

UNIVERSIDAD
HISpanoAMERICANA

CARRERA DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL

MEJORA DEL PROCESO DE
FABRICACIÓN DE TUBOS PARA LA
INDUSTRIA DE GAS EN TECH SHOP
INTERNACIONAL DURANTE EL AÑO
2022.

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

MARÍA FERNANDA PEREIRA SÁNCHEZ

TUTOR: ING. JOHAN CASTRO VASQUEZ, LIC.

HEREDIA, FEBRERO, 2023

DECLARACIÓN JURADA

Yo Maria Fernanda Pereira Sánchez, mayor de edad, portadora de la cédula de identidad número 402280916 egresado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Bachillerato, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: MEJORA DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE TUBOS PARA LA INDUSTRIA DE GAS EN TECH SHOP INTERNACIONAL DURANTE EL AÑO 2022 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 doce días del mes de diciembre del año dos mil veintidós.



Firma del estudiante
Cédula 402280916

CARTA DE APROBACIÓN DEL TUTOR

San José, 12 de diciembre De 2022

Ingeniería Industrial
Universidad Hispanoamericana

Estimado(s)(as):

El estudiante Maria Fernanda Pereira Sánchez., cédula de identidad número 402280916, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado MEJORA DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE TUBOS PARA LA INDUSTRIA DE GAS EN TECH SHOP INTERNACIONAL DURANTE EL AÑO 2022., el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Bachillerato.

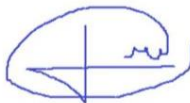
En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y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

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

a)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	8%
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	15%
C)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	25%
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	19%
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	19%
	TOTAL		86%

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

Atentamente,



Johan Castro Vásquez
Cédula identidad N 112280842
Carné Colegio Profesional II-23889

CARTA DEL LECTOR

San José,

**Universidad Hispanoamericana
Carrera de Ingeniería Industrial**

Estimado señor

La estudiante **María Fernanda Pereira Sánchez**, cédula de identidad **4-0228-0916** me ha presentado para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado **MEJORA DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE TUBOS PARA LA INDUSTRIA DE GAS EN TECH SHOP INTERNACIONAL DURANTE EL AÑO 2022.**, 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.

**DEYNA YURBIETH
MORA MONTERO
(FIRMA)**

Firmado digitalmente por
DEYNA YURBIETH MORA
MONTERO (FIRMA)
Fecha: 2023.02.11
20:58:26 -06'00'

**Deyna Yurbieth Mora Montero
Cédula 1-1622-0956**

CARTA DE AUTORIZACIÓN DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, LA REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA

San José, 12 de febrero de 2023

Señores:

Universidad Hispanoamericana

Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito (a) Maria Fernanda Pereira Sánchez con número de identificación 402280916 autor (a) del trabajo de graduación titulado MEJORA DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE TUBOS PARA LA INDUSTRIA DE GAS EN TECH SHOP INTERNACIONAL DURANTE EL AÑO 2022. presentado y aprobado en el año 2023 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,



402280916 _____

Firma y Documento de Identidad

Universidad Hispanoamericana

DEDICATORIA

Con todo el amor dedico este proyecto a mi madre que siempre me apoya en todas mis decisiones, que ha estado en cada etapa de mi vida y que siempre me ha guiado a ser la persona que soy hoy.

Por ser una madre ejemplar, comprensiva, con un corazón gigante y tan autentica en su forma de ser.

A mi padre por siempre motivarme a crecer profesionalmente siendo un ejemplo de constancia, disciplina y superación.

Por su ayuda de principio a fin en la realización del proyecto y a lo largo de toda la carrera.

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento mas profundo es para Dios que me ha permitido llegar hasta aquí, y porque solo él sabe lo mucho que me costó y por todo lo que pasé durante todo este proceso. Hubo muchos obstáculos en el camino entre ellos una enfermedad que me hizo más difícil el proceso, pero a pesar de todo he podido llegar hasta este momento que me llena de mucho orgullo y se que los logros continuaran a lo largo de mi vida.

Quiero expresar un gran agradecimiento a mis padres por su apoyo incondicional durante toda la carrera, por la motivación que me brindaron y por su comprensión infinita todos estos años.

Quiero agradecer por aparte a mi padre Roger por la ayuda que me brindo en la realización del proyecto.

A Sergio por su apoyo incondicional de inicio a fin en la elaboración de este proyecto, por la motivación que me brindo para retomarlo y por su comprensión, amor y paciencia durante cada etapa de este.

ÍNDICE

Contenido

Capítulo I: Introducción	13
1.1 Descripción general del proyecto	14
1.2 Identificación de la empresa	16
1.2.1 Estructura organizacional de TechShop	18
1.2.2 Estructura del área de producción de tubos	20
1.2.3 Empleados por departamento	22
1.2.4 Productos	23
1.2.5 Misión	23
1.2.6 Visión	24
1.2.7 El proceso de fabricación de tubos para la industria de gas	24
1.3 Planteamiento del problema	26
1.3.1 Justificación	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
Capítulo II: Marco teórico	30
2.1 Marco Conceptual General Relativo a la Carrera	31
2.1.1 Ingeniería Industrial	31
2.1.2 Producción	32
2.1.3 Productividad	33
2.1.4 Cuello de botella	34
2.1.5 Proceso	34
2.1.6 Lean Six Sigma	35
2.1.7 Diagrama de Gantt	36
2.2 Marco Conceptual Atinente a la Gestión del Proyecto	37

2.2.1 Teoría de DMAIC	38
2.2.2 Diagrama de causa y efecto	39
2.3 Marco conceptual referente al impacto del proyecto	40
2.4 Antecedentes de Proyectos o Experiencias Semejantes	45
Capitulo III: Marco Metodológico	47
3.1 Metodología para la definición del problema	48
3.2 Metodología para la medición y respaldo cualitativo del proyecto	50
3.3 Metodología para la propuesta de mejora, construcción o puesta en práctica de un nuevo proceso, producto o servicio.	52
3.4 Metodología para la implementación del proyecto	54
3.5 Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados.	56
Capitulo IV: Línea base y análisis de causas.	58
4.1 Análisis de la situación actual	59
4.2 Descripción del proceso	59
4.2.1 Recepción de materia prima	59
4.2.2 Sierra	59
4.2.3 Marcado	59
4.2.4 Torno	60
4.2.5 Fresado	60
4.2.6 Inspección de calidad	60
4.2.7 Almacenado	60
4.2.8 Despacho	61
4.3 Cantidad de producción del proceso	62
4.4 Toma de tiempos	64
4.5 Diagrama Ishikawa	67
4.5.1 Priorización de las causas	70
4.6 Diagrama de Pareto	71
Capitulo V: Diseño e implementación de la solución	73
5.1 Resumen de las propuestas	74
5.2 Desarrollo de Propuestas	75

5.2.1 Propuesta de Capacitación	76
5.2.2 Propuesta de Calibración	81
5.2.3 Propuesta de Reubicación de Maquinas	84
5.3 Análisis económico	89
5.4 Implementación de la propuesta	94
5.4.1 Diagrama de Gantt	94
Capitulo VI: Conclusiones y Recomendaciones	96
6.1 Conclusiones	97
6.2 Recomendaciones	100
Bibliografía	102
Sitios web	102
Libros	102
Artículos	103
Anexos	104
Anexo 1: Primera capacitación	104
Anexo 2: Segunda capacitación	106
Anexo 3: Productos	108
Anexo 4: Fotografías	112

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Estructura organizacional de TechShop.....	19
Figura 2: Estructura del área de producción de tubos	21
Figura 3: Diagrama de flujo del proceso de fabricación de tubos	25
Figura 4: Metodología DMAIC	39
Figura 5: Diagrama de causa y efecto.....	44
Figura 6: Diagrama de flujo del proceso de fabricación de tubos	61
Figura 7: Diagrama Ishikawa	69
Figura 8: Distribución actual de la planta	86
Figura 9: Distribución propuesta	87
Figura 10: Formula ROI.....	90
Figura 11: Formula ROI.....	90

ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1: Cantidad de producción del proceso	63
Gráfico 2: Diagrama de Pareto	72
Gráfico 3: Diagrama de Gantt.....	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Empleados por departamento.....	22
Tabla 2: Producción mensual de piezas.....	26
Tabla 3: Herramientas.....	49
Tabla 4: Herramientas.....	51
Tabla 5: Herramientas.....	53
Tabla 6: Herramientas.....	55
Tabla 7: Herramientas.....	57
Tabla 8: Toma de tiempos.....	66
Tabla 9: Multivotación.....	70
Tabla 10: Propuestas.....	74
Tabla 11: Cronograma de capacitaciones.....	80
Tabla 12: Plan de calibración.....	82
Tabla 13: Cronograma de calibración.....	83
Tabla 14: Cronograma de calibración.....	83
Tabla 15: Duración de las calibraciones y mantenimientos.....	91

Capítulo I: Introducción

1.1 Descripción general del proyecto

Es requerida una buena distribución y organización de las diferentes tareas en los procesos productivos en una determinada planta, es una tarea fundamental para la reducción de costos como así también en el incremento de la productividad, el aprovechamiento del tiempo y la reducción de trabajo extra para los empleados de la organización. Esta tarea comprende el estandarizar procesos y procedimientos de tal forma que estos elementos aseguren un flujo continuo de trabajo, como así también la eliminación de la mayor cantidad de tiempo muerto que puedan existir y así lograr una significativa reducción de costos.

En el contenido del documento se pretende mostrar las causas del problema y así poder abordarlas de forma que se proponga una metodología a seguir para así poder mejorar los índices de producción.

También se pretende crear una propuesta que ayude a incrementar la producción de guns.

En el documento se mostrará un marco teórico en donde se definen los conceptos necesarios para el desarrollo de este proyecto, en donde se menciona que se utilizan teorías como la de las 5's y además la de DMAIC.

Por otra parte, se muestra la estructura organizacional de la empresa y del área donde se encuentra el proceso el cual se busca mejorar, además del diagrama de flujo para entender un poco más el proceso del cual se hablará en toda la extensión del trabajo.

El contexto que llevó a la preparación de esta propuesta fue el deseo de buscar mejoras específicamente en el proceso de fabricación de tubos para la industria de gas (Guns) en TechShop, mejoras que básicamente se basan

en cumplir los indicadores de producción para lograr el aumento de la productividad.

Debido a reuniones que se realizaron se pudo notar el gran desorden que se maneja en el área, tiempos muertos, cuello de botella, como así también el incumplimiento de indicadores. Basado en esto se decide colaborar con esta situación y formular una propuesta; a través de recomendaciones es como se inicia el proceso de investigación.

La línea de investigación de la escuela de ingeniería industrial que responde a la investigación del proyecto es la de operaciones industriales. Según la escuela en esta línea de investigación se centran todos aquellos proyectos que promueven la optimización de procesos, de la productividad y efectividad, sistemas de mejora de eficiencia, eficacia y efectividad de operaciones industriales. También se contemplan dentro de esta línea, el análisis de tiempos y movimientos, análisis de procesos y operaciones industriales.

Es por todo esto mencionado que se considera que el proyecto que se busca crear y realizar pertenece a esta línea de investigación.

1.2 Identificación de la empresa

Hace más de 20 años, TechShop inició sus operaciones como una división de una empresa más grande dedicada a la producción y distribución de juntas de estanqueidad de tuberías y otros productos de caucho, tanto en los mercados de Estados Unidos y Europa. Como tal, TechShop fue el responsable del diseño de productos, así como del diseño, la producción y el mantenimiento de los moldes utilizados en la producción de juntas de estanqueidad de tuberías, también determinada maquinaria y algunas otras piezas de precisión destinados a servir las necesidades de la empresa principal.

Durante la década de los 90, la empresa estaba registrada con éxito en la fabricación de piezas de precisión de diferentes aleaciones para diversas industrias.

A medida que pasaron los años y el negocio fue creciendo hasta llegar a la decisión de realizar una separación de la empresa principal y crear dos hermanas independientes debido a la gran expansión que tuvo, y estas pasarían a tener el nombre de: TechShop y Belltech el cual, a partir de entonces, ha entregado bienes y servicios proporcionados a todo el mercado. A lo largo de todos estos años, el equipo de ingenieros ha desarrollado tecnologías importantes para satisfacer las necesidades de los clientes, proporcionándoles soluciones innovadoras para así poder responder adecuadamente a la creciente competencia.

Por lo tanto, con el crecimiento mencionado y la gran expansión, desde el año 2001, TechShop opera en su nueva planta ubicada en La Uruca, San José, Costa Rica, la cual atiende a clientes en diferentes industrias en todo el mundo.

TechShop está estratégicamente situado en San José, Costa Rica y tiene fácil acceso al hemisferio occidental. Costa Rica tiene vuelos directos diarios a la mayoría de las principales ciudades de Estados Unidos como Miami, Houston, Dallas, Atlanta, Nueva York, Newark, Charlotte, Fort Lauderdale, Washington DC, Phoenix y Los Ángeles, así como a las ciudades más importantes de América del Sur.

La ubicación les permite ofrecer un excelente servicio a un precio muy competitivo. Costa Rica es un país política y económicamente estable, con uno de los mejores sistemas educativos y de salud. La tradición democrática pacífica proporciona un excelente ambiente de negocios.

TechShop opera en una moderna instalación limpia. La empresa de máquinas está equipada con la más moderna maquinaria de última generación, incluidos los últimos centros CNC de alta velocidad de mecanizado, tornos grandes y pequeños, de doble husillo tornos CNC con capacidad de molienda, alambre y se hunden máquinas de electroerosión, brocas cañón y equipo de pulido de la superficie, así como el necesario equipo auxiliar convencional y otros.

1.2.1 Estructura organizacional de TechShop

A continuación, se presentará una explicación sobre la estructura organizacional de TechShop y una imagen para ilustrar.

Encabezando la empresa está el gerente general y seguidamente la organización se divide en 5 áreas las cuales serían: contabilidad, financiero/compras, de ventas, de operaciones y por último de calidad. Donde se encuentra un gerente para su respectiva área que serían: El gerente de ventas, el gerente de operaciones y el gerente de calidad.

