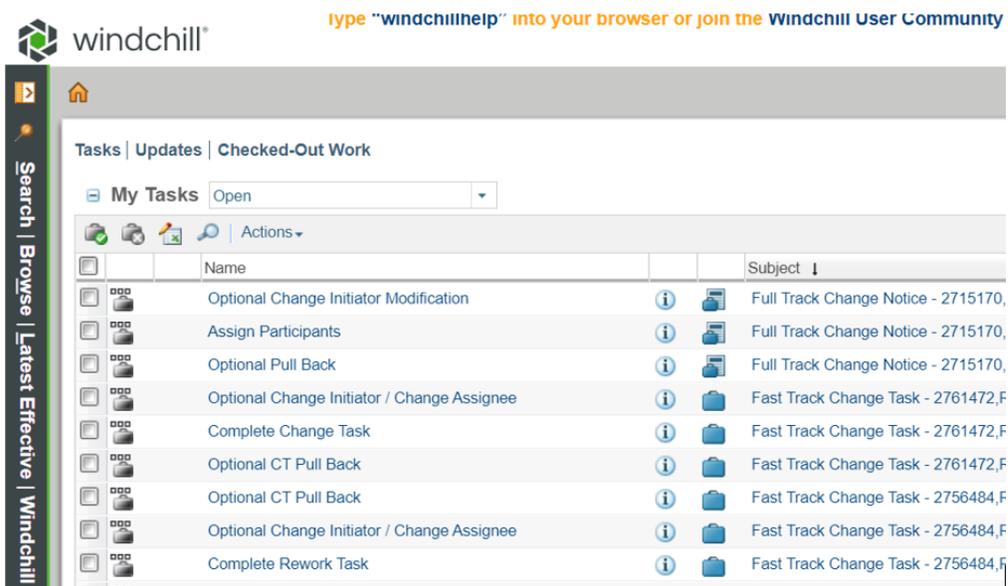
- Se da la recepción de la solicitud del cliente por medio de correo, Teams e inclusive de forma verbal.
- Se verifica que los planos estén revisados y aprobados por el departamento de Design Services en el software Capture.
- Se revisa si la información sobre el proyecto está lo suficientemente clara y completa para entender el requerimiento de documentación y lo que se

va a liberar en el sistema Windchill, de lo contrario se debe buscar la información que hace falta.

- Se traslada la información del proyecto a un archivo interno de Excel para tener trazabilidad.
- Se crea la documentación solicitada en plataforma Windchill, que es la utilizada por BC para liberar documentos en general.
- Se revisa si la documentación se actualizó bien, de lo contrario debe ser reenviada desde Capture para que el sistema Windchill pueda actualizar la última versión.
- Se cargan los planos y documentación y se revisa dentro de Windchill para verificar que cumpla con los estándares de calidad de BSC.
- Se somete la documentación a nivel de sistema y se le asignan los aprobadores involucrados según la línea de producción o el cliente al que pertenezca el proyecto.
- Una vez que los aprobadores revisen la documentación en el sistema, pueden rechazarla para que se retrabaje según su criterio o aprobarla para que esa versión del documento quede liberada.

En la siguiente imagen se muestra el sistema de Windchill que se utiliza actualmente a nivel interno en la empresa para la liberación de documentación, por lo tanto, también es utilizada por TD.

**Figura 21** Ilustración del sistema Windchill



*Fuente: Boston Scientific, 2024*

Para mayor entendimiento del diagrama de flujo anterior se presenta un cursograma analítico donde se desglosan más las actividades con sus respectivos tiempos.

### 4.1.3 Cursograma Analítico

**Figura 22** Cursograma Analítico del proceso de documentación en TD

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO I Q 2024								
Diagrama no. 1		Hoja: 1		De: 1		Servicio X		
Proceso: Documentación de fixtures				RESUMEN				
Lugar: Tooling Development, Boston Scientific Heredia Método: Actual X Propuesto Elaborado por: Daniela Solís Hernández				Símbolo	Actividad	Actual	Presupuesto	Economía
				●	Operación	7		
				→	Transporte	0		
				■	Inspección	4		
				■	Espera	1		
				▼	Almacenaje	0		
				Total actividades realizadas		12		
Distancia total en metros		0						
Tiempo min/hombre		7,435						
Descripción	Cantidad	Distancia	Tiempo (min)	Actividad			Observaciones	
Recibir la solicitud del cliente	1			●				
Verificar planos pre liberados en Capture	1		20					
Revisar si la información está completa	1		120				Se observa que hay diferentes canales de información	
Crear trazabilidad del proyecto en Excel	1		10				Se observa que es una trazabilidad muy escueta	
Crear la documentación en Windchill	1		15					
Revisar si los planos requieren ser reenviados	1		5					
Cargar planos con nuevas revisiones	1		20					
Revisar el contenido de la documentación	1		30					
Someter la documentación en Windchill	1		5					
Asignar a los aprobadores	1		5					
Esperar por la revisión/aprobación	1		7,200				En promedio tarda 5 días, actividad fuera del control de TD	
Notificar que la documentación está liberada	1		5					

*Fuente: Elaboración propia*

Por medio del cursograma analítico anterior se tiene el número de actividades en el proceso y sus respectivos tiempos de tardanza aproximados, donde se evidencia que la espera como tal es la actividad que más amerita tiempo, sin embargo, fue observado que no es la actividad que impacta a la productividad del proceso ya que se encuentra fuera del control del departamento, siendo más bien las siguientes:

- Revisar si la información está completa: debido a que la información que se requiere a nivel de calidad para poder someter en sistema no está centralizada, si no que se utilizan diferentes canales, lo que entorpece la continuación de las actividades por buscar la información faltante en los diferentes medios y esperas extensas en conseguir los datos.
- Crear trazabilidad del proyecto en Excel: se evidenció que es una base de datos muy poco robusta, con muy poca información de los proyectos en donde

no se refleja si ya se inició y la persona responsable, lo que ha llevado a la duplicación de esfuerzos y pérdidas de tiempo debido a que dos personas están trabajando sobre el mismo proyecto.

En la siguiente figura se puede observar una representación de la herramienta utilizada por el departamento a través de la cual han venido trabajando los proyectos y donde se identifica una herramienta que no provee información necesaria para evitar retrabajos y tener una trazabilidad más clara.

**Figura 23** Excel utilizado por TD

Documentacion TD				
# de Proyec	Performed by	Customer	Request	Fecha Solicit
374	Katherine Bienes	Diego Orozco	Release Drawing (new)	12/17/2023
1014	Katherine Bienes	Alexander All	Release Drawing (new)	12/22/2023
1011	Katherine Bienes	Viviana Sanabria	Inclusion BMRAM	12/21/2023
1463	Katherine Bienes	Viviana Sanabria	Inclusion BMRAM	1/4/2024
1463	Katherine Bienes	Viviana Sanabria	Release Drawing (new)	1/4/2024
1427	Katherine Bienes	Johan Monge	Inclusion BMRAM	1/5/2024
1427	Katherine Bienes	Johan Monge	Release Drawing (new)	1/7/2024
1446	Katherine Bienes	Johan Monge	Inclusion BMRAM	1/5/2024
1446	Katherine Bienes	Johan Monge	Release Drawing (new)	1/5/2024
1366	Katherine Bienes	Johan Monge	Inclusion BMRAM	12/22/2023
1495	Katherine Bienes	Sofia Fallas	Inclusion BMRAM	1/9/2024
1418	Katherine Bienes	Jorge Valverde	Inclusion BMRAM	1/11/2024
1418	Katherine Bienes	Jorge Valverde	Release Drawing (new)	1/11/2024
1426	Katherine Bienes	Johan Monge	Inclusion BMRAM	1/16/2024
1426	Katherine Bienes	Johan Monge	Release Drawing (new)	1/16/2024
1525	Katherine Bienes	Manuel Bolaños	Inclusion BMRAM	1/22/2024
1525	Katherine Bienes	Manuel Bolaños	Release Drawing (new)	1/22/2024
1526	Katherine Bienes	Manuel Bolaños	Inclusion BMRAM	1/22/2024
1526	Katherine Bienes	Manuel Bolaños	Release Drawing (new)	1/22/2024
1406	Katherine Bienes	Daniela Saenz	Inclusion BMRAM	1/22/2024
1406	Katherine Bienes	Daniela Saenz	Release Drawing (new)	1/22/2024
1570	Katherine Bienes	Johan Monge	Inclusion BMRAM	1/23/2024
1570	Katherine Bienes	Johan Monge	Release Drawing (new)	1/23/2024
930	Katherine Bienes	Daniela Saenz	Release Drawing (modification)	1/24/2024
1520	Katherine Bienes	Daniela Saenz	Release Drawing (modification)	1/30/2024
1447	Katherine Bienes	Viviana Sanabria	Release Drawing (modification)	1/31/2024
1135	Katherine Bienes	Diego Orozco	Inclusion BMRAM	2/1/2024
1448	Katherine Bienes	Diego Orozco	Release Drawing (modification)	2/2/2024
1470	Katherine Bienes	Viviana Sanabria	Release Drawing (modification)	2/2/2024
1613	Katherine Bienes	Johan Monge	Inclusion BMRAM	2/2/2024
1613	Katherine Bienes	Johan Monge	Release Drawing (new)	2/2/2024
1615	Katherine Bienes	Johan Monge	Inclusion BMRAM	2/2/2024
1615	Katherine Bienes	Johan Monge	Release Drawing (new)	2/2/2024
1436	Katherine Bienes	Daniela Saenz	Release Drawing (new)	2/7/2024
1250	Katherine Bienes	Johan Monge	Inclusion BMRAM	2/7/2024
1250	Katherine Bienes	Johan Monge	Release Drawing (new)	3/5/2024

Fuente: Boston Scientific, 2024

### 4.1.3 Cantidad de proyectos realizados durante el primer cuatrimestre del 2021, 2022, 2023, 2024

En la siguiente tabla se muestran los proyectos que fueron completados por el departamento TD durante el primer cuatrimestre del 2021, 2022, 2023, 2024.

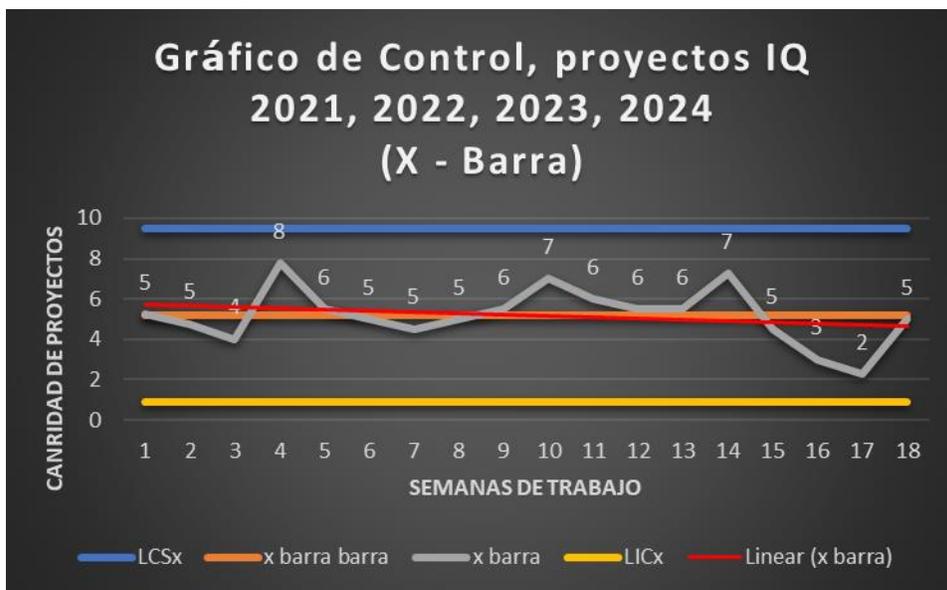
**Tabla 1** *Proyectos completados por TD en el IQ 2021, 2022, 2023, 2024*

Proyectos completados por TD en el IQ 2021,2022,2023,2024						
Semana de Trabajo	2021	2022	2023	2024	Promedio	Rango
WW1	6	6	4	5	5.3	2
WW2	6	1	7	5	4.8	6
WW3	3	6	5	2	4.0	4
WW4	8	8	5	10	7.8	5
WW5	5	2	4	11	5.5	9
WW6	8	6	3	3	5.0	5
WW7	5	5	6	2	4.5	4
WW8	1	9	6	4	5.0	8
WW9	8	6	3	5	5.5	5
WW10	3	9	4	12	7.0	9
WW11	2	7	2	13	6.0	11
WW12	9	5	6	2	5.5	7
WW13	5	8	4	5	5.5	4
WW14	11	9	2	7	7.3	9
WW15	5	3	7	3	4.5	4
WW16	3	5	2	2	3.0	3
WW17	2	2	4	1	2.3	3
WW18	5	5	9	1	5.0	8

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se puede observar una representación gráfica del promedio de la cantidad de proyectos completados durante los primeros cuatrimestres de los años 2021, 2022, 2023 y 2024, con sus respectivos rangos (referirse a los Anexos 3 y 4 para mayor detalle).

