



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

## **FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**

### **CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

#### **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA BOMBA HIDRÁULICA MANUAL PARA  
DETECTAR FISURAS EN SISTEMAS DE PRESIÓN.**

Proyecto de Titulación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial.

**Autores:**

Cabrera Reinoso Marco Enrique

Salas Largo David Gabriel

**Tutor académico:**

MSc: Herrera Tapia Milton Eduardo

**LATACUNGA- ECUADOR**

**2022**



## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Cabrera Reinoso Marco Enrique y Salas Largo David Gabriel declaramos ser autores de la propuesta tecnológica: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA BOMBA HIDRÁULICA MANUAL PARA DETECTAR FISURAS EN SISTEMAS DE PRESIÓN”**, Siendo el Ing. MSc. **Milton Eduardo Herrera Tapia**, tutor del presente proyecto tecnológico; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en la presente propuesta tecnológica, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Cabrera Reinoso Marco Enrique

C.C: 171453946-5

Salas Largo David Gabriel

C.C: 172505835-6



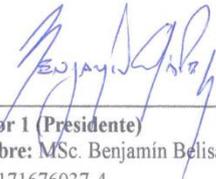
## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD de **Ingeniería Industrial** ; por cuanto, los postulantes: **Marco Enrique Cabrera Reinoso** y **David Gabriel Salas Largo** con el título de Proyecto de titulación: **Diseño y construcción de una bomba hidráulica manual para detectar fisuras en sistemas de presión** han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 29 de agosto de 2022

Para constancia firman:

  
\_\_\_\_\_  
**Lector 1 (Presidente)**  
**Nombre:** MSc. Benjamín Belisario Chávez Ríos  
**CC:** 171676037-4

  
\_\_\_\_\_  
**Lector 2**  
**Nombre:** MSc. Cristian Iván Eugenio Pilliza  
**CC:** 172372747-3

  
\_\_\_\_\_  
**Lector 3**  
**Nombre:** MSc. Josue Jonathan Constante Armas  
**CC:** 050203456-4



## AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA BOMBA HIDRAULICA MANUAL PARA DETECTAR FISURAS EN SISTEMAS DE PRESION.”**, de Cabrera Reinoso Marco Enrique y Salas Largo David Gabriel de la carrera de Ingeniería Industrial, considero que dicho Informe proyecto tecnológico cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, agosto, 2022

.....  
MSc. Milton Eduardo Herrera Tapia.  
CI: 050150331-2

## **AGRADECIMIENTO**

*Especial reconocimiento merece la UNIVERSIDAD TÉCNICA COTOPAXI por abrirme sus puertas para alcázar un logro profesional, conjuntamente a los docentes quienes alimentaron mi ansia de conocimiento.*

*A la empresa CHAIDE, quienes creyeron en mí y me dieron la facilidad para asistir a mis clases todos los días, sin que mi empleo se vea afectado durante toda esta etapa.*

*Gracias a mis hijos Erika y Andrés por entender que, para lograr esta meta que me propuse fue necesario sacrificar tiempo junto, soy consciente que me perdí muchas sonrisas suyas, muchos triunfos, y derrotas, eso no impidió que ustedes me brinden sus muestras de cariño. Todos mis esfuerzos han valido la pena porque han estado a mi lado, iluminándome con su amor, por eso quiero que sepan que los amo con mi vida.*

## **DEDICATORIA**

***"Nuestra mayor debilidad reside en rendirnos.  
La forma más segura de tener éxito es  
intentarlo una vez más".***

***(Thomas A. Edison).***

*Me gustaría dedicar mi trabajo al ser supremo, dueño de mi vida; quien día a día me ha bendecido y guiado para llegar a feliz término esta etapa de mi vida y de mi formación profesional.*

*De igual forma, a Rocío, mi esposa quien fue mi mayor motivación en la vida encaminada al éxito, mi compañera de vida, de estudio, mi confidente, mi mejor amiga la que nunca me dejo caer cuando sentía que las fuerzas me abandonaban; el ingrediente perfecto para poder haber culminado esta tesis con éxito.*

*A mis hijos, quienes son la luz de mi vida, el motor que hacía que mis días valgan la pena el sacrificio y dedicación en esta etapa de mi vida*

*A mi madre porque siempre me llena de bendiciones.*

***Cabrera Reinoso Marco Enrique***

## **AGRADECIMIENTO**

*Quiero expresar mi gratitud a:*

*Dios quien ha sido mi guía, fortaleza y ha permitido llegar hasta este momento tan anhelado de mi formación profesional.*

*Al señor Edgar Armando Rayo Rosero y su familia, quienes abrieron las puertas en su taller, brindándome la oportunidad de trabajar y desarrollar mi carrera profesional.*

*Mis padres Luis Homero Salas Gallegos y Rosa Narcisa Largo Velicela quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo, valentía y perseverancia y de no temer las adversidades.*

*Finalmente, a cada uno de mis maestros por ser excelentes profesionales, por enseñarme amar mi carrera y permitirme adquirir muchos más conocimientos y me enseñaron a sentirme apasionado de mi carrera.*

## **DEDICATORIA**

*Dedico con todo mi amor y cariño este trabajo de titulación a mi hija Gabriela Salas que es el mejor regalo que haya podido recibir de parte de mí Dios, eres mi mayor tesoro y también la fuente más pura de inspiración para superarme cada día más, a pesar que fue necesario sacrificar situaciones y momentos a tu lado; por fin podrá enorgullecerse de que su padre es un profesional*

*A mi esposa Johanna Rosillo a quien amo tanto, la ayuda que me has brindado ha sido sumamente importante estuviste a mi lado inclusive en los momentos y situaciones más tormentosas, pero siempre dando ánimos a seguir adelante. No fue sencillo culminar este proyecto sin embargo estuviste motivándome y diciendo que lo lograría perfectamente.*

**David Gabriel Salas largo**

## ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	ii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO TECNOLÓGICO.....	iv
RESUMEN.....	2
1. INTRODUCCIÓN .....	6
1.1 EL PROBLEMA.....	6
1.1.1 Situación problemática.....	7
1.1.2 Formulación del problema .....	7
1.2 OBJETO DE ESTUDIO Y CAMPO DE ACCIÓN .....	8
1.2.1 Objeto de estudio .....	8
1.2.2 Campo de acción.....	8
1.3 BENEFICIARIOS .....	8
1.3.1 Beneficiarios Directos.....	8
1.3.2 Beneficiarios Indirectos .....	9
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	9
1.5 HIPÓTESIS.....	10
1.6 OBJETIVOS.....	10
1.6.1 General.....	10
1.6.2 Específicos .....	11
1.7 SISTEMA DE TAREAS .....	11
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	13
2.1 ANTECEDENTES .....	13
2.2 MARCO REFERENCIAL.....	14
2.2.1 Bomba Hidráulica .....	15
2.2.2 Clasificación de las bombas .....	16
2.2.3 Como funciona un sistema hidráulico.....	17
2.2.4 Componentes hidráulicos básicos .....	18
2.2.5 Principales usos de una bomba hidráulica manual.....	20
2.2.6 Ventajas del sistema hidráulico.....	21
2.2.7 Desventajas del sistema hidráulico .....	21
2.2.8 Modos de fallo en las bombas hidráulicas .....	21
2.3 MECÁNICA DE FLUIDOS.....	23
2.3.1 Definición .....	23
2.3.2 Áreas de aplicación de la mecánica de fluidos.....	24
2.4 FLUIDO.....	25
2.4.1 Definición .....	25
2.4.2 Características de los fluidos Hidráulicos .....	25
2.4.3 Funciones de los fluidos.....	26
2.4.4 Propósitos del fluido .....	26
2.4.5 Requisitos de calidad del fluido .....	27

2.5 Sellos mecánicos.....	28
2.5.1 Como se conforma un sello mecánico.....	29
2.5.2 De que material están conformados las caras de roce de un sello mecánico.....	29
2.6 Diseño 3D.....	30
2.6.1 Definición .....	30
2.6.2 Importancia del modelado 3D en la industria .....	30
2.6.3 Beneficios más importantes del modelado 3D.....	31
2.6.4 Diseño hidráulico y mecánico.....	32
2.7 SOLIDWORKS.....	33
2.7.1 Definición .....	33
2.7.2 Historia y evolución.....	33
2.7.3 Soluciones.....	33
2.8 Resistencia de Materiales .....	34
2.8.1 ¿Qué es la Resistencia de Materiales?.....	35
2.9 Material de Componentes de la bomba hidráulica.....	35
2.9.1 Acero al carbono AISI 1018 .....	35
2.9.2 Acero al carbono AISI 4140 .....	36
3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....	38
3.1 PROPUESTA .....	38
3.1.1 Datos informativos.....	38
3.1.2 Desarrollo.....	39
3.1.3 Objetivo 1 .....	42
3.1.4 Simulación .....	50
3.1.5 Objetivo 2 .....	51
3.1.6 Objetivo 3 .....	57
3.1.7 Objetivo 4 .....	60
3.1.8 Análisis de resultados de tiempos .....	64
3.2 METODOLOGÍA.....	67
3.2.1 Metodología de Diseño .....	67
3.3 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	68
3.4 EVALUACIÓN TÉCNICO Y ECONÓMICA.....	71
3.4.1 ANÁLISIS TÉCNICO .....	71
3.4.2 ANÁLISIS ECONÓMICO .....	71
4. CONCLUSIONES DEL PROYECTO .....	73
4.1 CONCLUSIONES .....	73
4.2 RECOMENDACIONES.....	74
5. BIBLIOGRAFÍA.....	75
6. ANEXOS.....	81

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Clasificación de las bombas [9] .....	16
Figura 2.2: Esquema de sistema hidráulico [15] .....	20
Figura 2.3.: Aplicaciones de la mecánica de fluidos [22] .....	24
Figura 2.4: Sello mecánicos [26] .....	29
Figura 2.5: Fases del proceso de diseño de piezas mecánicas [36] .....	32
Figura 3.1: Parámetros de cálculo 1 .....	39
Figura 3.2: Parámetros de cálculo 2 .....	40
Figura 3.3: Diseño de conjunto de bomba hidráulica .....	43
Figura 3.4: Diseño de cámara de válvulas .....	43
Figura 3.5: Diseño de llave de alivio .....	44
Figura 3.6: Diseño de émbolo mayor .....	45
Figura 3.7: Diseño de cilindro .....	46
Figura 3.8: Diseño de palanca .....	47
Figura 3.9: Diseño de pasador .....	48
Figura 3.10: Diseño de tapa de reservorio .....	49
Figura 3.11: Diseño de reservorio .....	50
Figura 3.12: Simulación de ensamblaje y funcionamiento.....	50
Figura 3.13: Diagrama de procesos de fabricación de bomba.....	53
Figura 3.14: Detección de fuga.....	58
Figura 3.15: Prueba de constancia de presión .....	58
Figura 3.16: Prueba e sistema de dirección hidráulica .....	59
Figura 3.17: Diagrama d operaciones de utilización de servicio externo.....	61
Figura 3.18: Tiempos para detección de problemas con prestador externo .....	62
Figura 3.19: Tiempos para detección de problemas con bomba hidráulica .....	63
Figura 3.20: Resultados de optimización de tiempos .....	64
Figura 3.21: Comparativo de costos .....	66
Figura 3.22: Diagrama de bomba hidráulica .....	68
Figura 3.23: Parámetros de cálculo 3 .....	69

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Beneficiarios Directos .....	9
Tabla 1.2: Beneficiarios Indirectos.....	9
Tabla 1.3: Sistema de tareas .....	12
Tabla 2.1: Fallas comunes [20] .....	22
Tabla 2.2: Propiedades Acero1018 [43] .....	36
Tabla 2.3: Propiedades Acero AISI 4140 [44] .....	37
Tabla 3.1: Listado de elementos a fabricar.....	52
Tabla 3.2: Mecanizado de cámara de válvula.....	53
Tabla 3.3: Mecanizado de cilindro .....	54
Tabla 3.4: Mecanizado de llave de alivio .....	55
Tabla 3.5: Mecanizado de Émbolo .....	55
Tabla 3.6: Construcción de Tapa.....	56
Tabla 3.7: Ensamblaje de bomba.....	57
Tabla 3.8: Tiempos con prestadores externos .....	62
Tabla 3.9: Tiempos de la bomba hidráulica .....	63
Tabla 3.10: Cuadro comparativo de tiempos.....	63
Tabla 3.11: Costo prestador externo.....	65
Tabla 3.12: Costos bomba hidráulica .....	65
Tabla 3.13: Resultado de optimización de costos .....	65
Tabla 3. 14: Costos de construcción.....	72

## ÍNDICE DE FORMULAS

(3.1) Fórmula de Pascal.....	39
(3.2) Fórmula de Pascal .....	40
(3.3) Fórmula para cálculo de área.....	41
(3.4) Fórmula para cálculo del radio.....	41
(3.5) Regla de tres simple.....	64
(3.6) Fórmula para análisis de resultados de tiempo.....	64
(3.7) Regla de tres simple.....	66
(3.8) Fórmula para análisis de resultado de costos.....	66
(3.9) Fórmula de ahorro de costos.....	67
(3.10) Fórmula de Pascal.....	68
(3.11) Fórmula para relación de fuerzas.....	69

## ÍNDICE DE ANEXOS

<i>ANEXO I: Plano de conjunto .....</i>	<i>81</i>
<i>ANEXO II: Cámara de válvulas .....</i>	<i>82</i>
<i>ANEXO III: Cilindro menor .....</i>	<i>83</i>
<i>ANEXO IV: Cilindro mayor .....</i>	<i>84</i>
<i>ANEXO VI: Émbolo mayor .....</i>	<i>86</i>
<i>ANEXO VII: Llave de alivio .....</i>	<i>87</i>
<i>ANEXO VIII: Palanca .....</i>	<i>88</i>
<i>ANEXO IX: Pasador de llave .....</i>	<i>89</i>
<i>ANEXO X: Patín .....</i>	<i>90</i>
<i>ANEXO XI: Reservorio de fluido .....</i>	<i>91</i>
<i>ANEXO XII: Tapa de reservorio .....</i>	<i>92</i>
<i>ANEXO XIII: Conjunto de piezas .....</i>	<i>93</i>
<i>ANEXO XIV: Torneado .....</i>	<i>94</i>
<i>ANEXO XV: Perforado de comunicaciones .....</i>	<i>94</i>
<i>ANEXO XVI: Perforado para válvula .....</i>	<i>95</i>
<i>ANEXO XVII: Torneado 1 .....</i>	<i>95</i>
<i>ANEXO XVIII: Torneado 2 .....</i>	<i>96</i>
<i>ANEXO XIX: Torneado de cilindros .....</i>	<i>96</i>
<i>ANEXO XX: Cilindros terminados .....</i>	<i>97</i>
<i>ANEXO XXI: Unión de válvula con émbolos .....</i>	<i>97</i>
<i>ANEXO XXII: Ensamble de émbolos en reservorio .....</i>	<i>98</i>
<i>ANEXO XXIII: Bomba terminada .....</i>	<i>98</i>

## **INFORMACIÓN GENERAL**

**Título:** Diseño y construcción de una bomba hidráulica manual para detectar fisuras en sistemas de presión.

**Tipo de Proyecto:** Proyecto Tecnológico

**Fecha de inicio:** 18 de abril 2022

**Fecha de finalización:** 09 de septiembre del 2022

**Lugar de ejecución:** Pichincha- Quito, Parroquia Guamaní, Av. Pedro Vicente Maldonado y Manuela Sáenz S57.

**Facultad que auspicia:** CIYA

**Carrera que auspicia:** Ingeniería Industrial

**Proyecto de investigación vinculado:** Proyecto formativo o Generativo sí aplica.

### **Equipo de Trabajo:**

- **Tutor:**  
MSc. Herrera Tapia Milton Eduardo.
- **Estudiantes:**  
Cabrera Reinoso Marco Enrique  
Salas Largo David Gabriel

**Área de Conocimiento:** 07 Ingeniería Industrial y Construcción / 071 Ingeniería y profesiones afines / 0715 Mecánica y metalúrgica.

### **Línea de investigación:**

De acuerdo a lo establecido por la Universidad Técnica Cotopaxi la línea de investigación que se emplea en este proyecto es Procesos Industriales.

### **Sub líneas de investigación de la Carrera:**

Investigación de operaciones y tecnología

# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

## **FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**

### **CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

#### **TÍTULO: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA BOMBA HIDRÁULICA MANUAL PARA DETECTAR FISURAS EN SISTEMAS DE PRESIÓN**

**Autores:** Marco Enrique Cabrera Reinoso y David Gabriel Salas Largo

#### **RESUMEN**

El presente proyecto tecnológico se realiza con la finalidad de diseñar y construir una bomba hidráulica manual, la cual tiene la capacidad de detectar fugas o fisuras en sistemas de presión. Su diseño se da mediante la utilización del software SolidWorks, de donde se obtienen planos y simulaciones que permiten ensamblar los componentes de manera virtual y realizar pruebas del funcionamiento así se puede modificar algún elemento antes de construirlo si fuera el caso. La metodología de diseño aplicada en este proyecto es la de Bruce Archer y; las fases utilizadas son Analítica, Creativa y De ejecución. Las alternativas de construcción propuestas, va en función del funcionamiento que puede tener el sistema; las mismas que han sido mejoradas de bombas hidráulicas existentes. El proyecto consta de un sistema de bombeo mediante una palanca que permite el accionamiento vertical del émbolo, este movimiento permite la succión del fluido y a su vez lo empuja hacia que se desee evaluar. Posteriormente se analizó los resultados obtenidos del rendimiento de la bomba y se justificó los procedimientos realizados con cálculos, conceptos teóricos y experimentales. Tras el análisis realizado mediante tablas comparativas, se pudo determinar que la implementación de la bomba hidráulica en talleres de mantenimiento de sistemas de presión, es favorable ya que reduce sus costos operativos y tiempos empleados de manera considerable siendo estos el 75.1% en cuanto a tiempo y 34.5% respecto al costo. Mientras el émbolo menor realiza una fuerza  $x$ , en el émbolo mayor la fuerza se multiplica 56 veces más dicha fuerza es decir es directamente proporcional. Finalmente se propone realizar pruebas de la bomba hidráulica manual inyectando presión en un cilindro, teniendo éxito en dicha evaluación al mantenerse la presión constante verificándolo con la ayuda de un manómetro, esto permite saber que el sistema funciona de manera perfecta. Con el aprovechamiento de la bomba manual se busca tecnificar cada vez más los estándares de calidad de pequeños talleres, en donde se realizan operaciones de mantenimiento de sistemas

de presión tales como: gatos hidráulicos, cajetines de dirección hidráulica, y sistemas hidráulicos en general.

**Palabras clave:** bomba hidráulica, diseño de una bomba, evaluación, metodología de diseño y sistemas de presión.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**  
**FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES**  
**INDUSTRIAL ENGINEERING CAREER**

**TITLE: DESIGN AND CONSTRUCTION OF A HYDRAULIC HAND PUMP FOR CRACK DETENTION IN  
PRESSURE SYSTEMS**

**Authors:** Marco Enrique Cabrera Reinoso and David Gabriel Salas Largo

**ABSTRACT**

The purpose of this technological project was to design and build a hydraulic hand pump, which has the capacity to detect leaks or cracks in pressure systems. Its design is made by using the SolidWorks software, from which plans and simulations are obtained to assemble the components virtually and to perform tests of the operation so that any element can be modified before building it if necessary. The design methodology applied in this project is that of Bruce Archer and the phases used are Analytical, Creative and Execution. The proposed construction alternatives are based on the performance of the system, which have been improved from existing hydraulic pumps. The project consists of a pumping system by means of a lever that allows the vertical drive of the plunger, this movement allows the suction of the fluid and in turn pushes it towards the desired evaluation. Subsequently, the results obtained from the performance of the pump were analyzed and the procedures carried out were justified with calculations, theoretical, and experimental concepts. After the analysis carried out by means of comparative tables, it was determined that the implementation of the hydraulic pump in pressure systems maintenance workshops is favorable since it reduces its operating costs and time employed considerably, 75.1% in terms of time and 34.5% in terms of cost. While the smaller piston performs a force  $x$ , in the larger piston the force is multiplied 56 times more, i.e., it is directly proportional. Finally, it is proposed to test the hydraulic hand pump by injecting pressure into a cylinder, succeeding in this evaluation by keeping the pressure constant and verifying it with the help of a manometer, this permit knowing that the system is working perfectly. With the use of the hand pump, the quality standards of small workshops are becoming more and more technical, where maintenance operations of pressure systems such as hydraulic jacks, hydraulic steering boxes, and hydraulic systems, in general, are performed.

**Keywords:** hydraulic pump, pump design, evaluation, design methodology and pressure systems.

## *AVAL DE TRADUCCIÓN*

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés de la propuesta tecnológica cuyo título versa: “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA BOMBA HIDRÁULICA MANUAL PARA DETECTAR FISURAS EN SISTEMAS DE PRESIÓN**” presentado por: **Marco Enrique Cabrera Reinoso** y **David Gabriel Salas Largo**, egresados de la Carrera de: **Ingeniería Industrial**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, 06 de septiembre del 2022

Atentamente,



Financiación: [www.ute.edu.ec](http://www.ute.edu.ec)  
PATRICIA  
MARCELA CHACON  
PORRAS



CENTRO  
DE IDIOMAS

Mg. Patricia Marcela Chacón Porras  
**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC**  
**C.C: 0502211196**

# **1. INTRODUCCIÓN**

## **1.1 EL PROBLEMA**

Actualmente, cuando una maquinaria ingresa ya sea para su mantenimiento o reparación, no existe un respaldo que pruebe que sus componentes o funcionamiento sea el correcto en los sistemas hidráulicos. La única manera de saberlo es poniéndolo en funcionamiento una vez que se haya terminado el trabajo. Sí el funcionamiento aparentemente es el adecuado, puede entregarse el trabajo.

Con la implementación de una bomba hidráulica manual de pruebas se pretende garantizar que el trabajo y los repuestos utilizados funcionen correctamente con los estándares de fabricación, proporcionando así un mejor servicio y confianza a los clientes. Mediante la comprobación de los componentes hidráulicos también se asegura la optimización del funcionamiento y el ajuste apropiado para una buena instalación dentro de la operación de la máquina.

El presente estudio tiene como objetivo principal desarrollar una nueva forma tecnológica que nos permita detectar posibles fisuras y fugas en sistemas mecánicos e hidráulicos con la finalidad de dar una solución viable al problema.

Entre las ventajas que tiene es lograr entregar una presión constante y ascendente es por ello que es tan común utilizar soluciones mecánicas como son las estaciones reguladoras “bomba hidráulica manual” a su vez se las puede diseñar y construir a costos muy bajos a los que ofrece el mercado.

La principal problemática que pretende abordar este proyecto es el diseño de un sistema fiable, que entregue presión constante y que esta pueda ser verificada fácilmente sin llegar al punto de generar cualquier tipo de problemas en manejo hidráulico de sistemas que sean difíciles de reparar o atender.

En el desarrollo de este trabajo se aplicará los conocimientos adquiridos durante la carrera, lo cual contribuye al perfeccionamiento de competencias necesarias en el ámbito laboral. Conocimientos con los cuales se propone diseñar una máquina cuyas características sean: buen funcionamiento y rendimiento al detectar fisuras en los sistemas hidráulicos.

### **1.1.1 Situación problemática**

Actualmente dentro del mercado industrial, existen herramientas poco fiables al momento de detectar posibles daños dentro de los sistemas hidráulicos, lo que conlleva a enfrentar otros posibles daños que a simple vista no se los puede visibilizar, y por ende pueden detonar posibles complicaciones al término del trabajo.

Ocasionando así pérdida de tiempo, costos más elevados, merma de credibilidad ante el cliente, tiempos de inactividad no programadas en los equipos hidráulicos, entre otras. Incluso los sistemas hidráulicos más robustos sufren desperfectos, muchas de estas son visibles si las condiciones se monitorean adecuadamente. Por tal motivo el presente trabajo pretende diseñar y elaborar una bomba hidráulica manual que permita detectar fisuras en sistemas de presión.

Basado en el mantenimiento técnico hidráulico los síntomas que presentan en el equipo pueden ayudar a detectar estos fallos. El primer ruido anormal, a menudo es causado por aireación o cavitación.

En el Ecuador pocas empresas de prestigio cuentan con bancos de pruebas para detectar fallas en sistemas hidráulicos. Esto debido a su alto costo de adquisición.

No así en microempresas o pequeños talleres. Es por eso que este proyecto propone crear una bomba hidráulica manual cuyo costo es muy inferior a un banco de pruebas eléctrico; la cual permita tecnificar a estos pequeños talleres y puedan realizar pruebas en los distintos sistemas hidráulicos. De este modo podrán ahorrar tiempo y dinero, dar diagnósticos acertados, fácil traslado del equipo a campo y no requiere de electricidad.

### **1.1.2 Formulación del problema**

El diseño y construcción de una bomba hidráulica manual, permitirá comprobar el correcto funcionamiento de sistemas de presión en pequeños talleres de servicios mecánicos e hidráulicos.

## **1.2 OBJETO DE ESTUDIO Y CAMPO DE ACCIÓN**

A continuación se describe de manera concisa lo que se pretende llevar a cabo en propuesta tecnológica, determinando la solución al problema del proyecto propuesto desde el punto de vista objeto de estudio y campo de acción del proyecto.

### **1.2.1 Objeto de estudio**

El objeto de estudio para la propuesta tecnológica se enfoca en el diseño y construcción de una bomba hidráulica para el mantenimiento de sistemas de presión.

### **1.2.2 Campo de acción**

Para optimizar el diagnóstico en sistemas de presión, se propone el Diseño y construcción de una bomba hidráulica, lo cual permitirá realizar diagnósticos dentro de sus propios establecimientos, con la finalidad reducir tiempos y costos, evitando el servicio de prestadores externos.

- 3310.02 Maquinaria Industrial (ver 3313.12 equipos y maquinaria industrial.)
- 3310.03 Procesos Industriales
- 3310.04 Ingeniería de mantenimiento

## **1.3 BENEFICIARIOS**

### **1.3.1 Beneficiarios Directos**

Los beneficiarios directos de este proyecto son las personas que trabajan en el taller donde se realiza la propuesta.

La siguiente tabla presenta los beneficiarios directos:

**Tabla 1.1:** Beneficiarios Directos

<b>BENEFICIARIOS</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Dueño del taller</b>	1
<b>Trabajadores</b>	4
<b>Total</b>	5

### **1.3.2 Beneficiarios Indirectos**

Los beneficiarios indirectos del proyecto serán los clientes que requieren realizar pruebas de presión en este taller.