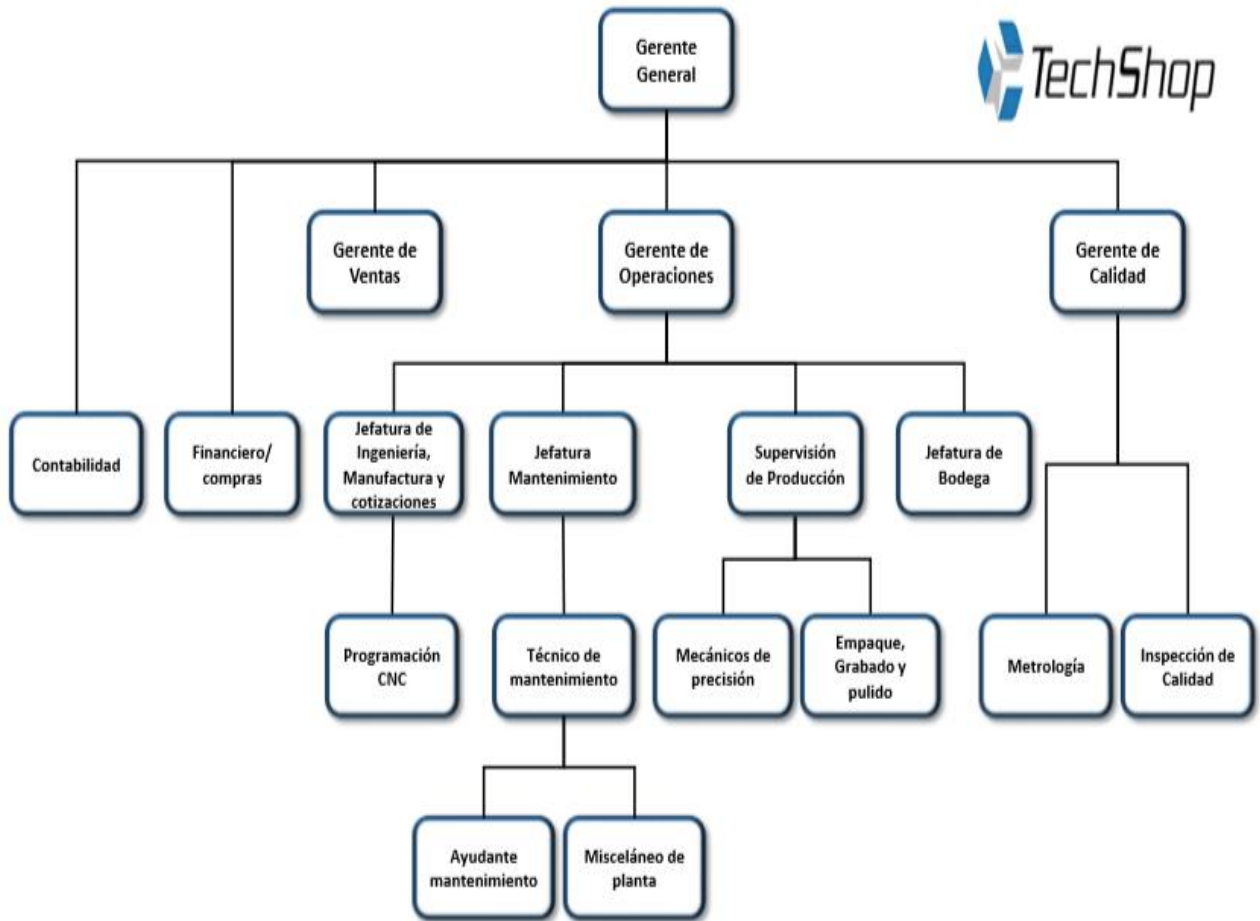
El área de operaciones se tiene que se divide en sub-áreas que estas serían: jefatura de ingeniería, manufactura y cotizaciones, también la jefatura de mantenimiento, supervisión de producción y la jefatura de bodega.

Dentro de la jefatura de ingeniería, manufactura y cotizaciones está la programación CNC. De la jefatura de mantenimiento se encuentran los técnicos de mantenimiento y con ellos se encuentra el ayudante de mantenimiento y el misceláneo de planta.

En la subárea de supervisión de producción se tiene a los mecánicos de precisión y el área de empaque, grabado y pulido que responden a dicho supervisor de producción.

Por último, el departamento de calidad tiene el área de metrología e inspección de calidad.

Figura 1: Estructura organizacional de TechShop



Fuente: TechShop

1.2.2 Estructura del área de producción de tubos

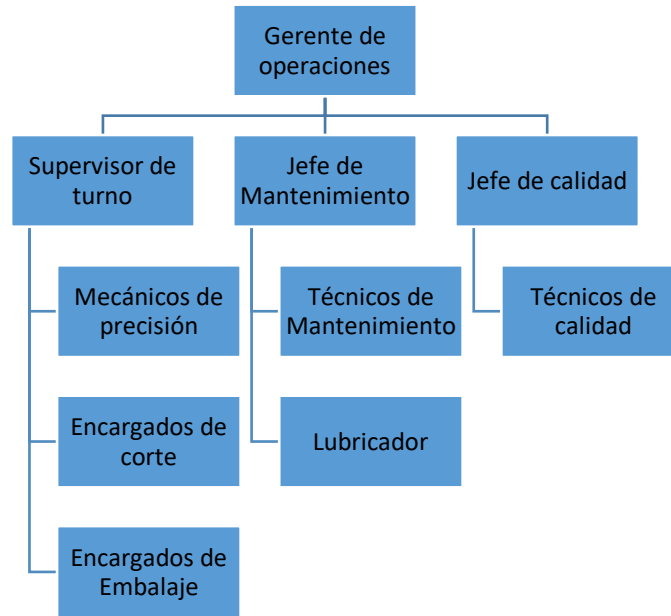
El proceso de tubos se divide en varias áreas partiendo del gerente de operaciones que se encarga de velar porque todo se lleve a cabo de la manera óptima; seguido están el supervisor de turno, el jefe de mantenimiento y el jefe de calidad.

El supervisor de turno tiene a su cargo mecánicos de precisión, encargados de corte, encargados de embalaje.

En el área de mantenimiento estaría el jefe de mantenimiento encabezando el área y supervisa a los técnicos de mantenimiento y los encargados de la lubricación.

Por último, en el área de calidad está el jefe de calidad que lidera a todos los técnicos de calidad, velando por la excelencia en la calidad del proceso.

Figura 2: Estructura del área de producción de tubos



Fuente: Elaboración propia

1.2.3 Empleados por departamento

A continuación, se presenta una tabla con la cantidad de empleados por departamento en TechShop Costa Rica. Tomando en cuenta todas las áreas de la empresa.

Tabla 1: Empleados por departamento

Área	Cantidad de empleados
Talleres mecánicos	57
Calidad	13
Mantenimiento	5
Producción	5
Programación	4
Administración	3
Bodega	3
Campaneadoras	3
Compras	2
Finanzas	2
Gerencia	2

Fuente: Elaboración propia

1.2.4 Productos

TechShop ha desarrollado una vasta experiencia en el proceso de moldeo de caucho, que incluye diseño de productos y creación de prototipos, diseño e ingeniería de moldes, así como también fabricación de moldes y optimización de moldes. También tienen experiencia en la fabricación de moldes para fundición a presión y piezas de plástico, así como en la producción de matrices de extrusión.

La compañía también ha adquirido valiosos conocimientos en el mecanizado de componentes metálicos de precisión a partir de diversos materiales, incluidos, entre otros, aluminio, acero aleado cobre berilio, bronce de aluminio, aleaciones de níquel, acero inoxidable y titanio. Estas piezas están destinadas a satisfacer las necesidades de diferentes clientes y se utilizan para las aplicaciones industriales más diversas.

En el apartado de anexos (Anexo 3) se puede encontrar algunas imágenes de los productos que se elaboran en esta empresa.

1.2.5 Misión

La misión de TechShop ha sido definida por la empresa con el fin de facilitar el cumplimiento del propósito y los objetivos de la organización.

La misión es diseñar, fabricar y proveer a los clientes con moldes de calidad competitiva y gran precisión de mecanizado y productos y servicios, con el estado de la tecnología más avanzada, soluciones de ingeniería innovadoras y los más altos estándares de eficiencia.

1.2.6 Visión

Tech Shop ha definido su visión para lograr sus metas a un largo plazo.

La visión es la de mejorar y fortalecer la posición en el mercado de moldes, piezas de alta precisión y maquinaria que satisfagan adecuadamente las necesidades de los clientes.

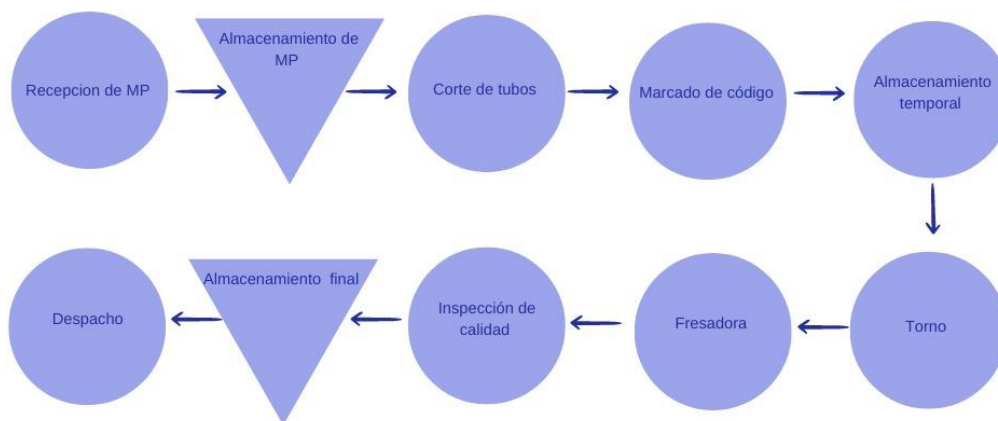
1.2.7 El proceso de fabricación de tubos para la industria de gas

En la organización el proceso de tubos establecido es el que se encuentra en el siguiente gráfico donde se empieza por la recepción de materia prima aquí se encuentran dos andén para recepción de mercadería y materia prima: en el primer andén que es llamado Andén #1 es donde ingresan los contenedores con tubos de acero de 40 y quedan en bodega hasta su uso: seguidamente pasa por la sierra donde la misma corta los tubos en piezas de una medida específica para ser almacenadas en tarimas y se van trasladando a la debida máquina mientras avanza el proceso, continuando con el proceso pasa por la máquina de marcado donde los tubos se le coloca un código que va relacionado con su proveedor, tipo de pieza y número de lote; una vez el mercado está listo pasa por el torno, en esta parte del proceso se procede al maquinado donde se trabaja en dos secciones donde es llamado “Top” y “Bottom”, en esta parte del proceso consta de desbaste y fabricación de roscas. Seguidamente el fresado donde se realizan agujeros con las especificaciones del cliente para su respectiva función y ubicación.

Continuando con el proceso viene la inspección de calidad donde se realiza de manera manual a cada tubo para poder comprobar que cumplan los

requisitos del cliente, se utilizan instrumentos de medición y galgas para el cumplimiento de la calidad. Después de la inspección de la calidad los tubos pasan a ser almacenados en tarimas de 50 unidades por bodega y donde dicho proceso es llamado almacenado y finalmente el proceso llamado despacho donde se cargan los contenedores en filas de dos tarimas por mayor seguridad y se exporta al cliente.

Figura 3: Diagrama de flujo del proceso de fabricación de tubos



Fuente: Elaboración propia

1.3 Planteamiento del problema

El problema que afronta actualmente el proceso de fabricación de tubos es que no se cumple con los estándares de producción previamente establecidos ya que existe un cuello de botella en el área de torneado por la cantidad de tiempo que requiere esta operación que son de 520 a 550 segundos en el proceso y las dificultades del maquinado. Como también la mala distribución actual de las máquinas atrasa el proceso en general.

Se considera un punto de mejora por parte de la empresa ya que el proceso no está cumpliendo con la producción mensual que es 11600 unidades, este problema no solamente afecta a esta área si no también afecta a otras áreas de la empresa como ventas, por ejemplo.

1.3.1 Justificación

Este proyecto se basa en la investigación de un proceso productivo para la industria de gas. El cual presenta muchos problemas de cumplimiento en los índices de producción como se refleja en la siguiente tabla.

Tabla 2: Producción mensual de piezas

Mes	Meta de Producción Piezas Para Entregar	Piezas Entregadas	Indicador PE / PS * 100
Enero	11600	10154	87.5%
Febrero	11600	10335	89%
Marzo	11600	10051	86.6%
Abril	11600	10523	90.7%

Fuente: Elaboración propia

Al hablar sobre TechShop una empresa de crecimiento, es importante el desarrollo de mejoras continuas aplicadas a dicha institución como tal, para que a corto plazo sus diferentes procesos sean acordes al crecimiento de esta, para tomar mejores decisiones, así como mejor viabilidad dando énfasis en el sistema de producción especialmente en la fabricación de tubos para la industria de gas donde se enfoca dicho proyecto.

La importancia de realizar este proyecto radica en que la productividad del proceso se mejoraría para así lograr cumplir con los estándares de producción lo cual traería consigo mejoras en distintas áreas como el cumplimiento con las entregas a los clientes, aumento en ventas, entre otros.

1.4 Objetivos del proyecto

1.4.1 Objetivo General

Mejorar el proceso de fabricación de tubos para la industria de gas mediante el estudio de métodos para el aumento de la producción.

1.4.2 Objetivos específicos

Definir la situación actual del proceso de fabricación de tubos mediante visitas a la empresa.

Determinar las causas por las cual no se está cumpliendo la meta de producción en el proceso de fabricación de tubos

Identificar las posibles causas que generan el cuello de botella en el área de torneado.

Crear una propuesta que contribuya al aumento de la productividad en el proceso de fabricación de tubos.

Determinar el costo de la inversión y el beneficio que se obtendrá de las posibles propuestas de mejora.

1.5 Alcances y Limitaciones

1.5.1 Alcances

Este proyecto se realiza en la empresa TechShop que está ubicada en la Uruca, específicamente en el área de producción en un proceso de fabricación de tubos para la industria de gas.

El entregable abarca el periodo de 2022, en donde se espera realizar la propuesta y además el inicio de la implementación.

El proyecto inicia en la búsqueda de mejoras en el proceso productivo para alcanzar el estándar de producción y termina con la propuesta de mejora para que la empresa sea quien decida su implementación.

Capítulo II: Marco teórico

2.1 Marco Conceptual General Relativo a la Carrera

La mejora de procesos es un término que destaca en la ingeniería industrial, siempre se busca optimizar el proceso constantemente mediante iniciativas y proyectos y el actual entregable no es la excepción; busca de todas las formas mejorar el proceso de fabricación de tubos mediante los conceptos aprendidos en la carrera de ingeniería industrial.

2.1.1 Ingeniería Industrial

La ingeniería industrial es una rama de la Ingeniería que busca el óptimo manejo de los recursos para así lograr la mejora continua de los procesos.

En un artículo publicado en 2019 se define la ingeniería Industrial como “la rama de las ingenierías encargada del análisis, interpretación, comprensión, diseño, programación y control de sistemas productivos y logísticos con miras a gestionar, implementar y establecer estrategias de optimización, con el objetivo de lograr el máximo rendimiento de los procesos de creación de bienes y/o la prestación de servicios.” (Salazar, 2019)

“Tradicionalmente la ingeniería industrial convencional se ha encargado del análisis, el diseño, el control y la administración de sistemas, que se caracterizan por la necesidad de integrar las capacidades de los seres humanos. Junto con todos los otros aspectos del diseño del sistema. El diseño y desarrollo de tales sistemas requieren la aplicación de la ingeniería industrial.” (González,2020)

La Ingeniería Industrial es la rama que se ocupa de la mejora de los procesos y recursos humanos, también los aspectos técnicos, electrónicos e

informáticos; así como la utilización de los sistemas de producción, llevando a su organización a ser más competitiva y sustentable.

Representan una definición muy completa de cómo se puede describir la ingeniería industrial.

Este proyecto se basa en la información aprendida en la carrera de Ingeniería industrial por lo tanto es muy importante tener claro la definición de esta carrera universitaria.

2.1.2 Producción

La producción es parte de un sistema económico en donde es una de las partes más importantes y el motivo por el cual se realiza un proceso.

“La producción de bienes o servicios es la actividad económica que genera un valor agregado a los clientes o usuarios.