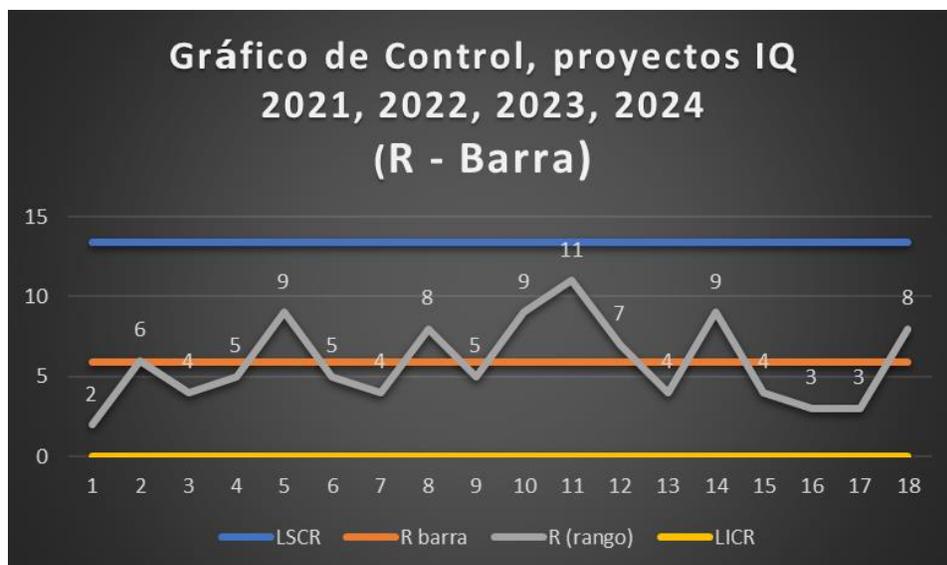
**Figura 24** Gráfico de Control de proyectos completados por TD en el IQ 2021, 2022, 2023, 2024



*Fuente: Elaboración propia*

Se puede observar en el gráfico anterior que los valores se encuentran dentro de los límites de control. Sin embargo, hay una tendencia en las últimas semanas de acercamiento al límite inferior de control, por lo tanto, hay una gran oportunidad de mejora ya que hay un 39% de los datos que están por debajo del nivel esperado.

**Figura 25** Gráfico de Control de proyectos completados por TD en el IQ 2021, 2022, 2023, 2024



Fuente: Elaboración propia

En los gráficos anteriores se evidencia que es un proceso muy inestable y variable en el tiempo. Además, se pueden observar muchas diferencias entre la cantidad de proyectos de una semana a otra por lo que se realiza una lluvia de ideas para poder determinar las posibles causas de esa variabilidad.

## 4.2 ANÁLISIS DE CAUSA RAÍZ

Seguidamente, se describen las múltiples causas o problemas que se están generando en el actual proceso.

### 4.2.1 Lluvia de ideas

Se realizó una lluvia de ideas resultante de una reunión con todo el departamento de Tooling Development, de donde salieron nueve ideas las cuales

pueden estar impactando a la ausencia de métricas dentro del proceso de documentación y por ende la productividad.

**Figura 26** Lluvia de ideas



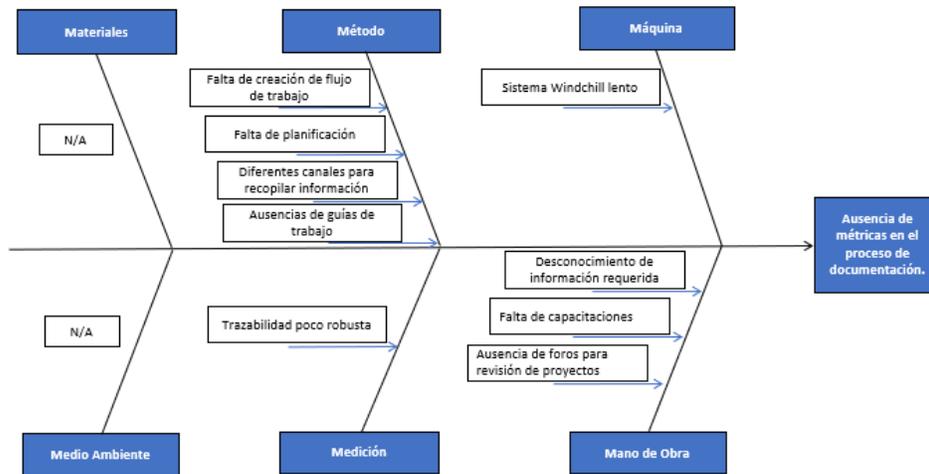
*Fuente: Elaboración propia*

Con base a las nueve ideas anteriores se procede a realizar un Diagrama de Ishikawa para poder categorizarlas.

#### 4.2.2 Diagrama de Ishikawa

A continuación, se presenta un diagrama de Causa y Efecto obtenido de la lluvia de ideas realizado por el equipo de trabajo, a través del cual se pueden proyectar las causas potenciales que llevan a la problemática actual en estudio del departamento TD.

**Figura 27** Diagrama de Ishikawa



*Fuente: Elaboración propia*

Para su mayor entendimiento se procede a extender cada idea:

- Los colaboradores hicieron énfasis en que es un departamento relativamente nuevo y nunca se ha creado una estructura o flujo de documentación como tal con sus respectivos entregables, por lo que hay mucho desconocimiento del proceso.
- El documento de Excel para la recopilación de datos sobre los proyectos de TD, es muy poco robusto y no se ha utilizado para llevar la trazabilidad para el estado de los proyectos (abierto, en proceso o cerrado).
- Existe una falta de planificación para el desarrollo de las diferentes etapas de los proyectos.
- Desconocimiento de cuál es la información realmente importante para solicitar al cliente y poder procesar la documentación sin problemas de calidad.

- Uso de diferentes medios o canales para obtener la información sobre los proyectos, lo que crea confusiones y desorden en el proceso.
- No se llevan a cabo reuniones o foros de seguimiento de los proyectos, para revisar si existen contra tiempos que puedan afectar la productividad.
- Problemas con Windchill o sistema lento, esto se debe a razones externas fuera de control del departamento.
- Falta de capacitaciones sobre documentación a todo el departamento, para obtener un mayor entendimiento de los requerimientos mínimos por procedimiento que van de la mano a la información que se requiere a la hora de someter en sistema.
- Ausencia de guías de trabajo sobre los pasos que conlleva someter documentación para las personas nuevas o que casi nunca lo ejecutan.

#### **4.2.3 Encuesta sobre frecuencia de las causas**

A continuación, se muestran los resultados de la encuesta realizada a las doce personas por las cuales está integrado el departamento TD exceptuando a la gerencia que no está muy involucrada en el proceso de documentación, con el fin de evaluar la frecuencia con la que suceden las nueve ideas anteriores (para más detalle referirse al Anexo 2).

**Figura 28** Resultados de la encuesta

Causa	Personas que realizaron la encuesta												Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Diferentes canales para recopilación de información	5	5	4	3	5	5	4	5	5	4	5	5	55
Registro poco robusto de trazabilidad de proyectos	4	4	4	5	4	4	3	2	4	4	3	4	45
Ausencia de foros para revisión de proyectos	4	4	5	3	4	5	4	4	3	3	2	3	44
Ausencia de guías de trabajo	3	4	2	4	5	4	3	3	2	1	4	4	39
Falta de creación de flujo de proceso	4	3	4	2	3	3	3	2	4	2	2	4	36
Desconocimiento de información requerida	4	2	3	1	4	3	3	2	3	5	3	3	36
Falta de capacitaciones	3	3	2	3	3	4	3	2	3	2	3	4	35
Falta de planificación	3	2	4	1	4	2	1	2	1	3	1	3	27
Sistema Windchill lento	2	1	3	1	2	1	3	1	1	4	2	2	23
<b>Total</b>													<b>340</b>

Fuente: Elaboración propia

Con base a las frecuencias obtenidas de los resultados de la encuesta se procede a realizar un diagrama de Pareto para identificar la priorización de las causas que se deben atender.

#### 4.2.5 Diagrama de Pareto

Seguidamente, para desarrollar un Diagrama de Pareto y así poder encontrar las causas más contribuyentes, se agrega la frecuencia acumulada de las causas sumando la frecuencia anterior con la siguiente. Al igual que la frecuencia acumulada, se suma el porcentaje acumulado anterior con el siguiente.

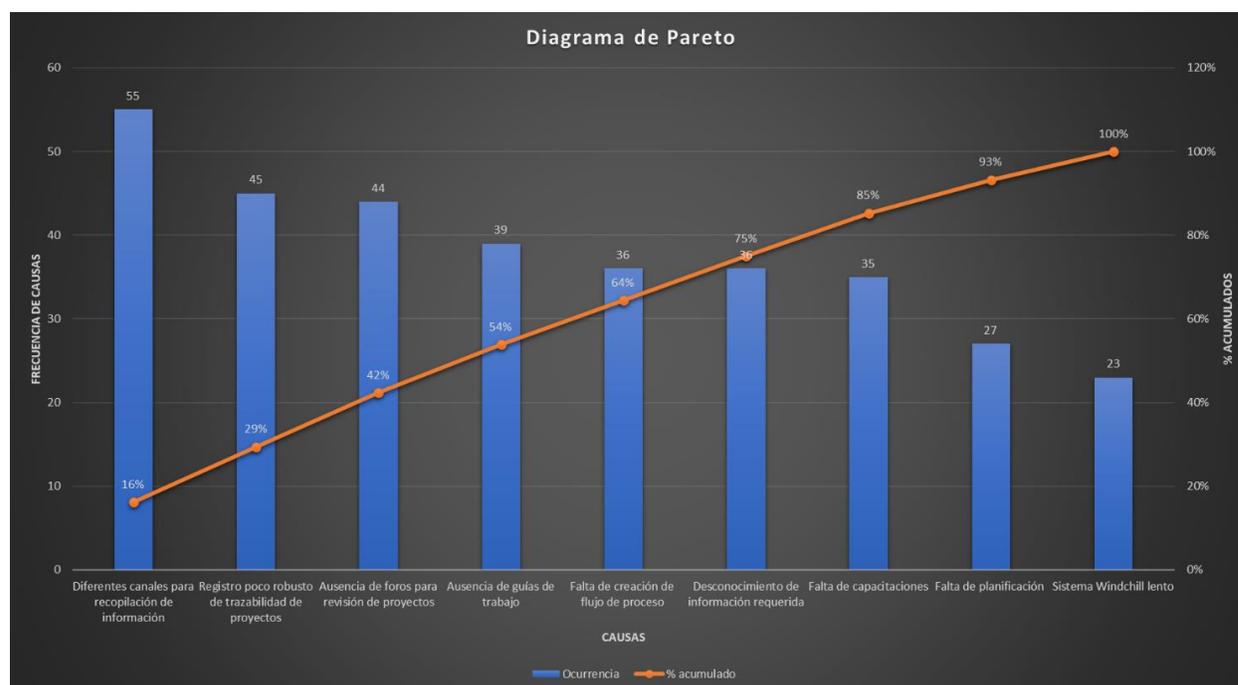
**Tabla 2** Ocurrencia de causas

Causas	Ocurrencia	%relativo	%acumulado
Diferentes canales para recopilación de información	55	16%	16%
Registro poco robusto de trazabilidad de proyectos	45	13%	29%
Ausencia de foros para revisión de proyectos	44	13%	42%
Ausencia de guías de trabajo	39	11%	54%
Falta de creación de flujo de proceso	36	11%	64%
Desconocimiento de información requerida	36	11%	75%
Falta de capacitaciones	35	10%	85%
Falta de planificación	27	8%	93%
Sistema Windchill lento	23	7%	100%
<b>Total</b>	<b>340</b>		

Fuente: Elaboración propia

A continuación, a través del Diagrama de Pareto se pueden determinar las causas con mayor contribución y con base a ello definir una priorización.