La siguiente tabla presenta a los beneficiarios indirectos:

**Tabla 1.2:** Beneficiarios Indirectos

<b>BENEFICIARIOS</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Clientes</b>	20
<b>Total</b>	20

## **1.4 JUSTIFICACIÓN**

En la actualidad los pequeños y medianos talleres que realizan el mantenimiento de carácter hidráulico no cuentan con los bancos de prueba que les permita brindar una detección más precisa de los problemas que se pueden encontrar al momento de realizar el trabajo de mantenimiento; puesto que la inversión para contar con esto es muy elevada.

Es por ello que como futuros profesionales se ha considerado la necesidad de tecnificar a esas dependencias, elaborando un producto versátil, funcional, y sobre todo económico, que sea de utilidad al momento de realizar sus diferentes actividades.

De allí, se propone la construcción de una bomba hidráulica manual de pruebas, la misma que permitirá la detección de grietas, poros, fugas, caída de presión en block, carcazas, cilindros, dirección hidráulica, etc. Que permita estar al día con la innovación de la industria, y evitar de esta manera en lo posible las paras innecesarias del proceso, pérdida de tiempo que repercute en la credibilidad ante el cliente, además de la pérdida de dinero, pues si no se brinda un buen servicio se corre el riesgo de perder cartera de clientes.

La importancia del desarrollo de este proyecto radica en dos puntos principales:

La bomba hidráulica permitirá obtener información que permitirá la toma de decisiones idóneas ya sea reparar o reemplazar. Consentirá además saber las causas que originen los inconvenientes a la causa raíz del fallo, para así evitar futuros tiempos de inactividad no programados.

A la vez, permitirá una retroalimentación de los estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi, ya que tendrán una experiencia cercana a como se desarrolla el transporte de fluidos en el campo industrial, además de evaluar, conocer e interactuar con equipos que se ven en la industria, como lo son las bombas, válvulas, manómetros y demás. Las pruebas a realizar en la bomba incluyen medición de caudal, caída de presión por tipo de material, análisis de pérdidas por distintos accesorios en las tuberías paralelas y distinto tipo de material. Permitiéndoles tener una visión más amplia de su perfil ocupacional, para servir a la sociedad.

## **1.5 HIPÓTESIS**

La bomba hidráulica permitirá detectar fugas en sistemas de presión mediante la inyección de un fluido para disminuir costos y tiempos dentro de las operaciones de mantenimiento.

## **1.6 OBJETIVOS**

### **1.6.1 General**

Diseñar una bomba hidráulica manual mediante parámetros específicos para la detección de fugas y fisuras en sistemas de presión.

### **1.6.2 Específicos**

- Elaborar los planos de conjunto y de taller, mediante SolidWorks, para la visualización de cada uno de los componentes que estarán inmersos dentro de la fabricación de la bomba hidráulica manual.
- Fabricar los componentes de la bomba hidráulica siguiendo las especificaciones obtenidas de los planos, para la obtención un ensamblaje correcto.
- Verificar el funcionamiento óptimo de la bomba hidráulica manual a través de ensayos en sistemas averiados para la evaluación de la funcionalidad total, parcial o nula de la misma.
- Implementar la bomba hidráulica en el área de mantenimiento de sistemas de presión para la optimización de tiempos y costos de operación.

### **1.7 SISTEMA DE TAREAS**

Las actividades a realizar con el fin de dar cumplimiento a cada uno de los objetivos específicos se ponen a consideración en la siguiente tabla:

**Tabla 1.3:** Sistema de tareas

Objetivos específicos	Actividades (tareas)	Resultados esperados	Técnicas, Medios e Instrumentos
<p>Realizar los planos de conjunto y de taller, mediante SolidWorks, para la visualización de cada uno de los componentes que estarán inmersos dentro de la fabricación de la bomba hidráulica manual.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificación de los componentes que integran una bomba hidráulica manual.</li> <li>-Especificación de medidas de cada componente.</li> <li>-Diseño de planos de conjunto y taller.</li> </ul>	<p>Planos 2D y 3D.</p>	<p>Computador, software "SolidWorks"</p>
<p>Fabricar los componentes de la bomba hidráulica siguiendo las especificaciones obtenidas de los planos, logrando de tal modo un ensamblaje correcto.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Realización de los cálculos respectivos.</li> <li>-Adquisición de materia prima.</li> <li>-Mecanizado de piezas.</li> </ul>	<p>Ensamble de la bomba</p>	<p>Torneado, fresado, perforado, soldadura. Máquinas herramientas. Calibrador, micrómetro.</p>
<p>Verificar el funcionamiento óptimo de la bomba hidráulica manual a través de ensayos en sistemas averiados para la evaluación de la funcionalidad total parcial o nula de la misma.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pruebas de funcionamiento</li> </ul>	<p>Funcionamiento deficiente o eficiente.</p>	<p>Observación Manómetro</p>
<p>Implementar la bomba hidráulica en el área de mantenimiento de sistemas de presión para la optimización de tiempos y costos de operación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Toma de tiempos</li> <li>-Comparación de costos</li> </ul>	<p>Tabla comparativa de costos y tiempos</p>	<p>Observación, Cronómetro</p>

## 2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

El desarrollo de este capítulo está orientado al entendimiento del funcionamiento de las bombas hidráulicas, las ventajas y desventajas, los beneficios que pueden tener los pequeños talleres al momento de realizar sus diferentes actividades; al contar con esta herramienta.

### 2.1 ANTECEDENTES

Una bomba hidráulica no es más que un generador encargado de convertir la energía (normalmente energía mecánica) en energía hidráulica del fluido desconcertante que mueve (líquidos, mezclas líquidas, etc.) y sólido, como el hormigón antes de fraguar). [1]

Las bombas hidráulicas fueron creadas por los mesopotámicos alrededor del año 3000 AC, se construyeron con ruedas hidráulicas y rampas, usaban animales para usar la energía necesaria para mover las ruedas. Tiempo después, mesopotámicos similares inventaron una palanca de madera junto al banco, con un contrapeso en un extremo y un balde en el otro. Al empujar la palanca hacia abajo, el contrapeso levanta el cucharón y lo vuelca en la tolva. [2]

Hidráulica deriva del griego *hidráulico*, que se refería a un tipo de órgano musical impulsado por agua. Se compone del prefijo *hydor*, que significa "agua", y *aulos*, que representa "flauta". Los romanos, posteriormente, usan el adjetivo latín *hydraulicus-a-um* para referirse a las máquinas impulsadas por el agua. [3]

Los líquidos incompresibles pueden ser líquidos o mezclas de líquidos y sólidos, como hormigón precurado o pulpa. Al aumentar la energía de un fluido, aumentamos su presión, velocidad o altura, todo ello relacionado con el principio de Bernoulli. Generalmente, las bombas se utilizan para aumentar la presión de un fluido añadiendo energía a un sistema hidráulico, para mover el fluido de una zona de menor presión o altitud a otra zona de menor presión o mayor altitud. [4]

Existe una ambigüedad en la utilización del término bomba, ya que generalmente es utilizado para referirse a las máquinas de fluido que transfieren energía, o bombean fluidos incompresibles, y por lo tanto no alteran la densidad de su fluido de trabajo, a diferencia de otras máquinas como lo son los compresores, cuyo campo de aplicación es la neumática y no la hidráulica. Pero también es común encontrar el término bomba para referirse a máquinas que bombean otro tipo de fluidos, así como lo son las bombas de vacío o las bombas de aire. La primera bomba conocida fue descrita por Arquímedes y se conoce como tornillo de

Arquímedes, descrito por Arquímedes en el siglo III AC, aunque este sistema había sido utilizado anteriormente por *Senaquerib*, rey de Asiria en el siglo VII AC. [5]

Las bombas hidráulicas a través del tiempo han sufrido modificaciones tanto en su diseño como en su construcción con la finalidad de mejorar su eficiencia. Con la tecnología actual es posible fabricar impulsores mucho más grandes y optimizar su trabajo pasando de la fuerza mecánica a la fuerza motriz a costos muy elevados.

De ahí parte la necesidad de proponer el diseño y construcción de bombas manuales. Por lo tanto, fue necesario analizar todos los factores hidráulicos que afecta a la eficiencia del sistema para poder así diseñar una bomba que cumpla con la mayoría de requerimientos, parámetros y especificaciones con el objetivo de buscar el rendimiento óptimo de la misma.

## **2.2 MARCO REFERENCIAL**

Los diseñadores, fabricantes de motores y vehículos frecuentemente necesitan realizar medidas del desempeño y mejoras en el rendimiento. En diversas ocasiones, estos cambios y mejoras son muy diminutas que se hace muy importante el uso de instrumentación específica para apreciarlo. Para llevar a cabo esta función se hace necesario el uso de un instrumento que se integran en un montaje conocido con el nombre de banco de potencia, sin embargo, la manera más correcta de llamarlo es la de dinamómetro.

En base a este antecedente se propone el diseño y construcción de una bomba hidráulica manual, que permita brindar una eficiente detección de problema dentro de un sistema de presión; para esto se emplean procesos de fabricación y herramientas adecuadas, con las recomendaciones de los fabricantes de los equipos y siguiendo todos los parámetros establecidos en los planos elaborados para la materialización del proyecto.

Debido al alto costo de equipos especializados para la detección de fugas y fisuras, muchos talleres de la localidad se ven en la necesidad de acudir a un tercer ente que cuente con este banco de pruebas, sin embargo, se debe considerar también que los gastos a los que se debe incurrir, hacen de esta tarea más cara.

Por ello nace la idea de construir una bomba hidráulica manual que permita a estos talleres contar con una herramienta para realizar esta actividad sin salir de sus puestos de trabajo, y a

la vez optimizando el tiempo y costo del diagnóstico de las piezas que se encuentran defectuosas.

La bomba hidráulica se puede desarrollar con materiales accesibles, fáciles de encontrar, y que el precio no es elevado.

### **2.2.1 Bomba Hidráulica**

El principio de Pascal menciona que la presión ejercida sobre un líquido encerrado en un recipiente se transmite íntegramente a todos los puntos del líquido. Con lo antes mencionado un sistema hidráulico podría ser: la presión aplicada en un punto del sistema se transmite a todo el líquido a través de los conductos que vinculan el elemento donde se ejerce la presión con el elemento que utiliza esa presión. [6]

La definición de presión (fuerza/superficie) y el principio de Pascal son los conceptos que justifican el efecto multiplicador de fuerzas transmitidas por presión en un sistema hidráulico. Para realizar cualquier tipo de sistema hidráulico es indispensable conocer los principios físicos como Pascal ya que en estos se basarán los cálculos por los cuales se conocerán las presiones máximas que entregara el sistema. [6]

Menciona que estos sistemas son de gran facilidad para obtener avances o desplazamientos lentos y adecuados para el mecanizado con máquina herramienta, además tiene la posibilidad de aumentar la presión de funcionamiento y obtener las fuerzas elevadas que necesitan ciertas máquinas.

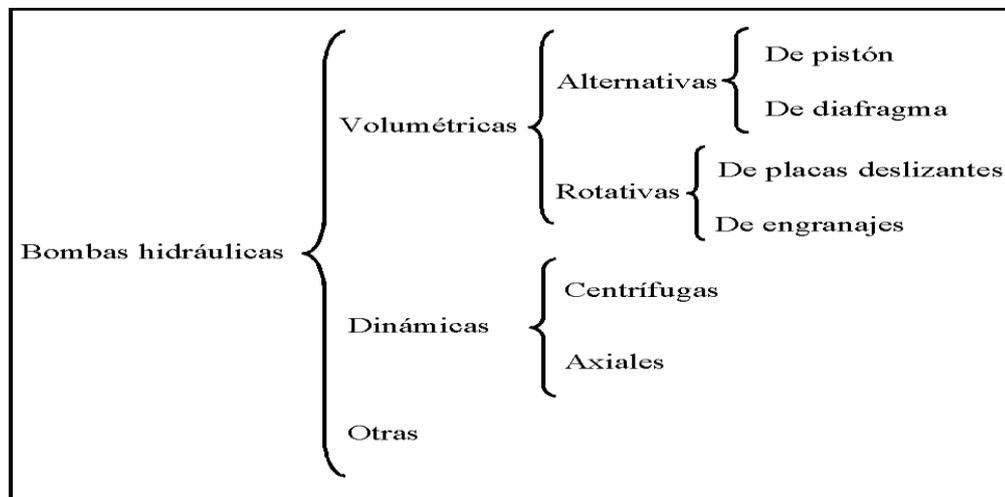
Una bomba hidráulica es un dispositivo que recibe potencia mecánica de un motor eléctrico. El impulsor transfiere esta energía al fluido que lo atraviesa. Esta máquina sirve para el transporte de fluidos a través de tuberías la cual transforma la energía. La rotación del impulsor en la bomba crea un vacío, la misma que produce succión que facilita la entrada del fluido en una bomba; dentro de una bomba, la velocidad del fluido aumenta. Este fluido que aporta con velocidad y energía en forma de energía cinética dicha energía se expande en difusor, convirtiendo energía, cuando se reduce la velocidad del líquido, la energía cinética se convierte en energía de presión. [7]

Los sistemas hidráulicos pueden ser simples o compuestos, consiguen operar a altas temperaturas (por ejemplo 60°C) , altas presiones y ciclos rápidos se comportan como los

circuitos neumáticos, excepto en el tocante a su principal propiedad la incompresibilidad del fluido, esto hace que estos sistemas tengan una gran facilidad para obtener avances o desplazamientos lentos adecuados para el mecanizado con máquinas herramientas, además cuentan con la posibilidad de aumentar muchísimo la presión de funcionamiento y obtener fuerzas elevadas que necesitan ciertas maquinas como la prensa hidráulica. Este tipo de sistemas son muy utilizados en la actualidad debido a sus factores tales como: [8]

- **Simplicidad.** Hay pocas piezas en movimiento (bombas, motores, cilindros)
- **Flexibilidad.** El aceite se adapta a las tuberías y transmite la fuerza como si fuera una barra de acero.
- **Tamaño.** Son pequeños comparados con sistemas mecánicos y eléctricos a igual potencia.
- **Seguridad.** Brindan altos índices de seguridad, salvo algún peligro de incendio en ciertas instalaciones.
- **Multiplicación de fuerza.** Principio muy usado para prensas hidráulicas.

### 2.2.2 Clasificación de las bombas



**Figura 2.1:** Clasificación de las bombas [9]

### **2.2.2.1 Bombas Volumétricas**

Las bombas volumétricas se caracterizan por realizar un vaivén para impulsar los fluidos. Aprovechan la variación de volumen para aspirar o empujar el agua. Estas deben tener un mantenimiento periódico para que su duración sea por más tiempo, sobre todo se las utiliza para mover fluidos de mayor densidad. [10]

### **2.2.2.2 Bombas Volumétricas alternativas**

La bomba está constituida por un cilindro el mismo que es el mecanismo de desplazamiento, el fluido es elevado por un cilindro que activa una válvula de entrada hasta otra válvula que es la de salida. [10]

### **2.2.2.3 Bombas Volumétricas Rotativas**

Estas bombas de traslado positivo, El bombeo produce una rotación uniforme en los lóbulos, se crea un vacío en el lado de espiración y causa un efecto suave para aspirar grandes partículas. [10]

### **2.2.2.4 Bombas Dinámicas**

Esta bomba es una máquina en la que se pone energía continua para que aumente la velocidad y presión del fluido de esta manera la velocidad del fluido genera energía de presión, puede ser al mismo nivel o a diferentes niveles. En esta bomba la presión dinámica es mejor que el desplazamiento positivo. [10]

## **2.2.3 Como funciona un sistema hidráulico**

Ahora que conocemos que la presión hidráulica se basa en el principio de Pascal, podemos conocer la construcción y funcionamiento del sistema hidráulico, dicho sistema consta de dos cilindros que se llenan con un fluido. El fluido presente en el interior de los dos cilindros suele ser aceite; este fluido se llena en el cilindro más pequeño, también conocido como cilindro esclavo, luego se inserta un pistón en el cilindro esclavo y se aplica presión, dicha presión aplicada hace que el fluido se mueva a través de una tubería hacia un cilindro más grande. [11]

El cilindro más grande se llama cilindro maestro, la presión ejercida sobre el cilindro maestro y el pistón del cilindro maestro empuja el fluido hacia el cilindro auxiliar. La fuerza ejercida sobre el líquido por el cilindro auxiliar se convierte en una gran fuerza, que es ejercida por el cilindro maestro. Los sistemas de circuitos hidráulicos funcionan de manera similar a la teoría de circuitos eléctricos, utilizando elementos lineales y discretos. Circuito hidráulico comúnmente utilizado en procesamiento químico (sistema de flujo).

Los sistemas hidráulicos usan bombas para empujar el fluido hidráulico a través del sistema para generar energía hidráulica; el fluido pasa a través de las válvulas y fluye hacia el cilindro, donde la energía hidráulica se convierte nuevamente en energía mecánica; Las válvulas ayudan a dirigir el flujo de fluido y reducen la presión cuando es necesario. El eje de salida transmite movimiento o fuerza, pero todos los demás componentes ayudan a controlar el sistema. El almacenamiento/depósito de líquido es un lugar donde el líquido se utiliza como medio de transmisión. [12]

El fluido utilizado es generalmente aceite incompresible de alta densidad, que se filtra para eliminar el polvo o cualquier otra partícula indeseable y luego se bombea mediante una bomba hidráulica. La capacidad de la bomba depende del diseño del sistema hidráulico. Por lo general, estas bombas entregan un volumen constante con cada revolución del eje de la bomba, de modo que la presión del fluido puede aumentar indefinidamente en el punto muerto del pistón hasta el punto en que el sistema falla. El regulador de presión actúa sobre el circuito para evitar situaciones en las que el exceso de líquido se desvíe al depósito. [13]

Se menciona que el movimiento del cilindro está controlado por una válvula el cual controla el flujo del líquido. La línea de presión de fluido permite que el pistón se mueva hacia arriba y hacia abajo, además de evitar el flujo de fluido. Otra característica importante de la operación del sistema hidráulico es el uso de tuberías cerradas en términos de seguridad y riesgos ambientales.

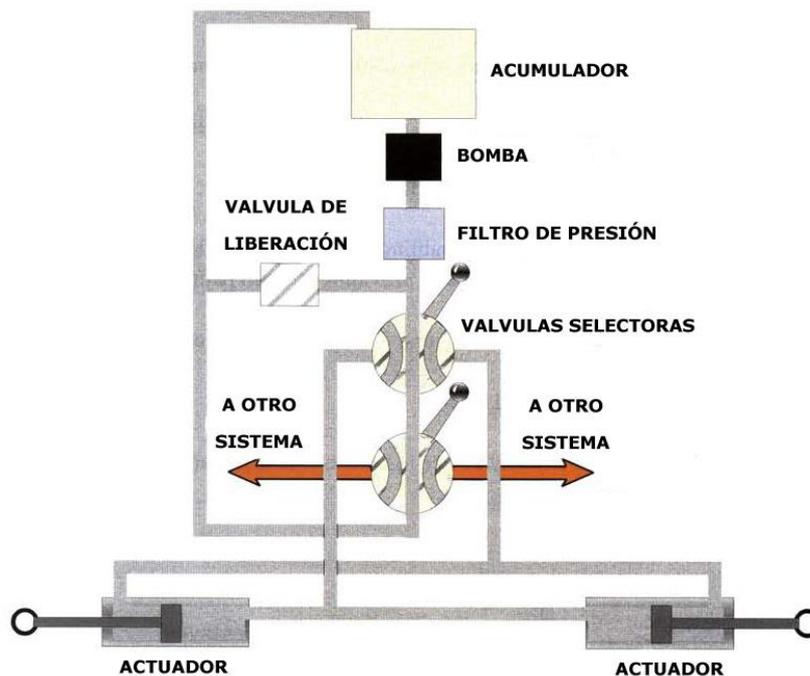
#### **2.2.4 Componentes hidráulicos básicos**

Muchos de los sistemas hidráulicos se estructuran de cinco componentes mecánicos básicamente:

- **Bombas:** son las que transmite energía mecánica a la energía hidráulica, esto se hace por el movimiento del fluido que es el medio de transmisión. La energía mecánica se convierte en energía hidráulica mediante el caudal y la presión de una bomba hidráulica.
  - **Válvulas:** se utilizan en un sistema para arrancar, detener y dirigir el flujo de fluido. Las válvulas hidráulicas están compuestas de paletas o carretes y pueden ser accionadas por medios neumáticos, hidráulicos, eléctricos, manuales o mecánicos.
  - **Depósitos:** tiene la finalidad de retener un volumen de fluido, transferir calor del sistema, permitir que los contaminantes sólidos se asienten y facilitar la liberación de aire y humedad del fluido.
  - **Cilindros:** es un mecanismo que convierte la energía almacenada en el fluido hidráulico en una fuerza utilizada para mover el cilindro en una dirección lineal. También tiene muchas aplicaciones y puede ser de simple o doble efecto.
  - **Motores:** La conversión de la presión y el flujo hidráulico en par (o fuerza de torsión) y luego en rotación es la función de un motor hidráulico, que es un actuador mecánico.
- [14]

No importa que tan sofisticado se vuelva el sistema, el fluido hidráulico lleva a cabo en él cuatro funciones simples:

- Transmitir potencia, lubricar bomba, válvulas y sellos.
- Proteger el sistema removiendo contaminantes (Humedad, suciedad, calor, aire)
- Sellar con los componentes internos.



**Figura 2.2:** Esquema de sistema hidráulico [15]

### 2.2.5 Principales usos de una bomba hidráulica manual

En referencia a las aplicaciones más comunes de la bomba hidráulicas manual se puede mencionar:

- Prensas de taller y equipos portátiles que transmiten una fuerza hacia los cilindros de ariete sencillo.
- En cualquier instalación se las emplea para apretar, ajustar y enderezar a presión. Debido a esto se suele encontrarlas en los sistemas hidráulicos (montacargas, gatos hidráulicos, etc.)
- Generalmente, este tipo de bombas se las utiliza para aumentar la presión de un líquido, ya sea esta agua o aceite, mediante la aplicación de energía; permitiendo así que dicho fluido se mueva de una zona de mejor presión hacia otra de mayor presión.

El principio de funcionamiento de una bomba hidráulica se basa en crear en la entrada de la bomba un vacío, forzando el líquido de un depósito a una línea de entrada y a la bomba. La acción mecánica transporta el líquido a la salida de la bomba y, al hacerlo, lo introduce en el sistema hidráulico. [16]

### **2.2.6 Ventajas del sistema hidráulico**

- Un sistema hidráulico es un eficiente transmisor de potencia por muchas razones. En primer lugar, sus sencillas palancas. Esto también permite la precisión del control. Además, debido a que es un sistema simple, sin engranajes, poleas o palancas incómodas, se adapta fácilmente a un enorme rango de pesos.
- Proporciona una fuerza constante, independientemente de los cambios de velocidad.
- En su mayor parte, los sistemas hidráulicos son simples, seguros y económicos porque utilizan menos piezas móviles en comparación con los sistemas mecánicos y eléctricos, lo que hace que sean más fáciles de mantener.
- Los sistemas hidráulicos son seguros de usar en plantas químicas y minas porque no causan chispas. [17]

### **2.2.7 Desventajas del sistema hidráulico**

- Hay que tener cuidado al manipular fluidos hidráulicos, ya que demasiada exposición puede causar problemas de salud.
- Los fluidos hidráulicos también son corrosivos, pero algunos tipos lo son menos que otros. Por ejemplo, hay dos tipos principales de líquido de frenos disponibles para bicicletas de montaña hidráulicas: el líquido DOT y el aceite mineral. Debido a sus propiedades anticorrosivas, es menos probable que el aceite mineral destruya la pintura de una motocicleta.
- Para mantener su sistema hidráulico en perfecto estado, hay que revisarlos periódicamente en busca de fugas, lubricarlos cuando sea necesario y cambiarle los filtros y sellos. [18]

### **2.2.8 Modos de fallo en las bombas hidráulicas**

La industria continúa evolucionando e introduce medios cada vez más sofisticados para reducir el tiempo de inactividad no programado, así, se requiere disciplina para garantizar que no se pierdan los fundamentos en la resolución de problemas y el análisis de fallos. Agregar

dispositivos para monitorear las condiciones de operación no resuelve demasiado, sino que añaden explicaciones y comentarios a las diferentes situaciones originadas en el funcionamiento del equipo. [19]

Al término de una reparcelación; la información que se logra obtener no debe ser nunca subestimada. Así, esta información debe ser considerada un componente crítico en cualquier estrategia de reducción del tiempo de inactividad, ya que puede ofrecer información valiosa para tomar decisiones; reparar o remplazar.

Un análisis adecuado del modo de fallo se vuelve fundamental para resolver las dificultades que surjan.

Se puede mencionar como los fallos más comunes los siguientes:

**Tabla 2.1:** Fallas comunes [20]

<p><b>Contaminación del lubricante hidráulico</b></p>	<p>Una de las principales causas de muchas fallas en equipos hidráulicos es la contaminación del fluido hidráulico. Es fundamental asegurarse que tanto fluido como componentes se encuentren totalmente limpios antes de su uso. La contaminación en el sistema obliga el desgaste de componentes, lo que da como resultado fallas en el sistema hidráulico y daño en sus accesorios</p>
<p><b>Envejecimiento Térmico de mangueras hidráulicas</b></p>	<p>El sobrecalentamiento de una manguera hidráulica ocasiona expansión térmica y a su vez el envejecimiento prematuro de los componentes internos de la misma. Su instalación debe ser correcta ya que al no hacerlo pueden sufrir desperfectos sus juntas “roscas” y por ende pérdidas de presión.</p>
<p><b>Abrasión general</b></p>	<p>Muchos fabricantes producen mangueras anti desgaste que incluyen características mejoradas de resistencia a la abrasión. Se deben instalar de tal manera que minimice su contacto con otros componentes del sistema, también se deben tomar en cuenta que no se froten con otra manguera en el momento del uso ya que producen una abrasión excesiva y causara fallas.</p>
<p><b>Profundidad de inserción incorrecta</b></p>	<p>Uno de los errores más comunes es causado por empalmes que no se insertan a la profundidad adecuada, lo que compromete la conexión, exponiendo al operador del sistema a una condición peligrosa.</p>

- **Aireación.** Aparece cuando el aire contamina el fluido. El aire hace un ruido muy notorio a manera que se comprime y se descomprime a través de un sistema. Produce espuma en el fluido la cual daña componentes y disminuye lubricación esto provoca que el fluido se caliente y sellos y retenedores.
- **Cavitación.** Se produce cuando el volumen del fluido exigido por cualquier parte del circuito supera el volumen del líquido suministrado, esto hace que la presión absoluta en esa parte del circuito caiga por debajo de la presión de vapor del fluido. Esto resulta en la formación de cavidades de vapor dentro del fluido que explotan cuando se comprimen causando un característico ruido de golpeteo, que conlleva a consecuencias graves en el sistema.
- **Fluido.** En casos extremos la cavitación puede causar fallas mecánicas en los componentes del sistema.