El concepto de producción ha tenido cambios durante los años, inicialmente, se definió como un proceso para obtener algo útil y vendible, no obstante, la realidad refuta esta definición, dado que no todo lo que se produce es útil o vendible. En este sentido, la producción se podría definir como un proceso de transformación social de la naturaleza en objetos de valor y de uso, mediante el trabajo y el capital, articulados como un conjunto de partes o elementos relacionados entre sí para formar un todo, a manera de sistema.”
(Gelves & Navarro,2021)

2.1.3 Productividad

La productividad busca el mejoramiento continuo del sistema logrando que se produzca cada vez mejor.

“La productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, en función de los recursos empleados, por lo que, en general, se mide por el cociente formado por los resultados logrados y los recursos empleados. Los resultados pueden medirse en unidades producidas, en piezas vendidas o en utilidades, mientras que los recursos empleados pueden cuantificarse por número de trabajadores, tiempo total empleado, horas máquina, etc. En otras palabras, la medición de la productividad resulta de valorar adecuadamente los recursos empleados para producir o generar ciertos resultados. Es usual ver la productividad a través de dos componentes: eficiencia y eficacia. La eficiencia es simplemente la relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados, mientras que la eficacia es el grado en que se realizan las actividades planeadas y se logran los resultados planeados” (Pulido,2020)

2.1.4 Cuello de botella

El cuello de botella presentado en este proceso está ocasionando que el mismo no cumpla con los estándares de producción y por ende no cumple con la demanda de los clientes.

“Se define como cuello botella una situación general cuando la cantidad de trabajos a ser ejecutados excede la capacidad disponible de producción el ejemplo más característico del cuello de botella es cuando los productos que requieren ser terminados en alguna etapa de su producción llegan a un equipo cuando se encuentra totalmente ocupado terminando tus productos ocasionando una demora en su entrega final” (Arbós, 2021)

El cuello de botella como popularmente es llamado es una situación que no está cumpliendo con lo planeado y que ralentiza el proceso de producción y causa muchas fallas tanto en el resultado final como en las entregas.

2.1.5 Proceso

Este proyecto específicamente se va a desarrollar en el proceso de fabricación de tubos para la industria de gas (guns) en la empresa TechShop.

Según un artículo publicado en 2019 define que “Un proceso es una secuencia de tareas que se realizan de forma concatenada, es decir de forma seguida una detrás de la otra para alcanzar un objetivo o un fin concreto.

En una organización, la suma de muchos procesos tendrá como resultado la entrega de un producto o servicio al cliente” (Torres,2019)

2.1.6 Lean Six Sigma

“¿Realmente en qué consiste el método Lean Six Sigma?

La definición de algunos de los términos principales serían los siguientes:

Lean= Eficiencia y velocidad (herramientas y métodos para aumentar la velocidad en los procesos)

Six Sigma= Calidad (proceso estadístico para aumentar la calidad).

Lean Six Sigma (la combinación permite aumentar la velocidad y la calidad y conseguir que cualquier proceso sea más ágil productivo y rentable)

Sistema de gestión Lean Six Sigma (un sistema de gestión sólido e integrado en toda la empresa)” (Reato, C. & Socconini Pérez Gómez, 2019)

Según este mismo libro con esta palabra se conoce una filosofía empresarial que se centra en la satisfacción del cliente. Utilizando una metodología que reduce el desperdicio al disminuir la variedad en los procesos mediante herramientas estadísticas y administrativas, y mejora significativamente la calidad de cualquier proceso.

Este es un sistema muy simple y eficaz con el que se puede diseñar y gestionar cualquier empresa, sin importar su tamaño o su especialidad, tomando en cuenta cada uno de los aspectos organizacionales, desde proceso de diseño del plan hasta el producto, pasando por la comercialización, la logística, la fabricación, los servicios, el apoyo administrativo, la contabilidad, la calidad, los sistemas de información, ingeniería y el mantenimiento.

El sistema de gestión Lean Six Sigma puede generar una gran ventaja competitiva significativa. Es por esta razón que se ha convertido en una de

las iniciativas más importantes para las empresas que están logrando avances.

La filosofía Six Sigma puede llevarse a cabo en prácticamente en cualquier sector. Ya sea de si se trata de una empresa vinculada a la agricultura, la automoción, la construcción, la hostelería, la minería, la sanidad, las nuevas tecnologías, la educación, la banca, la consultoría o la administración pública.

Por esta razón el six sigma es uno de los métodos más importantes hoy en día y que debe aplicarse para asegurar avances en las empresas.

2.1.7 Diagrama de Gantt

El diagrama de Gantt es un tipo de cronograma en donde se pueden planificar de una forma más ordenada los proyectos.

“Un gráfico de Gantt es una herramienta que tiene por objetivo resolver el problema de programación de actividades, es decir, su distribución con respecto a un calendario, de manera tal que se puedan visualizar el periodo de duración de cada actividad, sus fechas de iniciación y terminación e igualmente el tiempo total requerido para la ejecución del trabajo” (Monsalve Fonnegra, G. P. 2019)

2.2 Marco Conceptual Atinente a la Gestión del Proyecto

El actual proyecto está enfocado en la industria de gas, son piezas que se utilizan en la perforación donde se localiza los yacimientos de gas, en ellas se utiliza dinamita y sensores para poder obtener información al realizar las perforaciones. Hay varias industrias alrededor del mundo que se dedican a la industria de perforación de gas, estas son las 10 primeras a nivel mundial:

- Saudi Aramco
- Gazprom
- National Iranian Oil Corp
- Exxon Mobil
- Rosneft
- PetroChina
- BP – 3.7
- Royal Dutch Shell
- Petróleos Mexicanos
- Kuwait Petroleum Corp.

Dentro de los conceptos teóricos más importantes es la investigación para poder obtener el conocimiento del funcionamiento del producto final, el porqué de sus detalles en la fabricación y el conocimiento del proceso.

En la parte práctica se utilizan los conocimientos adquiridos con la teoría y se ponen en práctica al realizar mediciones, tablas, toma de tiempos, y estadísticas.

2.2.1 Teoría de DMAIC

El DMAIC es una metodología de mejora de procesos que ayuda a realizar incrementos en la producción y optimizaciones de procesos comerciales, esta fue creada por el ingeniero Bill Smith en los años de 1980; esta metodología de mejora de procesos usada por Six Sigma sigue un modelo ordenado y disciplinado basándose en la siguiente formulación (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar)

Definición: Definir los clientes, las probabilidades, el reglamento del equipo presentando medidas específicas para la organización del periodo de desarrollo del proyecto, el proceso general y los resultados financieros.

Medición: Medir el rendimiento mediante un diagrama del proceso en el que se pueda determinar que los datos (defectos) sean confiables con el proceso en cuestión.

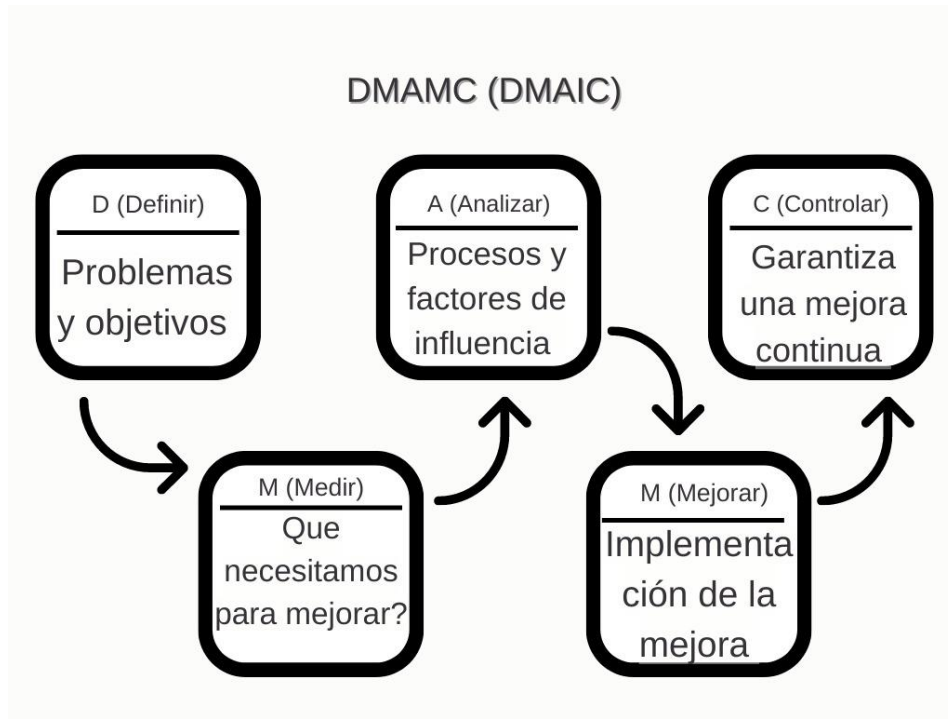
Análisis: Analizar los datos que hayan sido recopilados en el cual se puedan reconocer las fuentes que crean variables y así llegar a la raíz del problema.

Mejora: Innovar para determinar soluciones potenciales y después poder aplicarlas en una escala menor para ver si efectivamente se crean cambios y mejoran el rendimiento del proceso.

Controlar: Controlar, especificar, enumerar y aplicar un plan para reconocer que la mejora se produzca a una mayor escala y poder mantener las mejoras efectuadas.

(Reato, C. & Socconini Pérez Gómez, 2019)

Figura 4: Metodología DMAIC



Fuente: Elaboración propia

2.2.2 Diagrama de causa y efecto

“El diagrama causa efecto, también conocida como diagrama espina de pescado o diagrama de Ishikawa permite identificar las posibles causas asociadas a un problema (efecto) estructurado según una serie de factores genéticos. Es decir, detecta una no conformidad (efecto) es necesario investigar las causas que lo provocan.” (Fernández, 2017).

Este diagrama es una herramienta muy utilizada para organizar ideas y causas de un problema, de esta forma se busca encontrar la raíz del mismo.

El Ishikawa también ayuda a realizar la priorización de esas causas.

Es una herramienta muy importante en las primeras etapas de mejora de un proceso.

2.3 Marco conceptual referente al impacto del proyecto

Tech Shop es una empresa que trabaja con diferentes tipos de aleaciones metálicas por lo cual pertenece al sector de la industria metalmeccánica.

La metalmeccánica se puede definir como una industria multifuncional que se encarga de proveer bienes de consumo, máquinas industriales, herramientas metálicas a las demás industrias de carácter metálico y productivo, siendo todo este tipo de herramientas y máquinas hechas a la medida.

La industria metalmeccánica aparte de herramientas y maquinarias terminadas también abarca la creación y diseño de partes metálicas como aleación de hierro para sus diferentes usos en la industria productiva.

¿Que hace la industria metalmeccánica?

Las empresas que son parte de la industria de la metalmeccánica pueden realizar diferentes trabajos en los procesos de metales, que puede abarcar desde procesos simples como el corte de metales hasta procesos como la fabricación de productos y piezas terminados como también piezas de alta tecnología y con técnicas complejas. Siendo esto una de las razones que distingue la metalmeccánica ya que son procesos que requieren alta complejidad y de gran precisión.

La importancia de esta industria abarca desde el inicio de su proceso hasta la culminación de este y obtener el producto terminado.

El proceso de la metalmeccánica se emplea desde que se obtiene la materia prima, hasta su proceso de transformación y conversión en acero. Todo esto pasa por el proceso de la evolución y transformación industrial para así llegar

a obtener el producto terminado como por ejemplo podrían ser láminas, alambres y placas donde estas pueden llegar a ser procesadas y terminadas para finalmente de estos procesos poder obtener un producto de uso cotidiano.

También cabe resaltar la importancia de la metalmecánica en el ámbito productivo y económico ya que proveen maquinaria, herramientas e insumos a todo tipo de industrias cómo puede ser la manufacturera, construcción, minería, agricultura y también la industria automotriz y muchas otras.

La metalmecánica es la industria que provee a los demás sectores o industrias metálicas de herramientas y máquinas industriales es por esta razón que es importante comentar algunas de las ramas las cuales se divide o abarca la metalmecánica como puede ser: La metalurgia, la siderurgia.

De estas grandes ramas que se divide la metalmecánica que son las que se encargan de las técnicas de metales a través de minerales y todo su proceso productivo hasta llegar a la aleación, podemos comentar algunas de las principales máquinas que son hechas a partir de estos procesos de la metalmecánica como, por ejemplo: El torno, La fresadora, El taladro industrial, La función, La forja.

Entonces con todo lo comentado anteriormente, se puede ver cómo la industria metalmecánica es muy importante en el mundo actual, como esta industria se divide en muchas ramas y abarca prácticamente todo el sector productivo ya que con la máquinas y herramientas que se crean a partir de esta industria se derivan en otras de las mismas para los diferentes sectores que terminan en productos acabados de uso y consumo diario.

Como no es secreto todas las empresas buscan tener un beneficio económico a través de sus operaciones, si no, no serían rentables.

Es de suma importancia para este proyecto la parte económica donde se debe de trabajar especialmente el ahorro en herramienta y cumplir con las entregas a los clientes, por medio de mejoras en los procesos, reutilización de los desechos y con una planificación adecuada de los horarios y control de gasto de herramientas, se puede lograr grandes beneficios, importante es la capacitación y que el personal esté involucrado en el proyecto.

Enfocado en este entregable como se ha venido mencionando se pretende proponer una mejora en el proceso de fabricación de tubos que sea rentable para la empresa y que sea llamativa económicamente para que pueda ser implementada.

Se busca eliminar el cuello de botella de este proceso y así poder aumentar la producción que es equivalente a un aumento en los ingresos.

Una herramienta para determinar qué tan viable es una propuesta es la relación costo-beneficio porque así se muestra un análisis del proyecto y ayuda a tomar la mejor decisión.

Es importante poder utilizar un sistema de gestión de calidad para evaluación del proyecto antes y después para esto se implementara un método de mejora de la calidad conocido como “Las 5’S”, con el objetivo de lograr lugares de trabajo mejor organizados, más ordenados y más limpios de forma permanente para lograr una mayor productividad y un mejor entorno laboral. La metodología de las 5S se creó en Toyota, en los años 60, y agrupa una serie de actividades que se desarrollan con el objetivo de crear condiciones de trabajo que permitan la ejecución de labores de forma

organizada, ordenada y limpia. Dichas condiciones se crean a través de reforzar los buenos hábitos de comportamiento e interacción social, creando un entorno de trabajo eficiente y productivo. Actualmente hacen parte de los sistemas de producción más utilizados, como son Lean Manufacturing, TPM y Sistemas de producción.

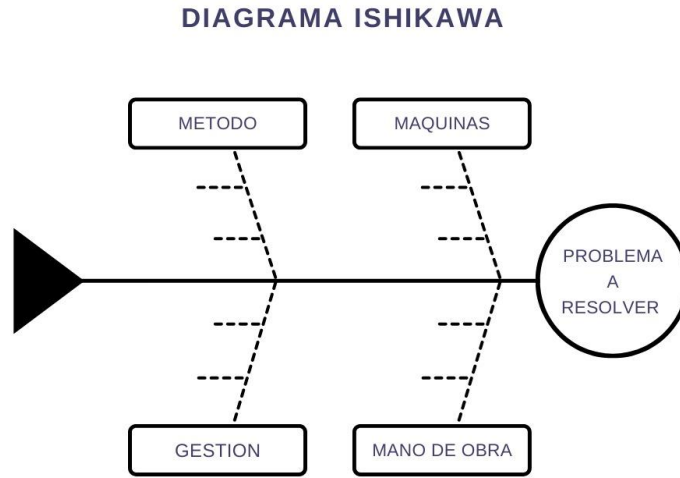
Por otra parte, la metodología pretende:

- Mejorar las condiciones de trabajo y la moral del personal. Es más agradable y seguro trabajar en un sitio limpio y ordenado.
- Reducir gastos de tiempo y energía.
- Reducir riesgos de accidentes o sanitarios.
- Mejorar la calidad de la producción.
- Mejorar la seguridad en el trabajo.