**Figura 29** Diagrama de Pareto



*Fuente: Elaboración propia*

Como se puede observar en el diagrama de Pareto, existen seis causas en el proceso que están contribuyendo en un 20% aproximadamente en la problemática del proceso de documentación y que son las que se deben atacar o atender prioritariamente con el fin de buscar mejorar el proceso en un 80%.

Para efectos del presente proyecto, las seis causas demostradas en el Pareto se van a agrupar de la siguiente forma para poder brindar propuestas de solución:

**Figura 30** Agrupación de seis causas principales



*Fuente: Elaboración propia*

Partiendo del agrupamiento que se realizó, seguidamente se desarrolla una herramienta de los 5 por qué que permita proponer soluciones en conjunto.

## 4.2.6 Análisis 5 por qué

**Figura 31** Análisis de 5 por qué

	CAUSAS	POR QUÉ 1?	POR QUÉ 2?	POR QUÉ 3?	POR QUÉ 4?	POR QUÉ 5?	CAUSA RAÍZ	SOLUCIÓN PROPUESTA
MÉTODO	Diferentes canales para recopilación de información	Porque cualquier plataforma (teams, correo o verbal) sirve para recolectar información	Los clientes siempre han enviado información por cualquier canal	No se tiene claro cuál canal debería ser el correcto	Porque nunca se ha probado centralizar la información	Porque se desconoce cómo se puede centralizar	Ausencia de un mismo canal que centralice la información de los proyectos para tener todo a mano en el proceso	Implementar una plataforma en línea y un excel robusto que centralice la información de los proyectos, mejore la trazabilidad y permita crear indicadores
	Registro poco robusto de trazabilidad de proyectos	Porque se usa un Excel con información muy básica o escueta	Porque el cliente brinda poca información de los proyectos	Porque no se le hacen las preguntas adecuadas	Porque el proceso de recolectar información es tedioso	Porque se usan diferentes canales y algunas veces la respuesta tarda en llegar		
	Ausencia de guías de trabajo	Porque se desconoce el flujo del proceso	Muy pocas personas conocen el proceso de documentación dentro del departamento	Se ha centralizado a un grupo muy pequeño	Se requieren capacitaciones	Porque así las demás personas pueden someter documentación	Ausencia de instrucciones de trabajo, capacitaciones y foros que permitan hacer un seguimiento de los proyectos	Crear guías y flujo del proceso y crear un programa robusto de capacitaciones
	Falta de creación de flujo de proceso	Porque se desconocen las diferentes etapas del proceso	Porque no se ha hecho una estructura de entregables por proyecto	Porque no existen reuniones para revisar estos temas				
MANO DE OBRA	Desconocimiento de información requerida	Porque se desconoce la información que se requiere para la aprobación	Muy pocas personas conocen el proceso de documentación dentro del departamento	Se ha centralizado a un grupo muy pequeño	Se requieren capacitaciones	Porque así las demás personas pueden entender los requerimientos del proceso de documentación		
	Ausencia de foros para revisión de proyectos	Porque no se ha planeado agendar un espacio para esto	Porque se desconocen los temas relevantes por revisar	Porque no existe trazabilidad ni indicadores que permitan tener claridad			Ausencia de reuniones para dar seguimiento a los proyectos	Establecer una recurrencia semanal para revisar el estado de cada proyecto

*Fuente: Elaboración propia*

Como se puede notar en la figura anterior, las nueve causas potenciales conducen a tres causas raíz que son:

- La ausencia de un mismo canal que centralice la información de los proyectos, que mejore la trazabilidad y permita definir indicadores.
- Ausencia de reuniones para dar seguimiento a los proyectos.
- Ausencia de instrucciones de trabajo, capacitaciones y foros que permitan hacer un seguimiento de los proyectos.

Con las soluciones propuestas e indicadas en la figura anterior se solucionarían todas.

### **4.3 CONCLUSIONES DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

Tras el análisis realizado en el presente capítulo sobre el procedimiento de documentación, se concluye que dentro del departamento Tooling Development hay una falta de capacitaciones que ayudarían a en robustecer el conocimiento sobre el proceso de documentación y su flujo. Además, hay una ausencia de guías de trabajo y flujo de proceso que permita la participación de más miembros del equipo en el proceso.

Así mismo, se identifica la necesidad de una plataforma donde se centralice la información de los proyectos, se eviten duplicaciones de esfuerzo y tiempo, y con ello se logre una mejora en la productividad como impacto positivo a las soluciones propuestas.

## **CAPÍTULO V: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN**

Este capítulo, se centrará en establecer las propuestas de mejora correspondientes a las fases de “Implementar” y “Controlar” de la metodología DMAIC.

## **5.1 DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS GENERALES**

Después de haber realizado un análisis de causas en el capítulo anterior, donde se encontró que las causas potenciales son:

- La ausencia de un mismo canal que centralice la información de los proyectos, que mejore la trazabilidad y permita crear indicadores.
- Ausencia de reuniones para dar seguimiento a los proyectos.
- Ausencia de instrucciones de trabajo, capacitaciones y foros que permitan hacer un seguimiento de los proyectos.

Se plantearán propuestas de mejora para el proceso de documentación dentro del departamento Tooling Development que permitan atacar la problemática de la ausencia de un sistema integral de métricas lo que está generando una ineficiencia en el uso del recurso humano, tiempos altos de proceso, falta de objetividad y claridad en la medición del rendimiento e incluso la pérdida de oportunidades de adquirir nuevos proyectos de los clientes.

## **5.2 CAUSAS Y PROPUESTAS PLANTEADAS**

Para el desarrollo de esta sección, la cual está basada en el diagrama de Pareto y el Análisis de los 5 por qué realizados en el Capítulo IV, se llevó a cabo un análisis de las seis causas potenciales las cuales se segregaron en tres propuestas de solución seguidamente descritas.

### 5.2.1 Propuesta: Plataforma Airtable y Excel robusto

Implementar el uso de una plataforma en línea de bajo costo a través de la cual se pueda centralizar la información relacionada a cada proyecto mediante una navegación sencilla para el usuario, esto permitiría saber las etapas en las que se encuentra el proceso y el nombre de la persona que lo está trabajando.

La plataforma Airtable tiene una licencia para negocios con un costo actual de \$54, que es ideal para una administración de información básica y se adapta al presupuesto especificado dentro de las limitantes de este proyecto, que corresponde a \$800 disponibles para la inversión inicial.

Además, crear un Excel robusto como complemento de Airtable, mediante el cual se pueda llevar una buena trazabilidad de las fechas de las etapas de cada proceso. Lo que puede traer múltiples beneficios para el departamento como:

- Optimización de los tiempos de los proyectos debido a que se utilizaría un mismo canal para la recolección de la información requerida mediante un sistema de tiquetes con preguntas puntuales al solicitante del servicio desde el inicio.
- Se puede evitar la duplicación de esfuerzos o dos personas trabajando sobre un mismo proyecto, ya que con la plataforma se puede saber el nombre de la persona que está desarrollando el proyecto evitando que otro colaborador lo inicie.
- Mejoramiento en la priorización de los proyectos dependiendo de la información del tiquete y las necesidades que tenga la planta de Heredia.

- Estandarización de los tiempos de entrega de los proyectos a través de la creación de indicadores con la información que se recopile con el Excel.

**Figura 32** Ilustración de base de datos en Airtable para TD

#	Centro de cos...	Project Number	Doc. Owner	Date	Status	Designer
539		1828		5/22/2024 10:40am	Drw. Done	
540		1828		5/24/2024 11:30am	Drw. Done Doc Done	
541		0		5/27/2024 9:52am	On hold	
542		1832		5/27/2024 4:48pm	Drw. Done Doc Done	
543		0		5/27/2024 4:53pm	Drw. Done	
544		1828		6/3/2024 3:40pm	Drw. Done On hold	
545		13543		6/4/2024 2:47pm	Documentation Drw. Done	
546		0		6/6/2024 10:37am	Cancelled	
547		97149709		6/6/2024 2:59pm	On hold	
548		1		6/10/2024 2:39pm	Drw. Done	
549	Información de centros de costos	1577	Nombre de la persona que está trabajando la documentación de cada proyecto	6/11/2024 10:34am	Drw. Done Documentation	Nombre de la persona que está trabajando el diseño del fixture de cada proyecto
550		1842		6/17/2024 7:41pm	Drw. Done Doc Done	
551		1438		6/18/2024 9:50am	Drw. Done	
552		1778		6/18/2024 2:12pm	Doc Done	
553		1172		6/18/2024 4:16pm	In review	
554		1774		6/19/2024 12:46pm	Drw. Done Documentation	
555		1861		6/20/2024 2:44pm	Documentation	
556		1714		6/24/2024 3:36pm	On going	
557		1787		6/24/2024 4:43pm	Drw. Done Documentation	
558		1856		6/26/2024 1:16pm	Drw. Done	
559		1759		6/28/2024 12:09pm	Drw. Done	
560		1		7/1/2024 2:27pm	In review	
561		1896		7/2/2024 2:00pm		
		0		7/2/2024 3:23pm	Drw. Done	

*Fuente: Boston Scientific, 2024*

Obteniendo la información necesaria desde el inicio puede permitir tener un flujo más eficiente en el desarrollo de los proyectos y con el Excel donde se lleve la trazabilidad de fechas de las etapas del proyecto se pueden generar indicadores del desempeño del proceso de documentación.



**Figura 34** Propuesta de Cursograma Analítico

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO II Q 2024										
Diagrama no. 1			Hoja: 1		De: 1		Servicio		X	
Proceso: Documentación de fixtures				RESUMEN						
Lugar: Tooling Development, Boston Scientific Heredia Método: Actual Propuesto X Elaborado por: Daniela Solís Hernández				Símbolo	Actividad	Actual	Presupuesto	Economía		
				●	Operación	7				
				→	Transporte	0				
				■	Inspección	4				
				■	Espera	1				
				▼	Almacenaje	0				
				Total actividades realizadas		12				
Distancia total en metros		0								
Tiempo min/hombre		7,330								
Descripción	Cantidad	Distancia	Tiempo (min)	Actividad			Observaciones			
Recibir la solicitud del cliente	1			●						
Verificar planos pre liberados en Capture	1		20		●					
Revisar si la información está completa	1		15			●			Se observa que hay diferentes canales de información	
Crear trazabilidad del proyecto en excel	1		10				●		Se observa que es una trazabilidad muy escueta	
Crear la documentación en Windchill	1		15					●		
Revisar si los planos requieren ser reenviados	1		5					●		
Cargar planos con nuevas revisiones	1		20					●		
Revisar el contenido de la documentación	1		30					●		
Someter la documentación en Windchill	1		5					●		
Asignar a los aprobadores	1		5					●		
Esperar por la revisión/aprobación	1		7,200						●	En promedio tarda 5 días, actividad fuera del control de TD
Notificar que la documentación está liberada	1		5						●	

Fuente: Elaboración propia

A través del cursograma propuesto en la figura 33, se puede observar que, a pesar de mantener la misma cantidad de actividades, la tercera que representa a la revisión de la información necesaria para el desarrollo del proyecto documental se puede reducir considerablemente esto debido al beneficio que traería centralizar la información mediante una plataforma que realice las preguntas correctas desde el inicio. Para mayor entendimiento la siguiente figura:

**Figura 35** Propuesta de Cursograma Analítico antes/después de mejora

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO					
Total de actividades	Descripción	Cantidad	Distancia	Tiempo (min)	
				Antes de la mejora	Después de la mejora
1	Recibir la solicitud del cliente	1			
2	Verificar planos pre liberados en Capture	1		20	20
3	Revisar si la información está completa	1		120	15
4	Crear trazabilidad del proyecto en excel	1		10	10
5	Crear la documentación en Windchill	1		15	15
6	Revisar si los planos requieren ser reenviados	1		5	5
7	Cargar planos con nuevas revisiones	1		20	20
8	Revisar el contenido de la documentación	1		30	30
9	Someter la documentación en Windchill	1		5	5
10	Asignar a los aprobadores	1		5	5
11	Esperar por la revisión/aprobación	1		7,200	7,200
12	Notificar que la documentación está liberada	1		5	5
Tiempo total min/hombre				7,435	7,330
Reducción de tiempo total del proceso				1.4%	
Reducción de tiempos de la actividad 3				87.5%	

Fuente: Elaboración propia

Con la implementación de las mejoras se espera una reducción de tiempos del proceso documental y con ello un aumento en la cantidad de proyectos que el departamento puede abarcar.