## 2.3 MECÁNICA DE FLUIDOS

### 2.3.1 Definición

Es una rama de la física que trata tanto de los cuerpos en reposo (estática), como también de aquellos que se encuentran en movimiento (dinámica) debido a la intervención de una fuerza.

Entonces se podría definir como la ciencia que estudia el comportamiento de los fluidos, ya sean que estos se encuentren en reposo o en movimiento además de la interacción de estos con los sólidos o con otros fluidos.

La mecánica de fluidos se divide en varias categorías:

- **Hidrodinámica.** Es el estudio del movimiento de fluidos que son prácticamente incompresibles (como los líquidos, en especial el agua y los gases a bajas velocidades)
- **Hidráulica.** Estudia los flujos de líquidos en tubos y canales abiertos.
- **Dinámica.** Trata del flujo de fluidos que sufren cambios significativos en la densidad, como el flujo de gases a través de conductos a altas velocidades.
- **Aerodinámica.** se ocupa del flujo de gases (en especial del aire) sobre cuerpos como aviones, cohetes y automóviles a altas o bajas velocidades.

- **La meteorología.** la oceanografía y la hidrología tratan de flujos que ocurren de manera natural. [21]

### 2.3.2 Áreas de aplicación de la mecánica de fluidos

La mecánica de fluidos es ampliamente empleada en la vida cotidiana del ser humano así también en el diseño de modernos sistemas de ingeniería. Se puede observar su empleo desde cosas tan simples como por ejemplo dentro del cuerpo humano el bombeo de la sangre desde el corazón a través de las venas y las arterias.

Otro ejemplo claro tenemos en una casa común lo podemos detectar en la tubería para el agua, el gas natural, y las aguas de desecho están diseñados en forma fundamental sobre los conocimientos de mecánica de fluidos.

A una escala más amplia, la mecánica de fluidos desempeña una parte importante en el diseño y análisis de aviones, barcos, submarinos, cohetes, motores de propulsión a chorro, turbinas de viento, aparatos biomédicos, sistemas de enfriamiento de componentes electrónicos y ductos de transporte de agua, petróleo crudo y gas natural. También se considera para el diseño de edificios, puentes e incluso de vallas publicitarias para asegurar que las estructuras puedan soportar la intensidad del viento. Numerosos fenómenos naturales como el ciclo de lluvias, los patrones meteorológicos, la elevación del agua del suelo hasta la punta de los árboles, los vientos, las olas del océano y las corrientes en las grandes masas de agua también son regidos por los principios de la mecánica de fluidos. [22]



**Figura 2.3.:** Aplicaciones de la mecánica de fluidos [22]

## **2.4 FLUIDO**

### **2.4.1 Definición**

Se menciona que el aceite o fluido hidráulico es un líquido transmisor de potencia que se utiliza para transformar, controlar y transmitir los esfuerzos mecánicos a través de una variación de presión o de flujo. Generalmente los fluidos hidráulicos son usados en transmisiones automáticas de automóviles, frenos; vehículos para levantar cargas; tractores; niveladoras; maquinaria industrial; y aviones. Algunos fluidos hidráulicos son producidos de petróleo crudo y otros son manufacturados.

Un fluido hidráulico de base petróleo usado en un sistema hidráulico industrial cumple muchas funciones críticas. Debe servir no sólo como un medio para la transmisión de energía, sino como lubricante, sellador, y medio de transferencia térmica. Además, debe de maximizar la potencia y eficiencia minimizando el desgaste del equipo. [23]

### **2.4.2 Características de los fluidos Hidráulicos**

En principio, cualquier líquido es apropiado para transmitir energía de presión. No obstante, el líquido utilizado en un sistema hidráulico tiene que cumplir con ciertas condiciones adicionales, por lo que no hay muchas alternativas. El agua que pudiera ser una solución fácil y barata para usarse en estos casos genera problemas de corrosión, ebullición, congelación y viscosidad. Los líquidos elaborados en base a aceites minerales (también llamados aceites hidráulicos) cumplen con prácticamente todos los requisitos normales que se plantean, por ejemplo, en las máquinas-herramientas. En consecuencia, son los más difundidos en los sistemas hidráulicos.

Tratándose de sistemas hidráulicos utilizados en zonas de mayor peligro de incendio, como, por ejemplo:

- En la minería.
- En máquinas de fundición bajo presión.
- En prensas de forja.
- En sistemas de regulación de turbinas de plantas eléctricas.
- En plantas siderúrgicas y trenes de laminación.

Es necesario utilizar líquidos difícilmente inflamables. Todas estas aplicaciones albergan el peligro de provocar un incendio si un fluido de aceite mineral escapa por una fuga o rotura de conducto y entra en contacto con partes metálicas muy calientes. [24]

### 2.4.3 Funciones de los fluidos

Los fluidos utilizados en sistemas hidráulicos tienen que cumplir funciones muy diversas tales como:

- Transmitir la presión.
- Lubricar las partes móviles de los equipos.
- Refrigerar, es decir, derivar el calor producto de la transformación de energía (pérdidas de presión).
- Amortiguar vibraciones causadas por picos de presión.
- Proteger contra la corrosión.
- Eliminar partículas abrasivas.
- Transmitir señales. [25]

### 2.4.4 Propósitos del fluido

El fluido hidráulico tiene cuatro finalidades principales:

- **Transmitir potencia:** Como medio de transmisión de potencia, el líquido debe fluir con facilidad a través de las líneas y orificios de los elementos; la excesiva resistencia al flujo crea pérdidas de potencia considerables. El fluido debe ser también tan incompresible como sea posible, a fin de que cuando se arranque una bomba o se cambie de posición una válvula, la acción sea instantánea.
- **Lubricación de las piezas móviles:** En la mayoría de los elementos hidráulicos, la lubricación interna la proporciona el fluido: los elementos de la bomba y otras piezas sujetas a desgaste deslizan entre sí con una película de aceite de por medio. A fin de que el elemento tenga una larga duración el aceite debe contener los aditivos necesarios para garantizar buenas características contra el desgaste; no todos los aceites hidráulicos contienen dichos aditivos, sin embargo, existe una nueva generación de aceites hidráulicos industriales que contienen las cantidades adecuadas de aditivos

contra el desgaste y que además proporcionan una buena antiemulsividad y protección contra la oxidación. Comúnmente se les conoce como aceites hidráulicos del tipo anti-desgaste. La experiencia ha demostrado que los aceites de viscosidad 10W y 20W de la SAE, del tipo "MS" que se utilizan en la lubricación de motores de automóvil. Según se describen en la clasificación de Servicios del API y que cumplen con los requisitos de los fabricantes de motores en cuanto a las Pruebas Secuenciales en motores de la ASTM, resultan excelentes para el servicio hidráulico pensado cuando no se trabaja en presencia de agua o con muy poca de ella. El único efecto adverso es que sus aditivos "detergentes" tienden a mantener el agua en una estrecha emulsión que evita la separación del agua aun dejándolos reposar durante largo tiempo. Se debe mencionar que hasta la fecha se han experimentado muy pocos problemas con el uso de estos aceites automotrices en los sistemas de maquinaria hidráulica. La condensación normal no ha representado dificultad alguna. Los aceites "MS" son altamente recomendables para los sistemas hidráulicos de equipo móvil.

- **Sellamiento de las tolerancias entre una y otra pieza:** en muchos casos, el fluido es el único sello contra la presión en el interior de un componente hidráulico. Por lo tanto, son el estrecho ajuste mecánico y la viscosidad del aceite los factores que determinan el porcentaje de fuga que existirá. [26]
- **Enfriamiento:** la circulación del aceite a través de las líneas y alrededor de las paredes del depósito, hace que ceda el calor que se genera en el sistema.

#### 2.4.5 Requisitos de calidad del fluido

Además de estas funciones primarias, al fluido hidráulico se le puede exigir un gran número de otros requisitos de calidad. He aquí algunos de ellos:

- Evitar la oxidación.
- Evitar la formación de sedimentos, gomosidades y barnices.
- Inhibir la espuma.
- Mantener su propia estabilidad y, por ende, reducir el costo de cambio de aceite.
- Mantener un cuerpo relativamente estable en todo un amplio porcentaje de temperaturas.
- Evitar la corrosión y la picadura.
- Separar el agua.

- Compatibilidad con sellos y empaques.

Estos requisitos de calidad son a menudo resultado de composiciones especiales y pueden no estar presentes en todos los fluidos. Veamos ahora aquellas propiedades de los fluidos que les permiten llevar a cabo sus funciones primarias y cumplir al mismo tiempo con todos o cierta parte de los requisitos de calidad como la Viscosidad la cual es la medida de la resistencia de un fluido que fluye; o bien, la medida inversa de su fluidez , si un líquido fluye con facilidad, su viscosidad es baja, se puede decir también que el fluido es delgado o que tiene poco cuerpo; un líquido que fluye con dificultad posee una alta viscosidad, se dice que es grueso o de mucho cuerpo. [27]

La alta viscosidad es deseable para mantener un sellamiento entre las superficies que encajan entre sí, sin embargo, si la viscosidad es demasiado alta o demasiado baja se presentan los problemas que a continuación se mencionan. [27]

Cuando la viscosidad es demasiada alta aumenta la fricción, lo cual da como resultado:

- Alta resistencia al fluido.
- Aumento en el consumo de potencia, debido a las pérdidas por fricción.
- Alta temperatura, originada por la fricción.
- Aumento en la caída de presión, debido a la resistencia.
- La posibilidad de una operación perezosa o definitivamente lenta.
- Dificultad para separar el aire del aceite en el depósito. [27]

Cuando la viscosidad es demasiado baja se tienen los siguientes problemas:

- Aumentan las fugas internas.
- Puede haber desgaste excesivo e incluso atascamiento bajo fuertes cargas, debido al rompimiento de la película de aceite que existe entre las piezas móviles.
- Puede disminuir la eficiencia de la bomba, ocasionando lentitud en la operación del actuador. Al existir pérdidas por fugas aumenta la temperatura. [27]

## **2.5 Sellos mecánicos**

Un sello mecánico es un dispositivo que permite unir sistemas o mecanismos, evitando la fuga de fluidos conteniendo la presión o no permitiendo la contaminación.

La eficiencia del sellado reside principalmente en la adhesividad en el caso de sellos o retenedores y de la presión en el caso de los casquillos.

Un sello estático es aquel que no desliza de forma habitual sobre sí mismo, evitando desgaste intenso de caras de roce rígidas. [28]



**Figura 2.4:** Sello mecánicos [29]

### 2.5.1 Como se conforma un sello mecánico

Un sello mecánico se conforma principalmente de las siguientes partes:

- Caras mecánicas del sello.
- Anillo de cuña para cada cara del sello mecánico.
- Anillos de collarín, retenedores de soporte.
- Resortes (asegura que se mantenga el contacto entre las caras en todo momento). [30]

### 2.5.2 De que material están conformados las caras de roce de un sello mecánico

Las combinaciones de sus caras son muy amplias, pero siempre es una combinación de materiales, para evitar problemas de adherencia entre dos caras de roce del mismo material como: carbón, cerámica, nitrilo, silicón, vitón, etc. [30]

## **2.6 Diseño 3D**

### **2.6.1 Definición**

El diseño en 3D, no es sino un conjunto de técnicas que permite al usuario proyectar en tres dimensiones. Considerado como el primer paso al momento de concebir la idea para un objeto, construcciones y piezas tridimensionales antes de elaborarlas. [31]

Antes de la aparición de los computadores, tanto los diseñadores industriales, arquitectos e ingenieros necesitaron de planos técnicos, manejo de geometría descriptiva, que a su vez requería de maquetas o modelados a escala para proyectar sus proyectos. Hoy en día con la aparición de los gráficos asistidos por computadores esta tarea se ha hecho más rápida y fácil de realizar. [32]

Uno de los primeros programas de diseño 3D en aparecer fue el AutoCAD, el cual en sus previas versiones proyectaba desde los planos técnicos, y de a poco fue ampliando su abanico de beneficios, permitiendo así visualizar los proyectos ideados desde el papel en un entorno 3D.

Este hecho cambió las normas del juego ocasionando que empezara una nueva disciplina y campo profesional, el de los modeladores y diseñadores 3D.

Hoy en día son innumerables las disciplinas y profesiones que requieren de la técnica del diseño 3D, entre ellas: la arquitectura, la ingeniería, el diseño industrial, la animación 3D, la geometría descriptiva y el diseño gráfico, entre otras, incluso las artes plásticas se aproximan a la tridimensional de varias maneras. [33]

En el campo de la ingeniería, el diseño 3D es con frecuencia usado para generar simulaciones, con las cuales se pueda medir el impacto de determinados procesos bajo ciertas variables para así evitar riesgos en la ejecución del proyecto real.

### **2.6.2 Importancia del modelado 3D en la industria**

Ciertamente, el modelado 3D fundamental para el desarrollo y la optimización de un proyecto, así como para la definición de los procesos de fabricación y de marketing. En lo que concierne a su esencia, el modelo 3D es un prototipo virtual que permite ejecutar un análisis dimensional de sus piezas con mucha más precisión, verificando así, todos sus detalles. [34]

Mediante el modelado 3D, se logra simular el funcionamiento de sistemas montados. Así mismo, se puede predecir y corregir posibles problemas de funcionamiento y aún, planear el proceso de fabricación. Por lo tanto, gracias al modelado 3D, es posible realizar un proyecto, anunciarlo y fabricar de acuerdo con la demanda. [34]

Se observa que, la posibilidad de crear un prototipo tridimensional impacta diferentes sectores organizacionales este, incluso, ocasiona importantes cambios a nivel estratégico.

En este sentido, el desarrollo de un objeto virtual se ha transformado en un poderoso diferencial de las industrias que buscan mejorar sus procesos operacionales, mantenerse alineadas con las tendencias del mercado y atentas a las nuevas demandas del consumidor.

### **2.6.3 Beneficios más importantes del modelado 3D**

Cada vez se emplea más en la industria, ya sea para fines de prototipo como para la fabricación de productos finales; dentro de sus principales beneficios se pueden mencionar los siguientes:

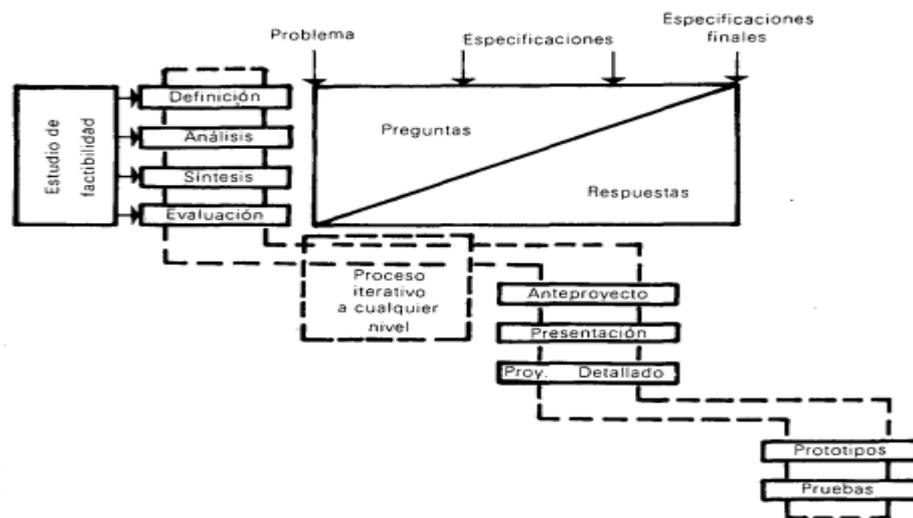
- **Disminuye el tiempo de desarrollo:** Agiliza el diseño del objeto, no poseen la imprecisión del movimiento humano y señalan errores tan pronto como sean detectados.
- **Reduce los costos:** El avance tecnológico es nítido haciendo que la máquina reemplace el trabajo humano en gran parte del proceso del rubro. Permite la reducción de gastos por salarios de empleados, mejorando así la rentabilidad del negocio.
- **Proyectos más precisos:** Es la combinación perfecta entre calidad y rapidez al momento de elaborar un proyecto, puesto que todo el proceso se lo puede controlar mediante los recursos disponibles en el software.
- **Permite realizar pruebas:** Al término de un proyecto, y gracias a un sistema de modelado 3D se puede efectuar pruebas bajo situaciones que, a menudo, superan las condiciones reales, aportando así seguridad al proyecto.
- **Orienta la documentación del proyecto:** La documentación de un producto tridimensional, permitirá a la industria crear un inventario de producción con el fin de dejar una reproducción del producto con extrema fidelidad.

En la actualidad, es posible verificar la resistencia de piezas mecánicas y esfuerzos como compresión, tracción, torsión, flexión e incluso, verificar cómo es la transmisión de calor en el

componente. Estos análisis virtuales permiten, consecuentemente, predecir la vida útil del equipo y su eficiencia en la ejecución de los procesos para los que está siendo desarrollado. [35]

#### 2.6.4 Diseño hidráulico y mecánico

Según, *Guillermo García* “La resolución de problemas de diseño es todo un proceso que comienza con el análisis de necesidades de donde se obtienen especificaciones preliminares y donde el mayor trabajo consiste en formular preguntas”. Este proceso posee un carácter interactivo ya que durante el mismo se descubren nuevos datos o perspectivas. Todas las fases del proceso a excepción de la fase creativa, necesitan de bastante información. [36]



**Figura 2.5:** Fases del proceso de diseño de piezas mecánicas [37]

Con esta forma de trabajo se pretende entender las necesidades funcionales y establecer el valor relativo de las funciones. Para cumplir este objetivo el diseñador determina el insumo, condiciones existentes ante la transformación deseada, el producto condiciones existentes después de la transformación deseada.

Las viables de solución, una característica alterable de la solución: por ejemplo, tamaño, material, etc.

## **2.7 SOLIDWORKS**

### **2.7.1 Definición**

SolidWorks es un programa de diseño, que permite el modelado de piezas y ensamblajes en 3D y planos en 2D. Consta de un amplio abanico de soluciones para cubrir los diversos requerimientos en el proceso de desarrollo del producto. [38]

Hoy en día con el empleo de este software es posible crear, simular, publicar, administrar datos y gestionar proyectos y procesos maximizando la innovación y la productividad de los recursos de ingeniería. Con la finalidad de diseñar mejores productos de manera rápida y más rentable. Las soluciones más actuales que dispone esta herramienta son: fabricación inteligente, diseño y análisis, diseño eléctrico y electrónico, gestión de datos, proyectos y procesos.

### **2.7.2 Historia y evolución**

SOLIDWORKS Corp. fue fundada en 1993 por *Jon Hirschtick* con sede en *Masachuset*. En el año 1995 lanzó su primera versión del CAD 3D al mercado y en 1997 fue adquirida por *Dassault Systèmes* convirtiéndose en una filial de ésta. Antes de que SOLIDWORKS Corp. se convirtiera en filial de *Dassault Systèmes*, la industria necesitaba de un software que combinara el modelado en 3D con la facilidad de uso del escritorio. [38]

En 1993, el fundador de SOLIDWORKS, *Jon Hirschtick*, contrató a un equipo de ingenieros con el objetivo explícito de hacer que la tecnología CAD (diseño asistido por computadora) 3D fuera más accesible para todos. Y así lo hicieron desarrollando la primera tecnología de CAD en 3D que se ejecutaba en la plataforma de Windows. En el año 1995 lanzaron su primera versión del CAD 3D al mercado y en dos meses la herramienta ganó reconocimientos por su facilidad de uso [39]

### **2.7.3 Soluciones**

SOLIDWORKS ofrece soluciones intuitivas para cada fase de diseño. Su amplio conjunto de herramientas garantiza su eficacia y productividad en el desarrollo de sus proyectos en todos los pasos del proceso de diseño.

La solución de SOLIDWORKS incluye cinco líneas de productos diferentes:

- Herramientas de diseño que permitan crear modelos y ensamblajes.
- Herramientas de diseño para la producción mecánica, que automatiza documentos de inspección y genera documentación sin planos 2D.
- Herramientas de simulación para evaluar el diseño y garantizar la calidad del producto.
- Herramientas que reutilizan los datos de CAD en 3D para simplificar el trabajo al momento de crear, conservar y utilizar los contenidos para la comunicación técnica.
- Finalmente, todas estas herramientas están protegidas por SolidWorks PDM para gestionar y controlar de forma segura los datos de sus diseños y SOLIDWORKS Manage, una herramienta que gestiona los procesos y proyectos implicados en todo el desarrollo del producto y está conectado al proceso de diseño. [38]

## 2.8 Resistencia de Materiales

La Resistencia de Materiales es una rama de la Mecánica que estudia el comportamiento de los sólidos sometidos a cargas exteriores.

Dentro de la mecánica se consideran tres campos fundamentales.

- **Cinemática:** Estudia el movimiento de los cuerpos sin considerar su masa.
- **Estática:** Estudia los sólidos rígidos que se encuentran en equilibrio estático.
- **Dinámica:** Estudia los cuerpos en movimiento, relacionando su masa con la fuerza que produce dicho movimiento. [40]

Se puede observar que los tres campos de la Mecánica mencionados anteriormente consideran los sólidos como cuerpos rígidos, es decir, sin forma, aunque en realidad esto no es cierto. Los órganos cuando se someten a fuerzas externas se deformarán. A veces estas deformaciones son elásticas, es decir, cuando la fuerza ejercida sobre el cuerpo ya no existe, vuelve a su forma y tamaño original. Otras veces, las deformaciones son permanentes y los cuerpos no vuelven a su estado original. Sin embargo, la resistencia de los materiales estudia y se relaciona con las cargas externas y el impacto que tienen sobre el cuerpo.

### **2.8.1 ¿Qué es la Resistencia de Materiales?**

La resistencia de materiales es una rama de la Mecánica aplicada. Siendo considerada como una ciencia básica de la Ingeniería, misma que se encarga de estudiar el comportamiento mecánico de los elementos estructurales simples, considerados como sólidos deformables, así como también el material del cual están hechos, con el fin de establecer relaciones entre las fuerzas externas que actúan sobre la estructura o máquina y la respuesta o efecto interno que se presenta dentro de estos elementos estructurales, para luego determinar la intensidad de fuerza interna por unidad de área, es decir la tensión o esfuerzo y la deformación unitaria por medio de métodos analíticos aproximados basados en idealizaciones sustentadas en suposiciones simplificadas, pero verificadas en resultados experimentales y en otros casos en resultados teóricos obtenidos de la teoría matemática de la elasticidad. De estos métodos analíticos se obtienen fórmulas que permiten realizar el análisis y diseño estructural de diferentes tipos de elementos estructurales, permiten también predecir el comportamiento mecánico tanto de las estructuras, máquinas y del material usado en la fabricación. [41]

## **2.9 Material de Componentes de la bomba hidráulica**

Para la fabricación de la bomba hidráulica manual se requieren conocer las características y propiedades de los materiales que son necesarios en la construcción de la misma:

- Acero al carbono AISI 1018.
- Acero al carbono AISI 4140.

### **2.9.1 Acero al carbono AISI 1018**

El acero al carbono AISI1018 es un acero bajo en carbono que se caracteriza por una excelente soldabilidad, excelente maquinabilidad, alta resistencia y resistencia al impacto, tanto en estado normalizado como en estado forjado en caliente. El acero SAE1018 / AISI1018 se usa ampliamente en piezas de tornillos, ejes, pasadores, husillos y varillas. [42]

- Caliente: fuerza de rendimiento 32000 psi, resistencia a la tracción 58000 psi.
- Frio: fuerza de rendimiento 54000 psi resistencia a la tracción 64000 psi.

**Tabla 2.2:** Propiedades Acero1018 [43]

<b>TIPO</b>	<b>ACERO DE BAJO CONTENIDO DE CARBÓN</b>
<b>Formas y acabados</b>	Barra redonda, cuadrada, hexagonal y solera, laminadas o forjadas en caliente, estiradas en frío y peladas o maquinadas.
<b>Características</b>	Entre los aceros de bajo carbono, el 1018 es el más versátil por sus características; análisis controlado, mejores propiedades mecánicas que otros aceros del mismo tipo, por su alto contenido de manganeso, buena Soldabilidad, buena maquinabilidad. Cuando se requiere una superficie muy dura pero un centro tenaz, este acero cementado cumple perfectamente. Estirado en frío mejora sus valores de resistencia mecánica, y su maquinabilidad, haciéndose muy popular para un sin número de aplicaciones
<b>Aplicaciones</b>	Se utiliza en la fabricación de partes para maquinaria; automotriz, línea blanca, equipo de proceso, etc.; que no estén sujetas a grandes esfuerzos. Por su ductilidad es ideal para procesos de transformación en frío como doblar, estampar, recalcar, etc. Sus usos típicos son flechas, tornillos, pernos, sujetadores, etc., ya cementado en engranes, piñones, etc...

### 2.9.2 Acero al carbono AISI 4140

Un acero al carbono medio aleado con cromo y molibdeno, tiene alta templabilidad y excelente resistencia a la fatiga, al desgaste y al impacto. Este acero se puede nitrurar para aumentar la resistencia al desgaste. Susceptible de curar por tratamiento térmico. Puede ser endurecido superficialmente por temple, obteniendo durezas de 57-62 Rockwell , generalmente viene en estado bonificado con dureza entre 28 a 32 HRC.

Se utiliza generalmente en estado bonificado a una resistencia a la tracción entre 900 y 1000 N/mm<sup>2</sup>. [44]

**Tabla 2.3:** Propiedades Acero AISI 4140 [44]

<b>Tipo:</b>	<b>Acero AISI 4140</b>
<b>Formas y acabados</b>	Barra de acero redonda, barra de acero plana y cuadrada, placa de acero, tubo de acero.
<b>Características</b>	Tiene alta resistencia y templabilidad, buena tenacidad, pequeña deformación durante el enfriamiento rápido, alta resistencia a la fluencia y resistencia duradera a alta temperatura.
<b>Aplicaciones</b>	En las industrias aeroespacial, de petróleo y gas y automotriz. Los usos frecuentes son recipientes a presión de paredes delgadas, engranajes y ejes forjados (ejes de motor, ejes de bomba, ejes hidráulicos, etc.), husillos (husillos de torno, husillos de fresado, etc.), collares, abrazaderas, pernos de alta resistencia, bonete de válvula, tornillos, tuercas, gusanos, pinzas, barras de torsión y varias piezas carburadas.