Esta metodología se compone de cinco principios fundamentales:

- Organizar y Seleccionar: Seiri
- Ordenar: Seiton
- Limpiar: Seiso
- Mantener: Seiketsu
- Disciplina: Shitsuke

Figura 5: Diagrama de causa y efecto



Fuente: Elaboración propia

2.4 Antecedentes de Proyectos o Experiencias Semejantes

Según una tesis presentada en 2018 por Raquel Esquivel Moreno realizada en la empresa Ducal se pretende mejorar el proceso de empaque de la línea de jugos Ducal y Kerns ya que ha mostrado pérdidas diarias y lo que se buscaba era reducir costos para así llegar a la meta de producción y así obtener utilidades. Así como este proyecto en Tech Shop se están causando perdidas ya que no se está llegando a la meta de producción y al igual que en este proyecto se ha utilizado herramientas de ingeniería para lograr una mejora en los procesos y así obtener beneficios para la empresa.

Algunas de las herramientas que utilizo Raquel son el diagrama de flujo, diagrama de Ishikawa, Análisis FODA y las 5's las cuales también se utilizaran en este proyecto.

Según una tesis presentada por Oscar Guillermo Vega García en la empresa ICU Medical en el área específica de subensamble Cassette Plum, la empresa presentaba desperdicio de material y se proponen posibles cambios para reducir los niveles de desperdicio.

En ICU medical se utilizó la metodología DMAIC para dar una solución objetiva al problema, también se utilizaron herramientas como el diagrama de flujo, SIPOC e Ishikawa que serán útiles en este proyecto.

Oscar destaca en sus conclusiones que los factores que causan altos niveles de desperdicios son el método y la maquina; y una de las observaciones importantes en este proyecto se relacionan con la maquina así que estos puntos se tomaran en cuenta al desarrollar este proyecto.

Una tesis realizada en la compañía de galletas Pozuelo S.A fue publicada en 2019 por Jenniffer Gómez Madrigal y su proyecto se basó en proponer una mejora para controlar el porcentaje de desperdicio del producto canasta de guayaba. Se relaciona con este proyecto ya que también se busca reducir el porcentaje de desperdicio.

Jennifer menciona que si se utiliza de forma correcta la herramienta DMAIC y se realiza un análisis bien detallado se puede lograr una implementación corta pero efectiva. Por medio de esto ella logra presentar una propuesta que permite aumentar la productividad y reducir en un 5% el desperdicio.

Con esto se puede observar que el uso correcto de las herramientas puede generar resultados muy positivos.

Capítulo III: Marco Metodológico

3.1 Metodología para la definición del problema

Para proponer mejoras en el proceso se utilizaron diferentes herramientas que sirven para definir el problema y así desarrollar una propuesta de mejora.

Se realizaron encuestas a los empleados y a los jefes más cercanos al proceso para recopilar información de personas que trabajaran en el proceso cada día.

Para poder iniciar la propuesta se realizó una toma de tiempos para así determinar donde se está presentando el problema en el proceso y determinar los puntos de mejora. La toma de tiempos es una herramienta muy significativa porque arroja los tiempos de cada operación y gracias a esto se determina cuál operación está tomando más tiempo.

Por medio del diagrama de Ishikawa se determinarán todas las posibles causas de los problemas que se presentan, es un diagrama que presenta de una forma muy ordenada la información.

Se creó un diagrama de flujo del proceso de fabricación de tubos para identificar variables, puntos de mejora y establecer metas para poder optimizar dicho proceso.

Se establecerán reuniones con el jefe de departamento ya que esto es una herramienta para la obtención de datos muy significativa.

La siguiente tabla muestra de una forma más ordenada las herramientas utilizadas en este proyecto.

Tabla 3: Herramientas

Herramienta	Como se utilizará	Que se obtendrá
Diagrama de Ishikawa	Se buscarán las causas del problema	La identificación de las causas del problema
Diagrama de flujo	Se identificarán los pasos del proceso	Se obtendrá una mejor visualización del proceso para la búsqueda de puntos de mejora
Gráficos y Tablas	Clasificando la información	La visualización de la información de una manera más ordenada
Reuniones y encuestas	Comunicación con jefaturas y empleados de la empresa	Recopilar información sobre el proceso y la empresa
Toma de tiempos	Se tomará el tiempo en cada estación	La duración de cada etapa del proceso de fabricación de tubos

Fuente: Elaboración propia

3.2 Metodología para la medición y respaldo cualitativo del proyecto

Para realizar las mediciones a través de las herramientas mencionadas inicialmente se realizaron entrevistas a los empleados encargados del proceso en donde más adelante se mostrarán los resultados.

La primera entrevista fue realizada al Ingeniero el cual es jefe de mantenimiento de la planta y suministró información sobre: 1. La historia de la compañía, 2. Datos numéricos de la producción y 3. El proceso de producción de tubos.

Luego se realizaron encuestas a sus empleados que brindaron información sobre la situación en el lugar de trabajo y además información sobre el proceso.

Luego de eso fue necesario realizar una toma de tiempos para conocer cuál era la situación del proceso en cuanto a duración de operaciones.

La toma de tiempos se realizó una vez cada mes en diferentes horarios, los resultados serán mostrados más adelante.

Se elaboró un diagrama de flujo del proceso para graficarlo mejor, luego se elaboró un diagrama de Ishikawa en donde se determinaron las causas del problema.

Se tomaron fotografías durante todas las visitas en donde se puede tener una vista más gráfica del lugar, del proceso y de algunos productos. Estas fotografías se adjuntarán en los anexos más adelante.

Tabla 4: Herramientas

Herramienta	Cómo se utilizará	Que se obtendrá
Entrevistas	Entrevistas al personal encargado de diversas partes del proceso	Se obtendrán datos numéricos del proceso
Diagrama de flujo	Se identificarán los principales pasos del proceso	Identificar qué aspectos se pueden mejorar del proceso
Toma de tiempos	Se realizarán tomas de tiempos cronometrados en tiempo real	Tener un promedio de tiempos en cada estación del proceso para un mayor control

Fuente: Elaboración propia

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

Por medio de las recomendaciones se esperan mejoras en la producción mensual que actualmente genera este proceso.

Dar las recomendaciones necesarias para colaborar en el proceso de fabricación de Tubos para la Industria de Gas e implementarlas significaría cumplir con las metas de producción que la empresa tiene de entrega a los clientes.

Algunas de las recomendaciones serian:

- Proponer recomendaciones en el Diagrama de Proceso para agilizar el movimiento de producto
- Recomendaciones en capacitación, compra de equipo y herramientas para poder lograr la meta por máquina.
- Validar que se cumpla el proceso por medio de indicadores.
- Realizar pruebas piloto.
- Mejoras en el diseño de planta.

Se realizarán investigaciones y estudios sobre los equipos y las herramientas que se utilizan para poder dar las recomendaciones necesarias en este nuevo proyecto. La empresa requiere maquinar una cantidad de tubos por hora y poder cumplir con lo solicitado por el cliente, que es el principal problema actualmente.

Se consideró que algunos de los pasos a seguir en la metodología de implementación son:

- Hacer mejoras en el diagrama de proceso para llevar un control del inicio y el final, donde se ahorre tiempo al transportar el material.
- Ver las necesidades de personal por área y maquina

- Ver las necesidades de equipo de medición.
- Ver necesidades de equipo auxiliar.
- Definir funciones por máquina y área.
- Revisar las áreas de despacho para poder organizar la salida y entrada de material.
- Mantener al personal capacitado en el proceso, medición, empaque y despacho.
- Mantener supervisión para ayudar a los mecánicos en el proceso.
- Proponer indicadores para verificar que se cumpla con lo estipulado día con día y no esperar hasta final de mes.

Tabla 5: Herramientas

Herramienta	Cómo se utilizará	Que se obtendrá
Mejora del diseño de planta	Se realizará un cálculo en tiempo real de una nueva distribución de máquinas en cual se puedan reducir tiempos	Hacer que el proceso sea más dinámico y eficiente para aumentar la producción
Capacitaciones del personal	Se realizarán capacitaciones de manera mensual	Tener el personal más capacitado para tener una mayor eficiencia del proceso lo que hará que se reduzcan tiempos
Realizar pruebas	Se realizarán pruebas piloto de los nuevos cambios para medir su eficiencia	Tener datos concretos sobre cómo se reducirán los tiempos en cada estación del proceso

Fuente: Elaboración propia

3.4 Metodología para la implementación del proyecto

Para lo que es la implementación de este proyecto se generaron ideas para llevar a cabo mejoras al proceso. La empresa tiene una metodología a seguir cuando se refiere a iniciativas nuevas. Ellos prefieren verificar la viabilidad de la propuesta con un sistema de simulación antes de hacer la implementación.

Se buscará por medio de la identificación del cuello de botella que la producción aumente resultante de las nuevas ideas correctivas, también que el proceso se volverá más eficiente y fluido para así cumplir con los estándares de producción.

Se realizará un reacomodo del lugar con el objetivo de buscar un mayor orden en el ambiente laboral buscando tener más eficiencia, enfocándose a máquinas y herramientas.

Se propondrá un plan de calibración frecuente para las herramientas de medición que se utilizan en el proceso de fabricación de guns.

Se realizarán capacitaciones al personal con el fin de que estén informados de los cambios que se implementarán y que estos se apliquen de la mejor manera.

Se plantearán controles para que después de la implementación se pueda observar constantemente que se estén cumpliendo los nuevos lineamientos del proceso para que todas las ideas y objetivos funcionen conforme a lo planeado.

Tabla 6: Herramientas

Herramienta	Cómo se utilizará	Que se obtendrá
Distribución de máquinas y equipo	Se propondrá una nueva distribución de máquinas y equipo de la mano con supervisores de planta	Agilizar el proceso y reducir tiempos entre máquinas para aumentar la producción.
Plan de calibración	Se harán calibraciones con el calibrador de planta para tener las máquinas en el mejor estado posible	Tener las máquinas en su estado óptimo para operar de la manera más eficiente y no afectar los tiempos del proceso
Establecer controles del proceso	Realizando inspecciones de producción hora a hora	Tener un mejor control de la producción en general y ver si alguna máquina o parte del proceso está afectando los tiempos

Fuente: Elaboración propia

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

Cuando se obtuvieron los resultados de los análisis y de la propuesta se notó que era muy viable para la empresa por lo tanto se espera que la compañía la implemente lo más pronto posible.

Luego de una futura implementación se necesita una metodología para el aseguramiento de que el proceso tenga un control en cuanto a orden y estándares de producción.

Se recomienda:

Indicadores para el manejo de Scrap

Indicadores por máquina

Indicadores por mecánico

Indicadores de producción

1. Se deberán realizar auditorías internas en el proceso y en el ambiente laboral.
2. Se deberán realizar controles de producción por hora.
3. Se deberá realizar controles de las capacitaciones.

Tabla 7: Herramientas

Herramienta	Cómo se utilizará	Que se obtendrá
Auditorías internas sobre el proceso	Inspectores y supervisores realizarán auditorías para tener datos concretos del proceso	Ver qué áreas de mejora se puede tener con estos datos
Auditorías internas del ambiente laboral	Por medio de una encuesta virtual de manera anónima se evaluará el ambiente laboral	Se identificarán problemas a nivel interno y así poder realizar mejoras
Control de las capacitaciones	El supervisor de planta realizará exámenes sobre los temas vistos en las capacitaciones y el proceso	Evaluar el conocimiento adquirido en las capacitaciones

Fuente: Elaboración propia

Capitulo IV: Línea base y análisis de causas.

4.1 Análisis de la situación actual

La empresa Tech shop en su proceso de fabricación de tubos presenta debilidades, más específicamente en la producción del departamento de tubos de gas, las cuales se diagnosticarán y se buscará oportunidades de mejora, todo esto utilizando la metodología DMAIC, diagramas de flujo, y también diagrama ishikawa (causa y efecto).

4.2 Descripción del proceso

4.2.1 Recepción de materia prima

En la organización se encuentran dos andenes para recepción de mercadería y materia prima: en este caso se usa el andén #1 por donde ingresan los contenedores con tubos de acero de 40 pies de largo y justamente ahí quedan apiladas hasta que se necesiten.

4.2.2 Sierra

En el proceso de Sierra se cortan los tubos en piezas de 24 pulgadas para ser apiladas en tarimas de 50 unidades y se van trasladando de máquina a máquina según avance el proceso.

4.2.3 Marcado

Al avanzar los tubos a esta actividad se procede al marcado, donde se coloca un código a cada tubo que va relacionado con el número de lote, proveedor y tipo de pieza.

4.2.4 Torno

En esta parte del proceso se procede al maquinado de las partes donde se trabaja en dos secciones, una en cada parte final del tubo, al cual es llamado “Top” y “Bottom”, este proceso de maquinado consta de desbaste y fabricación de roscas.

4.2.5 Fresado

En el fresado se realizan seis agujeros no pasantes con las especificaciones del cliente para su respectiva función y ubicación.

4.2.6 Inspección de calidad

Por último, queda la prueba de calidad que se realiza de manera manual a cada tubo para comprobar que cumplan los requisitos del cliente, se utilizan instrumentos de medición y galgas para el cumplimiento de la calidad.

4.2.7 Almacenado

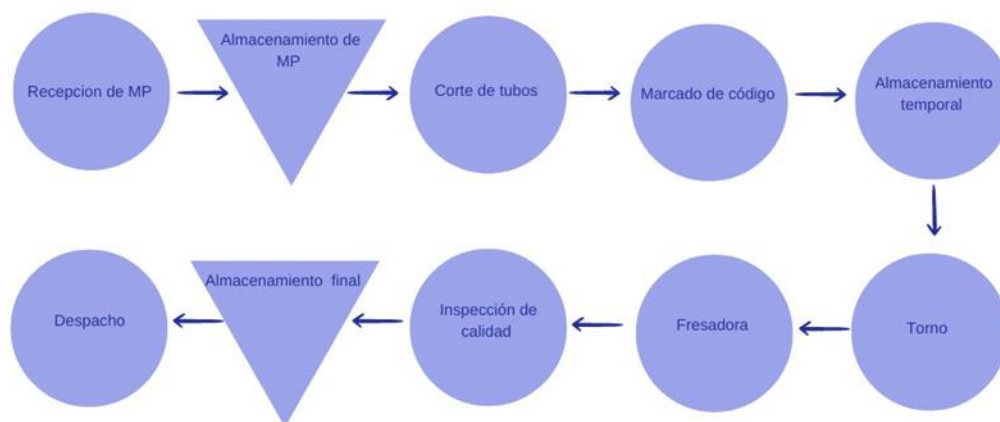
Se almacenan en tarimas de 50 unidades en una bodega cercana.

4.2.8 Despacho

Se cargan en los contenedores en filas de dos tarimas de alto por motivo de seguridad y se exporta al cliente.