Cabe recalcar que la espera de la aprobación correspondiente a la actividad 11, se analizó sin embargo es una actividad fuera del control del departamento debido a que depende de la disponibilidad de los aprobadores, que son roles externos, para el visto bueno. No obstante, en TD se hacen esfuerzos internos del seguimiento a las aprobaciones para que estén listas en el menor tiempo posible.

### **5.2.2 Propuesta: Programa de Capacitaciones con guías de trabajo**

Crear un KSD que sirva como guía de trabajo para las personas que requieran someter documentación y conocer sus pasos que se maneje como un documento vivo el cual se pueda ir alimentando a través del tiempo con temas relevantes del proceso. Además, llevar a cabo un programa robusto de capacitaciones para el equipo de Tooling Development con el objetivo de que todos los miembros del departamento aumenten su conocimiento sobre el proceso de documentación, puedan someter en algún caso necesario y tengan conocimiento sobre los entregables para cada proyecto, esto por medio de un diagrama de Gantt.

**Figura 36** Propuesta de Diagramas de Gantt para capacitaciones TD

Capacitaciones de documentación Grupo 1

Boston Scientific  
Tooling Development

Fecha de inicio: Por definir

Criterios:

- Completado
- En Progreso
- Pendiente
- Tarde
- No iniciado

Tarea	Responsable	Fecha inicial	Fecha final	Progreso	Duración (h)	Periodo de implementación			
						Semanas			
						1	2	3	4
Accesos a Windchill y entrenamientos	Redactor I			0%	0.5				
Navegación en Windchill	Redactor I			0%	0.5				
Flujo de documentación y entregables	Redactor I			0%	0.5				
Proceso general para liberar planos	Redactor I			0%	0.5				
Pasos para liberar planos nuevos	Redactor I			0%	1				
Pasos para liberar planos modificados	Redactor I			0%	1				
Proceso para realizar retrabajos	Redactor I			0%	1				
Pasos para eliminar un CN	Redactor I			0%	1				
Revisión de KSD o guía de trabajo	Redactor I			0%	1				
Práctica de someter documentación	Redactor I			0%	3				
Total (h)					10				

Capacitaciones de documentación Grupo 2

Boston Scientific  
Tooling Development

Fecha de inicio: Por definir

Criterios:

- Completado
- En Progreso
- Pendiente
- Tarde
- No iniciado

Tarea	Responsable	Fecha inicial	Fecha final	Progreso	Duración (h)	Periodo de implementación			
						Semanas			
						1	2	3	4
Accesos a Windchill y entrenamientos	Redactor I			0%	0.5				
Navegación en Windchill	Redactor I			0%	0.5				
Flujo de documentación y entregables	Redactor I			0%	0.5				
Proceso general para liberar planos	Redactor I			0%	0.5				
Pasos para liberar planos nuevos	Redactor I			0%	1				
Pasos para liberar planos modificados	Redactor I			0%	1				
Proceso para realizar retrabajos	Redactor I			0%	1				
Pasos para eliminar un CN	Redactor I			0%	1				
Revisión de KSD o guía de trabajo	Redactor I			0%	1				
Práctica de someter documentación	Redactor I			0%	3				
Total (h)					10				

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en los diagramas anteriores, el equipo se dividiría en 2 grupos para que las capacitaciones sean más ordenadas y se les pueda aprovechar al máximo. Las capacitaciones las llevaría a cabo el Redactor que es el usualmente encargado de someter documentación.

**Figura 37** Grupos para capacitados en TD

Grupo 1	Grupo 2
Supervisor	Técnico I
Ingeniero II	Técnico II
Ingeniero II	Ingeniero II
Dibujante I	Ingeniero II
Ingeniero I	Ingeniero II
	Ingeniero I

*Fuente: Elaboración propia*

Asimismo, se propone que las sesiones de las capacitaciones sean grabadas y el material se encuentre disponible en una carpeta de la plataforma Teams para ser consultada en caso necesario, al igual que el KSD.

Con la implementación de esta propuesta mejoraría significativamente la comunicación entre los miembros del equipo y aumentaría los conocimientos en temas referentes a documentación. Además, se espera tenga un impacto positivo a mediano plazo ya que esto puede abrir la oportunidad de abarcar una mayor cantidad de proyectos a lo largo del tiempo.

### **5.2.3 Propuesta: Foros semanales para revisión de proyectos**

Llevar a cabo foros o reuniones con una recurrencia semanal a través de la plataforma Teams con la finalidad de compartir y hacer una verificación grupal del estado de cada proyecto y la revisión de los indicadores que se han generado.

Estas revisiones recurrentes permitirán mejorar la comunicación entre los miembros del departamento y aclarar dudas del estado de los proyectos. Además, permitiría el análisis y toma de decisiones con base a la priorización que se le debe otorgar a cada caso conociendo los temas relevantes y con un respaldo estadístico basado en la trazabilidad del Excel.

## **5.3 IMPLEMENTACIÓN DE LAS PROPUESTAS PLANTEADAS**

### **5.3.1 Propuesta: Plataforma Airtable y Excel robusto**

Se está implementando, desde junio, el uso de un sistema de tiquetes mediante la plataforma Airtable. Dentro de cada número de proyecto que se encuentra en la base de datos se pueden observar las preguntas puntuales que se le realizan al cliente en el momento de someter el tiquete para que la información que se obtenga desde el momento que se inicia el proyecto en TD sea la correcta, como se muestra en la siguiente figura.

**Figura 38** Información solicitada dentro del tiquete en Airtable

**Drafting Services Request Form**  
Asistencia para inclusiones en Capture y Windchill relacionadas a planos.

**Project Number**  
Para uso interno de equipo de Tooling Development.

**Project Name**

**Centro de costos**

**Email**  
De persona que está llenando este formulario.

**Designer**  
Para uso interno de equipo de Tooling Development.  
+ Add

**Production Unit (PU)**  
+ Add

**Fecha de entrega**  
Para cuando requiere la documentación.  
mm/dd/yyyy

**Drawing Category**

- Nuevo
- Modificado
- Duplicado

**Documentation Required**

Recuerde que los fixtures B, C y D deben estar incluidos en BMRAM.  
Los clase A, requieren únicamente de la inclusion por parte calibraciones, se solicita en el link:  
<http://galccapwp00001/bmram/>.

- Drawings
- Capture Submission
- Windchill Submission
- Tool Qualification Protocol
- Spare Parts
- Inclusion to BMRAM

**Conditional field**

**Drawing #**

**Conditional field**

**Intended use of equipment**  
Coloque la justificación del fixture. (Cuál es la necesidad en la línea por la cual se pidió el fixture. Ej: Reducir scrap o cuál es la modificación que se está realizando). Esto se necesita para someter el CN.

*Fuente: Boston Scientific, 2024*

La centralización de la información a través de la plataforma ha beneficiado significativamente ya que permite tener una comunicación más fluida, tener una mayor claridad en los requerimientos de cada proyecto y como resultado un flujo más eficiente durante el proceso documental.

Asimismo, se creó un Excel más robusto que permitiera llevar una mejor trazabilidad de las etapas de documentación con su nivel de prioridad y respectivos tiempos, seguidamente mostrado:

**Figura 39** Excel para Documentación en TD

DOCUMENTATION CONTROL											
Priority	Project #	Request Date	Minutes	Qty of Docs	Complexity	Submitted Date	Days until be submitted	Approved Date	Days in Approval	Status	Comments
●	1504	1/22/2024	22	1	▶	6/13/2024	143			IN REVIEW	Esperando PCA
●	1671	4/23/2024	21	1	▶	5/8/2024	15	5/13/2024	5	APPROVED	Esperando justificación de PCA
●	Req516	4/26/2024	120	50	▶	5/3/2024	4	5/3/2024	5	APPROVED	
●	1704	4/26/2024	20	1	▶	5/3/2024	4	5/6/2024	3	APPROVED	
●	1704	4/26/2024	20	1	▶	5/3/2024	4	5/6/2024	3	APPROVED	
●	507	5/2/2024	19	3	▶	5/7/2024	4	5/17/2024	10	APPROVED	
●	1445	5/2/2024	35	3	▶	5/3/2024	1	5/13/2024	10	APPROVED	
●	1445	5/2/2024	55	1	▶	5/8/2024	6	5/13/2024	5	APPROVED	
●	1445	5/2/2024	120	3	▶	5/9/2024	7	5/28/2024	19	APPROVED	
●	980	5/2/2024	22	1	▶	5/7/2024	5			IN REVIEW	
●	980	5/2/2024	22	1	▶	5/7/2024	5			IN REVIEW	
●	1751	5/6/2024	19	1	▶	5/7/2024	1	5/7/2024	0	APPROVED	
●	1751	5/6/2024	23	3	▶	5/7/2024	1	6/7/2024	31	APPROVED	
●	1801	5/14/2024	25	1	▶	5/14/2024	0	5/14/2024	0	APPROVED	
●	1801	5/14/2024	26	1	▶	6/6/2024	24	6/11/2024	5	APPROVED	
●	1704	5/14/2024	90	18	▶	5/15/2024	1	5/30/2024	15	APPROVED	
●	1764	5/15/2024	60	3	▶	5/15/2024	0	5/21/2024	7	APPROVED	
●	RS17	5/15/2024	80	9	▶	5/15/2024	0	5/30/2024	15	APPROVED	
●	Req510	5/15/2024	4	4	▶	5/15/2024	0	5/22/2024	7	APPROVED	
●	NIA	3/5/2024	18	2	▶	5/16/2024	72	5/16/2024	0	APPROVED	Se le delego a Jorge y no lo pudo someter
●	NIA	3/5/2024	50	2	▶	5/16/2024	72			IN REVIEW	Se le delego a Jorge y no lo pudo someter / WC issues
●	930	5/13/2024	21	1	▶	5/21/2024	8	6/10/2024	20	APPROVED	
●	Req532	5/21/2024	60	3	▶	5/21/2024	0	5/30/2024	6	APPROVED	
●	1819	5/24/2024	45	3	▶	5/27/2024	1	6/5/2024	11	APPROVED	
●	1818	6/7/2024	30	1	▶	6/7/2024	0	6/11/2024	4	APPROVED	Requiere cambios en plano
●	1301	5/24/2024	45	1	▶	5/27/2024	1	5/28/2024	1	APPROVED	
●	1301	5/24/2024	60	3	▶	5/24/2024	0	-	-		Se delego a Tanner Penko
●	1819	5/27/2024	45	1	▶	5/27/2024	1	5/28/2024	1	APPROVED	
●	930	5/29/2024	25	2	▶	5/29/2024	1			IN REVIEW	
●	1832	5/31/2024	8	1	▶	5/31/2024	0	6/6/2024	7	APPROVED	
●	1832	5/31/2024	1	1	▶	5/31/2024	0	6/4/2024	3	APPROVED	
●	Req519	6/6/2024	11	1	▶	6/6/2024	0	6/13/2024	7	APPROVED	
●	Req519	6/6/2024	1	1	▶	6/6/2024	0	6/7/2024	1	APPROVED	
●	1828 - B	6/7/2024	12	1	▶	6/7/2024	0	6/7/2024	0	APPROVED	
●	1828 - B	6/7/2024	1	1	▶	6/7/2024	0	6/10/2024	4	APPROVED	
●	1828 - B	6/7/2024	1	1	▶	6/7/2024	0	6/10/2024	4	APPROVED	
●	Req545	6/6/2024	8	1	▶	6/10/2024	2	6/11/2024	1	APPROVED	
●	Req543	6/7/2024	3	1	▶	6/7/2024	0			IN REVIEW	
●	1828 - A	6/10/2024	10	1	▶	6/20/2024	10	7/3/2024	13	APPROVED	
●	1829 - A	6/10/2024	1	1	▶	6/10/2024	0	6/10/2024	0	APPROVED	
●	1830 - A	6/10/2024	1	1	▶	6/10/2024	0	6/10/2024	0	APPROVED	
●	1379	6/10/2024	3	1	▶	6/10/2024	1			IN REVIEW	
●	1379	6/10/2024	1	1	▶	6/10/2024	1	6/11/2024	1	APPROVED	
●	1484	6/11/2024	19	1	▶	6/11/2024	0	6/11/2024	0	APPROVED	
●	1484	6/11/2024	23	6	▶	6/11/2024	0	6/19/2024	8	APPROVED	