### **3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA**

#### **3.1 PROPUESTA**

##### **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA BOMBA HIDRÁULICA MANUAL PARA DETECTAR FISURAS EN SISTEMAS DE PRESIÓN”**

###### **3.1.1 Datos informativos**

Una vez realizado el análisis teórico de los factores hidráulicos en una bomba manual, se ha determinado que las correctas dimensiones de sus émbolos influirán de manera directa en la eficiencia del sistema. Al igual se pudo evidenciar que los factores más importantes dentro del funcionamiento de la bomba hidráulica manual, es el número de válvulas de impulsión ya que al contar con varias cámaras de impulsión la presión de salida “Émbolo B” aumenta mientras que la fuerza ejercida en el émbolo de impulsión “A” disminuye.

Es decir, el modelo teórico permitió predecir las presiones resultantes en términos de vialidad, confiabilidad y operación.

El Presente proyecto tecnológico constituye un aporte importante para las áreas de mecánica e hidráulica, ya que se ha determinado la influencia que tienen los factores hidráulicos dentro de un sistema. A demás se sientan las bases para futuros estudios, mejoramientos y modificaciones de elementos de la bomba manual, con la finalidad de seguir develando y potencializando este tipo de sistema.

Luego de haber realizado distintas pruebas y el análisis de resultado, se ha determinado que la bomba hidráulica manual es totalmente confiable para realizar pruebas en sistemas de presión; por lo tanto, se propone el diseño y construcción de una bomba hidráulica manual para detectar fisuras, fugas en sistemas de presión; la cual contará con un instrumento de medida como un manómetro el cual medirá la presión ejercida en un sistema.

### 3.1.2 Desarrollo

Cálculo para conocer el diámetro del émbolo menor que se requiere en el dispositivo:

Calcular el diámetro que debe tener el émbolo de un cilindro hidráulico para obtener una fuerza de 10000 N cuando el émbolo menor tiene un diámetro de 1.8 cm y se aplica una fuerza de 175 N.

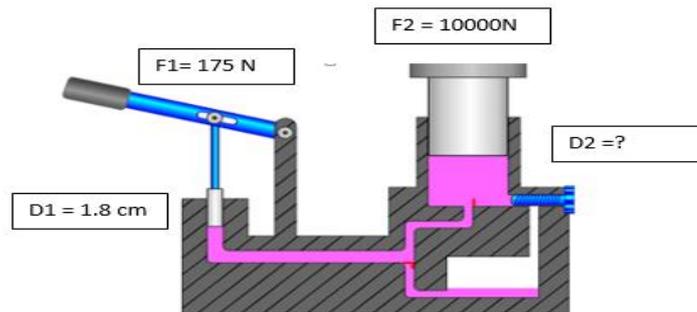


Figura 3.1: Parámetros de cálculo 1

$$\frac{F}{A} = \frac{f}{a}$$

(3.1)

$$A = \frac{F * a}{f}$$

$$\pi * R^2 = \frac{10000N}{100N} \pi * r^2$$

$$R^2 = \frac{10000N}{\pi * 100N} \pi (0.9)^2$$

$$R^2 = (100) (0.81)$$

$$R^2 = 81 \text{ cm}$$

$$\sqrt{R^2} = \sqrt{81}$$

$$R = 9 \text{ cm}$$

$$D = 2 * R$$

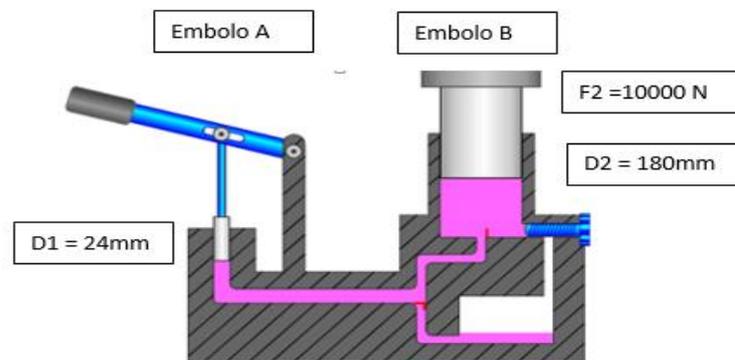
$$D = 18 \text{ cm}$$

En el taller de mantenimiento hidráulico se requiere una fuerza máxima de 8000N sin embargo se ha sobre dimensionado el dispositivo para que pueda ser usado en otro tipo de trabajos es así que se considera diseñar el émbolo de la bomba de 1.8cm.

**Calculo de fuerzas:**

Se requiere ejercer una fuerza de 10000 N el émbolo mayor de una prensa hidráulica para desmontar un piñón, el diámetro del émbolo mayor es 18 cm, mientras que del émbolo menor 2.4cm de diámetro. ¿Qué fuerza se debe aplicar en el émbolo menor para desmontar dicho piñón?

Gráfico:



**Figura 3.2:** Parámetros de cálculo 2

- **Fórmula de Pascal:**

$$P1 = P2$$

$$\frac{F1}{A1} = \frac{F2}{A2}$$

(3.2)

**Donde:**

P: presión

F: fuerza

A: área

Utilizando esta ecuación podremos encontrar las presiones y fuerzas que ejercen un punto A y un punto B

Fórmula para calcular el área:

$$A = \pi (r)^2 \quad (3.3)$$

**Donde:**

A: área

r: radio

Fórmula para calcular el radio:

$$r = \frac{D}{2} \quad (3.4)$$

**Donde:**

r: radio

D: diámetro

Cálculo de la fuerza que se debe aplicar en el émbolo A para obtener una fuerza de 10000N en el émbolo B.

**Calculo de radio 1 y 2**

$$r_1 = \frac{2.4\text{cm}}{2}$$

$$r_1 = 1.2\text{cm}$$

$$r_2 = \frac{18\text{cm}}{2}$$

$$r_2 = 9\text{ cm}$$

## Cálculo de las áreas 1y 2

$$A_1 = \pi (1.2\text{cm})^2$$

$$A_1 = 4.52\text{cm}^2$$

$$A_2 = \pi (9\text{cm})^2$$

$$A_2 = 254.47\text{cm}^2$$

Reemplazamos y encontramos la fuerza que se requiere en el émbolo A

$$\frac{F1}{4.52\text{cm}^2} = \frac{10000\text{N}}{254.47\text{cm}^2}$$

$$\frac{10000\text{N} * 4.52 \text{cm}^2}{254.47 \text{cm}^2} = F1$$

$$F1 = 177.62 \text{ N}$$

F1 es la fuerza que se debe aplicar en el émbolo 1 para que el émbolo 2 pueda tener una fuerza resultante de 10000N.

### 3.1.3 Objetivo 1

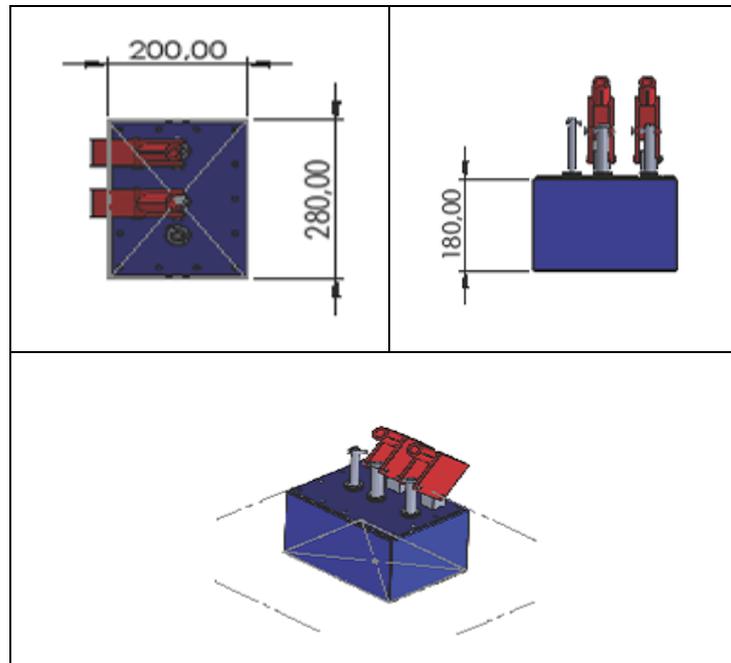
#### 3.1.3.1 Diseño de bomba hidráulica

En esta sección se detalla el proceso que se lleva a cabo para la realización de los planos correspondientes 2D y 3D de la máquina a construir; Además se detalla cada una de las medidas correspondientes de cada pieza o mecanismos, de la misma manera se generan las vistas necesarias para que el operador pueda interpretar el plano de manera correcta.

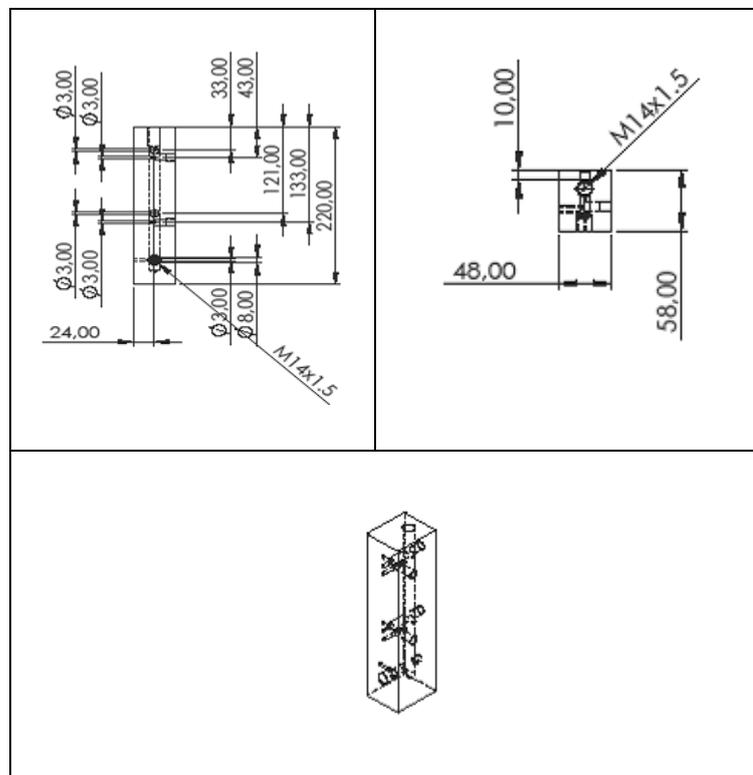
Todo esto se materializa con la herramienta tecnológica SolidWorks, la cual permite modelar, acotar y simular el mecanismo.

Al diseñar los componentes internos del sistema hidráulico se consultó con varios entendidos en la materia, logrando determinar que el sistema debe ser simple, y a su vez debe brindar una funcionalidad perfecta; se define medidas y características que deben cumplir los materiales, en cada uno de sus componentes también se consideró tipo de fluido etc.

Ha continuación se muestran el diseño de conjunto y cada uno de los componentes para la bomba hidráulica manual:



**Figura 3.3:** Diseño de conjunto de bomba hidráulica



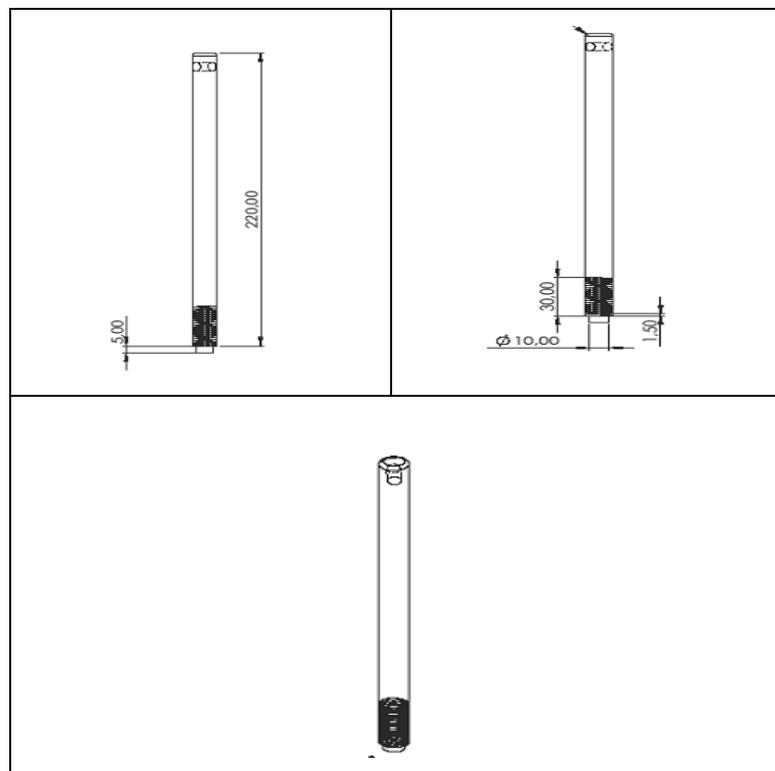
**Figura 3.4:** Diseño de cámara de válvulas

En la tabla 3.4 se visualiza el diseño de la cámara de válvulas con sus respectivas medidas.

Su función es permitir la libre circulación y bloqueo del fluido. Al succionar el fluido del depósito lo transporta mediante ductos internos permitiendo que las válvulas accionen y las mismas bloqueen y sellen el circuito de esta forma se evita el retroceso del fluido.

También cuenta con una válvula de alivio la cual permite que el fluido que ha sido expulsado vuelva hacia el depósito de esta manera se reinicia el ciclo.

El tipo de material que se ha considerado para este dispositivo es el acero 1018 ya que este es ideal para poder realizar remaches en los cierres de las válvulas y de esta manera no tenga futuras fugas de presión el sistema a su vez permite la soldabilidad.

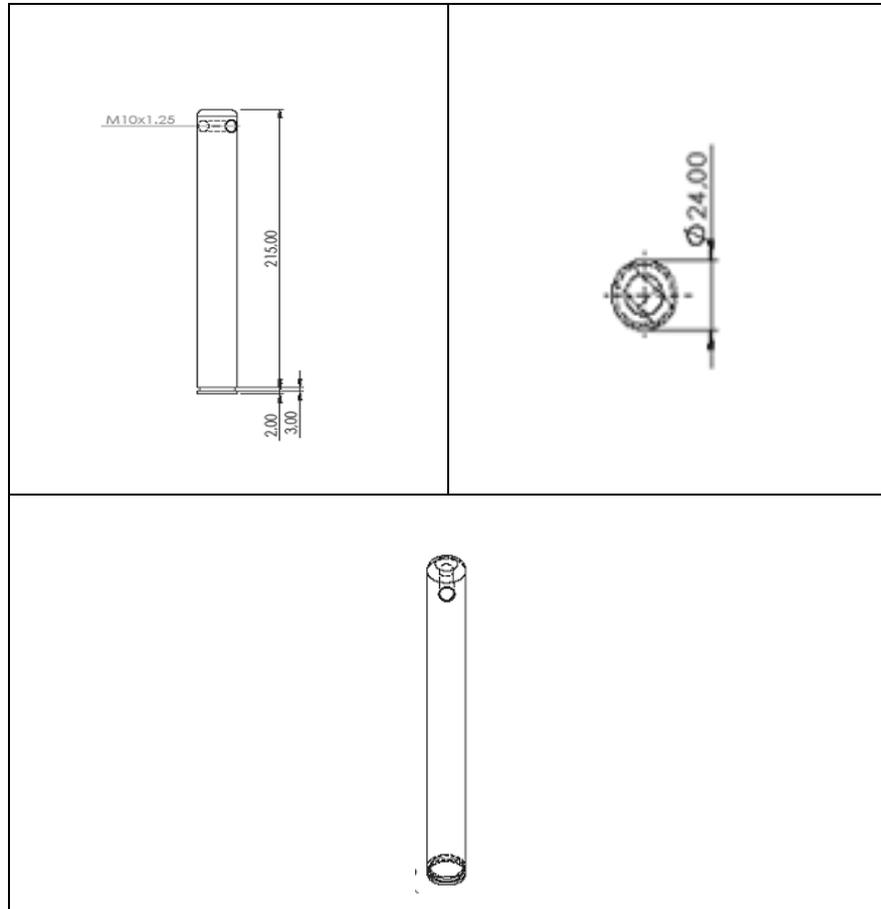


**Figura 3.5:** Diseño de llave de alivio

En la tabla 3.5 se muestra el diseño de la llave de alivio con sus respectivas medidas.

Su función es abrir y cerrar el paso del fluido, girando en sentido horario presiona la válvula y de esta forma permite transmitir el fluido hacia el sistema que se desee comprobar, al girar en sentido anti horario la presión se libera y el líquido retorna al reservorio

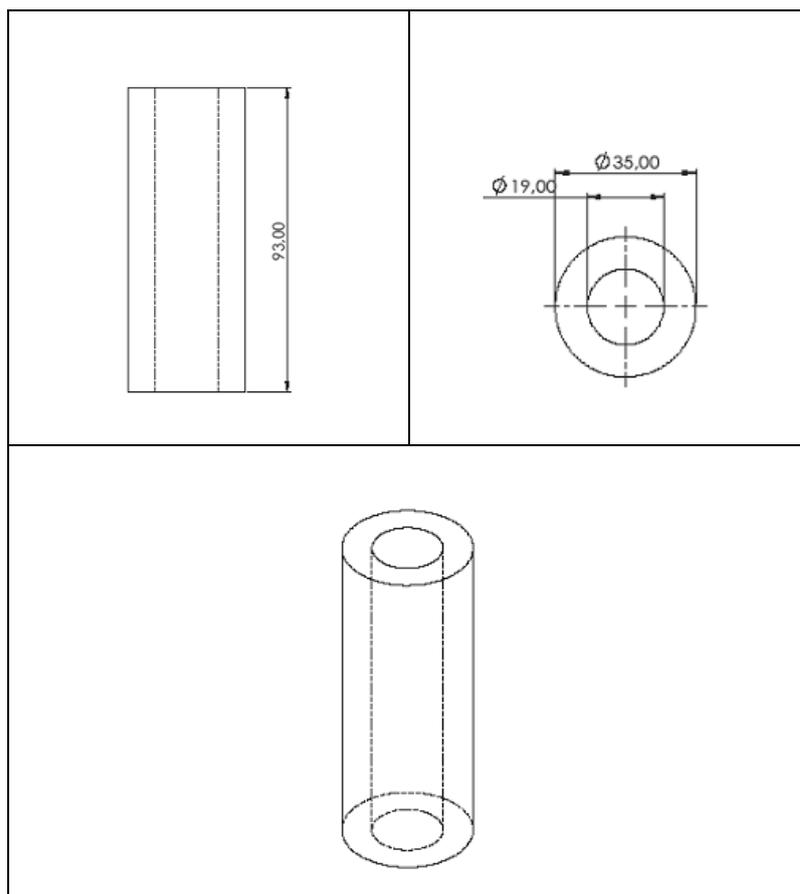
El tipo de material que se ha considerado para este dispositivo es el acero 1018 ya que este dispositivo no realiza mayor esfuerzo.



**Figura 3.6:** Diseño de émbolo mayor

Como se muestra en la tabla 3.6 se observa el diseño del émbolo mayor, su función es succionar el fluido con la ayuda de un oring y movimiento ascendente y descendente para luego expulsarlo mediante el accionamiento de una válvula para que fluido pase de un punto A hasta un punto B.

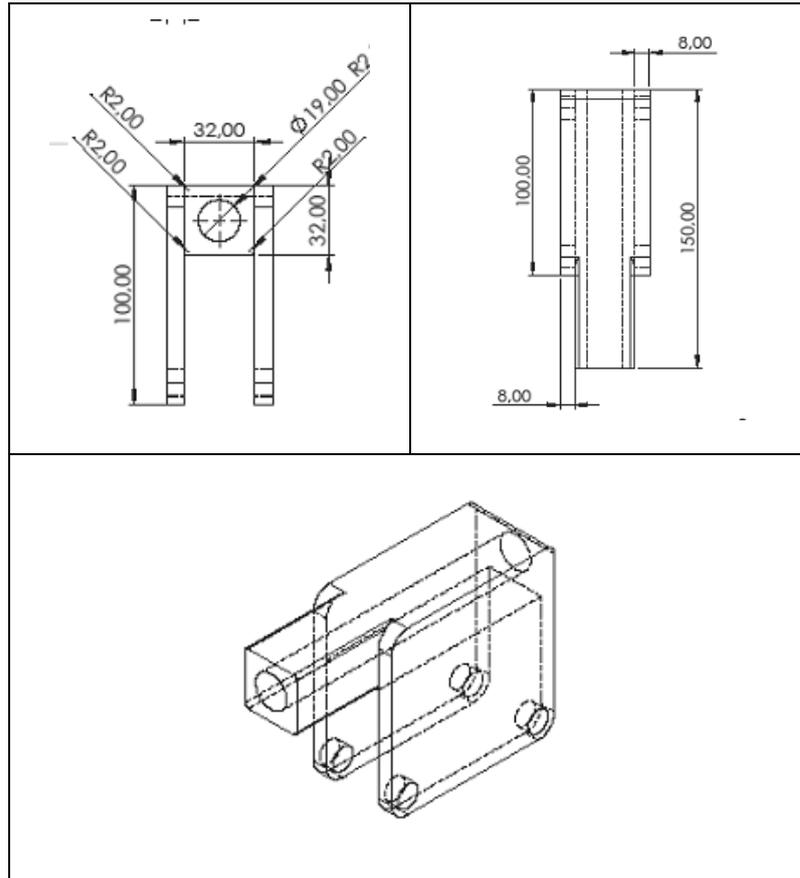
El tipo de material que se ha considerado para este dispositivo es el acero 4140, ya que este dispositivo se encontrará en constante fricción y las características de dicho material son ideales para realizar esta pieza.



**Figura 3.7:** Diseño de cilindro

Como se muestra en la tabla 3.7 se observa el diseño del cilindro, Permite el recorrido del émbolo y succión del fluido.

El tipo de material que se ha considerado para este dispositivo es el acero 4140, ya que este dispositivo se encontrará en constante fricción y las características de dicho material son ideales para realizar esta pieza.

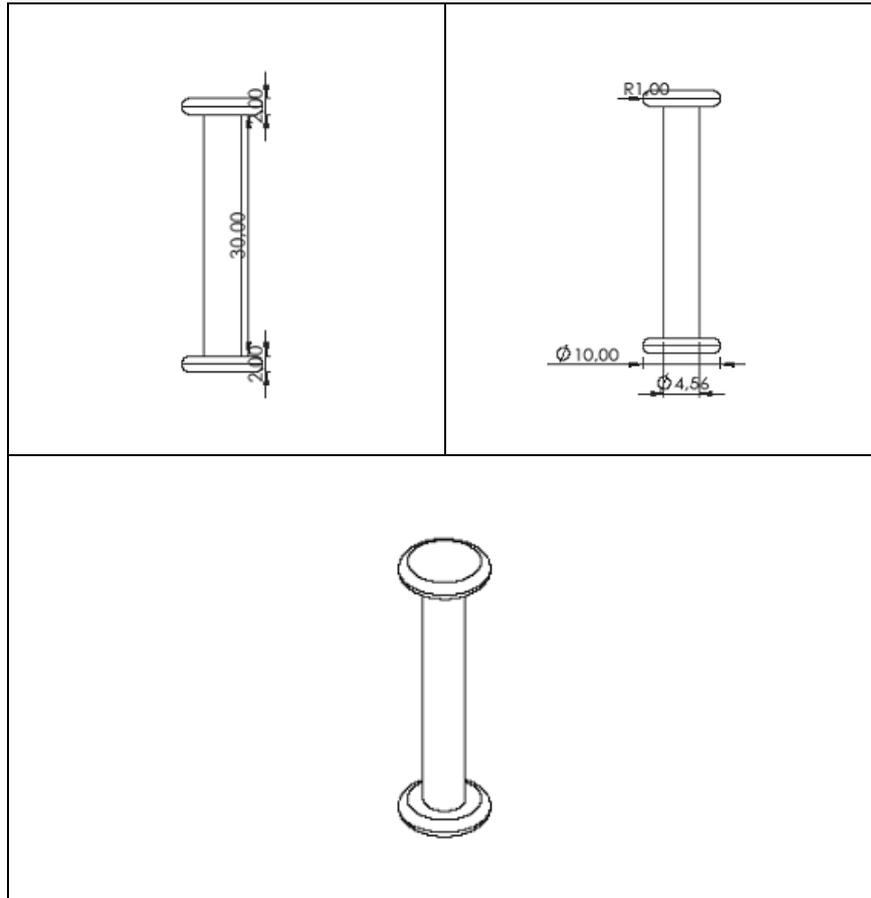


**Figura 3.8:** Diseño de palanca

En la tabla 3.8 se visualiza el diseño de la palanca con sus respectivas medidas.

Su función principal es permitir el movimiento vertical de los émbolos sobre los cilindros.

El tipo de material que se utilizó para este dispositivo es el acero 1018 que permita unir con soldadura a varios elementos.