A continuación, se muestra el diagrama de flujo para ilustrar lo anteriormente descrito.

Figura 6: Diagrama de flujo del proceso de fabricación de tubos



Fuente: Elaboración propia

4.3 Cantidad de producción del proceso

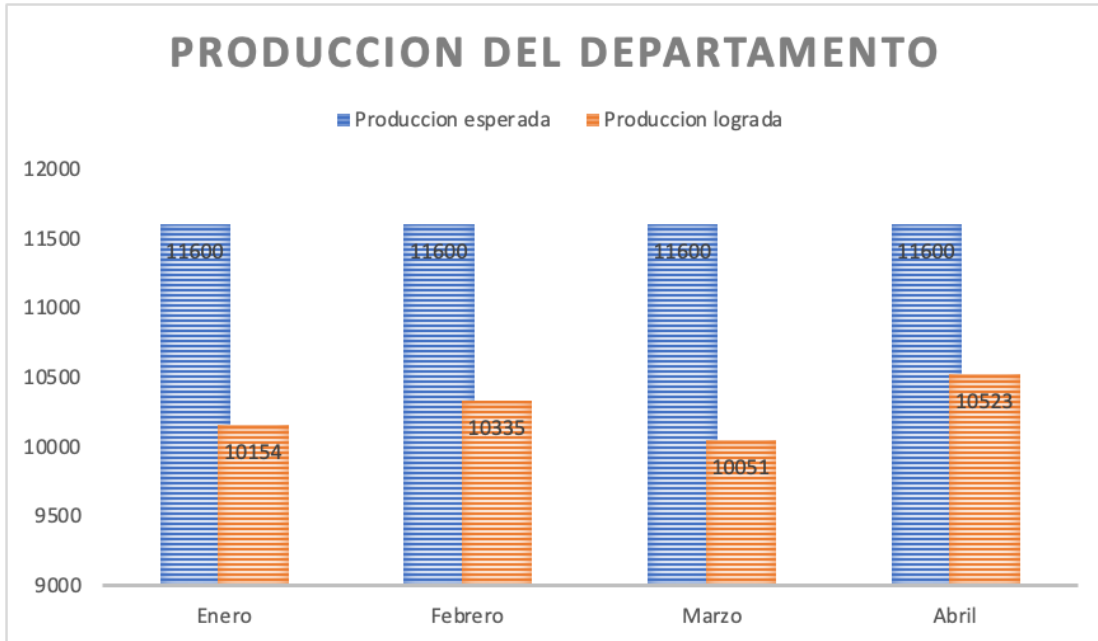
A continuación, se realizó un gráfico para evidenciar las carencias en el área de producción que tiene el departamento actualmente, usando como referencia los primeros meses del año 2022.

En el siguiente gráfico se muestra las cantidades totales de partes realizadas en los meses de enero, febrero, marzo y finalmente en abril donde se puede evidenciar que el proceso no está cumpliendo con las metas de producción establecidas por la empresa.

Este gráfico demuestra que en los distintos meses no se está alcanzando la meta de productividad establecida, teniendo diferentes producciones alcanzadas cada mes demostrando que es necesario y de suma importancia una mejora en el proceso para tener los cambios necesarios y mejoras para así lograr incrementar la producción actual y al mismo tiempo alcanzar la productividad establecida por la empresa.

Para toda empresa la producción es una de las metas más importantes, y TechShop no es la excepción es por esto por lo que una mejora en el proceso es necesaria ya que se evidencia que actualmente por cómo se ha estado llevando el proceso no se están cumpliendo las metas, por otro lado, también cabe destacar que la productividad va de la mano con el desperdicio lo cual se demostrará en el siguiente gráfico.

Gráfico 1: Cantidad de producción del proceso



Fuente: Elaboración propia

4.4 Toma de tiempos

En la siguiente tabla se ilustra los tiempos de producción tomados desde el mes de enero del presente año hasta el mes de mayo; Esto sin tomar en cuenta los procesos de almacenamiento los cuales por deficiencia en los tiempos de producción también se ven perjudicados y atrasados, en la siguiente explicación se centrará mayormente en los procesos que conlleva el uso de máquinas y factor humano. Así comenzando por analizar que en el proceso de recepción de la materia prima donde los tiempos se mantienen a lo largo del año lo cual esta parte del proceso no tiene fluctuaciones. Como así también se puede evidenciar que el proceso de corte de tubos los tiempos de 45 segundos se mantienen y no hay cambios a lo largo de los meses, sin embargo avanzando en el proceso a partir del proceso de marcado de Código se empiezan a notar las variaciones en los tiempos lo cual hace que el tiempo establecido por la empresa TechShop no se cumplan y hayan atrasos que repercuten en todo el proceso y el flujo que este debe de llevar, a lo largo de los meses se puede ver en el gráfico como del mes de enero con 9.5 segundos pasa a 9.8 segundos en para así en abril llegar a tener 9.7 segundos y aunque estas cifras promedio no sean tan grandes, hay que tomar en cuenta que no son tiempos tomados diariamente sino mensualmente lo que implica una notoria diferencia esas milésimas promedio si son medidas diariamente.

Continuando con el proceso ahora nos posicionamos en el proceso del torno donde se nota un alza en los tiempos progresivamente empezando el mes de enero con 520 segundos promedio y llegando hasta abril con un promedio de 551 segundos promedio. Marcando así un gran incremento de los tiempos lo cual nuevamente afecta al tiempo total de todo el proceso. Una vez finalizado

el proceso del torno este continúa pasando por la fresadora donde también se nota una gran caída en los tiempos esta vez iniciando el mes de enero con 152 segundos promedio y teniendo el mayor incremento de los tiempos en el mes de febrero con un promedio de 1630 segundos, esto mayormente por problemas con la máquina fresadora por su estado antiguo y creando retrasos cada vez que los técnicos deben estar dándole mantenimiento para así poder cumplir con el proceso, sin embargo esto atrasó el proceso considerablemente y se nota con la duración total. Una vez se pudo poner la máquina fresadora en óptimo estado, hizo que los tiempos de la misma disminuyeran sin embargo no alcanzaron los tiempos de enero y el mes de abril finalizó con 158 segundos promedio. Finalmente, el proceso donde que sería la inspección de calidad en el cual nuevamente hay un aumento de los tiempos comenzando el mes de enero con 193 segundos promedio y estos tiempos irían en aumento a lo largo de los meses para así tener en el mes de abril un promedio de 256 segundos.

Con todo lo mostrado y explicado anteriormente se nota que la situación del proceso de tubos de TechShop ha tenido un aumento considerable el cual atrasa el proceso en general y esto provoca que no se cumpla la producción buscada por la empresa y es bien sabido que la producción es uno de los temas de mayor relevancia por las empresas buscando mayor producción en el menor tiempo posible.

Tabla 8: Toma de tiempos

Tiempos de produccion										
Mes	Recepcion de materia prima	Almacenamiento de materia prima	Corte de Tubos	Marcado de codigo	Almacenamiento temporal	Torno	Fresadora	Inspeccion de calidad	Almacenamiento final	Despacho
Enero	2.5 h paquete 10 tubos	4 meses	45 segundos	9.5s	3 a 12 h	520s	152s	193s	24 a 36 h	0.36h
Tiempos de produccion										
Mes	Recepcion de materia prima	Almacenamiento de materia prima	Corte de Tubos	Marcado de codigo	Almacenamiento temporal	Torno	Fresadora	Inspeccion de calidad	Almacenamiento final	Despacho
Febrero	2.5 h paquete 10 tubos	3 meses	45 segundos	9.8s	3 a 12 h	537s	1630s	237s	24 a 36 h	0.42h
Tiempos de produccion										
Mes	Recepcion de materia prima	Almacenamiento de materia prima	Corte de Tubos	Marcado de codigo	Almacenamiento temporal	Torno	Fresadora	Inspeccion de calidad	Almacenamiento final	Despacho
Marzo	2.5 h paquete 10 tubos	2 meses	45 segundos	9.1s	5 a 12 h	543s	161s	201s	24 a 36 h	0.44h
Tiempos de produccion										
Mes	Recepcion de materia prima	Almacenamiento de materia prima	Corte de Tubos	Marcado de codigo	Almacenamiento temporal	Torno	Fresadora	Inspeccion de calidad	Almacenamiento final	Despacho
Abril	2.5 h paquete 10 tubos	1 meses	45 segundos	9.7s	5 a 12 h	551s	158s	256s	24 a 36 h	0.45h

Fuente: Elaboración propia

4.5 Diagrama Ishikawa

En la siguiente figura se hace referencia a la situación actual del proceso de elaboración de tubos el cual se explicará más a fondo a continuación.

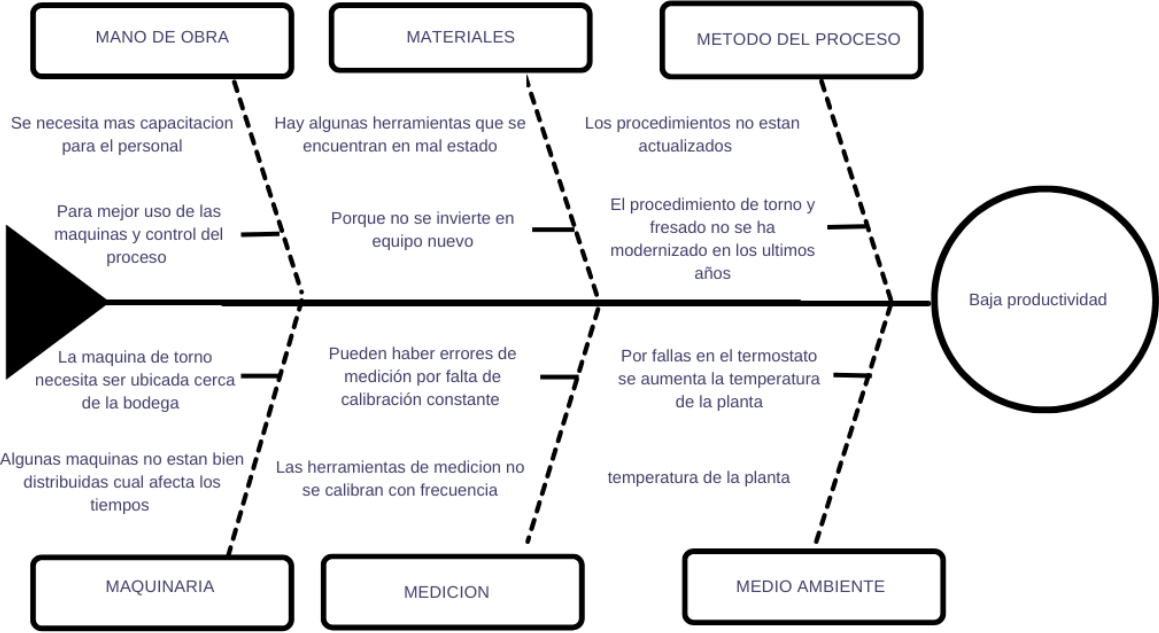
Con respecto a la mano de obra algunos de los técnicos y los miembros del equipo no están debidamente capacitados en algunas fases del proceso, hay procedimientos que necesitan actualizaciones y del mismo modo capacitar al personal para poder realizar todo el proceso de la debida manera y alcanzar la producción deseada por la empresa. También se muestra una problemática que es la falta de calibraciones constantes que crea problemas de medición en las máquinas que atrasa el proceso y a su vez crea un agotamiento en el personal por tener que estar calibrando y reparando algunas de las máquinas que no están llegando a su meta por esta y algunas otras razones; como se menciona en el gráfico hay algunas de las máquinas que no están en un estado óptimo ya sea porque el equipo esté viejo o por alguna avería y no están llegando a la meta o velocidad descrita por el fabricante, por esta razón la compra de nuevas máquinas es necesario para así poder mejorar los tiempos y alcanzar la producción deseada por el departamento y no fatigar al personal con reparaciones continuas de la maquinaria.

En materiales se nota la falta que hace algunas herramientas ya sea para la calibración de las máquinas o medición de las mismas; al mismo tiempo algunas de la herramientas que si se poseen no se encuentran en las óptimas condiciones por lo cual hacer algunas mediciones en las máquinas no sea tan constante y preciso como se busca en el proceso, por lo que esto lleva a uno de los puntos importante y es que no hay una medición precisa y

constante por lo cual es necesario la compra de nuevas herramientas para poder hacer mediciones y calibraciones precisas.

También hablando de la metodología del proceso se encontró que el procedimiento de torno y fresado no se ha actualizado en los últimos años es por esta razón que se necesita una mejora del procedimiento y capacitar al personal para que de esta manera sea más fluido y se puedan mejorar los tiempos ya que la fórmula actual no es la ideal por esta razón hay una demora en el proceso ya que cuando pasa de máquina en máquina se dura más de lo esperado, así que se hará una propuesta para mejorar el procedimiento y que el tiempo en máquinas mejorare ayudan al proceso, esto haciéndose basado en proyecciones en tiempo real, para asegurar que este cambio optimice los procedimientos y el proceso en general.

Figura 7: Diagrama Ishikawa



Fuente: Elaboración propia

4.5.1 Priorización de las causas

Se utilizó la técnica de multivotación para lograr hacer la priorización de las causas. Esta técnica es muy útil ya que permite reducir la lista de causas a una lista más pequeña y manejable.

Se realizó por medio de una reunión con los colaboradores que trabajan directamente en el proceso y así recolectar los datos para lograr abarcar los temas que ellos creen que son más importantes y así elaborar las propuestas.

En la siguiente tabla se muestran los resultados y como se puede notar las principales causas a abarcar son: capacitación, frecuente calibración y distribución de maquinaria.

Tabla 9: Multivotación

Causas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Capacitación para el personal	x		x		x	x	x	x	x	x
Calibración frecuente para las herramientas	x	x	x	x		x	x	x		x
Mejorar temperatura de la planta		x			x		x		x	
Procedimientos no actualizados				x						
Mejor distribución de maquinas	x		x		x	x		x		x
Herramientas en mal estado		x		x					x	

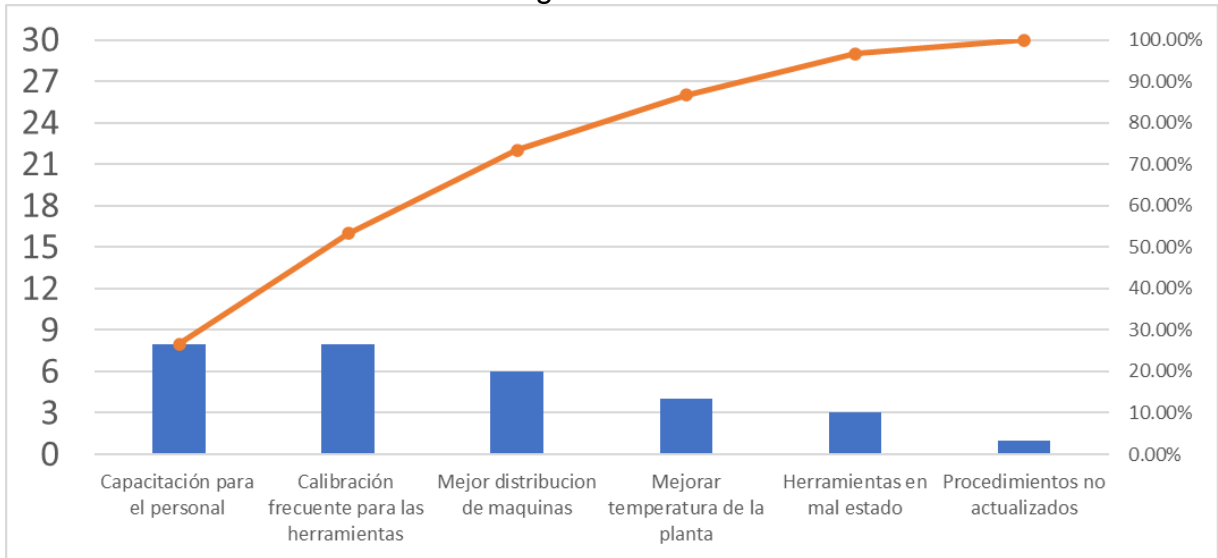
Fuente: Elaboración propia

4.6 Diagrama de Pareto

En el siguiente diagrama de Pareto se muestran las mayores causas que afectan e impactan en el proceso de tubos, en este diagrama se realizó una encuesta multivoto para tomar en cuenta al personal que trabaja día a día en todo el proceso; se tomaron como referencia algunas de las causas más importantes que afectan al proceso y se le preguntó a 10 técnicos cuáles consideran que eran las causas que se tenían con mayor frecuencia y que al mismo tiempo más impactaron en el procedimiento respectivo de cada técnico y en el proceso de tubos en general, de esta manera se pudo corroborar algunos datos y crear el diagrama de Pareto.