Fuente: Boston Scientific, 2024

Mediante la información que se ha ido recolectando con el Excel y con el cumplimiento del cursograma analítico propuesto en la figura 33, se logró establecer una meta semanal de 10 proyectos de documentación por semana con un tiempo promedio de 130 minutos por proyecto, como se muestra a continuación:

**Figura 40** Indicadores semanales TD

WW:

Indicadores y metas semanales TD			
Días	Cantidad de Proyectos	Tiempo promedio (Min)	Total (Hrs)
Lunes	2	130	4.3
Martes	2	130	4.3
Miercoles	2	130	4.3
Jueves	2	130	4.3
Viernes	2	130	4.3
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>650</b>	<b>22</b>

Meta real alcanzada semanal TD			
Días	Cantidad de Proyectos	Tiempo promedio (Min)	Total (Hrs)
Lunes			
Martes			
Miercoles			
Jueves			
Viernes			
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Fuente: Elaboración propia

El promedio observado en la meta establecida por semana es de 130 minutos por proyecto y de 2 proyectos por día, los cuales fueron calculados según los datos que se analizaron con la mejora de tiempos que se ha alcanzado hasta el momento durante el segundo cuatrimestre del 2024 (para más detalle referirse al Anexo 1), específicamente como resultado de la implementación del sistema de tiquetes en Airtable y el uso de un Excel más robusto. Por lo tanto, esta es la meta actual que la persona destinada a someter la documentación debe cumplir.

Esta propuesta se ha venido implementando mediante un Plan de acción donde se listan las tareas que se deban ejecutar y se asigna un responsable para el cumplimiento de estas.

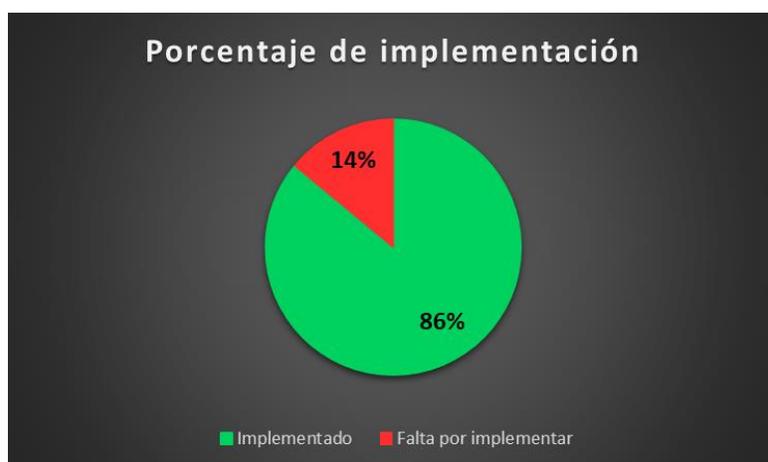
**Figura 41** Plan de Acción de Plataforma Airtable

Plan de Acción												
NOMBRE DEL PROYECTO:		Plataforma Airtable										
LÍDER:		Daniela Solís Hernández										
FRECUENCIA DE REVISIÓN:		Semanal										
FECHA DE ENTREGA:		20-Dec-24										
	ACCIÓN / TAREA (¿QUÉ?)	HITO/ OBJETIVO (¿POR QUÉ?)	RESPONSABLE (¿QUIÉN?)	FECHAS PLANEADAS (¿CUÁNDO?)		ESTATUS					COMENTARIOS	
				INICIO	FIN	0%	25%	50%	75%	100%		
1	Revisar la propuesta	Para definir cuáles serán las estrategias a seguir para aumentar la productividad	Daniela Solís	10-Jun-24	10-Jun-24					X	4	Se programaron reuniones
2	Comprar licencia de Airtable	Para unificar y estandarizar el método de recibir información requerida de los proyectos documentales	Supervisor	10-Jun-24	10-Jun-24					X	4	Se revisó el tema con finanzas sobre los beneficios que puede traer el uso de Airtable en la productividad y ganancias económicas
3	Personalizar la plataforma según información requerida	Para obtener la información necesaria para cada proyecto	Ingeniero I	11-Jun-24	12-Jun-24					X	4	El ingeniero I personalizó la plataforma según la información que se requiere en el proceso documental
4	Llevar a cabo una reunión en TD para presentar el nuevo método de recolectar información	Para que todos sepan cómo utilizar la plataforma	Ingeniero I	13-Jun-24	13-Jun-24					X	4	
5	Recolectar datos del primer cuatrimestre del 2024 y creación de Excel	Para tener un historial válido y revisar tendencias	Redactor I	11-Jun-24	11-Jun-24					X	4	Se recolectaron datos de los tiempos de respuesta y cantidades de proyectos de documentación durante el primer cuatrimestre del 2024
6	Generación de métricas	Para controlar el rendimiento del proceso	Redactor I	12-Jun-24	14-Jun-24					X	4	
7	Dar seguimiento de los resultados de la productividad con el uso de Airtable durante el 2024	Para verificar y confirmar los beneficios del uso de la plataforma	Daniela Solís Supervisor	13-Jun-24	20-Dec-24			X			2	Se están llevando a cabo reuniones semanales para revisar las métricas y beneficios posteriores a la implementación de Airtable en el proceso de documentación
# Action / Task <b>7</b> Progress <b>93%</b>												

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en el plan anterior, de 7 actividades en total queda 1 pendiente que corresponde al seguimiento de la productividad en lo que resta del año 2024 para poder confirmar los beneficios de su uso con una mayor cantidad de datos. En la siguiente figura se puede observar el porcentaje de implementación:

**Figura 42** Porcentaje de implementación



*Fuente: Elaboración propia*

Asimismo, con un avance de 86% de implementación los beneficios se pueden reflejar a través del aumento de los proyectos de documentación que se han venido realizando por el departamento y la estabilidad en la variación que se ha logrado en lo que llevamos del IIQ. A continuación, una comparativa del IQ y IIQ del 2024:

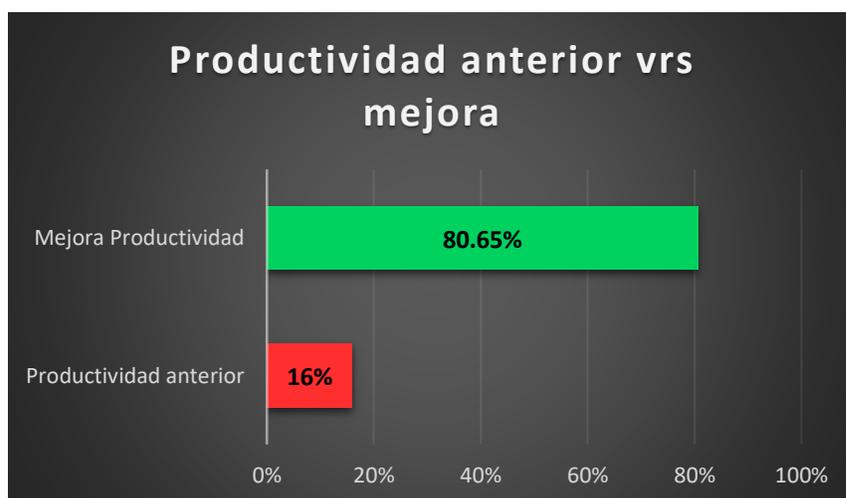
**Figura 43** Gráfico de proyectos realizados I y II Q 2024



*Fuente: Elaboración propia*

El gráfico anterior muestra la tendencia de aumento de proyectos que el departamento TD ha experimentado durante el segundo cuatrimestre del 2024 que es a partir de la WW19, en el primer cuatrimestre se completaron 93 proyectos en total y se espera que el segundo cuatrimestre cierre con 168 proyectos aproximadamente si se alcanza la meta fijada de 10 proyectos por semana, lo cual representaría una mejora sustancial como se puede ver a continuación:

**Figura 44** Productividad antes y después de la mejora



*Fuente: Elaboración propia*

### 5.3.2 Propuesta: Programa de Capacitaciones con guías de trabajo

Se creó un Knowledge Sharing Document (KSD) que contiene los pasos del proceso documental, lo cual ha permitido estandarizar y tener una mayor claridad, este se desarrolló con los temas relevantes sin embargo se mantiene como un documento vivo en el que se pueden hacer modificaciones para hacerlo cada vez más robusto conforme vayan saliendo situaciones nuevas en el proceso. Este KSD permitió tener una estructura para la ejecución de las capacitaciones.

**Figura 45** KSD para documentación de TD

### KSD Liberación de Planos - Fast Track Change Notice

<b>Propósito</b>	Este Knowledge Sharing Document (KSD) describe el proceso de someter, actualizar y asignar aprobadores para planos de herramientas o equipos a través de un Fast Track Change Notice en Windchill.
<b>Alcance</b>	Este documento es una guía para toda persona con acceso a Windchill que requiera liberar un plano de herramientas o equipos nuevo o una modificación a través de un Fast Track Change Notice.