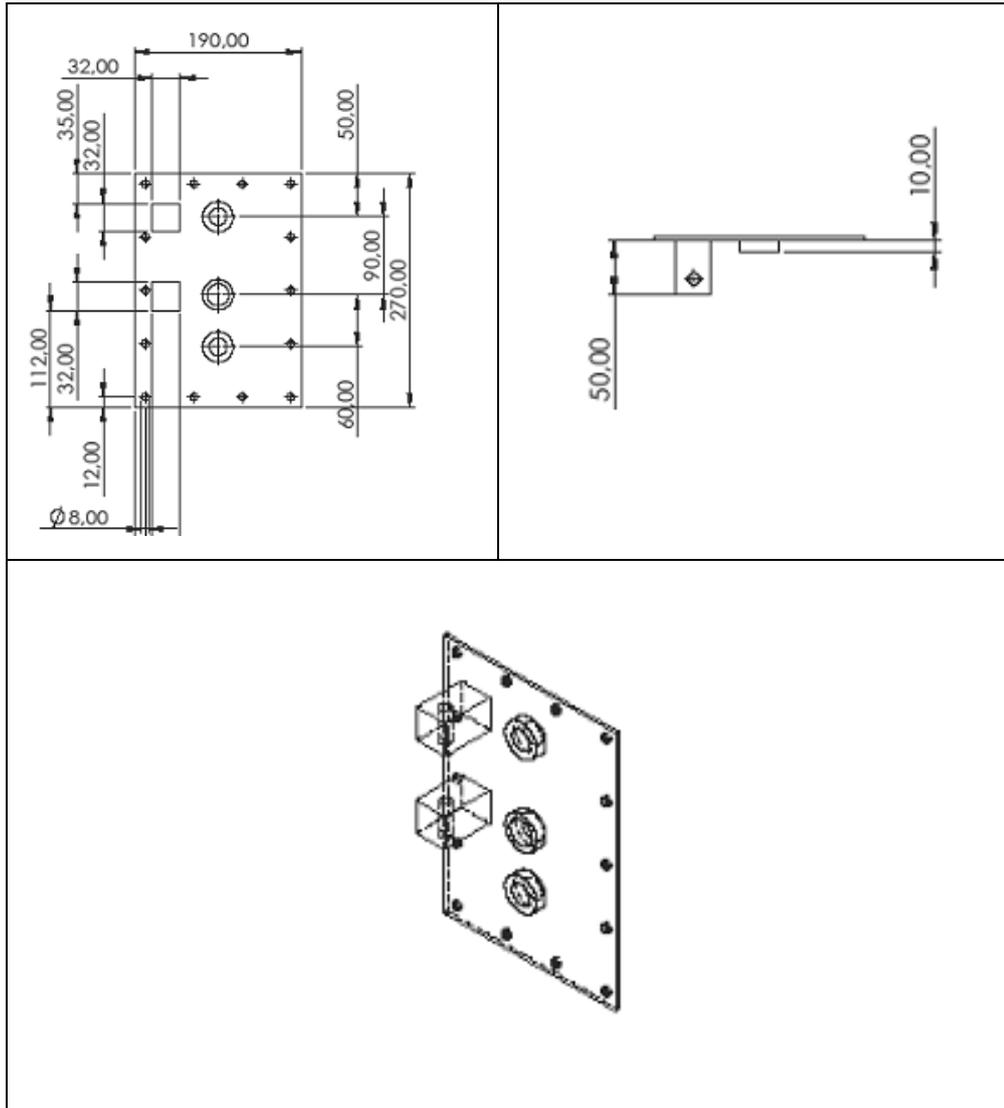


**Figura 3.9:** Diseño de pasador

En la tabla 3.9 se visualiza el diseño de pasadores con sus respectivas medidas.

Su función es unir los puntos de apoyo que se necesita en palancas y émbolos.

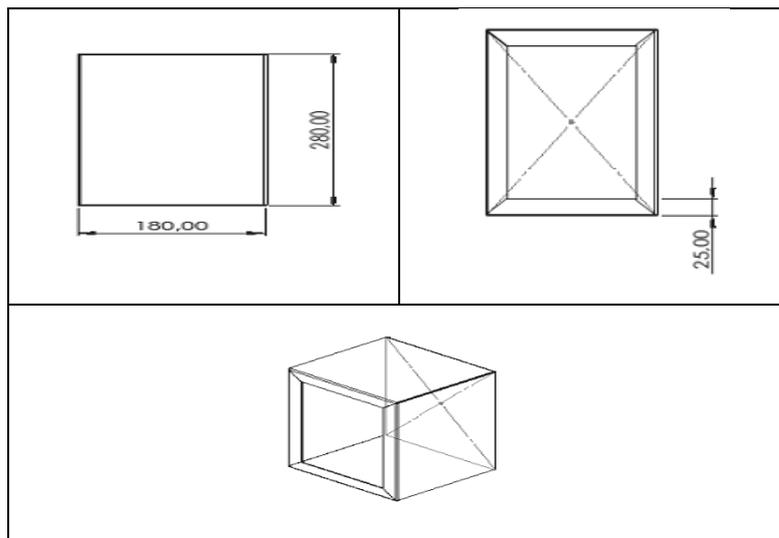
El tipo de material que se utilizó para este dispositivo es el acero 1018 ya que no realizara mayor esfuerzo.



**Figura 3.10:** Diseño de tapa de reservorio

En la tabla 3.10 se visualiza el diseño de la tapa del reservorio con sus respectivas medidas.

Permite proteger el fluido y los mecanismos de la intemperie, también sirve como soporte para hacer palanca y guía a los émbolos para que no tengan un recorrido inadecuado de esta manera se evita desgastes prematuros de los émbolos y cilindros. El tipo de material que se utilizó para este dispositivo es el acero 1018 ya que no realizara mayor esfuerzo.



**Figura 3.11:** Diseño de reservorio

En la tabla 3.11 se visualiza el diseño del reservorio con sus respectivas medidas.

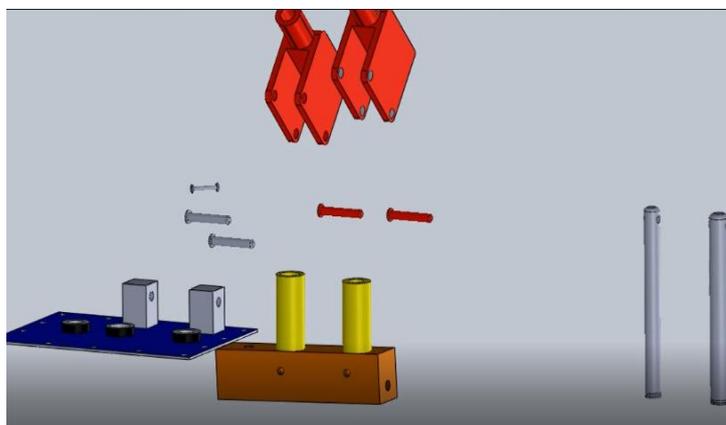
Contiene el fluido y aloja los componentes ya ensamblados del circuito hidráulico.

El tipo de material que se utilizó para este dispositivo es el acero.

### 3.1.4 Simulación

Al realizar la simulación se pudo evidenciar que los émbolos eran demasiado largos respecto de los cilindros, lo cual provocaba rayones al momento de realizar el desplazamiento vertical.

De esta manera se logra corregir las longitudes de los émbolos, para evitar este tipo de error y contratiempo al momento de construir la bomba hidráulica manual.



**Figura 3.12:** Simulación de ensamblaje y funcionamiento

### **3.1.5 Objetivo 2**

#### **3.1.5.1 Construcción de piezas**

En este apartado se detalla los procesos de construcción genéricos para la elaboración de la bomba hidráulica manual, al igual de su montaje, siguiendo las especificaciones obtenidas de los planos.

En cuanto a la construcción de la bomba hidráulica manual, básicamente consiste en accesorios tales como válvulas, émbolos, cilindros, reservorio etc. todo esto cuenta con un tamaño adecuado y diseño apropiado.

Para la fabricación del equipo hay una serie de actividades destinadas a la realización efectiva del producto con condiciones de calidad, costo y tiempo aceptables; detallados de la siguiente forma:

Para la construcción de los elementos que constituye la bomba hidráulica y la misma, su fabricación podría ser afectada si no seleccionamos procesos de elaboración idóneos y factibles. El diseño y construcción de las válvulas dentro de la bomba es un factor predominante es por eso que se requiere una atención especial.

La fabricación de la máquina se realiza en un taller mecánico – industrial equipado medianamente con equipos como: soldadura, taladro de pedestal, torno, esmeril, fresadora, equipo oxicorte, entre las más relevantes. En cuanto al recurso humano para la fabricación de la bomba contamos con la ayuda de un personal altamente capacitado el cual sigue las indicaciones que se establecen en los planos previamente entregados.

### 3.1.5.2 Elementos a construir

**Tabla 3.1:** Listado de elementos a fabricar

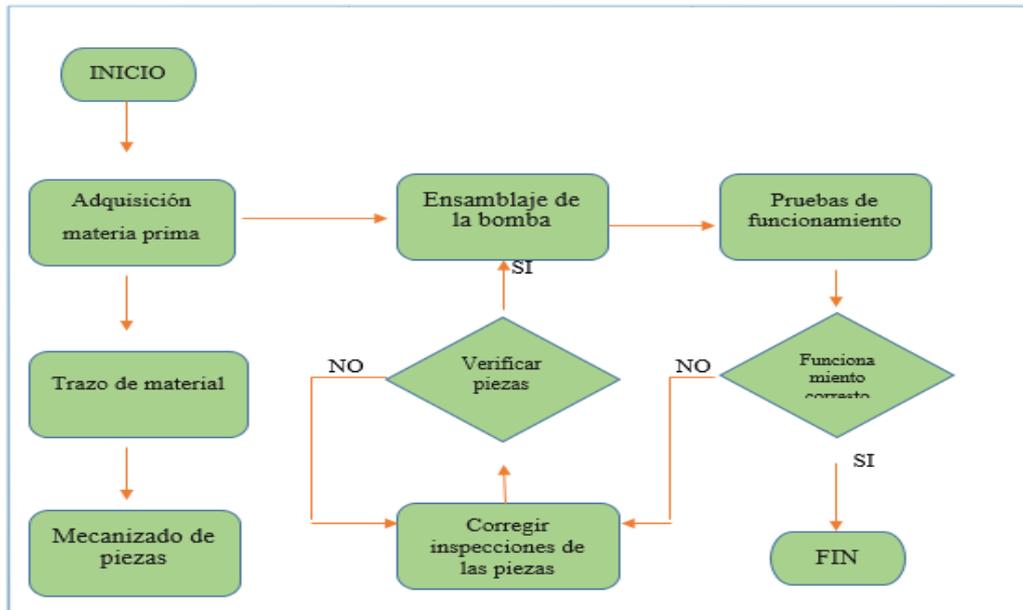
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
1	Cámara de válvulas
2	cilindros
1	Llave de alivio
2	palancas
1	Reservorio
1	Tapa

### 3.1.5.3 Etapas de construcción

Para el proceso de construcción de cada elemento que constituye la bomba hidráulica manual, cumple con la siguiente secuencia:

- **Adquisición de materia prima.** En esta etapa se debe definir el material acorde para la elaboración de la bomba, para de tal manera evitar futuros problemas dentro del diseño, y sin descuidar el factor económico; logrando así que la bomba sea accesible.
- **Trazo de la materia prima.** Definir las medidas de cada componente de la bomba, para proceder a los respectivos cortes, perforaciones, etc.; antes de la elaboración de los mismos.
- **Verificación de dimensiones.** Se tomará sumo cuidado en las dimensiones de cada pieza cada trazo y demás para lograr el correcto ensamblaje y funcionamiento de la bomba.
- **Maquinado de materiales.** Se refiere a todos los mecanizados que se realiza (fresado, suelda, perforado, lijado, etc.)
- **Ensamblaje del equipo.** Una vez que se haya terminado la elaboración de cada componente de la bomba se procede al ensamblaje, para de tal modo obtener la bomba.
- **Instalación y puesta a punto.** Como último punto la bomba debe ser instalada y puesta a prueba para verificar si funciona correctamente.

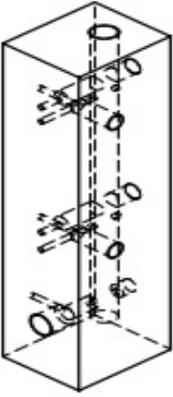
### 3.1.5.4 Diagrama de procesos



**Figura 3.13:** Diagrama de procesos de fabricación de bomba.

A continuación, se muestra las imágenes de la construcción de los componentes de la bomba hidráulica manual.

**Tabla 3.2:** Mecanizado de cámara de válvula

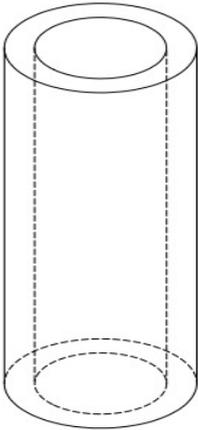
Plano Cámara de Válvulas	Rectificado de caras de cámara de válvula	Perforado de ductos de cámara de válvulas
		
	Se rectifica todos los lados de la cámara de válvulas	Se realiza las perforaciones necesarias

Como se muestra en la tabla 3.2 se puede observar el proceso de refrenado de las caras de la cámara de válvulas con la ayuda de la maquina herramienta “torno” se procede a desbastar el exceso de material hasta llegar a la medida deseada.

Luego se pasa al trazado de centros para realizar perforaciones y ductos comunicadores usando un taladro de pedestal.

Como último se realiza la rosca requerida y se comprueba que las válvulas sienten de manera emética para evitar pérdidas de presión.

**Tabla 3.3:** Mecanizado de cilindro

Plano de cilindro	Mecanizado de cilindro	Unión de cilindros y cámara de válvulas
		
	Torneado del cilindro	Soldadura de la cámara de válvulas con los cilindros

En la tabla 3.3 se muestra el mecanizado de los cilindros los cuales se unen mediante soldadura a la cámara de válvulas, para su fabricación es necesario desbastar internamente el material con la ayuda de una broca, luego una cuchilla interior y un micrómetro para dar medidas; dejando un buen acabado ya que caso contrario los oring y émbolos sufrirá daños

El tipo de suelda utilizado es por arco eléctrico, electrodo de acero 308 el cual permite una buena fusión entre el acero 10181 y el 4140.

**Tabla 3.4:** Mecanizado de llave de alivio

Plano llave de alivio	Mecanizado de llave de alivio
	
	Torneado de la llave de alivio

El mecanizado que se muestra en la tabla 3.4 hace referencia a la llave de alivio la cual se la realizo en el torno desbastando el diámetro exterior del eje, luego se realizó una rosca M14 la cual enrosca en la cámara de válvulas.

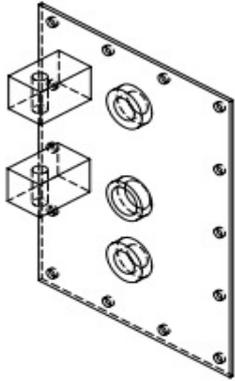
**Tabla 3.5:** Mecanizado de Émbolo

Plano de Émbolo	Mecanizado de émbolos
	
	Torneado y calibración de medidas de los émbolos

En la tabla 3.5 se muestra el mecanizado de un émbolo el cual contiene una ranura donde se aloja un oring que permite el cierre hermético del émbolo en el cilindro permitiendo que al momento de accionar el fluido suba por el cilindro para luego desviarlo por el mismo medio, pero desbloqueando una válvula.

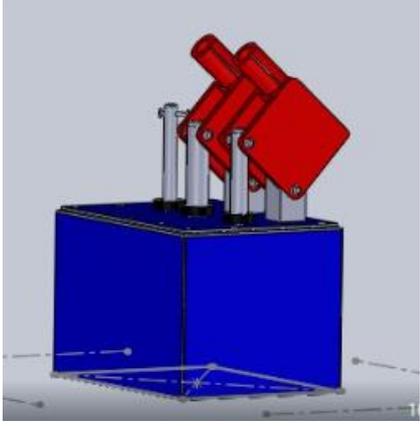
Su fabricación es con el torno luego pasa a ser perforado en un extremo por un taladro pedestal y de esta manera culmina su proceso.

**Tabla 3.6:** Construcción de Tapa

Plano de tapa	Construcción de tapa
	
	<p>La tapa consta de perforaciones para la colocación de los émbolos</p>

Para construir del componente que se muestra en la tabla 3.6 se requiere una amoladora para realizar el corte del material, calibrador para dar medidas y un taladro pedestal para realizar perforaciones.

**Tabla 3.7:** Ensamblaje de bomba

Bomba terminada	Montaje de componentes
	
	Se muestra ensamblaje de la bomba

En la tabla 3.7 se muestra el ensamblaje de la bomba hidráulica manual, lo cual se consigue luego de haber culminado con éxito cada uno de los componentes.

La bomba cuenta con dos mandos una de diámetro de 24mm y otra de 18mm los cuales permitirán ejercer una mayor fuerza al momento de trabajar.

### 3.1.6 Objetivo 3

#### 3.1.6.1 Comprobación de funcionamiento

Como se aprecia en la figura 3.2 una vez terminada la construcción de la bomba hidráulica manual, y con el afán de comprobar su funcionamiento se considera realizar una pruebas con un gato hidráulico; al ser sometido a la prueba se determina que este tiene una pérdida de presión; debido a que existía una fuga de aceite entre el émbolo y el raspador; debido a un desgaste de componentes internos como son el sello mecánico, oring y raspadores, con este diagnóstico se demuestra que el funcionamiento de la bomba hidráulica manual es el esperado desde su planteamiento.



**Figura 3.14:** Detección de fuga

Como se muestra en la figura 3.14 se comprueba el correcto funcionamiento del sistema interno de la bomba hidráulica manual al ejercer presión en un gato hidráulico nuevo por 5 minutos y observar mediante manómetro que la presión ejercida no disminuye en ningún momento.



**Figura 3.15:** Prueba de constancia de presión

Como se aprecia en la figura 3.15 se realizó pruebas la botella de dirección de un vehículo dando como resultado fisuras en juntas de soldadura esto debido a su mala penetración.



**Figura 3.16:** Prueba e sistema de dirección hidráulica

Esta bomba hidráulica manual no solo se puede utilizar para el fin que fue diseñada, también se puede ocupar para diferentes maquinas como prensas hidráulicas, troqueles, sistemas de elevación etc.

Dentro de las ventajas de este diseño se puede mencionar que es un equipo portable ya que sus medidas permiten un fácil trasporte de un lugar a otro.

Al contar con dos émbolos de distintos diámetros permite que la fuerza ejercida sobre los mismos no sea alta, de este modo facilita el trabajo del operador

El tener la opción de dos émbolos hace que la presión aumente de manera considerable la que entrega mayor presión es el émbolo de diámetro menor.

### **3.1.7 Objetivo 4**

#### **3.1.7.1 Mejoramiento tiempos y costos en el área de mantenimiento de un taller**

Dentro de un pequeño taller, el mantenimiento hidráulico no es del todo adecuado, ya que tiene limitaciones que imposibilitan el óptimo diagnóstico de las averías que presentan los sistemas de presión analizados.

Es por tal motivo que se hace meritorio hacer hincapié en la optimización de tiempos y costos referente a este tema, pues nos permitirá agilizar el trabajo, ganar tiempo y ahorrar dinero al contar con una herramienta que permita hacer estas tareas diarias rápidas y confiables.

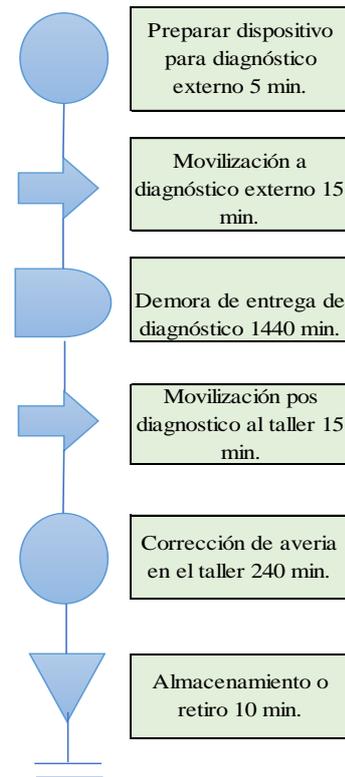
La bomba hidráulica manual nos permitirá no solo una optimización en lo referente a costos y tiempo sino también a desarrollar un mantenimiento garantizado dentro de los pequeños talleres que se dedican a esta actividad.

#### **3.1.7.2 Tiempos que incurren al utilizar servidor externo**

Para la realización de la toma de tiempos nos servimos de un cronómetro y de esta manera se detalla los tiempos tomados al dirigir un dispositivo que necesitaba un diagnóstico:

- Se necesita cargar la máquina que necesita el diagnóstico a algún medio de transporte lo cual tiene una demora de 5 minutos.
- Una vez cargado debemos dirigirnos al lugar en donde presten este servicio, el cual se encuentra a 14.98 minutos (15 minutos aproximadamente).
- Al llegar a este lugar el tiempo que se toman en hacer el diagnóstico es de 24 horas (1440 minutos promedio), ya que en este lugar toca esperar un turno para hacer este trabajo, porque no son los únicos que necesitan este tipo de labor.
- Cuando se ha realizado el diagnóstico se necesita regresar al taller para realizar las correcciones, esto toma otra vez 15 minutos.
- Ya en el taller se realizan las correcciones que necesite la máquina que tuvo el diagnóstico y esto toma un tiempo de 4 horas (240 minutos).
- Al final la entrega de la máquina arreglada toma 10 minutos.

### Diagrama de operaciones



Resumen		Tiempos
2	2	1725 min
1	1	

**Figura 3.17:** Diagrama de operaciones de utilización de servicio externo

### 3.1.7.3 Tiempos que incurren al no utilizar servidor externo

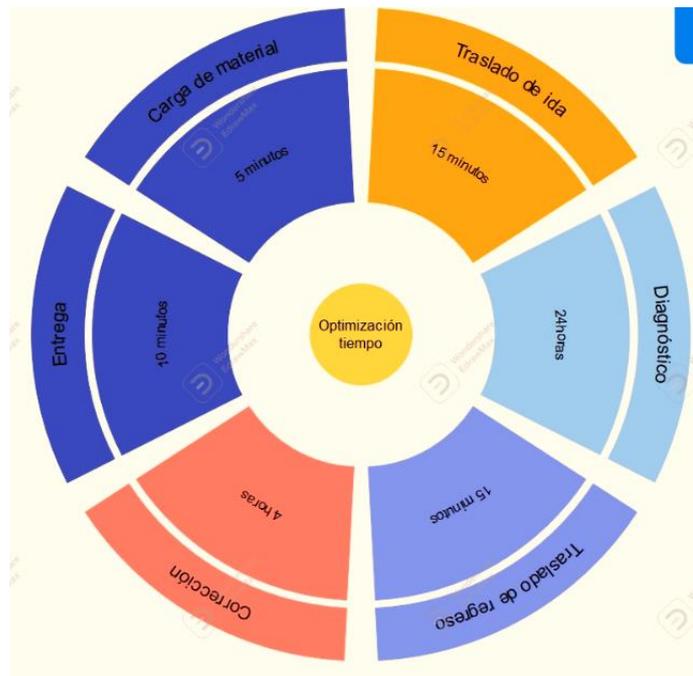
De igual manera que con los cálculos de tiempos anteriores se emplea el mismo instrumento para obtener los tiempos requeridos con la bomba hidráulica manual, se detalla los tiempos tomados:

- Luego de que la máquina ha llegado al taller se le realiza el diagnóstico directamente, ya que, se evita los tiempos de carga y transporte para llevar a hacer el diagnóstico a donde un prestador externo; el tiempo que se toma es de 3 horas (180 minutos). También se evita el tiempo de regreso al taller.

- Cuando ya se ha realizado el diagnóstico respectivo, se continua con la corrección necesaria la misma que tiene un tiempo de 4 horas (240 minutos).

Y por último la entrega de la máquina al cliente lo cual toma 10 minutos.

### 3.1.7.4 Proceso para la revisión de un sistema hidráulico con un prestador externo



**Figura 3.18:** Tiempos para detección de problemas con prestador externo

**Tabla 3.8:** Tiempos con prestadores externos

<b>Tiempos con un prestador externo (TPE)</b>		
	Descripción	Tiempos (min)
1	Carga de material	5
2	Movilización a diagnostico	15
3	Diagnóstico	1440
4	Movilización pos diagnostico	15
5	Corrección	240
6	Entrega	10
	<b>TOTAL</b>	<b>1725</b>

### 3.1.7.5 Proceso para la revisión de un sistema hidráulico con una bomba hidráulica



**Figura 3.19:** Tiempos para detección de problemas con bomba hidráulica

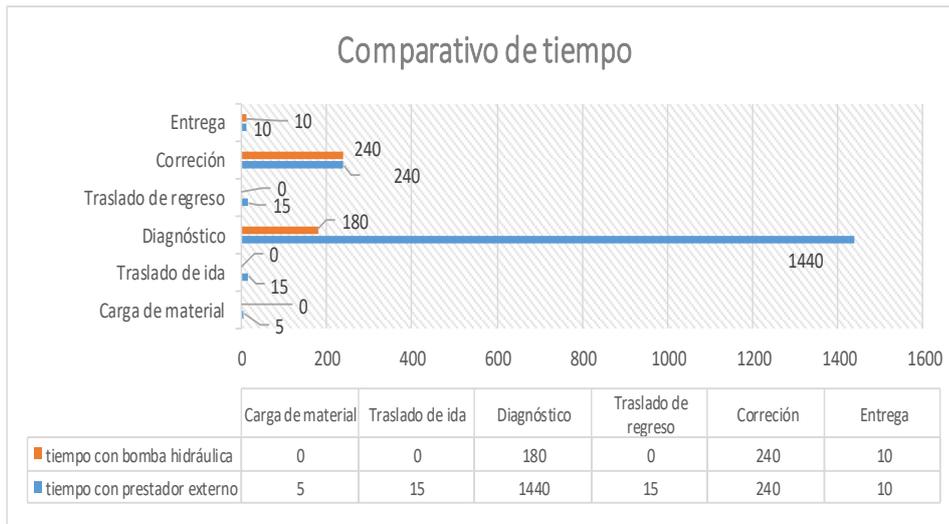
**Tabla 3.9:** Tiempos de la bomba hidráulica

<b>Tiempos con la bomba hidráulica (TBH)</b>		
	Descripción	Tiempos (min)
1	Carga de material	0
2	Movilización a diagnostico	0
3	Diagnóstico	180
4	Movilización pos diagnostico	0
5	Corrección	240
6	Entrega	10
	<b>TOTAL</b>	430

### 3.1.7.6 Resultado de optimización de tiempos

**Tabla 3.10:** Cuadro comparativo de tiempos

<b>Comparativo de tiempos</b>		
Descripción	TPE	TBH
Carga de material	5	0
Movilización a diagnostico	15	0
Diagnóstico	1440	180
Movilización pos diagnostico	15	0
Corrección	240	240
Entrega	10	10
<b>TOTAL</b>	1725	430



**Figura 3.20:** Resultados de optimización de tiempos

### 3.1.8 Análisis de resultados de tiempos

Para el cálculo del porcentaje en el análisis de resultados de tiempos se realizó con una regla de tres simple.

$$\frac{1725}{430} = \frac{100\%}{X} \tag{3.5}$$

$$x = \frac{430 * 100\%}{1725}$$

$$x = 24.9\%$$

En donde para determinar el ahorro se lo dará restando el mayor porcentaje entre el resultante

$$Ahorro = 100\% - 24.9\% \tag{3.6}$$

$$Ahorro = 75.1\%$$

Mediante el análisis anterior se puede determinar que, con el diseño y construcción de esta bomba hidráulica manual, se pretende brindar a los pequeños talleres industriales una herramienta que les permita una optimización de tiempos de trabajo en 75.1% menos que realizar el trabajo con un prestador externo, este proyecto cumple a cabalidad con este objetivo;

puesto que se le ahorra tiempo de traslado de la pieza para un diagnóstico, tiempo de regreso al taller.