Con esta información recopilada se tiene una mayor cercanía al personal tomando en cuenta las mayores dificultades que enfrentan día a día para de esta manera poder realizar las distintas propuestas de mejora y así de tener un impacto positivo en el proceso.

Gráfico 2: Diagrama de Pareto



Fuente: Elaboración propia

El Pareto muestra que las causas a abordar son capacitación del personal, calibración frecuente para las herramientas y mejor distribución de máquinas.

Capítulo V: Diseño e implementación de la solución

En este capítulo se mencionarán las propuestas y se desarrollarán para entender mejor la importancia de estas para la empresa y así implementarlas.

5.1 Resumen de las propuestas

Tabla 10: Propuestas

Factor	Causa	Propuesta
Mano de obra	Hay mucha rotación de personal, por esta razón algunos de los colaboradores no conocen el flujo de trabajo al 100% y por esta razón se necesita un plan de capacitación.	Plan de capacitación del personal.
Medición	Las herramientas no se calibran con frecuencia y por esta razón, hay mediciones menos precisas.	Plan de calibración.
Maquinaria	La máquina de torno está lejos de la bodega temporal, lo que requiere más tiempo de traslado de material y retrasa el proceso en general.	Reubicación de máquinas, específicamente la máquina de torno.

Fuente: Elaboración propia

5.2 Desarrollo de Propuestas

Con el análisis realizado en el capítulo anterior, donde se logra ver y evidenciar las mayores causas que retrasan el proceso de tubos, es debido a esta razón que se deben buscar las posibles mejoras y propuestas, esto a causa de que no se está dando el seguimiento debido al proceso. Se implementarán las herramientas debidas para que lleven al correcto seguimiento del mismo; de este modo se buscará cómo introducir las herramientas necesarias para lograr las mejoras deseadas, en este caso empezar a capacitar al personal para que tengan el conocimiento necesario para realizar los procedimientos con una estandarización y cumplir con los tiempos de producción deseados por la empresa, del mismo modo se implementará un plan de calibración para tener una las herramientas calibradas semanalmente y tener mediciones precisas y por último se creará una nueva distribución del cuarto de máquinas donde el torno está más cerca de la bodega temporal para disminuir los tiempos en que se traslada el material de la bodega al torno.

5.2.1 Propuesta de Capacitación

Esta propuesta surge a raíz de que en este departamento no se hacen capacitaciones para mantener a sus empleados actualizados con información relevante al proceso.

Estas capacitaciones no implicarán un alto costo para la empresa ya que se dará en diferentes turnos y con orden de días para no detener la producción en ningún momento y así mismo esto tendrá un gran efecto a futuro ya que con estas capacitaciones y mejoras del proceso se buscará potenciar y empoderar al personal para que así haya una mayor fluidez en el proceso, se logre una mejora continua y alcanzar la producción que busca la empresa TechShop.

La capacitación del personal conlleva un gran desafío debido a las funciones que se realizan en las instituciones hoy en día. La capacitación está orientada hacia un cambio constante de los conocimientos, habilidades y actitudes de los colaboradores.

Las empresas deben contar con personas aptas en puestos específicos, en los lugares y momentos determinados con el fin de poder alcanzar sus objetivos. Debido a la velocidad que avanza el mundo actual, los rápidos cambios y a la transformación de las grandes organizaciones, cada vez los clientes y consumidores buscan tener un producto final más rápido y mayor volumen es por esto que los programas de capacitación han ido adquiriendo mucha importancia en el logro del éxito y superación tanto del personal de la organización como la organización en sí misma.

Para que se puedan integrar programas de capacitación al personal adecuados es necesario brindar herramientas, técnicas y métodos eficaces para el desarrollo y funcionamiento eficaz.

Cuando el personal se le capacita en las funciones o actividades que necesita reforzar y mejorar, su trabajo es llevado a cabo de una forma más eficiente, contribuyendo así a aumentar la productividad de la empresa.

Así surge la idea y propuesta de elaborar un programa de capacitación para el personal del proceso de elaboración de tubos de TechShop Costa Rica, ya que con encuestas y reuniones con el personal se nota algunas deficiencias que pueden solucionarse y mejorar el proceso. Este programa podrá ser impartido por los técnicos de la misma empresa que están mejor calificados y no mayor experiencia para potenciar el resultado de la capacitación y teniendo como propósito la mejora continua en el departamento.

¿Cómo lograr esto? Se logró tener conversaciones con el gerente de departamento para establecer fechas y fijar los temas que tratarán las capacitaciones para así poder reforzar el conocimiento y habilidades de los colaboradores. Estos temas que se darán en las capacitaciones buscan que el proceso se optimice y los tiempos en cada procedimiento bajen y así incrementar la producción; Estas capacitaciones están pensadas para ser en formato presencial. Una vez se haya dado la capacitación y la explicación en cada sesión se harán exámenes con preguntas sobre los temas vistos, esto para reforzar todo lo que se vio en cada sesión de capacitación y que los colaboradores pongan en práctica lo aprendido en el día a día, solo así podrán apreciar el verdadero valor del programa.

También se buscará la interacción. se dejará espacio para las preguntas y también asegurarse de que las dudas sean aclaradas. Del mismo modo se tendrá retroalimentación para los colaboradores que no tengan las mejores calificaciones en los exámenes para así poder tener todo el personal en la misma sintonía y sacar el máximo provecho de todas las sesiones de capacitación.

Se desarrollarán dos capacitaciones:

1. La primera capacitación se enfoca en el diagrama de flujo en donde se explica cada estación del proceso de una manera más clara para los colaboradores. Buscando estandarizar el proceso y que todos los trabajadores realicen sus labores de la misma manera.

Esta primera capacitación explica detalladamente que es lo que se hace en cada estación y datos específicos en cada etapa.

Algunos beneficios de esta capacitación serían que los empleados conozcan el proceso y así todos estén alineados en su forma de trabajo y de esta manera se puedan reducir tiempos de producción buscando mejorar las metas al final de cada mes. (Ver anexo 1)

2. La segunda capacitación lo que busca es dar una mejor visibilidad a lo que es el gun (tubo), cómo se fabrica y qué partes tiene. Asimismo, enseñar a los técnicos el procedimiento correcto, utilizando máquinas y herramientas adecuadas para asegurar que la producción de gun tenga la mejor calidad. Ya que es importante que cada técnico conozca detalladamente lo que es el gun, para que su proceso de fabricación alcance las expectativas del cliente, debido a que los estándares de calidad de la empresa deben ser las mejores, porque el cliente necesita que el tubo o GUN tenga cortes y medidas específicas como también huecos o mejor dicho muescas en dicho tubo o gun. Es por esta razón que la empresa debe de orientar esfuerzos en refrescar los temas a los colaboradores para que todos estén alineados de la misma manera debido que con el tiempo algunas partes del proceso y en cómo está dividido el gun llegan a olvidarse. Por esta razón la capacitación tendrá un impacto positivo al reforzar o refrescar el

conocimiento de los mecánicos, técnicos y todos los colaboradores en general del proceso y así al tener este conocimiento se tendrá menos tiempo invertido en consultar los folletos en los cuales viene información y se mejorará la calidad y habrá menos margen de error al momento de fabricar los GUN ya que el personal sabrá detalladamente cómo va cada parte del GUN y el procedimiento debido. (Ver anexo 2)

Como se puede ver en el siguiente cuadro se definen los temas en los que se trabajara en las capacitaciones donde se harán sesiones que profundice los temas por mejorar y se trabaje durante algunas semanas, así mismo en algunas de las sesiones se harán evaluaciones para medir el impacto que están teniendo las sesiones anteriores en lo que es la mejora del flujo trabajo y evaluar si se está siguiendo el paso a paso del proceso para asegurar que la capacitación está siendo no solo eficiente para el proceso sino que se esté cumpliendo.

Tabla 11: Cronograma de capacitaciones

	Tema	Responsable	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
1	Flujo de trabajo paso a paso	Supervisor de planta	9 de enero 2023				
2	Capacitación Fabricación de Guns	Supervisor de planta		13 de febrero 2023			
3	Flujo de trabajo paso a paso	Supervisor de planta		27 de febrero 2023			
4	Capacitación Fabricación de Guns	Supervisor de planta			20 marzo 2023		
5	Flujo de trabajo paso a paso	Supervisor de planta				10 de abril 2023	
6	Capacitación Fabricación de Guns	Supervisor de planta				24 de abril 2023	
7	Flujo de trabajo paso a paso	Supervisor de planta					8 de mayo 2023
8	Capacitación Fabricación de Guns	Supervisor de planta					29 de mayo 2023

Fuente: Elaboración propia

5.2.2 Propuesta de Calibración

Esta propuesta surge a través de la necesidad de mejorar el proceso de fabricación de guns. Durante la investigación se notó que se utilizan algunas herramientas de medición en el proceso, las cuales no reciben una frecuente y planeada calibración, lo cual es muy importante ya que la calibración es lo que permite realizar la medición de una forma más precisa. Es lo que brinda confiabilidad en los valores obtenidos.

Por lo tanto, esta propuesta se basa en crear un plan para programar calibraciones más frecuentes para las herramientas de medición utilizadas en este proceso y así garantizar mediciones más precisas y resultados más rápidos.

En la siguiente tabla se pueden observar las herramientas de medición utilizadas en el proceso de fabricación de tubos, sus funciones y el plan de calibración establecido.





En esta área las calibraciones no están planeadas ya que no se hacen frecuentemente ni en un horario establecido, incluso algunas veces las realizan los empleados.

Con la ayuda de los encargados del proceso se realiza una propuesta con el fin de establecer las calibraciones necesarias y más frecuentes para las herramientas y así determinar fechas aproximadas y personas responsables de realizarlas.

Según el encargado el calibrador y el micrómetro debería recibir calibración diaria dos veces por turno. El medidor de alturas debe recibir calibración al menos una vez al día y el gauge de roscas no recibe calibración solamente mantenimiento.

En la siguiente tabla se puede ilustrar de una mejor manera el plan de calibración propuesto.

Tabla 12: Plan de calibración

Instrumento de Medicion	Aplicación	Calibracion Diaria	Responsable	Equipo utilizado	Mantenimiento	Responsable	Imagen Informativa
Calibrador	Diametros internos, scalop y cuñero	Diaria, dos veces por turno	Operario de Maquina	Bloque Patron Calibrado	Mensual	Metrologo	
Micrometro	Diametros externos	Diaria, dos veces por turno	Operario de Maquina	Bloque Patron Calibrado	Mensual	Metrologo	
Medidor de alturas	Altura del tubo	Una vez al dia	Operario de Maquina	Bloque Patron Calibrado	Mensual	Metrologo	
Gauge de Roscas	Roscas internas	N/A			Seis meses	Metrologo	

Fuente: Elaboración propia

En las siguientes tablas se va a mostrar un cronograma con las posibles fechas para llevar a cabo el mantenimiento de las herramientas de calibración para así asegurar que dichas herramientas puedan estar en un buen estado para cumplir sus funciones y cumplir con las debidas calibraciones; estas fechas fueron fijadas con los supervisores de departamento para agregarlas al calendario 2023, cabe resaltar que estas fechas pueden ser sometidas a cambios.

Tabla 13: Cronograma de calibración

	Tema	Responsable	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
1	Mantenimiento del Calibrador	Supervisor de planta	10 de enero 2023	7 de febrero 2023	7 de marzo 2023	11 de abril 2023	16 de mayo 2023	20 de junio 2023
2	Mantenimiento del Micrómetro	Supervisor de planta	11 de enero 2023	15 de febrero 2023	15 de marzo 2023	19 de abril 2023	24 de mayo 2023	21 de junio 2023
3	Mantenimiento del Medidor de alturas	Supervisor de planta	12 de enero 2023	16 de febrero 2023	15 de marzo 2023	20 de abril 2023	25 de mayo 2023	22 de junio 2023
4	Mantenimiento del Gauge de roscas	Supervisor de planta	12 de enero 2023					29 de junio 2023

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14: Cronograma de calibración

	Tema	Responsable	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	Mantenimiento del Calibrador	Supervisor de planta	18 de julio 2023	15 de agosto 2023	19 de setiembre 2023	10 de octubre 2023	14 de noviembre 2023	11 de diciembre 2023
2	Mantenimiento del Micrómetro	Supervisor de planta	26 de julio 2023	23 de agosto 2023	27 de setiembre 2023	18 de octubre 2023	22 de noviembre 2023	12 de diciembre 2023
3	Mantenimiento del Medidor de alturas	Supervisor de planta	27 de julio 2023	24 de agosto 2023	28 de setiembre 2023	19 de octubre 2023	23 de noviembre 2023	27 de diciembre 2023
4	Mantenimiento del Gauge de roscas	Supervisor de planta						28 de diciembre 2023

Fuente: Elaboración propia

5.2.3 Propuesta de Reubicación de Maquinas

Esta propuesta surge a través de la necesidad de una mejora en el proceso debido a que no está cumpliendo con la meta de productividad, uno de los puntos de mejora vistos es que existe un cuello de botella en el proceso de torneado ya que es la estación del proceso que dura más tiempo. Con las visitas a la planta se notó que se dura mucho en el tiempo de traslado de material de la estación de almacenamiento a la estación de torneado.

La distribución del equipo en planta ya sea maquinas, herramientas. La distribución del área de trabajo es un problema para todas las plantas industriales, por lo tanto, no es posible evitarlo. El solo hecho de colocar un equipo en el interior del edificio ya representa un problema con lo que respecta al acomodo de maquinaria para aprovechar el espacio de manera satisfactoria.

Este problema de acomodo, que es un problema técnico, muestra la importancia del elemento humano como parte del sistema, por lo cual, hace necesario que se considere la idea de emplear nuevas estrategias de distribución en planta para alcanzar el éxito de las operaciones del sistema productivo.