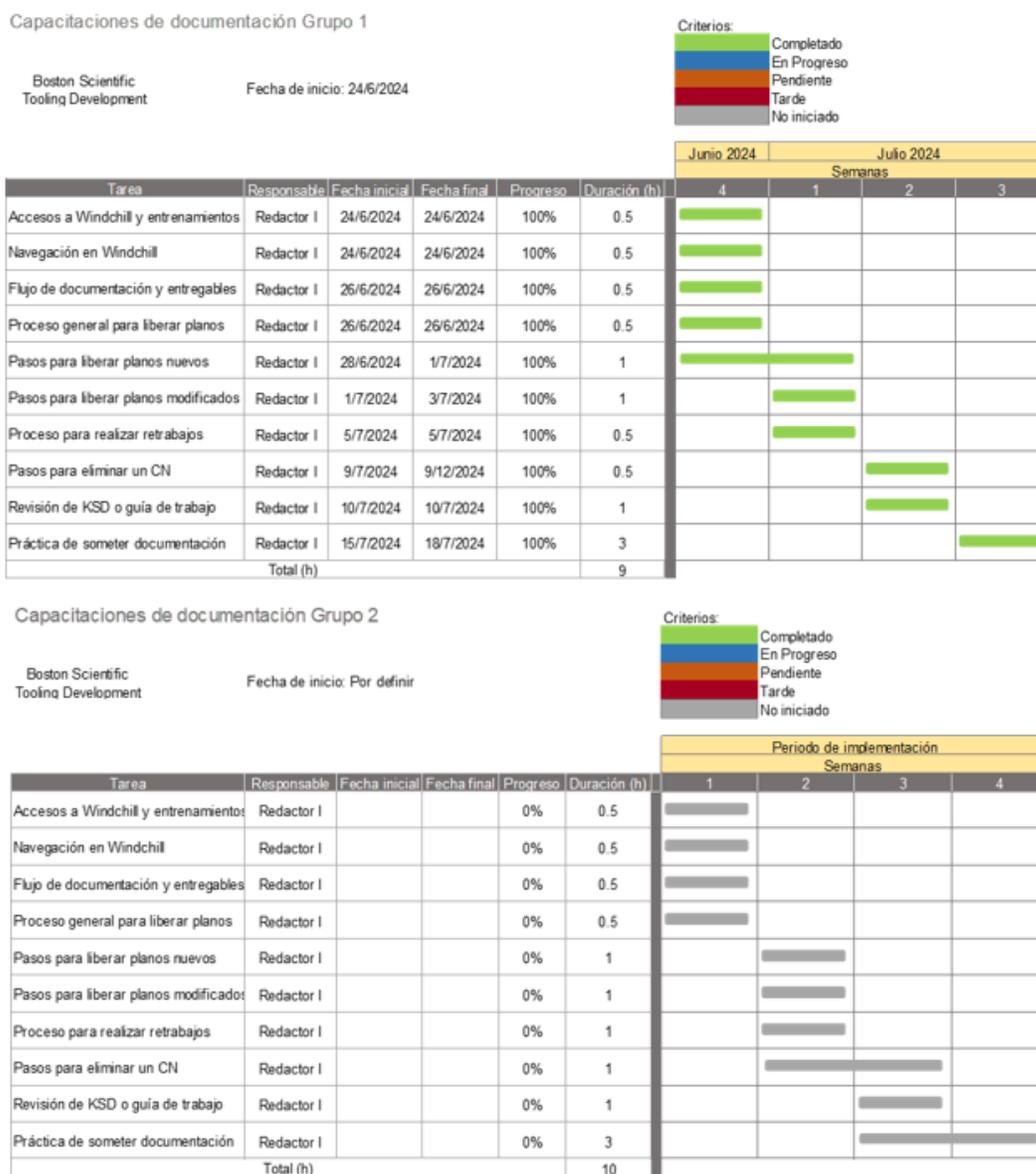
#### Tabla de Contenidos

Tabla de Contenidos .....	1
1. Acceso a Windchill.....	2
Tabla 1 Tipos de Accesos de Windchill .....	2
Figura 1 Portal RequestIT para solicitar Acceso .....	3
Figura 2 Secciones para Acceso .....	3
2. Flujo de Documentación.....	4
Figura 3 Diagrama de Flujo de los Fast Track CN para liberar planos .....	4
3. Proceso para liberar planos de Tooling/Equipment .....	4
Figura 4 Diagrama de Flujo de los Fast Track CN para liberar planos .....	4
4. Pasos para liberar planos nuevos de Tooling/Equipment en Windchill .....	5
Tabla 2 Descripción de pasos para liberar planos nuevos.....	5
5. Pasos para liberar planos modificados de Tooling/Equipment en Windchill .....	12
Tabla 3 Descripción de pasos para liberar planos modificados.....	12
6. Pasos para hacer pullback a un CN .....	20
Tabla 4 Descripción de pasos para hacer pullback .....	20
7. Pasos para eliminar un CN .....	21
Tabla 5 Descripción de pasos para eliminar CN .....	21

*Fuente: Elaboración propia*

Se completó entre junio y julio el plan de capacitación del Grupo 1 establecido en la Figura 36, esto corresponde al 50% de implementación de la propuesta, la fecha de inicio del Grupo 2 está por definirse para no sobre cargar al departamento e impactar los indicadores. Como se puede ver en la siguiente figura:

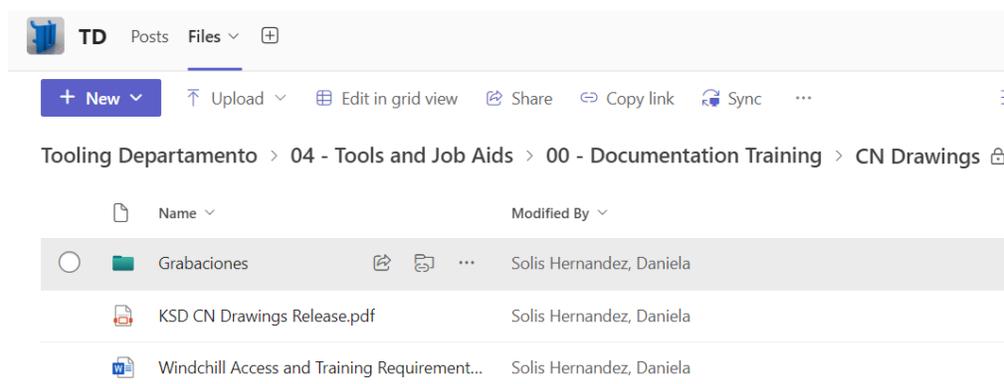
**Figura 46** Capacitaciones de documentación TD



Fuente: Boston Scientific, 2024

Asimismo, se grabaron las sesiones de la capacitación del primer parte del equipo y el material se encuentra disponible en una carpeta de la plataforma Teams para ser consultada en caso necesario, de la misma forma el KSD.

**Figura 47** Grabaciones de capacitaciones en Teams



*Fuente: Boston Scientific, 2024*

El desarrollo de esta propuesta logró alcanzar un 75% de implementación, con el que TD se ha beneficiado en temas de productividad debido a que más personas dentro del departamento han sometido documentación de forma paulatina, con una buena guía que les permita tener mayor seguridad y eficiencia realizando las actividades.

### 5.3.3 Propuesta: Foros semanales para revisión de proyectos

Se programó una recurrencia semanal de un foro a través de la plataforma Teams, en el que participan todos los integrantes de TD y mediante el cual la persona responsable de proyectar el estado y la carga de los proyectos de documentación es el Redactor I, como se muestra a continuación:

**Figura 48** Recurrencia de Foro semanal de TD para revisión de proyectos

**Daily Tooling**

Organizer ● Solis Hernandez, Daniela;

Recurrence Occurs every Monday effective 1/8/2024 until 12/30/2024 from 11:00 AM to 11:45 AM

Location [Microsoft Teams Meeting](#)

Response  Accepted [Change Response](#)

### Microsoft Teams meeting

Join on your computer, mobile app or room device  
[Click here to join the meeting](#)

Fuente: Boston Scientific, 2024

En este foro se comparte una lista de los proyectos que están en proceso de documentación con su respectivo estado, como se muestra a continuación:

**Figura 49** Lista de proyectos revisada en el foro semanal

## Drawings & Documentation

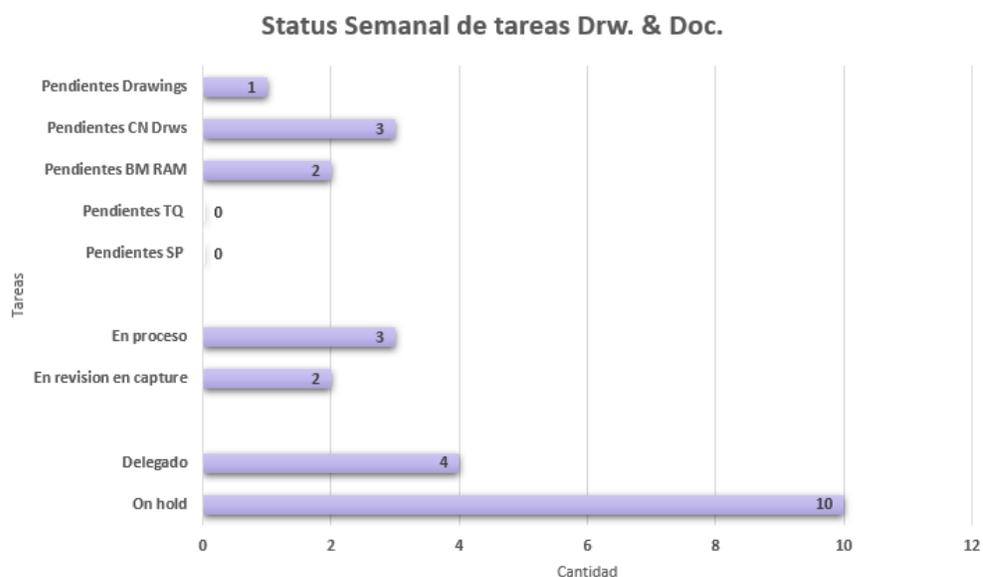
DRAWINGS AND DOCUMENTATION												
Proj. #	Priority	Doc. Owner	Description	Number	Designer/Owner	Capture	BM	RAM	CU	Drw	TQ	Spare parts
Req518	●		Distal / Prox Receptacle Drill Fxtr	E87997-100 / E87996-100		AP			AP			
1421	●		Polyimide Bond Adhesion Curing Fixture	51816705		AP	AP		OH			
N/A	●		Spacer Block Fixture	90128373		AP	AP		IR			
1682	●		Sheath leak tester	50743053		AP			OH			
1452	●		Slit Valve Cutting Fixture	51876008		AP	OH		OH			
Req526	●		Bellows forming fixture	51473272		AP			IR			
1379	●		Shaft Press	51908953		AP	AP		IR			
1243	●		Measuring Station Cover	51913532		AP	D		D			
1007	●		Plasma Base	51914309		AP	D		D			
Req541	●		-	GN001082-100		OH			OH			
Req543	●		Gland and cap bond assy	GN001078-100		AP			OH			
1828	●		Fixture, ring threading	90164430 / 90429814		AP	AP		OH			
Req547	●		-	-		OH			OH			
Req548	●		Plasma Welder	51597349		AP			IR			IR
1577	●	Nombre de la persona que somete la documentación	Gauge Cutting Fixture	51792593	Nombre de la persona que trabajó el diseño	AP			IR			
1504	●		FIXTURE, CURVE TEMPLATE HOLDER	90351042		AP			IR			
1438	●		Wave washer knob fixture	51535409		AP	AP		IR			
1172	●		Positioning Fixture	51933557		IR	P		P			
1774	●		Servo Motor Cover	51929111		AP	AP		IR			
1861	●		Usable Length Fixture	51808635		AP					IR	
1714	●		Covers	*Varios*		IR	P		P			
1787	●		Rectification Block	51932954		AP	AP		IR			
1856	●		Shaft Guide	51931032		AP	AP		IR			
1759	●		RWG plasma welder	50692038		AP	P		IP			
Req560	●		Lead Wire tray	51361796		AP			IR			
1896	●		-	-		IP	P		P			
Req562	●		Shrinking Bellows Fxt	51906536		AP			IR			
1835	●		Length system 16 mm	-		P			P			

AP	Approved
IR	In Review
IP	In Process
P	Pending
D	Delegated
OH	On Hold
N/A	N/A

Fuente: Boston Scientific, 2024

Además de revisar la lista de proyectos en proceso como en la figura anterior, se analiza a nivel gráfico para revisar la carga en el proceso de documentación:

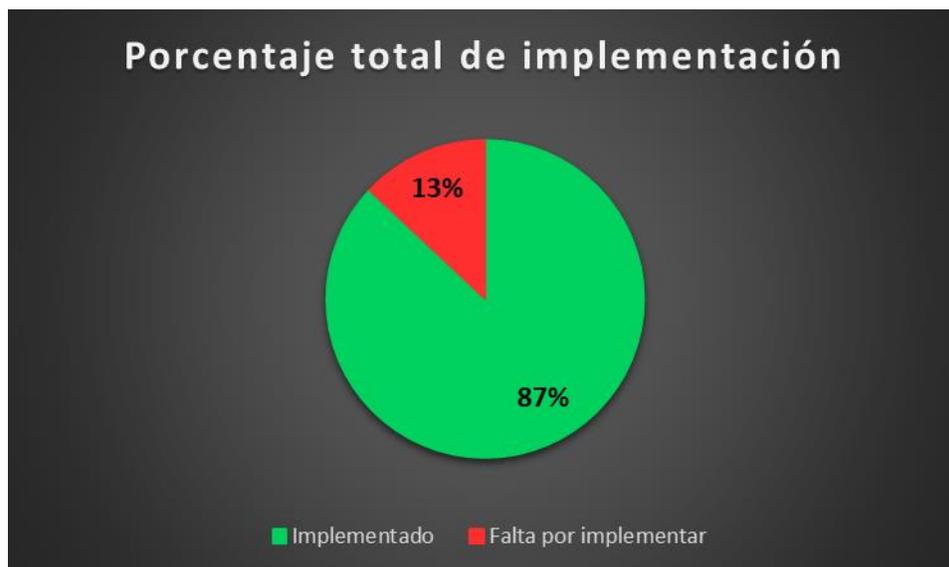
**Figura 50** Gráfico de estado semanal de tareas de documentación



*Fuente: Boston Scientific, 2024*

La propuesta de los foros semanales para la revisión de los proyectos se logró implementar al 100%. Y un porcentaje de implementación total seguidamente mostrado:

**Figura 51** Porcentaje total de implementación de las propuestas



*Fuente: Elaboración propia*

En conclusión, con un porcentaje de implementación total de las propuestas de 87% aproximadamente se han logrado beneficios notorios en la productividad y las ganancias, especificadas en la siguiente sección.