Este tiempo se lo puede emplear en otras actividades, pero también repercute en la apreciación del cliente hacia el taller lo que posiblemente puede trascender en aumento de clientes por la confianza de un trabajo bien hecho en el menor tiempo.

### 3.1.8.1 Optimización de costos

**Tabla 3.11:** Costo prestador externo

<b>Costo con prestador externo (PE)</b>		
	<b>Descripción</b>	<b>Costo (\$)</b>
1	Movilización a diagnostico	30
2	Diagnóstico	80
3	Movilización pos diagnostico	30
4	Corrección	150
<b>Total</b>		<b>290</b>

#### 3.1.8.1.1 Costos del trabajo con la bomba hidráulica

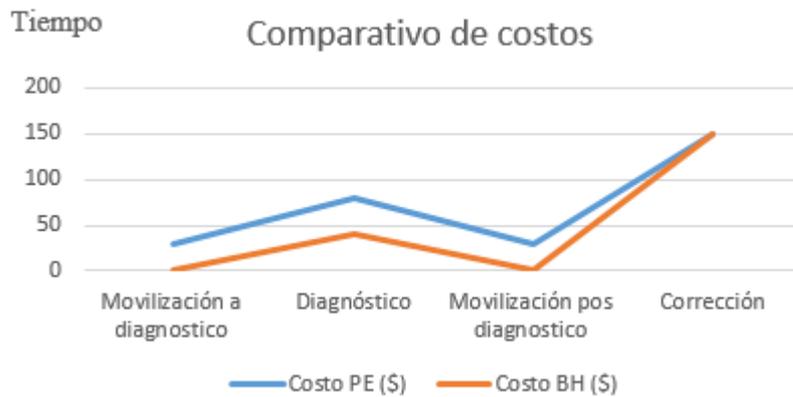
**Tabla 3.12:** Costos bomba hidráulica

<b>Costo con bomba hidráulica (BH)</b>		
	<b>Descripción</b>	<b>Costo (\$)</b>
1	Movilización a diagnostico	0
2	Diagnóstico	40
3	Movilización pos diagnostico	0
4	Corrección	150
<b>Total</b>		<b>190</b>

#### 3.1.8.2 Resultado de optimización de tiempos

**Tabla 3.13:** Resultado de optimización de costos

<b>Comparativo de costos</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Costo PE (\$)</b>	<b>Costo BH (\$)</b>
Movilización a diagnostico	30	0
Diagnóstico	80	40
Movilización pos diagnostico	30	0
Corrección	150	150
<b>Total</b>	<b>290</b>	<b>190</b>



**Figura 3.21:** Comparativo de costos

### 3.1.8.2.1 Análisis de resultados de costos

Para el cálculo del porcentaje en el análisis de resultados de costos se realizó con una regla de tres simple.

$$\frac{290}{190} = \frac{100\%}{X}$$

(3.7)

$$x = \frac{190 * 100\%}{290}$$

$$x = 65.5\%$$

En donde para determinar el ahorro se lo dará restando el mayor porcentaje entre el resultante

$$Ahorro = 100\% - 65.5\%$$

(3.8)

$$Ahorro = 34.5\%$$

El ahorro en dinero se lo detalla a continuación

$$Ahorro = \$290 - \$190$$

$$\text{Ahorro} = \$100$$

En base al análisis anterior se puede mencionar que: la bomba hidráulica manual sería una herramienta importante al momento de hablar de ahorro, pues si bien acorta el proceso para la corrección del sistema de presión, también es seguro que beneficia considerablemente en términos económicos pues alcanza un ahorro del 34.5% del presupuesto, el cual es de \$100 dólares, que se debería invertir al adquirir el servicio a un prestador externo. Es así que este instrumento cumple con otro de sus objetivos; la optimización de costos dentro de la actividad diaria de los pequeños talleres industriales.

## 3.2 METODOLOGÍA

### 3.2.1 Metodología de Diseño

La metodología que se aplicó en este proyecto es la de *Bruce Archer*. En donde Archer dice para esta metodología se debe primero utilizar los materiales adecuados y darles forma para de esta manera cumplir con los requerimientos del cliente, este método se basa en algunos pasos [45]:

- **Fase Analítica**

Es donde el diseñador recolecta los datos acerca de lo que se va a diseñar, para determinar una la forma, el orden de elaboración de las piezas.

- **Fase Creativa**

Se refiere a que el diseñador utiliza su creatividad para dar forma a la idea principal y plasmar esa idea en el programa de software que se encuentre utilizando, en el caso de este proyecto se utilizó SolidWorks.

- **Fase De Ejecución**

En este punto se debe ejecutar el proyecto mismo que necesita el criterio del cliente (taller), para ver el diseño expuesto satisface la necesidad que se manifestó al inicio.

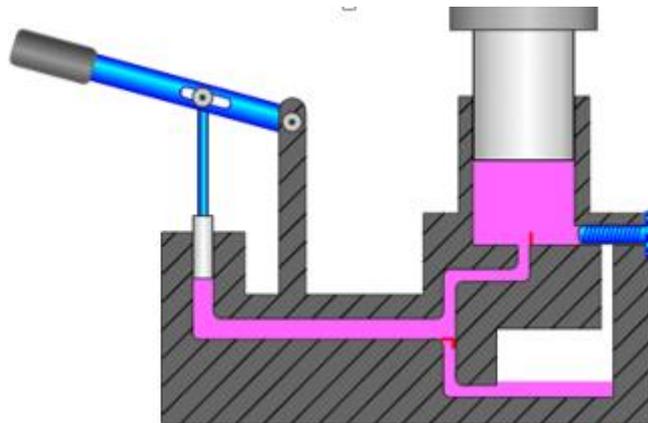
### 3.3 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

En el presente proyecto tecnológico se analiza los siguientes resultados:

Mediante los cálculos realizados anteriormente se puede evidenciar que una bomba manual cumple con similares parámetros que una motriz al poder ejercer grandes presiones y de esta manera aprovecharlo pudiendo utilizarlo en un sin número de aplicaciones como prensas hidráulicas, troqueles, bancos de prueba etc.

Para realizar cualquier tipo de sistema hidráulico es indispensable conocer los principios físicos como Pascal ya que en estos se basarán los cálculos por los cuales se conocerán las presiones máximas que entregara el sistema.

Grafico:



**Figura 3.22:** Diagrama de bomba hidráulica

Lo antes mencionado tiene coherencia con nuestra propuesta tecnológica ya que mediante los cálculos realizados se pudo visualizar que:

Relación entre:

Diámetros de los émbolos, fuerzas sobre los émbolos y el desplazamiento de los mismos.

$$\frac{F1}{A1} = \frac{F2}{A2}$$

(3.10)

$$\frac{F1}{\pi(r_1)^2} = \frac{F2}{\pi(r_2)^2}$$

$$\frac{F_1}{(1.2\text{cm})^2} = \frac{F_2}{(9\text{cm})^2}$$

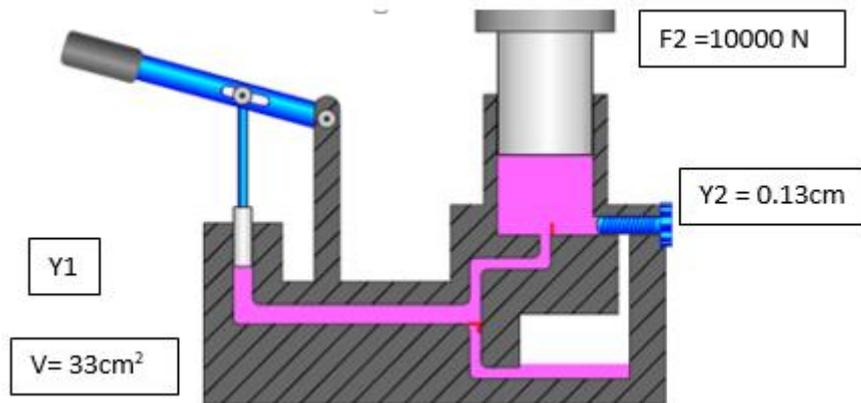
Por transposición de términos:

$$\frac{(9\text{cm})^2}{(1.2)^2} F_1 = F_2$$

$$56.3 F_1 = F_2$$

La relación entre las fuerzas en el émbolo B es 56.3 veces mayor que la fuerza en A.

Cálculo de la relación entre los desplazamientos de los émbolos



**Figura 3.23:** Parámetros de cálculo 3

Si  $F_1$  baja a dividir da esta razón:

$$\frac{F_2}{F_1} = 56.3$$

(3.11)

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

$$\frac{F_1}{V/Y_1} = \frac{F_2}{V/Y_2}$$

$$\frac{F_1}{1/Y_1} = \frac{F_2}{1/Y_2}$$

$$F_1 Y_1 = F_2 Y_2$$

Por transposición de términos:

$$\frac{Y_1}{Y_2} = \frac{F_2}{F_1}$$

La relación que hay entre las fuerzas sobre los émbolos es la misma relación que hay entre sus alturas, pero inversamente

$$\frac{Y_1}{Y_2} = 56.3$$

$$Y_1 = 56.3 Y_2$$

$$Y_1 = 56.3 (0.13cm)$$

$$Y_1 = 7.32cm$$

Si el desplazamiento que vamos a tener en el émbolo B es de 0.13cm en el émbolo A se desplazara 7.32cm.

Si a la bomba hidráulica manual se le ejerce una Fuerza X en el émbolo menor con respecto al émbolo mayor, aumentará la energía del fluido, aumenta su presión, su velocidad, o la altura según el principio de Bernoulli. Es así que podríamos señalar que la función principal de una bomba hidráulica es incrementar la presión de un líquido añadiendo energía al sistema hidráulico, con el objetivo de mover el fluido de una zona de baja presión a otros de mayor presión.

### **3.4 EVALUACIÓN TÉCNICO Y ECONÓMICA**

#### **3.4.1 ANÁLISIS TÉCNICO**

Mediante simulación se logró evitar errores tanto en el diseño como en la construcción de la bomba hidráulica, ya que al simular se apreció un error, al realizar el movimiento del émbolo este rosaba con el cilindro debido a su longitud.

Al realizar las pruebas correspondientes del funcionamiento de la bomba hidráulica, inyectando fluido en un gato hidráulico para detectar su falla, se observa que al incrementar la fuerza en el émbolo menor la presión no se mantiene constante debido a la existencia de fuga del fluido debido a daños internos de componentes como sellos hidráulicos, raspadores, y retenedores.

#### **3.4.2 ANÁLISIS ECONÓMICO**

Al implementar la bomba hidráulica en taller se puede comparar tiempos y costos que incurren al utilizar el servicio de un prestador externo y realizar un diagnóstico dentro del taller, el cual se identifica en las tablas 3.19 y 3.22, el beneficio para el taller es del 75.1 % o respecto al tiempo y 34.5 % respecto al costo y en termino monetario 100\$

**Tabla 3. 14:** Costos de construcción

<b>PRESUPUESTO DE FABRICACIÓN</b>				
<b>COSTOS DIRECTOS</b>				
<b>CANTIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>PRECIO UNITARIO (\$)</b>	<b>TOTALES (\$)</b>
1	Barra cuadrada	48*58*220mm	\$20,00	\$20,00
2	Eje 4141	35*186 mm	\$5,00	\$10,00
2	Eje 1018	25*430	\$9,00	\$18,00
1	Eje 1018	20*220mm	\$5,00	\$5,00
4	plancha	100*100*8mm	\$4,00	\$16,00
1	plancha	190*270*2mm	\$7,00	\$7,00
2	Plancha	32*32*50	\$3,00	\$6,00
1	plancha	1000*1000	\$30,00	\$30,00
1	Eje 1018	10*300mm	\$1,50	\$1,50
1	Manómetro		\$15,00	\$15,00
5	Válvulas de bola		\$0,50	\$2,50
2	Muelles		\$1,50	\$3,00
1	Junta hidráulica		\$4,00	\$4,00
8	Aceite hidráulico	lt	\$7,50	\$60,00
1	Manguera		\$15,00	\$15,00
4	Lijas		\$0,75	\$3,00
5	discos de corte		\$1,35	\$6,75
14	Pernos		\$0,20	\$2,80
10	Torno		\$7,00	\$70,00
2	Fresadora		\$7,00	\$14,00
5	Suelda MIG-MAG		\$4,00	\$20,00
1	Compresor		\$4,00	\$4,00
7	Herramientas manuales		\$3,00	\$21,00
10	Mano de obra	\$2,5/hora	\$20,00	\$200,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>				<b>\$554,55</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>				
10	Transporte	Unid.	\$0,35	\$3,50
5	Alimentación	2	\$2,50	\$25,00
1	Imprevistos		\$20,00	\$20,00
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>\$48,50</b>
<b>TOTAL CD+CI</b>				<b>\$603,05</b>

## 4. CONCLUSIONES DEL PROYECTO

### 4.1 CONCLUSIONES

- ❖ Como resultado de la elaboración de los planos de conjunto y de taller, se determinó que la bomba hidráulica tendrá un contenedor el cual abarca 8 litros de aceite hidráulico, dos cilindros, dos émbolos, cámara de válvulas y llave de alivio, las cuales forman el circuito hidráulico; también se utiliza insumos normalizados como pernos de acero grado 8, acoples, cellos hidráulicos y oring de vitón.
- ❖ Mediante las especificaciones de los planos se puede mencionar que los émbolos y cilindros deben tener una tolerancia de holgura  $\frac{H7}{h6}$  para evitar la fricción entre elementos; Para la construcción de estos elementos se consideró el acero 4140 ya que tiene una resistencia a la tracción entre 900 y 1000 N/mm<sup>2</sup>, para los demás componentes se utilizó acero 1018 con resistencia a la tracción de 32000-58000 psi en caliente y 54000-64000 psi en frío.
- ❖ En base a los resultados obtenidos de las pruebas de funcionamiento sobre un gato hidráulico, se puede concluir, que la bomba hidráulica cumple con el propósito de detectar fisuras y fugas en sistemas de presión.
- ❖ De los resultados obtenidos en las tablas comparativas de tiempo y costos de operación se determinó que existe una reducción del 75.1% en cuanto a tiempos y 34,5 % respecto al costo de operaciones de mantenimiento hidráulico.
- ❖ Al concluir la construcción de la bomba hidráulica manual se realiza las respectivas pruebas dando como resultado que si a la bomba se le ejerce una fuerza 177.62N en el émbolo menor; en el émbolo mayor se tiene una fuerza de 10000 N, con esto se demuestra que la bomba puede soportar grandes fuerzas.

## 4.2 RECOMENDACIONES

- ✓ Los planos deben detallar de manera clara y ordenada las medidas y materiales correspondientes para que no exista confusiones al momento de interpretar los mismos en el taller.
- ✓ Para fabricar las piezas mecánicas es necesario conocer su funcionamiento ya que de esta manera se podrá utilizar un material adecuado, caso contrario los materiales incorrectos causaran deformaciones, desgastes prematuros y problemas al correcto funcionamiento de la bomba hidráulica manual
- ✓ Para el correcto funcionamiento de un sistema hidráulico es necesario tener cuidado adecuado con el fluido ya que si se encuentran impurezas en el mismo ocasionara daños e los componentes internos del sistema tales como válvulas sellos entre otros.
- ✓ El tipo de fluido recomendable para un buen funcionamiento de la bomba hidráulica es el aceite hidráulico 20w50, también se recomienda un cambio semestral del fluido.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] I. J. C. Linares, «Accesorios y máquinas hidráulicas,» Buenas Tareas, 14 Enero 2011. [En línea]. Available: <https://www.buenastareas.com/ensayos/Accesorios-y-M%C3%A1quinas-Hidr%C3%A1ulicas/1408222.html>. [Último acceso: 24 Junio 2022].
- [2] C. Ann, «Historia de las bombas,» Ehowenespanol, Noviembre 2021. [En línea]. Available: [https://www.ehowenespanol.com/historia-bombas-agua-hechos\\_106612/](https://www.ehowenespanol.com/historia-bombas-agua-hechos_106612/). [Último acceso: 20 Junio 2022].
- [3] «Qué es Hidráulica,» Sigificados, [En línea]. Available: <https://www.sigificados.com/hidraulica/#:~:text=Hidr%C3%A1ulica%20o%20hidr%C3%A1ulico%20se%20refiere,%2C%20que%20representa%20%22flauta%22..>. [Último acceso: 22 Junio 2022].
- [4] «Electrobombas Superficie,» Aguamarket, [En línea]. Available: <https://www.aguamarket.com/diccionario/terminos.asp?Id=6800&termino=electrobombas+superficie>. [Último acceso: 16 Junio 2022].
- [5] M. DL, «Antecedentes De La Bomba Hidráulica,» clubensayos, 26 Marzo 2016. [En línea]. Available: <https://www.clubensayos.com/Ciencia/Antecedentes-De-La-Bomba-Hidr%C3%A1ulica/1571743.html>. [Último acceso: 12 Junio 2022].
- [6] «Física Termodinamica,» [En línea]. Available: <https://hernanleon1002.wordpress.com/fisica-de-fluidos-y-termodinamica/primer-corte/marco-teorico/principio-de-pascal/>. [Último acceso: 2 Julio 2022].
- [7] B. Z. Parra y A. V. Robles, «Introducción a las máquinas hidráulicas,» de *Máquinas Hidráulicas*, Cartagena, CraiUPCT Edicioes, 206, pp. 1-12.
- [8] FMC, «Sistemas Hidráulicos,» [En línea]. Available: <https://www.autocare.org/docs/default-source/communities-files/fmc/bulletins/96-1-sistemas-hidr%C3%A1ulicos>. [Último acceso: 21 Julio 2022].
- [9] Yepes Piquera, Victor, «Poli blog,» [En línea]. Available: <https://victoryepes.blogs.upv.es/2016/04/04/clasificacion-de-las-bombas-hidraulicas/>. [Último acceso: 16 07 2022].

- [10] «Tipos de bombas | ¿Cuáles son? y ¿Cómo funcionan?,» 14 Enero 2021. [En línea]. Available: <https://ideasraiker.mx/tipos-de-bombas-cuales-son-y-como-funcionan/>. [Último acceso: 25 Julio 2022].
- [11] Aula21, «Que es un Siatema hidráulico y como funciona,» Centro de formacion tecnica para la industria, [En línea]. Available: <https://www.cursosaula21.com/que-es-un-sistema-hidraulico/#:~:text=El%20sistema%20hidr%C3%A1ulico%20funciona%20seg%C3%BAn,uniforme%20en%20todas%20las%20direcciones..> [Último acceso: 1 Agosto 2022].
- [12] Aula21, «Qué es un Sistema Hidráulico y cómo funciona,» Centro de formacion tecnica para la industria, [En línea]. Available: <https://www.cursosaula21.com/que-es-un-sistema-hidraulico/#:~:text=El%20sistema%20hidr%C3%A1ulico%20funciona%20seg%C3%BAn,uniforme%20en%20todas%20las%20direcciones..> [Último acceso: 8 Agosto 2022].
- [13] C. d. f. T. p. l. Industria, «Qué es un Sistema Hidráulico y cómo funciona,» [En línea]. Available: <https://www.cursosaula21.com/que-es-un-sistema-hidraulico/>. [Último acceso: 30 Julio 2022].
- [14] «Qué es un Sistema Hidráulico y cómo funciona,» [En línea]. Available: [https://www.cursosaula21.com/que-es-un-sistema-hidraulico/#:~:text=Los%20principales%20elementos%20que%20componen,\)3A%20omotor%2C%20cilindro%2C%20etc..](https://www.cursosaula21.com/que-es-un-sistema-hidraulico/#:~:text=Los%20principales%20elementos%20que%20componen,)3A%20omotor%2C%20cilindro%2C%20etc..) [Último acceso: 25 Julio 2022].
- [15] Q. m. agricolas, «Blog de maquinaria de la revista Agricultura,» 23 Abril 2013. [En línea]. Available: <http://www.masquemaquina.com/2013/04/sistema-hidraulico-centro-abierto-o.html>. [Último acceso: 14 07 2022].
- [16] Aula21, Centro de formacio tecnica para la industria , [En línea]. Available: <https://www.cursosaula21.com/que-es-un-sistema-hidraulico/#:~:text=El%20sistema%20hidr%C3%A1ulico%20funciona%20seg%C3%BAn,uniforme%20en%20todas%20las%20direcciones.> [Último acceso: 04 Agosto 2022].

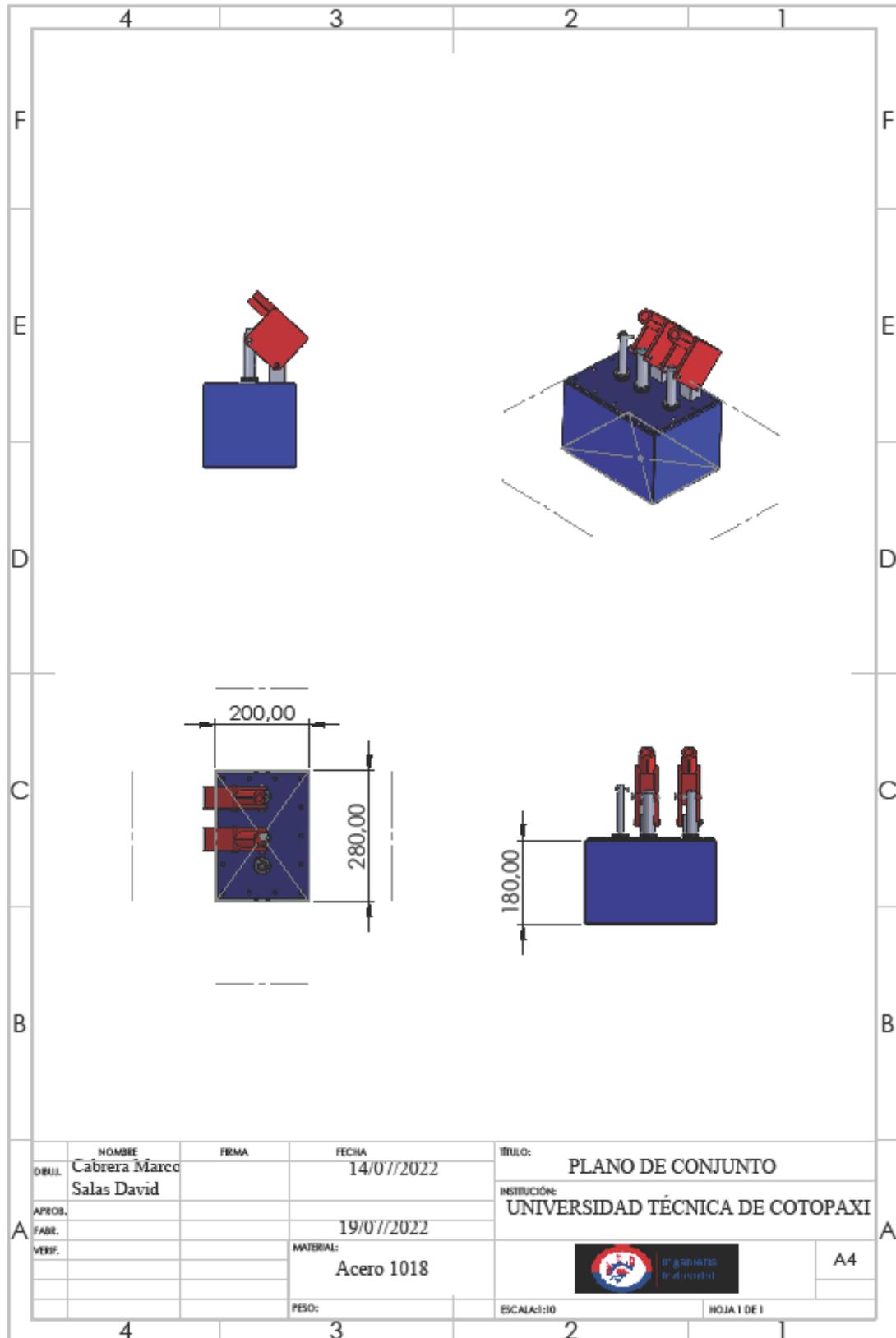
- [17] J. R. P. Oliva, « VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS SISTEMAS HIDRÁULICOS Y NEUMÁTICOS,» 29 Agosto 2013. [En línea]. Available: <http://iem-chn.blogspot.com/2013/08/14-ventajas-y-desventajas-de-los.html>. [Último acceso: 22 Julio 2022].
- [18] Aula21, «Qué es un Sistema Hidráulico y cómo funciona,» Centro de formacion tecnica para la industria , [En línea]. Available: <https://www.cursosaula21.com/que-es-un-sistema-hidraulico/#:~:text=El%20sistema%20hidr%C3%A1ulico%20funciona%20seg%C3%BAn,uniforme%20en%20todas%20las%20direcciones>. [Último acceso: 8 Agosto 2022].
- [19] Segovia. , Jose A., «eadic,» 14 04 2021. [En línea]. Available: <https://eadic.com/blog/entrada/modos-de-fallo-en-las-bombas-hidraulicas-2/>. [Último acceso: 16 07 2022].
- [20] «Mangueras Hidráulicas: 8 Razones Principales por las Cuales Fallan,» Parker Store, 20 Enero 2020. [En línea]. Available: <https://parkerindustrialdetlaxcala.com/2020/01/20/mangueras-hidraulicas-8-razones-principales-las-cuales-fallan/>. [Último acceso: 23 Julio 2022].
- [21] . Y. A. ÇENGEL, de *MECANICA DE FLUIDOS*, Mexico, McGRAW-HILL/INTERAMERICANA, 2006, p. 38.
- [22] R. L. Mott, de *MECANICA DE FLUIDOS*, MEXICO, 2006.
- [23] W. P. G. Mtz, «Características de los fluidos hidraulicos potencia fluida,» 2021. [En línea]. Available: <https://www.studocu.com/es-mx/document/universidad-autonoma-de-nuevo-leon/potencia-fluida-y-laboratorio/pdf-3-caracteristicas-de-los-fluidos-hidraulicos-potencia-fluida/22530591>. [Último acceso: 5 Julio 2022].
- [24] W. P. G. Mtz, «Características de los fluidos hidraulicos potencia fluida,» 2021. [En línea]. Available: <https://www.studocu.com/es-mx/document/universidad-autonoma-de-nuevo-leon/potencia-fluida-y-laboratorio/pdf-3-caracteristicas-de-los-fluidos-hidraulicos-potencia-fluida/22530591>. [Último acceso: 20 Julio 2022].