Es fundamental una buena distribución en cada planta porque la distribución en planta es un fundamento de la industria, determina la eficiencia y en algunas ocasiones la supervivencia de una empresa también contribuye a la reducción del coste de fabricación

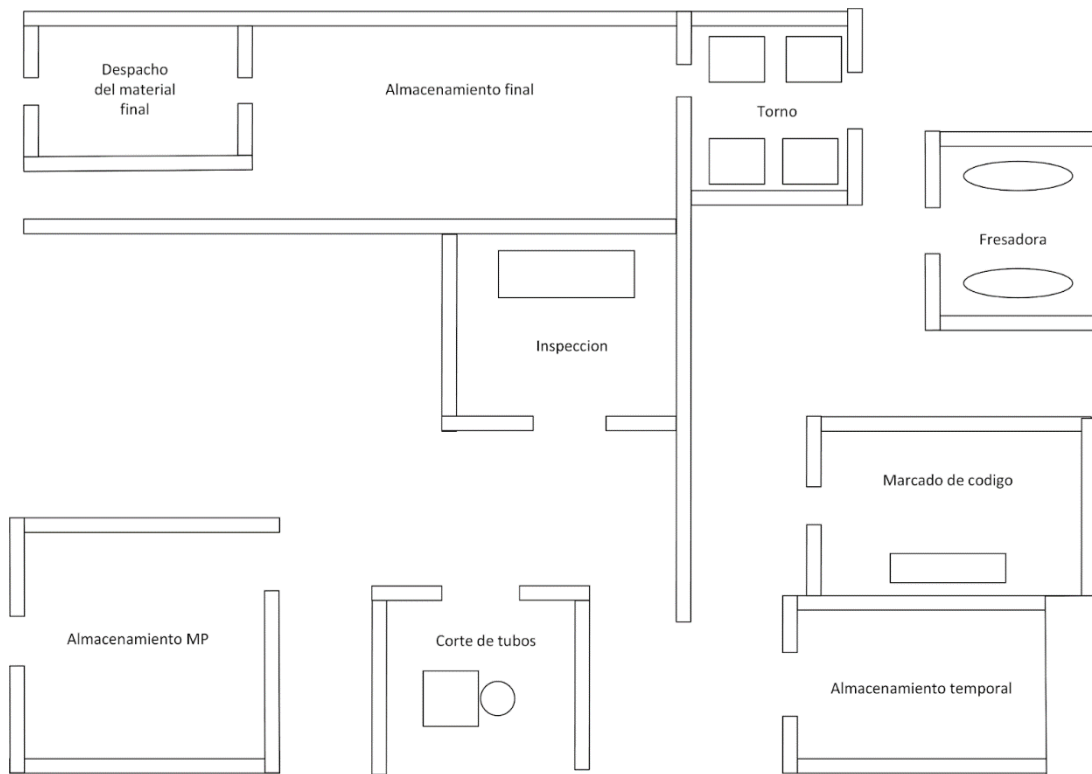
Como se mencionó anteriormente es fundamental hacer una nueva distribución en el cuarto de máquinas ya que en la distribución actual el flujo de trabajo se ha visto afectado con algunos tiempos ya que actualmente en el flujo de trabajo al terminar el procedimiento de marcado de código, el

material pasa a una bodega temporal antes de pasar al procedimiento de torno, dicha bodega temporal se encuentra lejos de la máquina de torno, así que de esta forma hay pérdidas de tiempo del traslado de material de la bodega a la máquina de torno y este tiempo retrasa el procedimiento de torno y el proceso en general; La finalidad de la propuesta de rediseño de distribución de maquinaria y equipo es evaluar si es posible reducir distancias de recorrido para las personas que realizan el traslado de material en la planta, minimizando el tiempo para realizar las actividades, maximizar los tiempos empleados para el uso de máquinas y no tiempo perdido en trasladar material y de esta manera aumentar la producción, de mismo modo que también se busca hallar un nuevo orden de las áreas de trabajo y el equipo, que sea la más económica para el trabajo, al mismo tiempo que sea la más segura y satisfactoria para los colaboradores. Las ventajas de una buena distribución en planta se traducen en reducción del costo de fabricación, como resultado de alcanzar los objetivos de la empresa reduciendo costos y aumentando la producción.

La forma de distribución de maquinaria y equipo es definida por el flujo de trabajo; siendo la distribución en planta de maquinaria y equipo actual una distribución por procedimiento. Una distribución por procedimiento en la cual los equipos o funciones similares se agrupan, y se tienen ordenadas y sectorizadas las máquinas, según su tipo y las actividades que se realizan. Las piezas mecanizadas pasan de una máquina o herramienta que realiza el arranque de pequeñas porciones de material entre las que se encuentran tornos, fresadoras y posteriormente las piezas pasan a bodegas temporales en la que se almacena temporalmente el material antes de ser trasladado de procedimiento en procedimiento.

A continuación, se presenta la distribución actual del proceso de tubos.

Figura 8: Distribución actual de la planta

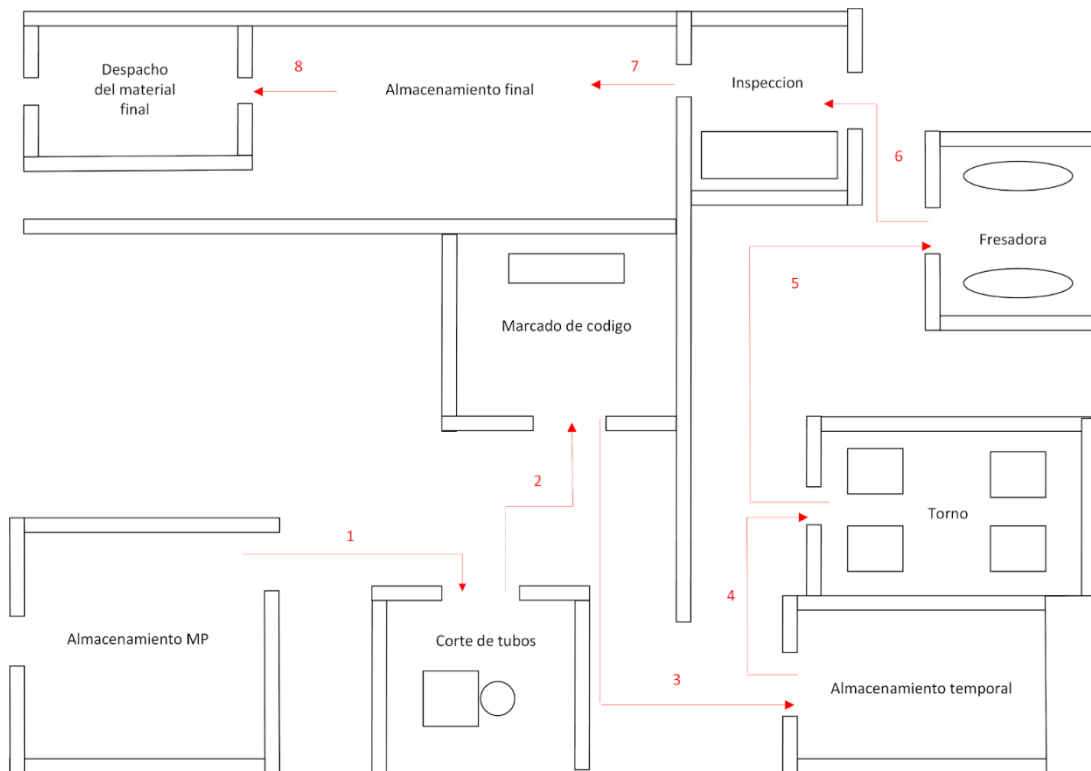


Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior se hace un plano sobre la distribución actual tomando en cuenta el área en la que se encuentra ubicada cada máquina donde va procedimiento por procedimiento y en donde se evidencia que en efecto la máquina de torno se encuentra a una distancia considerable del almacenamiento por lo cual hay un mayor tiempo de traslado afectando todo el proceso en general y dando la idea de que si esta estuviera más cerca del almacén temporal, se podría recortar tiempo, por lo cual es importante hacer

una reubicación y algunos cambios de las máquinas: es por esta razón que se realizó una propuesta de reubicación para así poder tener una mayor eficacia en los tiempos al pasar de procedimiento por procedimiento y maximizar la producción del proceso de tubos. A continuación, una figura con la propuesta realizada:

Figura 9: Distribución propuesta



Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior se muestra la posible propuesta de reubicación de las máquinas basándose en el flujo de trabajo donde se puede observar cómo se hace el traslado del Torno hacia el costado sur de la planta donde se encontraba la máquina de marcado de código y al mismo tiempo se hace el movimiento de la máquina de marcado en donde anteriormente estaba el cuarto de inspección, y la estación de inspección será donde anteriormente se encontraba el área de torno y estos posibles cambios siendo cronometrados en tiempo real evidenciando que en efecto estos posibles cambios agilizarán el proceso y harían que los tiempos por procedimiento bajen y así pueda aumentarse la productividad, ya que se bajaron tiempos en transporte del material del almacenamiento temporal al torno ya que en esta nueva distribución se encuentra más cerca una estación de la otra. En dicha imagen se muestra con flechas y estas siendo enumeradas como iría procedimiento por procedimiento siguiendo el flujo de trabajo; donde se evidencia que la propuesta de reubicación hace que el flujo sea más lineal y armónico lo cual impactará positivamente en los tiempos del proceso y esto hará que la producción aumente consecutivamente.

5.3 Análisis económico

Debido a lo complejo de la situación y que es una perspectiva a futuro no cuantificable se decide hacer una estimación por medio del criterio experto del jefe del proceso de fabricación de guns que cuenta con 30 años de experiencia. Él tomando en cuenta la mejora y las implicaciones que tiene sobre la empresa estima que el beneficio con la implementación de las propuestas es de un 1% con la propuesta de capacitación, un 1% con la propuesta del plan de calibración y un 4% con la propuesta de redistribución de maquinaria para un total de **6% mensuales**.

En el siguiente calculo se muestra el impacto económico mensual en dólares que generarían estas propuestas.

$$11600 \times \$4 = \$46400 \times 6\% = \$2784$$

Siendo los 11600 la producción deseada, los \$4 es la ganancia por unidad y el 6% es el porcentaje de beneficio que se estima es igual a \$2784.

“El ROI es el retorno de la inversión, una de las medidas de rendimiento que se utilizan para valorar la eficacia de una inversión. Se utiliza porque es un valor muy sencillo de calcular y se puede aplicar a distintas inversiones.

Para calcular el retorno de la inversión, se debe dividir el beneficio o retorno entre el coste de la inversión, dando lugar a un porcentaje”. (Morillo,2022)

Figura 10: Formula ROI

$$ROI = \frac{\text{Ingresos generados} - \text{Inversion realizada}}{\text{Inversion realizada}} \times 100$$

Fuente: Elaboración propia

Figura 11: Formula ROI

$$ROI = \frac{\text{Ingresos} - \text{Gastos}}{\text{Gastos}} \times 100$$

Fuente: Elaboración propia

La inversión que se hará no será costosa ya que los recursos que se necesitan para implementar estas propuestas se encuentran disponibles en la empresa.

La propuesta de capacitación necesita a un encargado el cual sería el supervisor de planta, la de calibración necesita al metrólogo y la distribución

de planta necesita 1 montacarguista, 1 técnico y 1 ayudante para mover la maquinaria.

- Para la propuesta 1 que son las capacitaciones que se darán, se necesita el supervisor el cual tiene un salario de **6.68 dólares** por hora.

Cada capacitación tiene una duración de **1 hora**. Suponiendo que en ese mes se darán las 2 capacitaciones en 2 grupos para no afectar la producción, la inversión sería un total de:

$$6.68 \times 2 \text{ capacitaciones} = 13.36 \times 2 \text{ grupos} = 26.72 \text{ dólares}$$

- La propuesta 2 es el plan de calibración el cual necesita a la persona encargada (metrólogo) que lo hace actualmente de una forma diferente y con poca frecuencia.

El metrólogo tiene un salario de **5 dólares** por hora.

Se propone en el mes de enero 2023 hacer la primera calibración del gauge de roscas así que se incluirá en la inversión de enero.

Tabla 15: Duración de las calibraciones y mantenimientos.

	Herramienta	Calibración diaria	Mantenimiento mensual	Mantenimiento semestral
1	Calibrador	10 minutos	1 hora	N/A
2	Micrómetro	8 minutos	1 hora 10 minutos	N/A
3	Medidor de alturas	15 minutos	1 hora 30 minutos	N/A
4	Gauge de roscas	N/A	N/A	2 horas 30 minutos

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, la inversión de la propuesta de calibración es de:

Calibración	Mantenimiento
Calibrador 10 x 2 = 20 min = 0.33 h x 5 = \$1.65 x 22 días = 36.3 dólares	1 x 5 = 5 dólares
Micrómetro 8 x 2 = 16 min = 0.26 h x 5 = \$1.3 x 22 días = 28.6 dólares	70 min = 1.16 h x 5 = 5.8 dólares
Medidor de alturas 15 x 1 = 15 min = 0.25 h x 5 = \$1.25 x 22 días = 27.5 dólares	1.5 x 5 = 7.5 dólares
Gauge de roscas N/A	2.5 x 5 = 12.5 dólares
Total = \$92.4	Total = \$30.8

Total= 92.4 + 30.8 = \$123.2

- La propuesta 3 es la redistribución de maquinaria en la cual para mover la maquinaria se necesita 1 montacarguista, 1 técnico y 1 ayudante.

El montacarguista tiene un salario de **3.34 dólares** por hora, el técnico **5 dólares** por hora y el ayudante **3.34 dólares** por hora.