## 5.4 ANÁLISIS DEL BENEFICIO - COSTO

Para conocer la factibilidad del proyecto, se debe realizar un análisis del beneficio - costo y estudiar cada una de las propuestas, por lo tanto, en la siguiente figura se pueden observar los costos totales de las mismas.

**Tabla 3** Costos totales de las propuestas

Propuestas	Desglose	Responsable	Horas	Costo por Hora \$	Costo Total \$	Tiempo	
Plataforma Airtable y Excel robusto	Compra de licencia	Supervisor			56	Mensual	
	Adaptación de la plataforma	Ingeniero I	12	10.46	125.52		
	Capacitación al personal	Ingeniero I	2	10.46	20.92		
	Creación de Excel	Redactor I	5	6.66	33.3		
	Generación de métricas	Redactor I	15	6.66	99.9		
Programa de Capacitaciones con guías de trabajo	Preparación del material	Redactor I	2.5	6.66	16.65		
	Creación de guía de trabajo	Redactor I	9	6.66	59.94		
Foros semanales para revisión de proyectos	Creación de presentación Power Point	Dibujante I	0.50	6.66	3.33		
	Generación de tabla y gráfico	Dibujante I	1	6.66	6.66		
	Revisión de reportes del estado actual de los proyectos	Supervisor		1.44	19.02	27.42	Mensual
		Ingeniero II		1.44	13.31	19.19	
		Ingeniero II		1.44	13.31	19.19	
		Ingeniero II		1.44	13.31	19.19	
		Ingeniero II		1.44	13.31	19.19	
		Ingeniero II		1.44	13.31	19.19	
		Ingeniero I		1.44	10.46	15.08	
		Ingeniero I		1.44	10.46	15.08	
		Dibujante I		1.44	6.66	9.60	
		Redactor I		1.44	6.66	9.60	
Técnico I		1.44	4.75	6.85			
Técnico II		1.44	5.71	8.23			
<b>Total</b>					<b>\$ 610</b>		

Fuente: Elaboración propia

Según los datos anteriores se obtuvo una inversión total de \$610 para la realización de las propuestas, de los cuales \$244 representan los costos fijos mensuales después de la implementación, como se puede ver a continuación:

**Tabla 4** Costos fijos mensuales de implementación

Propuestas	Desglose	Responsable	Horas	Costo por Hora \$	Costo Total \$	Tiempo
Plataforma Airtable y Excel robusto	Licencia de la plataforma	Supervisor			56	Mensual
Foros semanales para revisión de proyectos	Revisión de reportes del estado actual de los proyectos	Supervisor	1.44	19.02	27.42	Mensual
		Ingeniero II	1.44	13.31	19.19	
		Ingeniero II	1.44	13.31	19.19	
		Ingeniero II	1.44	13.31	19.19	
		Ingeniero II	1.44	13.31	19.19	
		Ingeniero II	1.44	13.31	19.19	
		Ingeniero I	1.44	10.46	15.08	
		Ingeniero I	1.44	10.46	15.08	
		Dibujante I	1.44	6.66	9.60	
		Redactor I	1.44	6.66	9.60	
		Técnico I	1.44	4.75	6.85	
Técnico II	1.44	5.71	8.23			
<b>Total</b>					<b>\$</b>	<b>244</b>

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la tabla 3, se necesitó de una inversión inicial para la puesta en marcha del proyecto, por la suma que asciende a \$610, para los siguientes meses el costo de la operativa de la propuesta es por la suma de \$244, este costo no es un incremento en la operativa ordinaria de la empresa sino que es un deducible del margen de utilidad de todas las ganancias gracias a la implementación, es decir que un 5.81% que es el equivalente al costo de operación y licencia de la plataforma (cuatrimestral) de la propuesta saldrá de la rentabilidad o utilidad mensual de esta, es decir es un proyecto auto sostenible financieramente. Ahora bien, respecto

a los costos de operación del recurso humano de la empresa, es parte de los retos organizacionales que se deben de asumir en una sana administración de los recursos y riesgos, en pro del cumplimiento de metas y objetivos, esto sin dejar de lado el cambio constante y necesario en la reingeniería de los procesos que permitan resultados óptimos en un ejercicio eficiente y eficaz en la trazabilidad del proceso, manteniendo un seguimiento en los indicadores de productividad que permitan una oportuna toma de decisiones.

Para desarrollar el análisis del costo beneficio de las tres propuestas, se obtuvieron la cantidad de proyectos que el departamento ha aumentado después de sus implementaciones, y se elaboró una comparación de antes y después de la ejecución que corresponde al IQ del 2024 (antes de la mejora) y al IIQ del 2024 (después de la mejora), como se puede observar en la siguiente figura:

**Figura 52** Cantidad de proyectos del I y II Q 2024 y sus ganancias

Proyectos completados por TD 2024				
Cuatrimestre	WW	Proyectos documentación	Valor por proyecto \$	Ganancia por proyecto \$
I Q (antes de la mejora)	WW1	5	100	500
	WW2	5	100	500
	WW3	2	100	200
	WW4	10	100	1000
	WW5	11	100	1100
	WW6	3	100	300
	WW7	2	100	200
	WW8	4	100	400
	WW9	5	100	500
	WW10	12	100	1200
	WW11	13	100	1300
	WW12	2	100	200
	WW13	5	100	500
	WW14	7	100	700
	WW15	3	100	300
	WW16	2	100	200
	WW17	1	100	100
	WW18	1	100	100
<b>Total</b>		<b>93</b>	<b>Total</b>	<b>\$ 9,300</b>
II Q (después de la mejora)	WW19	7	100	700
	WW20	8	100	800
	WW21	6	100	600
	WW22	10	100	1000
	WW23	8	100	800
	WW24	14	100	1400
	WW25	11	100	1100
	WW26	13	100	1300
	WW27	10	100	1000
	WW28	11	100	1100
	WW29	10	100	1000
	WW30	10	100	1000
	WW31	10	100	1000
	WW32	10	100	1000
	WW33	10	100	1000
	WW34	10	100	1000
	WW35	10	100	1000
<b>Total</b>		<b>168</b>	<b>Total</b>	<b>\$ 16,800</b>

Fuente: Elaboración propia

Con base en lo anterior, se puede verificar que después de la implementación de las propuestas la productividad ha aumentado de 93 proyectos en total durante el primer cuatrimestre (antes de la mejora) y se espera que el segundo cuatrimestre cierre con 168 proyectos aproximadamente si se alcanza la meta fijada de 10 proyectos por semana (después de la mejora), lo cual representaría una mejora en la productividad y en la ganancia del 80.65%.

En la siguiente tabla se muestra el beneficio/costo de las propuestas, tomando en cuenta las inversiones realizadas durante el segundo cuatrimestre del 2024:

**Tabla 5** *Beneficio / Costo de las propuestas II Q 2024*

Beneficio/Costo II Q 2024		
Ganancia	\$	16,800
Inversión	\$	1,342
Beneficio/Costo	\$	<b>13</b>

Fuente: Elaboración propia

Los cálculos de la tabla anterior se desarrollaron de la siguiente manera:

- **Ganancia:** después de la implementación de las propuestas se esperan obtener 168 proyectos de documentación completados por TD durante el segundo cuatrimestre, lo que se multiplicó por el valor de cada proyecto que corresponde a \$100, dando como resultado \$16,800.
- **Inversión:** el costo de la licencia de la plataforma Airtable y costos operativos iniciales en el primer mes corresponden a \$610 (Tabla 3) y la suma de los costos fijos (Tabla 4) durante los 3 meses posteriores corresponden a \$732, la suma de los anteriores da como resultado \$1,342.
- **Beneficio/Costo:** Los resultados anteriores se dividieron  $\$16,800 / \$1,342$ , dando como resultado final \$13. Por lo tanto, cada dólar que la empresa invierta en el proyecto va a generar \$13 de beneficio, lo cual indica una inversión altamente rentable.

Además, se espera que para el I Q del 2025 el Beneficio/Costo aumente, cumpliendo con la meta establecida de 10 proyectos semanales los cuales representarían una ganancia de \$17,000 y con una inversión fija mensual de \$976 que corresponden a los costos operativos y la licencia de la plataforma, seguidamente apreciado:

**Tabla 6** Beneficio / Costo esperado IQ 2025

Beneficio/Costo I Q 2025		
Ganancia	\$	17,000
Inversión	\$	976
Beneficio/Costo	\$	17

Fuente: Elaboración propia

Todo lo anterior, sin tomar en cuenta el beneficio que se ha experimentado del 0% de incidentes sobre duplicación de esfuerzos por personas trabajando sobre el mismo proyecto debido a la problemática que existía, ya que no se cuenta con la trazabilidad de esto, lo cual representaría una cifra que aportaría al beneficio de este proyecto.

## 5.4 PLAN DE CONTROL

Se realizó una ficha para poder tener un mejor control por medio de la visibilidad del cumplimiento de las metas establecidas semanalmente, plasmadas en la siguiente figura:

**Figura 53** Plan de control de los indicadores de desempeño de documentación

Plan de Control					
<b>NOMBRE DEL PROYECTO:</b>		Control de productividad de documentación en TD			
<b>LÍDER:</b>		Ingeniero II			
<b>FRECUENCIA DE REVISIÓN:</b>		Semanal			
<b>OBJETIVO DEL PLAN DE CONTROL:</b>		Monitorear los indicadores de desempeño de documentación en TD			
	ACCIÓN / TAREA (¿QUÉ?)	RESPONSABLE (¿QUIÉN?)	Indicador semanal		Acción correctiva
			Meta	Alcanzado	
1	Revisión de proyectos de documentación completados	Redactor I	≥10		Coordinar una reunión con el supervisor para analizar los motivos por los cuales no se están alcanzando las metas y tomar las acciones correspondientes.
2	Control de tiempos de ejecución	Redactor I	≤11 h		Revisión del flujo de trabajo y optimización de procesos si necesario.

Fuente: Elaboración propia

El plan de control es una herramienta esencial que permite al redactor monitorear continuamente el proceso mediante la ejecución de someter documentación, asegurando cumplir los indicadores establecidos y que le permite al líder evaluar la mejora continua en los procesos, planificar, ajustar o tomar acciones en pro del beneficio del negocio. Por lo que ha sido parte fundamental en la verificación de la eficacia de las propuestas.

Asimismo, como se mostró en la propuesta 5.3.3, también hay una etapa de control mediante una acción recurrente en Teams a través de la cual el Redactor comparte la lista de proyectos con sus respectivos estados y un gráfico con la carga en el proceso, esta acción va a permitir llevar el control a través del tiempo de las actividades de mejora que se están haciendo.

## **CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 6.1 CONCLUSIONES

Con la investigación realizada en el departamento Tooling Development de la empresa Boston Scientific Heredia, se logró implementar un 87% del sistema integral de métricas dentro del proceso de documentación que ha mejorado de manera continua a la productividad en un 80.65%.

Obteniendo las siguientes conclusiones:

- Se identificó por medio de las herramientas desarrolladas y un análisis detallado del proceso, el flujo del proceso de documentación, se entendieron las etapas y los involucrados, identificando pasos críticos que interferían en el flujo como la búsqueda de información requerida por diferentes canales. Esto proporcionó una comprensión clara de los problemas existentes en el proceso de documentación.
- Se logró la recopilación de información y cuantificación de la cantidad de proyectos documentales completados por el departamento con sus respectivos tiempos durante el primer cuatrimestre del 2024, para poder identificar las posibles causas de la problemática. Esta medición proporcionó una visualización concreta del estado en ese momento, que a pesar de que el proceso estaba bajo control, los datos se acercaban al límite inferior de productividad, por lo que se requería de un análisis para la implementación de una mejora.
- Se llevó a cabo un análisis exhaustivo de las causas del problema de la falta de una buena métrica que aportará en la mejora de la productividad, mediante

herramientas como lluvia de ideas, diagrama de Ishikawa, encuesta, diagrama de Pareto y un análisis de los 5 por qué; donde se determinó que existían tres causas raíz como la ausencia de un mismo canal que centralice la información de los proyectos para tener todo a mano en el proceso, ausencia de instrucciones de trabajo, capacitaciones y foros que permitan hacer un seguimiento de los proyectos y ausencia de reuniones para dar seguimiento a los proyectos.