- [25] B. Tareas, «CARACTERÍSTICAS, CLASIFICACIÓN, FUNCIONES Y PROPIEDADES DE LOS ACEITES HIDRÁULICOS,» 13 Abril 2013. [En línea]. Available: <https://www.buenastareas.com/ensayos/Caracter%C3%ADsticas-Clasificaci%C3%B3n-Funciones-y-Propiedades-De/24891350.html>. [Último acceso: 3 Agosto 2022].
- [26] «Imagen de sellos mecánicos,» [En línea]. Available: <https://www.sealfluid.com/sellos>. [Último acceso: 08 08 2022].
- [27] J. Leyers, «Selección del fluido adecuado para sistemas hidráulicos,» 13 Febrero 2018. [En línea]. Available: <https://www.q8oils.com/es/industria-general/fluido-adecuado-para-sistemas-hidraulicos/>. [Último acceso: 5 Agosto 2022].
- [28] [En línea]. Available: <https://carbosystem.com/sellos-mecanicos/>. [Último acceso: 07 08 2022].
- [29] Sealfluid, «Imagen de sellos mecánicos,» [En línea]. Available: <https://www.sealfluid.com/sellos>. [Último acceso: 15 08 2022].
- [30] Carbosystem, «Sellos mecánicos,» [En línea]. Available: <https://carbosystem.com/sellos-mecanicos/>. [Último acceso: 12 Agosto 2022].
- [31] J. Forero, «¿ QUÉ ES DISEÑO 3D ? – DEFINICIÓN,» Dweb3d, 22 Septiembre 2017. [En línea]. Available: <https://www.dweb3d.com/blog/disenio-3d-definicion/>. [Último acceso: 16 Agosto 2022].
- [32] C. Lamus, «Que son los diseños 3D,» 12 Junio 2021. [En línea]. Available: <https://prezi.com/p/66dupfgsvgl/semana-2-actividad-8/>. [Último acceso: 21 Agosto 2022].
- [33] Dweb3D, 22 09 2017. [En línea]. Available: <https://www.dweb3d.com/blog/2017/09/22/>. [Último acceso: 15 07 2022].
- [34] «Importancia del modelado 3D,» [En línea]. Available: <https://nctech.com.mx/blog/ingenieria-digital/modelado-3d/>. [Último acceso: 31 Agosto 2022].

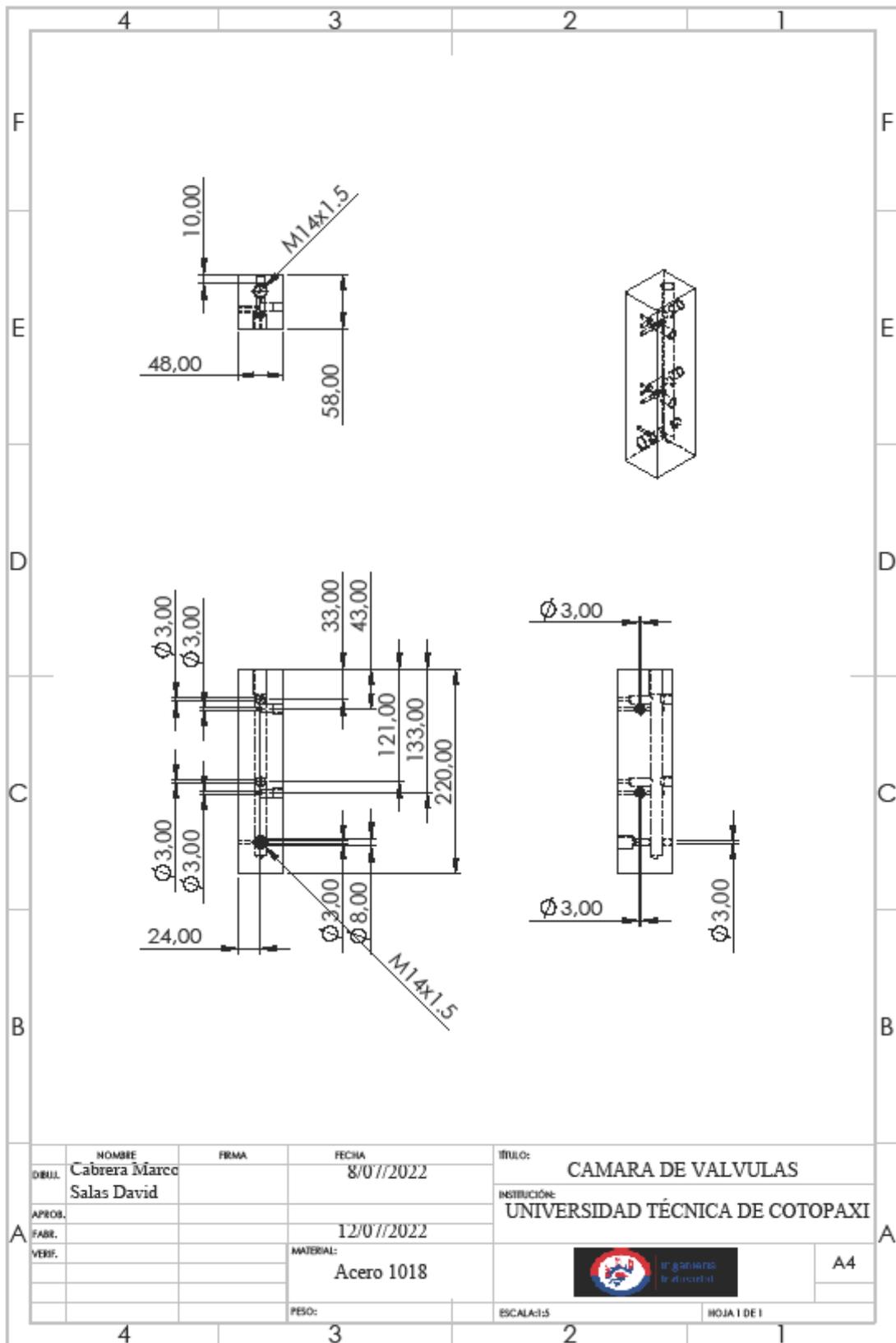
- [35] NCTECH, [En línea]. Available: <https://nctech.com.mx/blog/ingenieria-digital/modelado-3d/>. [Último acceso: 15 07 2022].
- [36] C. O. C. B. Ingrid Carolina BAEZ Beltrán, «Metodología de Diseño de Producto bajo la estructura de Innovación y Creatividad. Estudio de revisión,» *Revsita Espacios*, vol. 39, nº 11, p. 20, 2018.
- [37] G. Garcia, «Un proceso general de diseño en Ingeniería Mecánica,» *Ingeniería Mecánica*, pp. 35-35.
- [38] S. Bi, «SOLIDWORKS. Qué es y para qué sirve,» [En línea]. Available: <https://solid-bi.es/solidworks/>. [Último acceso: 28 Agosto 2022].
- [39] SOLIDBI, [En línea]. Available: <https://solid-bi.es/solidworks/>. [Último acceso: 14 07 2022].
- [40] Areatecnologia. [En línea]. Available: <https://www.areatecnologia.com/materiales/resistencia-materiales.html>. [Último acceso: 26 Agosto 2022].
- [41] . J. Grimán, «Resistencia de Materiales DIC - UCLA,» [En línea]. Available: <https://n9.cl/irx9>. [Último acceso: 24 07 2022].
- [42] Waldunsteel, «ACERO AL CARBONO AISI 1018,» [En línea]. Available: <https://waldunsteel.com/es/products/aisi-1018-acero-carbono/>. [Último acceso: 26 Agosto 2022].
- [43] PALMEXICO, [En línea]. Available: [https://www.acerosdealtorendimiento.com/\\_files/ugd/70d9c9\\_68ffe8448ed44d818a5346fd64add49d.pdf?index=true](https://www.acerosdealtorendimiento.com/_files/ugd/70d9c9_68ffe8448ed44d818a5346fd64add49d.pdf?index=true). [Último acceso: 27 07 2022].
- [44] M. H. BRITO, SIMULACIÓN DEL PROCESO DE SOLDADURA SMAW EN PIEZAS DE, 2008.
- [45] L. D. G. M. G. Mothelet, Metodología del Diseño, Londres : Universidad de Londres .
- [46] B. Alva, Evaluación de factores Hidráulicos, Perú, 2017.

- [47] Uriarte, Julia Máxima;, «Características.co.,» 30 09 2021. [En línea]. Available: <https://www.caracteristicas.co/fluidos/>. [Último acceso: 16 07 2022].
- [48] I. V. Gómez, «CLASIFICACION DE LOS ACEROS,» [En línea]. Available: <http://www.frt.utn.edu.ar/tecnoweb/imagenes/file/mecanica/Acero,%20Clasificaci%C3%B3n,%20Alumnos.pdf>. [Último acceso: 30 Agosto 2022].