La reubicación de maquinaria se hará aproximadamente en 2 días los cuales abarcan **16 horas**, preferiblemente por el supervisor debería ser el sábado y domingo para no afectar la producción.

$$11.68 \text{ por hora} \times 16 \text{ horas} = 186.88 \text{ dólares}$$

Por lo tanto, la inversión total de las tres propuestas es:

$$26.72 + 123.2 + 186.88 = 336.8 \text{ dólares}$$

El desarrollo de la formula ROI es:

$$\frac{2784 - 336.8}{336.8} \times 100 = 726.60$$

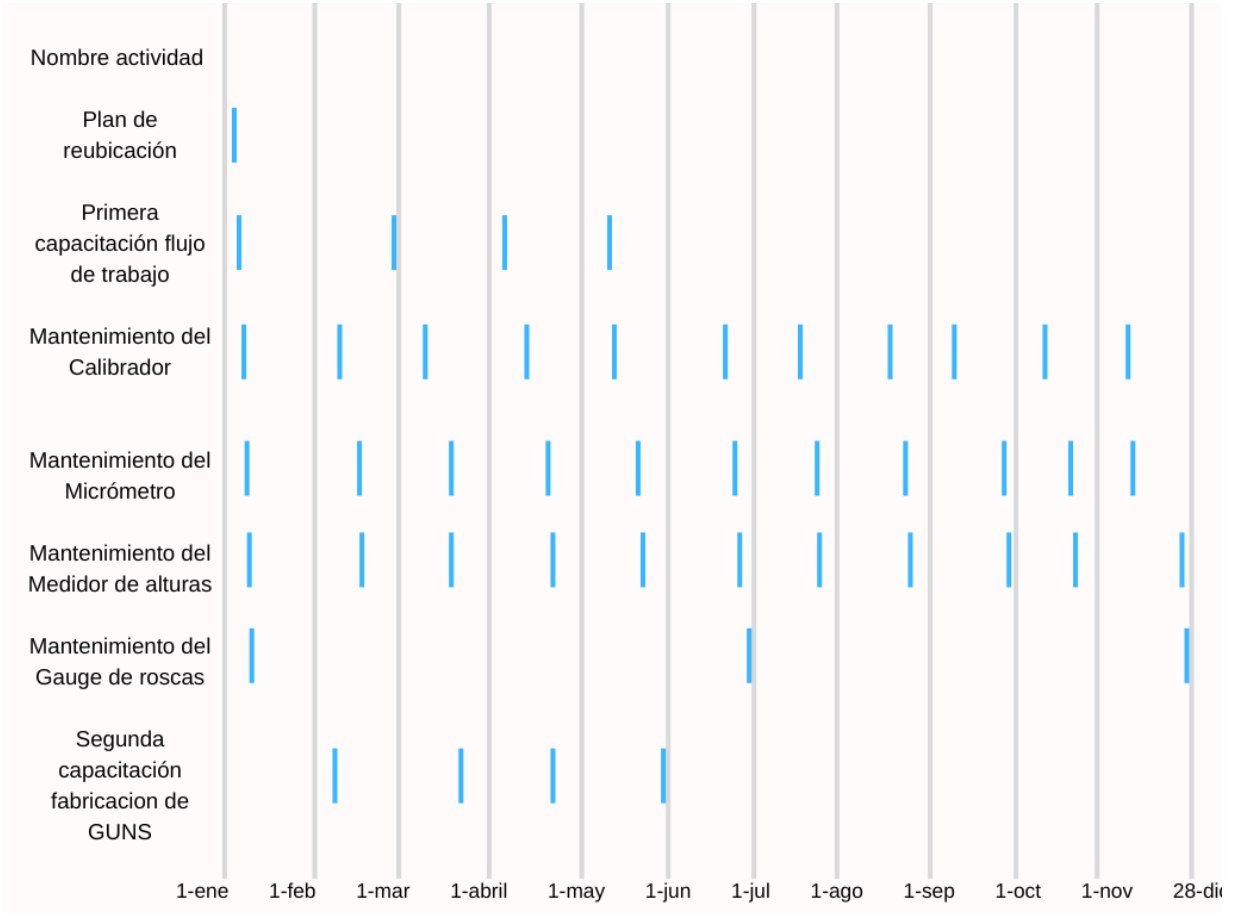
Un ROI positivo significa que la inversión es muy factible para la empresa ya que ha generado más ingresos que gastos. Este el resultado esperado, y mientras mayor sea, más positivo será.

5.4 Implementación de la propuesta

5.4.1 Diagrama de Gantt

El siguiente diagrama de Gantt expresa las fechas en las que se llevará a cabo las capacitaciones, plan de mantenimiento de las herramientas de calibración, y también el plan de reubicación de máquinas; las cuales estarían llevando a cabo a partir de enero del año 2023 y finalizando en diciembre del mismo año, como se mostraba en los cronogramas anteriores, dichas actividades se llevarán a cabo mensualmente hasta su finalización; las capacitaciones están por finalizar en el mes de mayo, mientras que el mantenimiento de herramientas está programado para finalizar en diciembre, todas las fechas fueron fijadas con supervisor de planta y la gerencia para así poder darle el seguimiento debido a todo lo estipulado.

Gráfico 3: Diagrama de Gantt



Fuente: Elaboración propia

Capítulo VI: Conclusiones y Recomendaciones

6.1 Conclusiones

1. Durante las visitas a la empresa TechShop se logró identificar que uno de los mayores factores que afectan al proceso es la mala ubicación de maquinaria que tienen actualmente y afectan las métricas ya que se afectan los tiempos de traslado de material innecesariamente, por esta razón se realizó la propuesta de reubicación para mejorar estos tiempos que se estaban perdiendo en traslados y aprovecharlos en aumentar la producción. También teniendo algunas conversaciones con algunos miembros del proceso de fabricación de tubos se notó que había algunos de los colaboradores que no dominaban algunos aspectos del proceso de la mejor manera y por esta razón se propuso las capacitaciones para incrementar el conocimiento del personal y que esto traiga valor al proceso.
2. Se determinaron algunos aspectos de mejora viniendo de la votación que se le realizó al personal para saber que temas sentían que se podrían mejorar, por esta razón se creó el plan de capacitaciones y de reubicación de máquinas.
3. A través del diagrama de Ishikawa se pudo identificar algunas causas del problema que hay actualmente y por medio de un multivoto se hizo la priorización de estas. Se identificó que uno de los problemas en el área de torneado es la mala distribución que hay actualmente, porque hay una gran distancia entre el procedimiento anterior que es la

bodega temporal; por este motivo es imperativo hacer una nueva distribución para disminuir tiempos en esta parte del proceso.

También se identificó la falta de capacitación para los empleados, así como la falta de un plan de calibración frecuente a lo cual se refieren las propuestas.

4. Con la implementación de las propuestas se estaría aumentando la producción ya que al reducir el tiempo de traslado de material se incrementa el tiempo de producción y se reduce el tiempo del cuello de botella que existe en el área de torneado. También por medio de las capacitaciones los colaboradores seguirían el proceso de fabricación de guns de una manera correcta y más fluida.

Con el plan de calibración los colaboradores tendrían herramientas en perfectas condiciones y las mediciones serían más precisas.

5. Frente al trabajo realizado se puede concluir que como una propuesta a la solución de algunos de los problemas de la empresa TechShop que pertenece al sector industrial, es importante hacer mención del hecho de que más allá de la realización de un proyecto de forma individual.

El proceso de fabricación de tubos debe de estar en mejora constante dadas las posibilidades que ofrece el proceso. En particular, una vez terminada esta tesis en TechShop. Se llegó a concluir que existen factores que influyen en el nivel de producción de la empresa; desde la administración y manejo de personal, hasta la ubicación de máquinas e implementos de trabajo, sin lugar a duda influye en el

funcionamiento integral y armónico de una organización. Para lo que corresponde a este trabajo, se limitó a la búsqueda de uno de esos factores: la ubicación estratégica de la maquinaria, sin lugar a duda, demuestra que asegurar el flujo correcto del material a través de los procesos de elaboración de producto final, donde se use la menor cantidad de tiempo y energía, significa reducción de costos y esfuerzos y por lo tanto mayor eficiencia a lo largo de la línea de producción. Mantener un control de espacio para el transporte de material (tubos), técnicos y mecánicos fue uno de los puntos importantes dentro de la elaboración de esta tesis. Las propuestas de mejoras deben aplicarse de diferentes formas ya que ayudan al fortalecimiento de cualquier empresa y deben de tomarse en cuenta ya que muchas de ellas tienen un fuerte valor o significado que puede representar una solución o respuesta que cambien el entorno.

6. Para la empresa Tech shop, estas inversiones económicas en distribución de la maquinaria como así también la inversión en capacitaciones son muy factibles ya que promueven la mejora continua; si bien conlleva a un gasto económico esta inversión llevará a un beneficio monetario ya que el proceso en general será más eficiente y se podrá contribuir al aumento de la producción. Con este proyecto se demuestra que la inversión es factible porque generara incremento en las ganancias de la empresa.

6.2 Recomendaciones

1. Hacer mejor uso del espacio con algunas remodelaciones en la planta ya que se encuentran algunos espacios vacíos que podría acondicionarse para hacer expansión del cuarto de máquinas y los cuartos de almacenamiento y poder aumentar la producción.
2. Debido a que las máquinas de torno son bastante lentas durante su proceso, se recomienda hacer compra de más tornos, ya que es la máquina en la cual dura más tiempo el tubo (GUN) y al tener solo 4, esta atrasa el proceso.
3. Realizar un análisis y reportes semestrales de manera en donde se pueda medir que los colaboradores tengan el conocimiento del proceso y del GUN al pie de la letra para poder realizar el proceso de la mejor manera; así mismo realizar reportes de manera trimestral si las máquinas y herramientas se encuentran en buen estado y que están cumpliendo con los tiempos indicados por el fabricante.
4. Realizar reuniones o encuestas trimestrales donde el personal pueda aportar ideas y posibles mejoras al proceso, de manera que esto genere un espacio de trabajo agradable; y reconocer el trabajo de los

empleados para mejorar el clima organizacional y del mismo modo tener una mejora continua en los procesos.

5. Se recomienda realizar controles para revisar los indicadores de calibración de las herramientas de medición.

6. Se recomienda realizar las propuestas de capacitación para que así el personal tenga un reforzamiento del proceso y pueda llevarse a cabo de una mejor manera.

Bibliografía

Sitios web

- www.areatecnologia.com
- www.sixsigmadaily.com
- iveconsultores.com
- www.tsicr.com
- www.ingenieriaindustrialonline.com

Libros

- Reato, C. & Socconini Pérez Gómez, L. V. (2019). Lean six sigma: sistema de gestión para liderar empresas. Marge Books.
<https://elibro.net.uh.remotexs.xyz/es/ereader/bibliouh/117568?page=32>
- Morillo, D. E. D., & AMELIA. (2022). Gestión de pedidos y stock. Ediciones Paraninfo.
- Gutiérrez Pulido, H. (2020). Calidad y productividad. McGraw-Hill.
<https://www-ebooks7-24-com-uh.knimbus.com:443/?il=10411>
- Gelves Alarcón, Ó. M. & Navarro Romero, E. D. C. (2021). Principios de la gestión de la producción: una revisión teórica y aplicada de los conceptos. 1. Ediciones USTA.
<https://elibro-net-uh.knimbus.com/es/ereader/bibliouh/217778?page=2>
- Arbós, L. C. (2021). Manual de organización e ingeniería de la producción y gestión de operaciones. Profit Editorial.

- González Zúñiga J.F.D, (2020). Introducción a la ingeniería industrial. Editorial: Alfaomega.

- Fernández, M. Á. C. (2017). Gestión de la calidad y medioambiental en industrias de proceso. Editorial Elearning.

-Monsalve Fonnegra, G. P. (2019). Programación y control para sistemas productivos y de servicios. Instituto Tecnológico Metropolitano. Fondo Editorial

Artículos

- Salazar López, N. (2019). Que es la ingeniería industrial: Definición ingeniería industrial. IngenieríaIndustrialOnline.com
<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/conceptos-generales/que-es-ingenieria-industrial/>

-Torres, I. (2019). Que es un proceso. IVE Consultores. iveconsultores.com
<https://iveconsultores.com/que-es-un-proceso/>

Anexos

Anexo 1: Primera capacitación

Capacitación del personal 2023

TEMAS PRINCIPALES

PUNTOS QUE SE ABORDARÁN

Flujo de trabajo paso a paso

Primera capacitación

Flujo de trabajo paso a paso

A cargo de supervisor de planta

OBJETIVO

- Estandarizar el flujo del proceso de fabricación de tubos para la industria de gas de la empresa Tachikop
- Identificar cada estación y como funciona

FLUJO DE TRABAJO

```
graph LR; A((Recepción de MP)) --> B[Almacenamiento de MP]; B --> C((Corte de tubos)); C --> D((Marcado de código)); D --> E((Almacenamiento temporal)); E --> F((Torno)); F --> G((Enchufas)); G --> H((Inspección de calidad)); H --> I[Almacenamiento final]; I --> J((Despacho));
```

Flujo de trabajo

RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA

En la organización se encuentran dos andenes para recepción de mercadería y materia prima; en este caso se usa el andén #1 por donde ingresan los contenedores con tubos de acero de 40 pies de largo y justamente ahí quedan apiladas hasta que se necesiten.

Flujo de trabajo

CORTE DE TUBOS

En el proceso de Sierra se cortan los tubos en piezas de 24 pulgadas para ser apiladas en tarimas de 50 unidades y se van trasladando de máquina a máquina según avance el proceso. Se cortan con las diferentes medidas que el cliente solicite.

Flujo de trabajo

MARCADO

Al avanzar los tubos a esta actividad se procede al marcado, donde se coloca un código a cada tubo que va relacionado con el número de lote, proveedor y tipo de pieza. Marca el consecutivo de la pieza y el número de hit.

Flujo de trabajo

ALMACEN TEMPORAL

Se almacena el material temporalmente para pasar al torno.

Flujo de trabajo

TORNO

En esta parte del proceso se procede al maquinado de las partes donde se trabaja en dos secciones, una en cada parte final del tubo, al cual es llamado "Top" y "Bottom", este proceso de maquinado consta de desbaste y fabricación de roscas. Se le da el largo al tubo, maquina el diámetro interno de los extremos y hacer la cuña guía y fabricar roscas en los extremos.

Flujo de trabajo

FRESADO

En el fresado se realizan seis agujeros no pasantes con las especificaciones del cliente para su respectiva función y ubicación. Hacer los scalops (agujeros) para debilitar el material.

Flujo de trabajo

INSPECCIÓN DE CALIDAD

Por último, queda la prueba de calidad que se realiza de manera manual a cada tubo para comprobar que cumplan los requisitos del cliente, se utilizan instrumentos de medición y galgas para el cumplimiento de la calidad.



Anexo 2: Segunda capacitación



¿Que son los Guns?

SON TUBERÍAS DE ACERO QUE SE UTILIZAN EN EL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE GAS O PETRÓLEO. EN TECHSHOP SE FABRICAN DIFERENTES TIPOS DE GUNS SEGÚN LOS REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE.

PROCEDIMIENTO DE CREACIÓN DE GUNS

PASO A PASO

A continuación se presentara el procedimiento paso a paso para la creación de Guns

PROCEDIMIENTO

ORDEN DE COMPRA
CREACIÓN DE ARTICULO
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA
PLANTA MAQUINADO
SIERRAS
MAQUINADO FRESA - TORNO
INSPECCION FINAL
LIMPIEZA Y EMPAQUE
EXPORTACION



Imagen con fines ilustrativos

PARTES DE UN GUN

- BISEL
- TOP
- RADIO
- BANDA EXTERNA
- CUÑERO
- GROOVER
- SCALLOP
- ROSCA
- BOTTOM
- SEAL BORE (MEDIDA CRÍTICA)

PARTES DE UN GUN

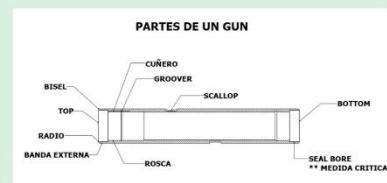


Imagen con fines ilustrativos

Anexo 3: Productos

Ilustracion 1: Pieza 5321960



Fuente: TechShop

Ilustracion 2: Pieza 103062806



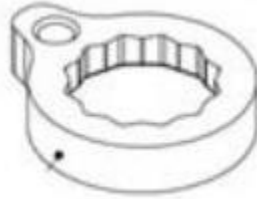
Fuente: TechShop

Ilustracion 3: Pieza 120143551



Fuente: TechShop

Ilustracion 4: Pieza 102974723



Fuente: TechShop

Ilustracion 5: Pieza 100089446



Fuente: TechShop

Ilustracion 6: Pieza H528822



Fuente: TechShop

Ilustracion 7: Pieza 5317631



Fuente: TechShop

Ilustracion 8: Pieza 5318865



Fuente: TechShop

Ilustracion 9: Pieza 42167P001

Fuente: TechShop



Ilustracion 10: Pieza PN10610



Fuente: TechShop

Ilustración 11: Pieza 5329351



Fuente: TechShop

Anexo 4: Fotografías