- Se implementó un 87% de las tres propuestas de mejora durante el segundo cuatrimestre del 2024 que permitieron crear indicadores, disminuir los tiempos de procesamiento y aumentar la productividad, las cuales fueron:
  - Una plataforma en línea y un Excel robusto que centralice la información de los proyectos, mejore la trazabilidad y permita crear indicadores.
  - Programa robusto de capacitaciones con guías del proceso.
  - Foros semanales para revisión de proyectos.
- Se está llevando a cabo una recurrencia semanal de foros para la revisión de los indicadores generados, lo que permite un mejor control del proceso y su productividad. Además, con ello se logra identificar si los indicadores o el proceso requieren de algún ajuste.

## 6.2 RECOMENDACIONES

El presente proyecto de graduación realizado funciona como punto de partida para una mayor participación del departamento con respecto a la mejora continua que se desea mantener.

- Es necesario mantener una cultura dentro del departamento sobre el continuo y uso de la plataforma Airtable como único medio para la solicitud de proyectos documentales con el complemento de la trazabilidad de estos mediante el Excel creado, para poder controlar las métricas del proceso y mantener un flujo adecuado.
- Es importante la revisión continua de la guía de trabajo creada para el proceso de documentación, debido a que existen muchos detalles alrededor que se pueden ir agregando conforme vayan sucediendo en el camino, es decir manejar esta guía como un documento vivo en constante construcción.
- Se recomienda hacer un análisis más robusto de los tiempos de cada etapa del proceso documental para poder identificar cuellos de botellas.
- Es necesario un control robusto de la productividad para identificar si el proceso o los indicadores requieren de algún ajuste, o inclusive tomar alguna otra acción sobre el tema.
- Se recomienda aplicar esta mejora en los procesos de diseño e impresión 3D, ya que con ello se podrá aumentar la productividad de todo el departamento.
- Es importante revisar las causas que quedaron fuera del alcance de implementación del proyecto, que se muestran en la figura 28.

## **CAPÍTULO VII: BIBLIOGRAFÍA**

Asesor de calidad. (2024). *Diagrama o gráfico de control: herramienta control de procesos*. <https://asesordecualidad.blogspot.com/2017/07/diagrama-o-grafico-de-control.html>

Boston Scientific. (2024). *About. Wo We Are*. <https://bostonscientific.sharepoint.com/sites/intranet/SitePages/Core-Behaviors/Overview.aspx>

Competencias profesionales. (2023). *Técnicas y herramientas de la calidad*. <http://aptitudesprofesionales.blogspot.com/2013/12/tecnicas-y-herramientas-de-la-calidad.html>

Diagrama de Ishikawa. (2023). *Diagrama de Ishikawa*. <https://plantillaarbolgenealogico.net/diagramas/ishikawa/>

Enciclopedia significados. (2023). *Diagrama de Pareto*. <https://www.significados.com/que-es-diagrama-de-pareto/>

Google Earth. (2024). *Grab the helm*. [https://earth.google.com/web/search/Boston+Scientific,+Heredia+\(Torre+B\),+Heredia+Province,+Heredia,+Costa+Rica/@9.98965185,-84.154151,1033.2656284a,1038.85530048d,35y,0h,0t,0r/data=CigiJgokCZiQOZAK60NAEUiDhsxclzxAGSrQ6HP5\\_IBAIbQhOTpDb2LAOgMKATA](https://earth.google.com/web/search/Boston+Scientific,+Heredia+(Torre+B),+Heredia+Province,+Heredia,+Costa+Rica/@9.98965185,-84.154151,1033.2656284a,1038.85530048d,35y,0h,0t,0r/data=CigiJgokCZiQOZAK60NAEUiDhsxclzxAGSrQ6HP5_IBAIbQhOTpDb2LAOgMKATA)

Hubspot. (2023). *5 porqués: qué es, metodología y ejemplos*. <https://blog.hubspot.es/sales/5-porques>

PXS. (2023). *School of Excellence*. [Elearning \(pxsglobal.net\)](http://Elearning(pxsglobal.net))

Smartdraw. (2024). *Símbolos de diagramas de flujo*. <https://www.smartdraw.com/flowchart/simbolos-de-diagramas-de-flujo.htm>

Studocu. (2024). *Diagrama de Análisis de proceso*. [Formato DAP - CURSOGRAMA ANALITICO OPERARIO/ MATERIAL/ EQUIPO DIAGRAMA 1 HOJA 1 DE 1 RESUMEN OBJETO: - Studocu](https://www.studocu.com/document/universidad-de-cordoba/ingenieria-de-sistemas-y-computacion/curso-grafico-de-procesos/analitico-operario-material-equipo-diagrama-1-1-de-1-resumen-objeto)

## **CAPÍTULO VIII: ANEXOS**

## 8.1 ANEXO 1

**Figura 54** Promedios de proyectos completados por TD en el IQ y IIQ 2024

Proyectos completados por TD en el IIQ 2024				
Semana de Trabajo	Cantidad de Proyectos	Cantidad de proyectos promedio	Tiempo promedio (Min)	Total (Hrs)
WW19	7	9.80	130	21.23
WW20	8	9.80	130	21.23
WW21	6	9.80	130	21.23
WW22	10	9.80	130	21.23
WW23	8	9.80	130	21.23
WW24	14	9.80	130	21.23
WW25	11	9.80	130	21.23
WW26	13	9.80	130	21.23
WW27	10	9.80	130	21.23
WW28	11	9.80	130	21.23
WW29	10	9.80	130	21.23
WW30	10	9.80	130	21.23
WW31	10	9.80	130	21.23
WW32	10	9.80	130	21.23
WW33	10	9.80	130	21.23
WW34	10	9.80	130	21.23
WW35	10	9.80	130	21.233
Total	168	166.60	2210	360.97

Proyectos completados por TD en el IQ 2024				
Semana de Trabajo	Cantidad de Proyectos	Cantidad de proyectos promedio	Tiempo promedio (Min)	Total (Hrs)
WW1	5	5	235	19.583
WW2	5	5	235	19.58
WW3	2	5	235	19.58
WW4	10	5	235	19.58
WW5	11	5	235	19.58
WW6	3	5	235	19.58
WW7	2	5	235	19.58
WW8	4	5	235	19.58
WW9	5	5	235	19.58
WW10	12	5	235	19.58
WW11	13	5	235	19.58
WW12	2	5	235	19.58
WW13	5	5	235	19.58
WW14	7	5	235	19.58
WW15	3	5	235	19.58
WW16	2	5	235	19.58
WW17	1	5	235	19.58
WW18	1	5	235	19.58
Total	93	90	4230	352.50

## 8.2 ANEXO 2

**Figura 55** Encuesta sobre posibles causas que afectan al proceso de documentación

**Encuesta sobre posibles causas que afectan al proceso de documentación en TD**

Nota: Las respuestas se categorizan del 1 al 5 según su incidencia, donde 1 es el valor más bajo y 5 es el valor con mayor frecuencia.

\* Answer is required

\*1. ¿Considera que la falta de una creación del flujo de proceso impacta en la ausencia de métricas y la productividad?

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>				

\*2. ¿Qué tanto afecta tener un registro poco robusto de la trazabilidad de los proyectos en el proceso?

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>				

\*3. ¿Qué tanto afecta la falta de planeación en el proceso de documentación?

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>				

\*4. ¿Considera que el desconocimiento de la información requerida para el proceso de documentación impacta el desarrollo de métricas y la productividad?

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>				

\*5. ¿Considera que el uso de diferentes canales de comunicación para la recopilación de información de los proyectos afecta el desarrollo de indicadores y la productividad?

- 1                      2                      3                      4                      5

\*6. ¿Cada cuánto tiene foros para la revisión de los proyectos?

- 1                      2                      3                      4                      5

\*7. ¿Cada cuánto tiene problemas con Windchill? (sistema lento)

- 1                      2                      3                      4                      5

\*8. ¿Qué tanto afecta la falta de capacitaciones en el proceso de documentación para el desarrollo de indicadores y productividad?

- 1                      2                      3                      4                      5

\*9. ¿Considera que la ausencia de guías de trabajo impacta el desarrollo de métricas y la productividad?

- 1                      2                      3                      4                      5

### 8.3 ANEXO 3

**Figura 56** Cálculo de los Rangos

Proyectos completados por TD en el IQ 2021,2022,2023,2024						
Semana de Trabajo	2021	2022	2023	2024	Promedio	Rango
WW1	6	6	4	5	5.3	2
WW2	6	1	7	5	4.8	6
WW3	3	6	5	2	4.0	4
WW4	8	8	5	10	7.8	5
WW5	5	2	4	11	5.5	9
WW6	8	6	3	3	5.0	5
WW7	5	5	6	2	4.5	4
WW8	1	9	6	4	5.0	8
WW9	8	6	3	5	5.5	5
WW10	3	9	4	12	7.0	9
WW11	2	7	2	13	6.0	11
WW12	9	5	6	2	5.5	7
WW13	5	8	4	5	5.5	4
WW14	11	9	2	7	7.3	9
WW15	5	3	7	3	4.5	4
WW16	3	5	2	2	3.0	3
WW17	2	2	4	1	2.3	3
WW18	5	5	9	1	5.0	8

## 8.4 ANEXO 4

Figura 57 Cálculo de los límites, gráficos X y R Barra

Gráfico X Barra					Gráfico R Barra				
LCS <sub>x</sub>	x barra	x barra	LIC <sub>x</sub>		LSCR	R barra	R (rango)	LIC <sub>R</sub>	
9.5	5.18	5	0.88		13.43	5.89	2	0	
9.5	5.18	5	0.88		13.43	5.89	6	0	
9.5	5.18	4	0.88		13.43	5.89	4	0	
9.5	5.18	8	0.88		13.43	5.89	5	0	
9.5	5.18	6	0.88		13.43	5.89	9	0	
9.5	5.18	5	0.88		13.43	5.89	5	0	
9.5	5.18	5	0.88		13.43	5.89	4	0	
9.5	5.18	5	0.88		13.43	5.89	8	0	
9.5	5.18	6	0.88		13.43	5.89	5	0	
9.5	5.18	7	0.88		13.43	5.89	9	0	
9.5	5.18	6	0.88		13.43	5.89	11	0	
9.5	5.18	6	0.88		13.43	5.89	7	0	
9.5	5.18	6	0.88		13.43	5.89	4	0	
9.5	5.18	7	0.88		13.43	5.89	9	0	
9.5	5.18	5	0.88		13.43	5.89	4	0	
9.5	5.18	3	0.88		13.43	5.89	3	0	
9.5	5.18	2	0.88		13.43	5.89	3	0	
9.5	5.18	5	0.88		13.43	5.89	8	0	

$\bar{\bar{x}}$	5.18
$\bar{R}$	5.89
$A_2$	0.73
$D_4$	2.28
$D_3$	0

$LSC_{\bar{x}}$	9.48
$LIC_{\bar{x}}$	0.88

$LSC_R$	13.43
$LIC_R$	0

## 8.5 ANEXO 5

**Figura 58 Carta de Autorización para licencia de TFG Final**

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

Heredia, 19 agosto del 2024

Señores:  
Universidad Hispanoamericana  
Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito (a) Daniela Solís Hernández con número de identificación 115360301 autor (a) del trabajo de graduación titulado "Implementación de un sistema integral de métricas para el proceso de documentación dentro del departamento Tooling Development de Boston Scientific Heredia, durante el segundo cuatrimestre del 2024" presentado y aprobado en el año 2024 como requisito para optar por el título de Bachillerato en Ingeniería Industrial; SI 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,

 1-1536-0301  
Firma y Documento de Identidad

## LICENCIA Y AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA PUBLICAR Y PERMITIR LA CONSULTA Y USO

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

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

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

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