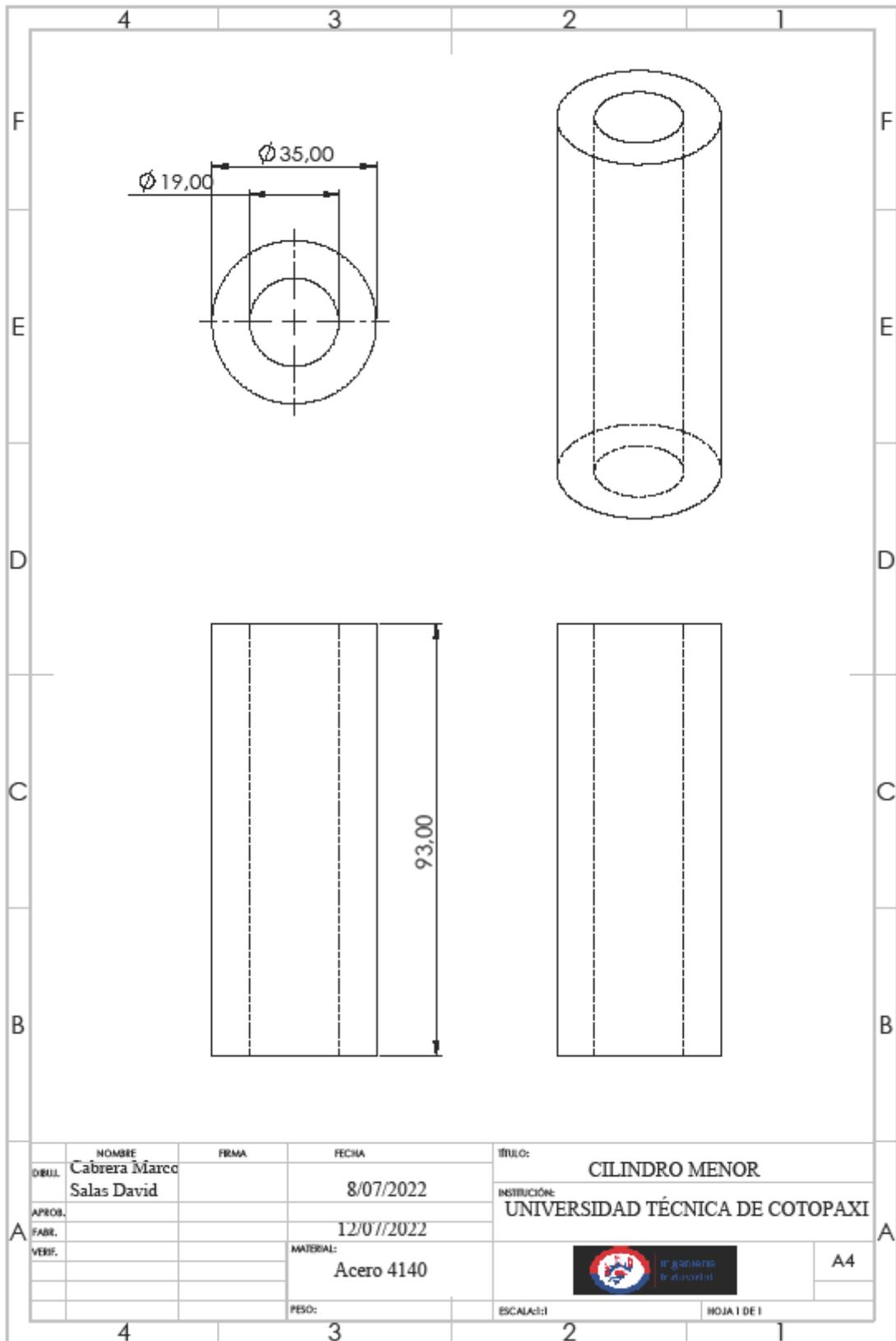
## 6. ANEXOS



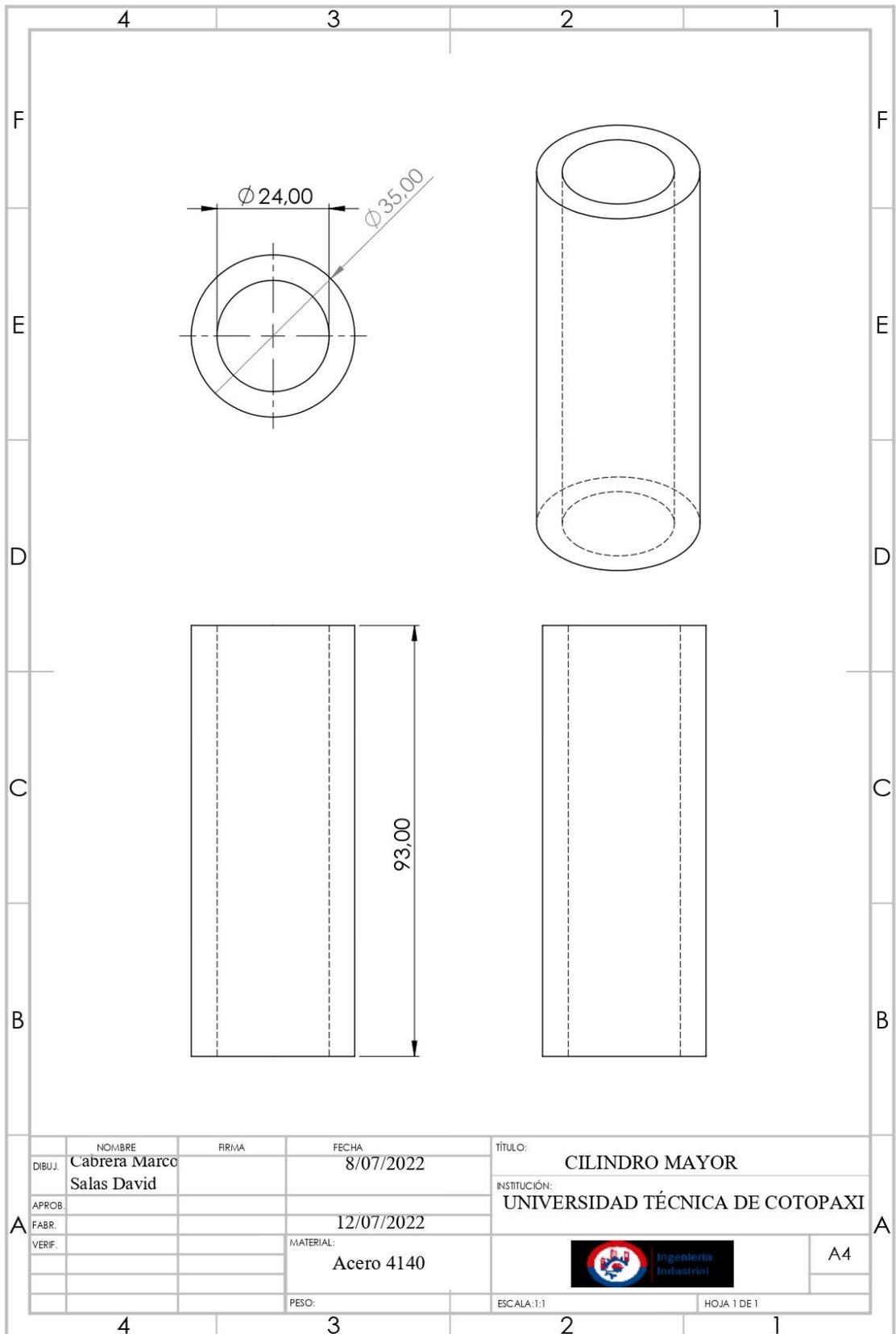
ANEXO I: Plano de conjunto



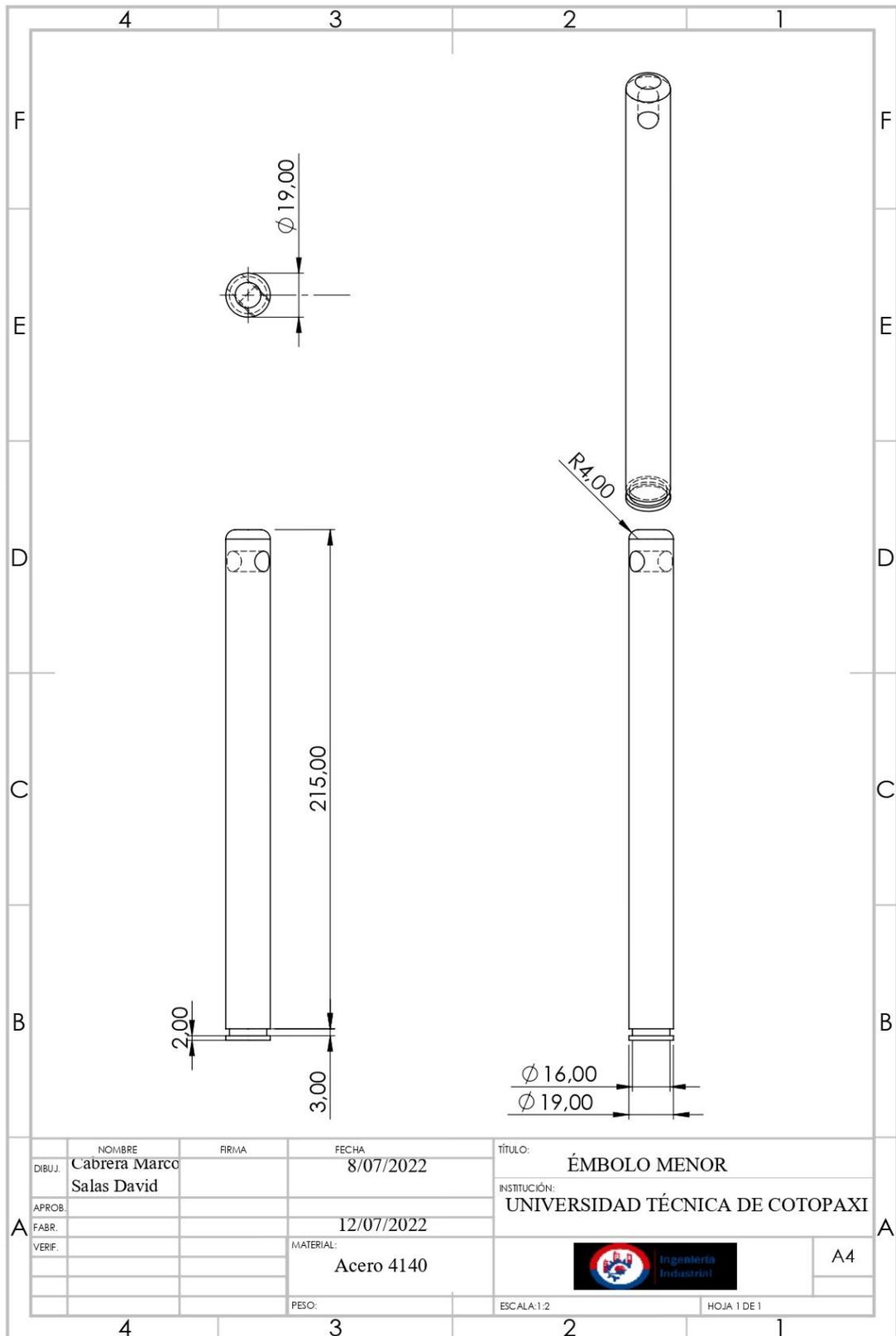
ANEXO II: Cámara de válvulas



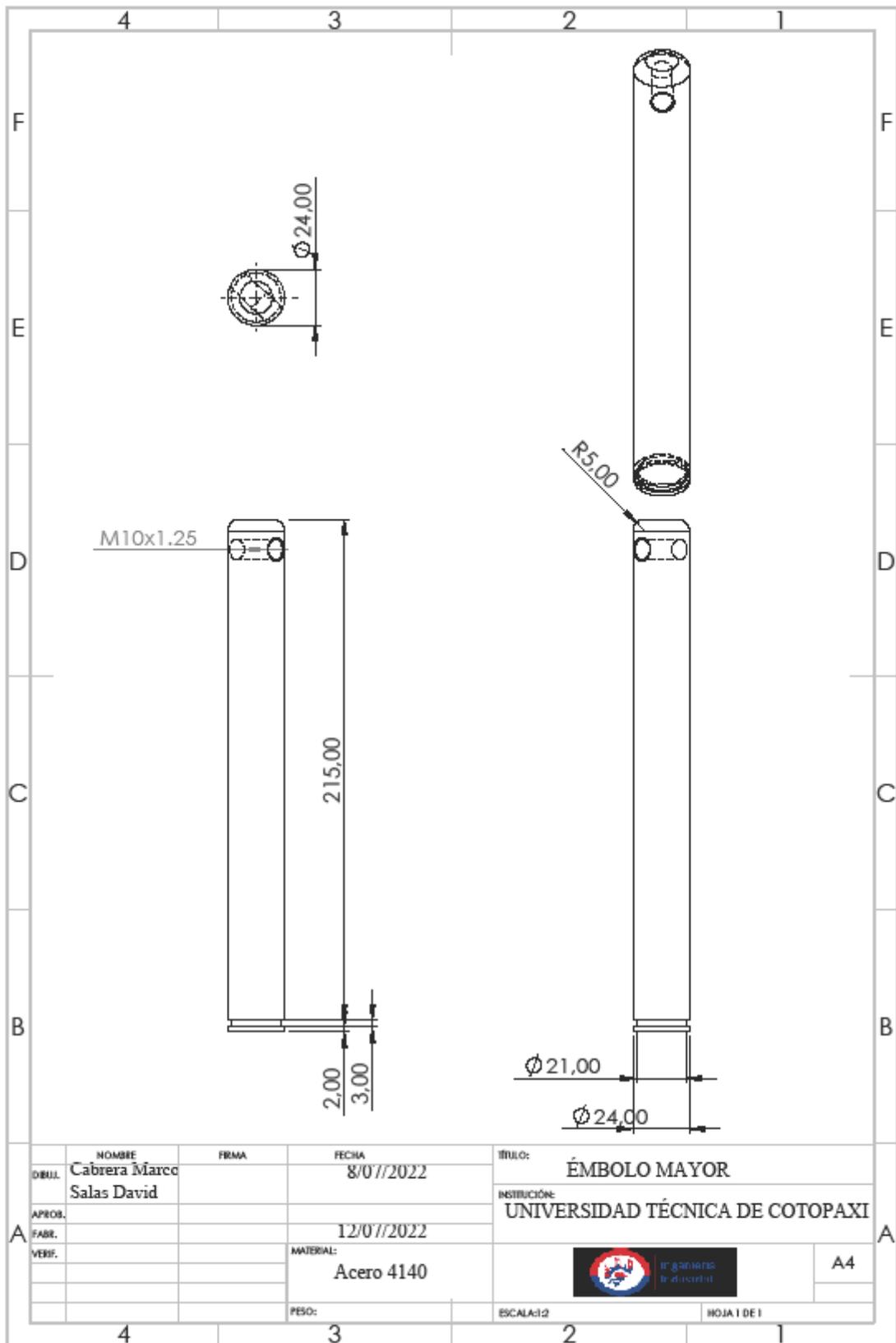
**ANEXO III:** Cilindro menor



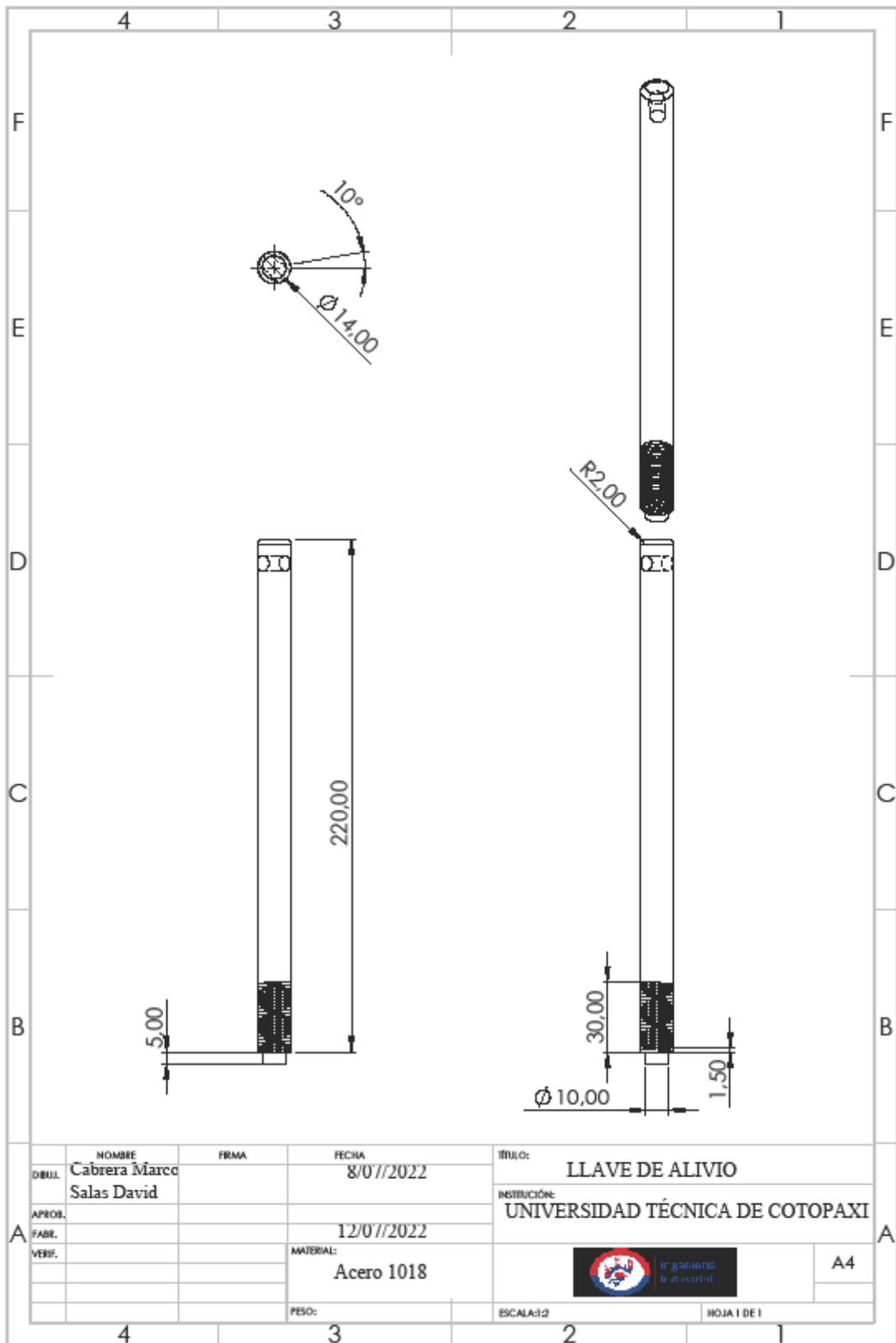
**ANEXO IV:** Cilindro mayor



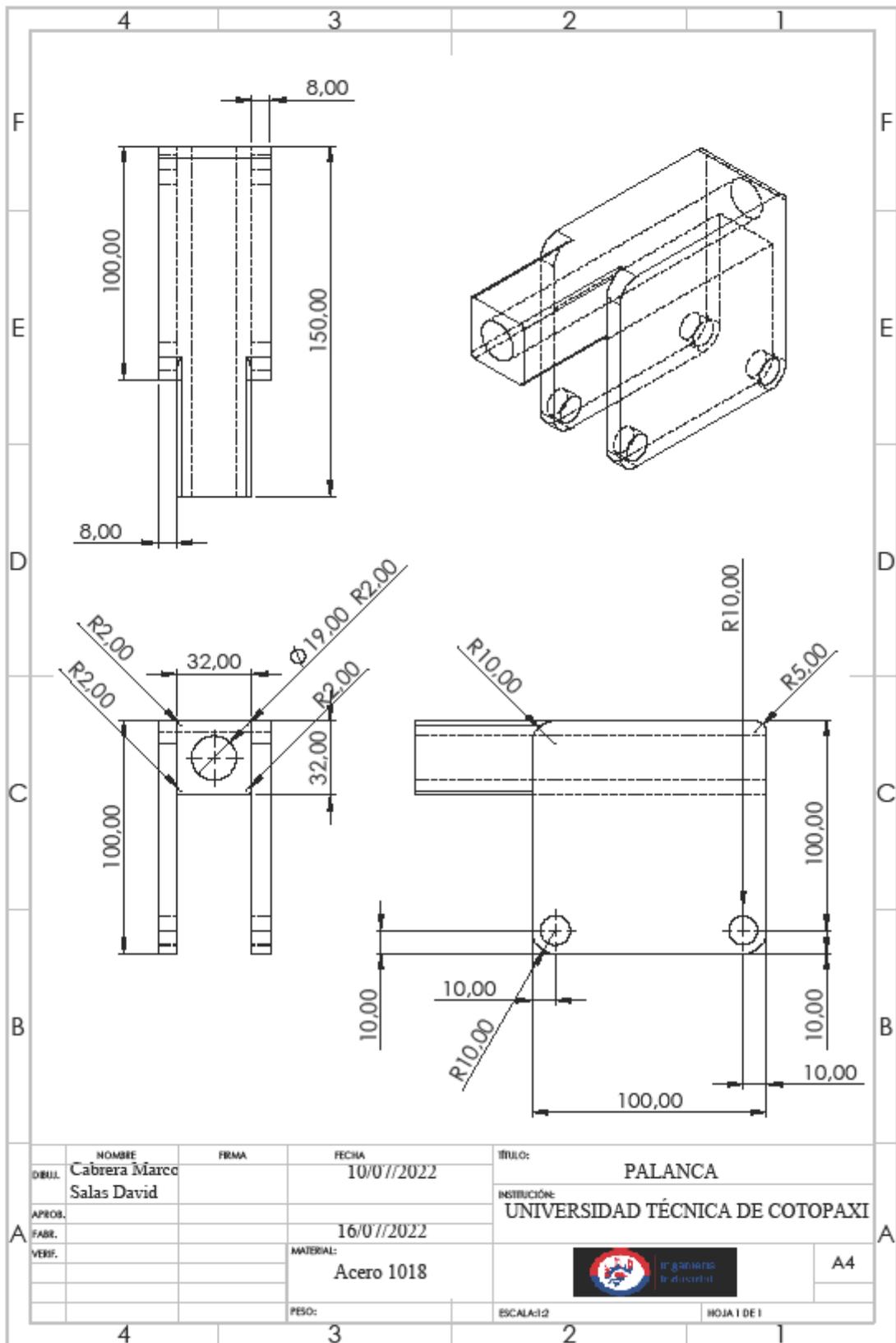
ANEXO V: Émbolo menor



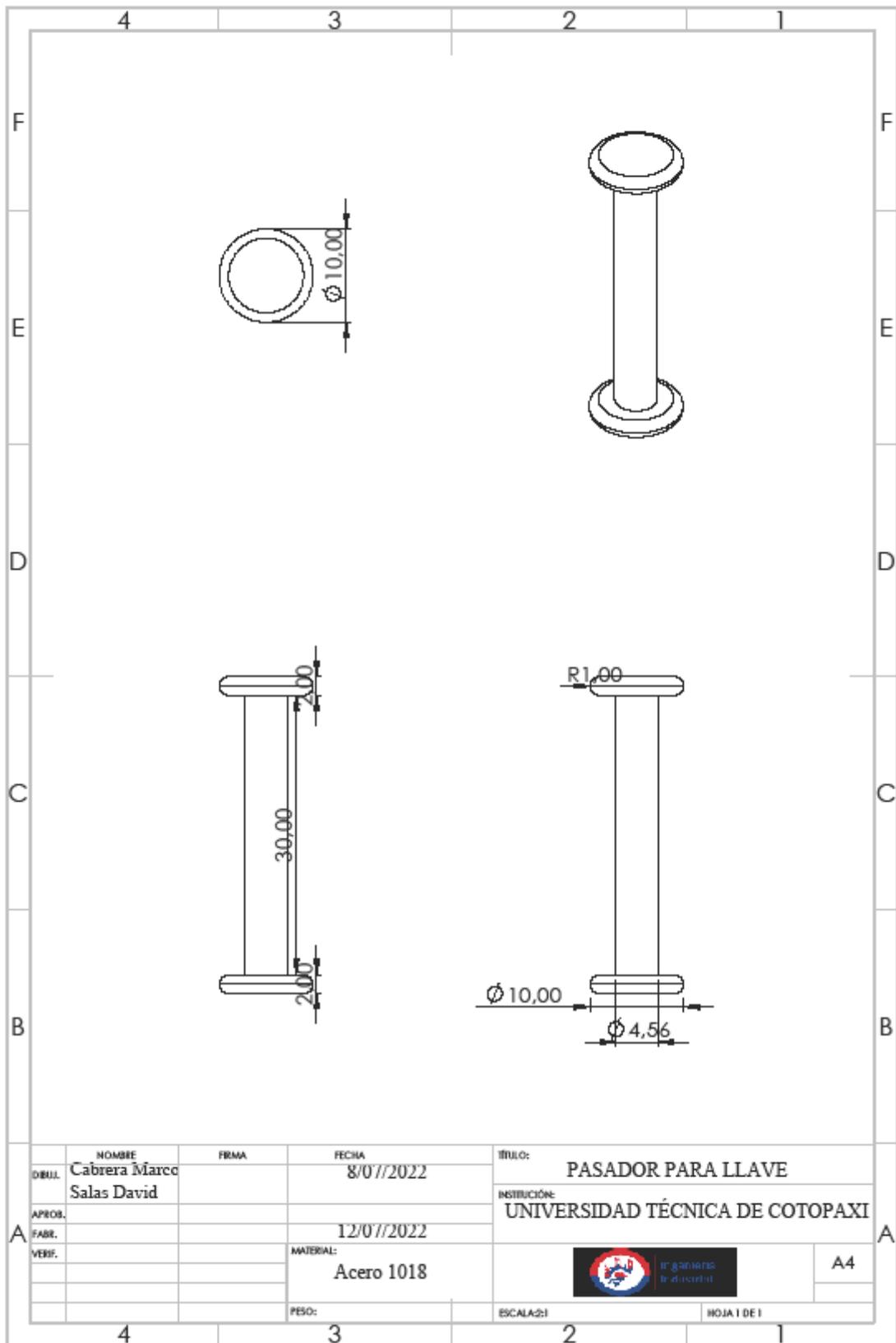
ANEXO VI: Émbolo mayor



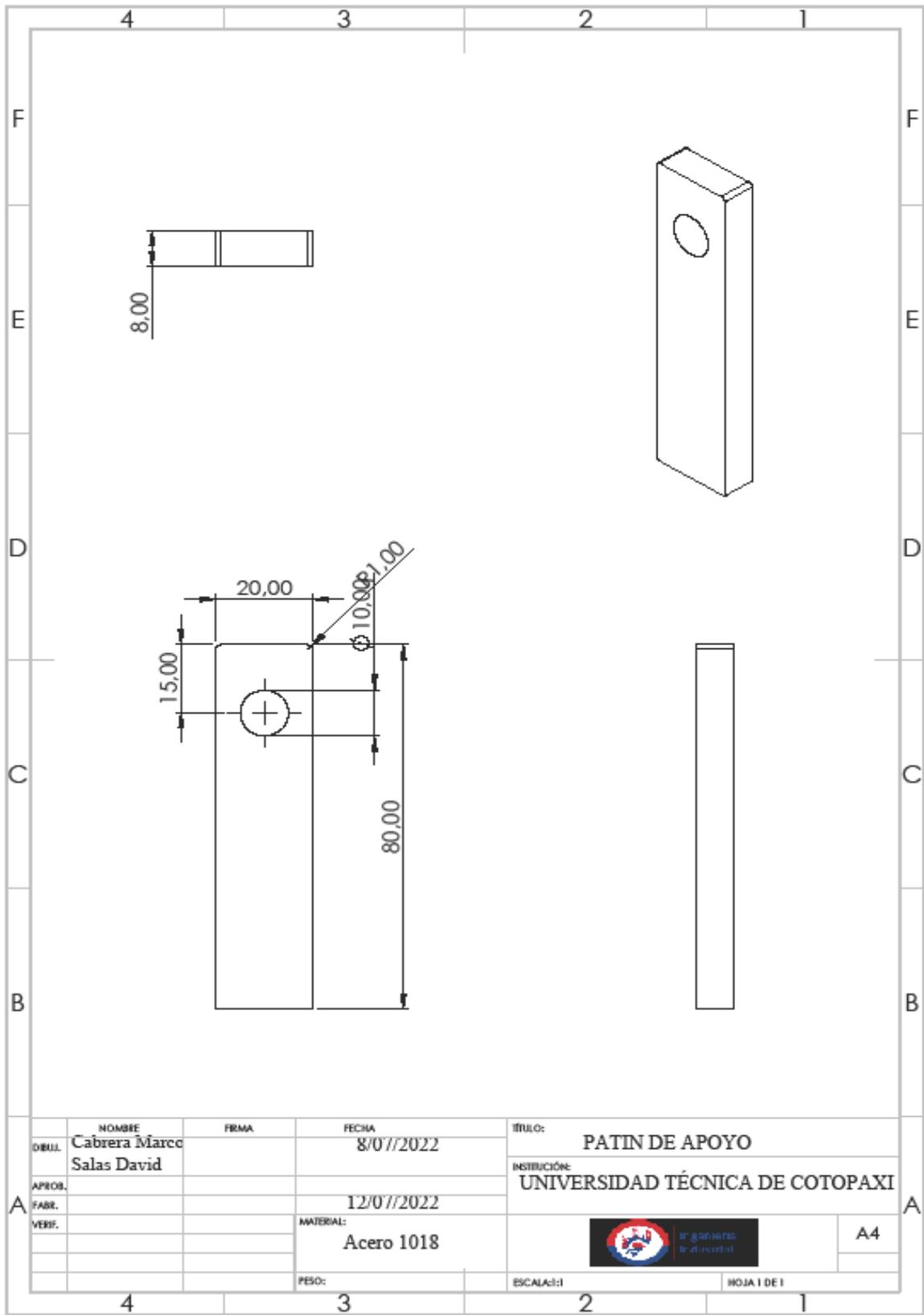
ANEXO VII: Llave de alivio



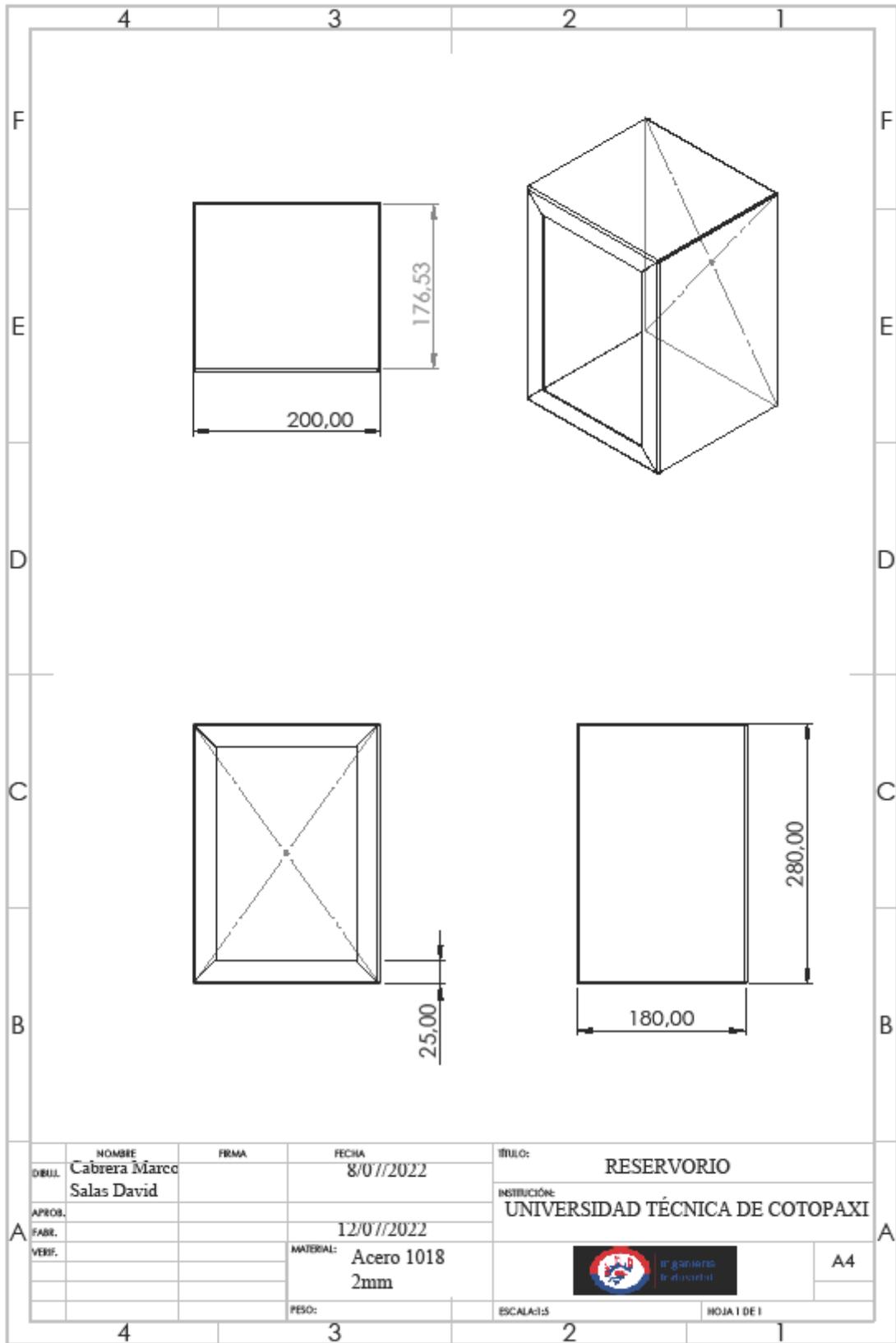
ANEXO VIII: Palanca



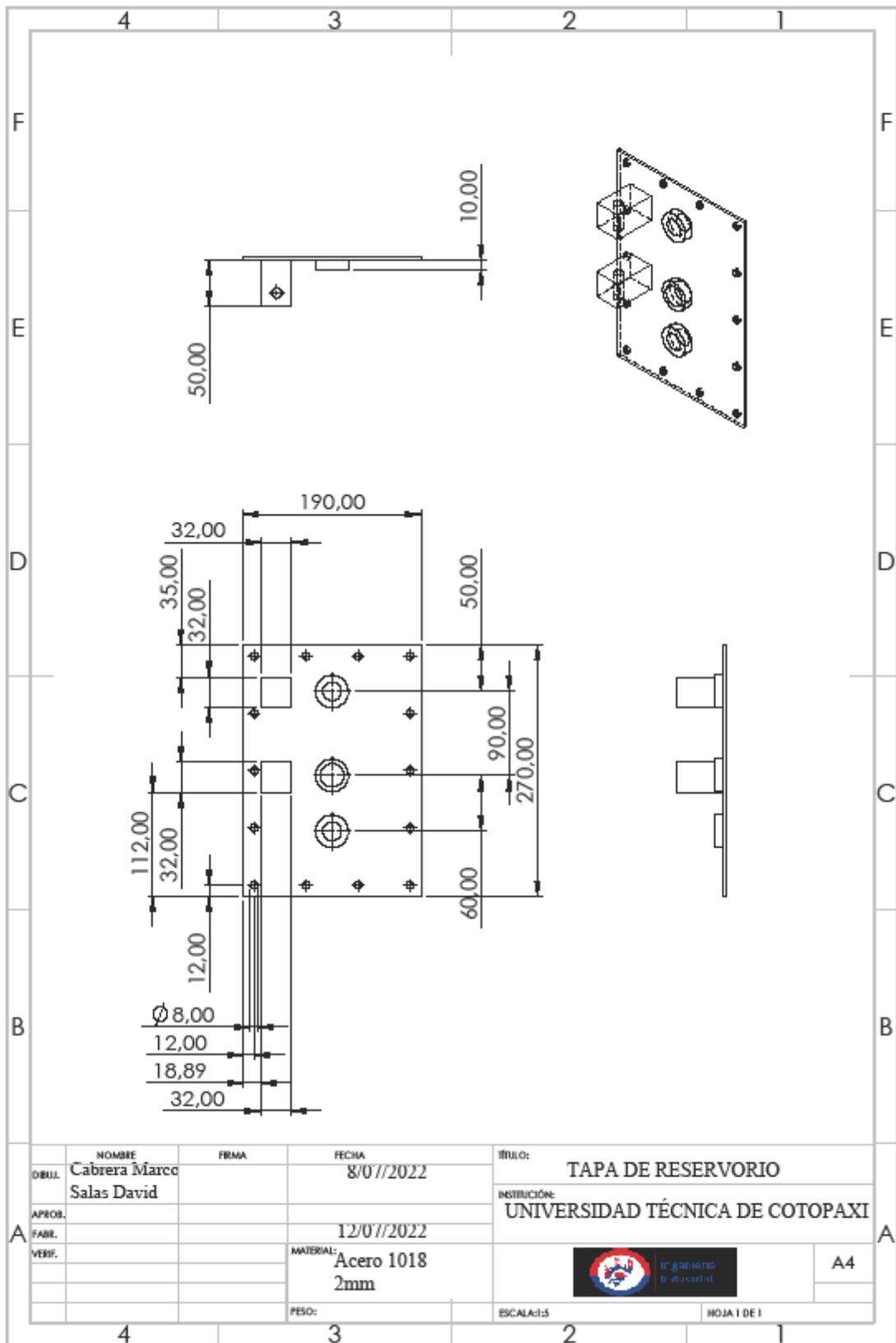
**ANEXO IX:** Pasador de llave



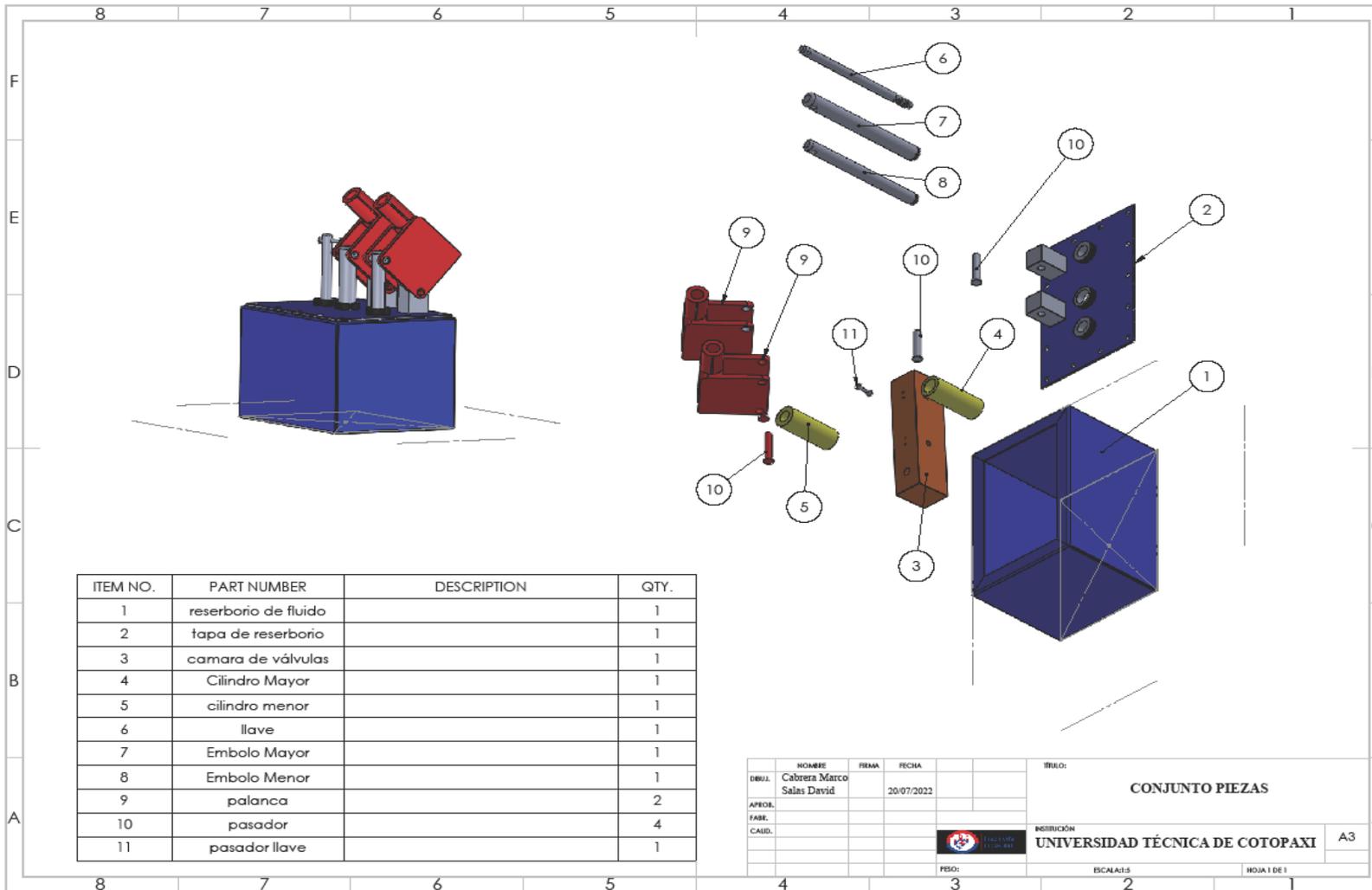
ANEXO X: Patín



ANEXO XI: Reservorio de fluido



ANEXO XII: Tapa de reservorio



NOMBRE			FIRMA			FECHA			TÍTULO:		
DBUJ. Cabrera Marco			Salas David			20/07/2022			CONJUNTO PIEZAS		
APROB.									UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		
FABR.									A3		
CALID.									FEBO: ESCALA: 2 HOJA 1 DE 1		

**ANEXO XIII:** Conjunto de piezas



**ANEXO XIV: Torneado**



**ANEXO XV: Perforado de comunicaciones**



**ANEXO XVI:** Perforado para válvula



**ANEXO XVII:** Torneado 1



**ANEXO XVIII:** Torneado 2



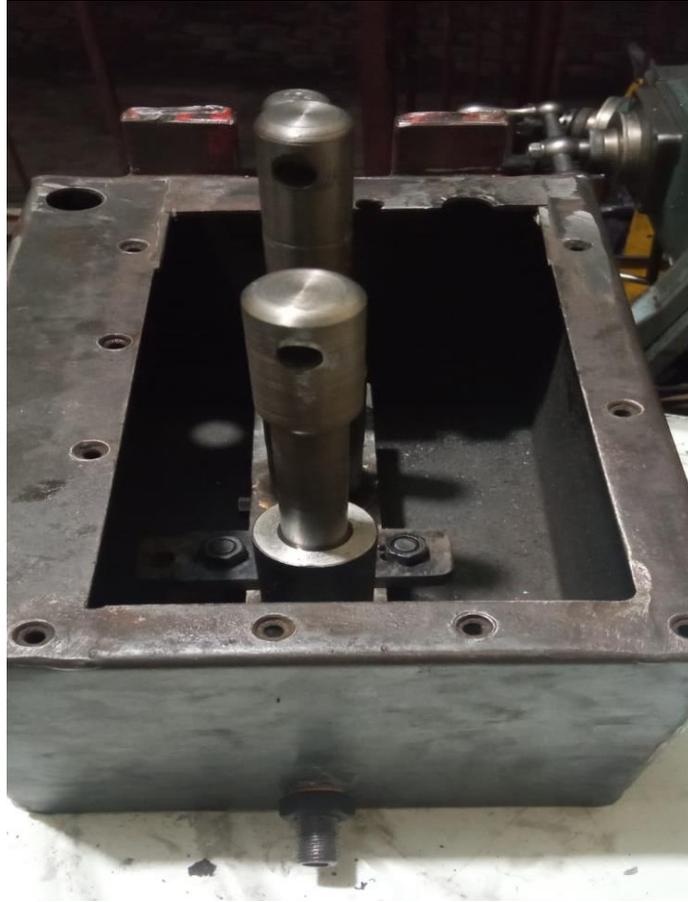
**ANEXO XIX:** Torneado de cilindros



**ANEXO XX:** Cilindros terminados



**ANEXO XXI:** Unión de válvula con émbolos



**ANEXO XXII:** Ensamble de émbolos en reservorio



**ANEXO XXIII:** Bomba terminada