	<b>GESTIÓN DE SERVICIOS ACADÉMICOS Y BIBLIOTECARIOS</b>		<b>CÓDIGO</b>	FO-GS-15
			<b>VERSIÓN</b>	02
	<b>ESQUEMA HOJA DE RESUMEN</b>		<b>FECHA</b>	03/04/2017
			<b>PÁGINA</b>	1 de 1
<b>ELABORÓ</b>		<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>	
Jefe División de Biblioteca		Equipo Operativo de Calidad	Líder de Calidad	

## RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES):

NOMBRE(S): IVAN ESTEBAN

APELLIDOS: MALDONADO OVALLOS

FACULTAD: INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA MECÁNICA

DIRECTOR:

NOMBRE(S): YEZITH JELMARO

APELLIDOS: ROJAS ORTEGA

CO-DIRECTOR:

NOMBRE(S): CARLOS EDUARDO

APELLIDOS: PÉREZ MANTILLA

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): DISEÑO DE LA MORDAZA Y REDISEÑO DE LA PRENSA MECÁNICA PARA LA EMPRESA METALIT S.A.S.

### RESUMEN

El trabajo de grado tiene como objetivo diseñar un par de mordazas y rediseñar la prensa mecánica para aumentar la productividad de la empresa, hoy en día la productividad es uno de los indicadores de desempeño más importante para una organización, el propósito principal de una empresa es producir lo máximo y mejor posible. Esforzarse por lograr la máxima eficiencia y eficacia en cada uno de los procesos realizados dentro de la empresa, para así satisfacer los clientes. El diseño de la mordaza se lleva a cabo con el objetivo de duplicar la producción de la empresa al momento de realizar las piezas para diferentes diámetros que se fabrican diariamente, el rediseño de la prensa mecánica consta de renovar el tornillo de banco por un accionador hidráulico lineal con el propósito de aumentar la eficiencia de la máquina (prensa de mecánica). La investigación que se ha desarrollado es cuantitativa-no experimental, debido a que en un estudio no experimental no se genera ninguna situación, sino que se observan situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente en la investigación por quien la realiza.

PALABRAS CLAVE: Productividad, diseño, eficiencia y renovar.

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 112      PLANOS: 0      ILUSTRACIONES: 61      CD ROOM: 1

DISEÑO DE LA MORDAZA Y REDISEÑO DE LA PRENSA MECÁNICA PARA LA  
EMPRESA METALIT S.A.S.

IVAN ESTEBAN MALDONADO OVALLOS

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIO DE INGENIERÍA MECÁNICA

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2022

DISEÑO DE LA MORDAZA Y REDISEÑO DE LA PRENSA MECÁNICA PARA LA  
EMPRESA METALIT S.A.S.

IVAN ESTEBAN MALDONADO OVALLOS

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de  
Ingeniero Mecánico

Director

M.Sc. YEZITH JELMARO ROJAS ORTEGA

Codirector

I.M. CARLOS EDUARDO PÉREZ MANTILLA

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA MECÁNICA

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2022

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE UN TRABAJO DE GRADO

**FECHA:** CÚCUTA, 20 DE SEPTIEMBRE 2022  
**HORA:** 02:30 P.m.  
**LUGAR:** SALA DE PROYECCIÓN N°5 EDF CREAD UFPS  
**PLAN DE ESTUDIOS:** INGENIERÍA MECÁNICA

**TÍTULO:** "DISEÑO DE LA MORDAZA Y REDISEÑO DE LA PRENSA MECÁNICA PARA LA EMPRESA METALIT S.A.S."

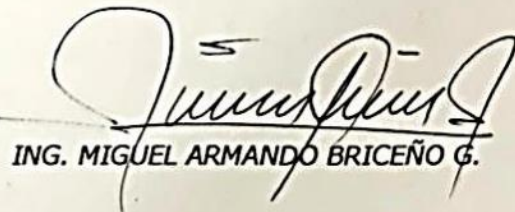
**Jurados:** ING. CAMILO ALBERTO FLÓREZ SANABRIA  
ING. MIGUEL ARMANDO BRICEÑO GUERRERO

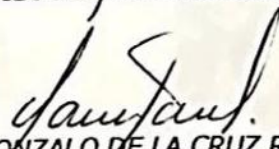
**Director:** ING. YEZITH JELMARO ROJAS ORTEGA  
**Codirector:** ING. CARLOS EDUARDO PEREZ MANTILLA

Nombre del estudiante	Código	Calificación	
		Letra	Número
IVÁN ESTEBAN MALDONADO OVALLOS	1121727	Cuatro, Cuatro	4.4

### APROBADA

  
ING. CAMILO ALBERTO FLÓREZ SANABRIA.

  
ING. MIGUEL ARMANDO BRICEÑO G.

  
Vo.Bo GONZALO DE LA CRUZ ROMERO GARCÍA  
Coordinador Comité Curricular  
Ingeniería Mecánica

## **Dedicatoria**

El presente trabajo de grado lo dedico principalmente a Dios, por darme la fuerza para continuar en el proceso de obtener uno de los principales metas que he soñado, ser un profesional.

A mis padres Gladys Ovallos y Omar Maldonado, hermano Orlando Maldonado y demás familiares, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias al apoyo de ustedes he logrado cumplir uno de mis propósitos en la vida.

A mi novia Wendy Rodríguez por acompañarme en todo el proceso de mi carrera como profesional, gracias por comprenderme.

A mis amigos (los juiciosos) por ayudarme de manera desinteresada en el transcurso de estudio universitario.

Por último, quiero agradecer al director del trabajo de grado M.Sc. Yezith Rojas Ortega por guiarme y corregirme todo el proceso del trabajo de grado.

## **Resumen**

El trabajo de grado tiene como objetivo diseñar un par de mordazas y rediseñar la prensa mecánica para aumentar la productividad de la empresa, hoy en día la productividad es uno de los indicadores de desempeño más importante para una organización, el propósito principal de una empresa es producir lo máximo y mejor posible. Esforzarse por lograr la máxima eficiencia y eficacia en cada uno de los procesos realizados dentro de la empresa, para así satisfacer los clientes.

El diseño de la mordaza se lleva a cabo con el objetivo de duplicar la producción de la empresa al momento de realizar las piezas para diferentes diámetros que se fabrican diariamente, el rediseño de la prensa mecánica consta de renovar el tornillo de banco por un accionador hidráulico lineal con el propósito de aumentar la eficiencia de la máquina (prensa de mecánica). La investigación que se ha desarrollado es cuantitativa-no experimental, debido a que en un estudio no experimental no se genera ninguna situación, sino que se observan situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente en la investigación por quien la realiza.

Palabras claves: productividad, diseño, eficiencia y renovar.

## **Abstract**

The objective of the degree work is to design a pair of vices and redesign the mechanical press to increase the productivity of the company, nowadays productivity is one of the most important performance indicators for an organization, the main purpose of a company is to produce as much and better as possible. Strive to achieve maximum efficiency and effectiveness in each of the processes carried out within the company, in order to satisfy customers.

The design of the vise is carried out with the aim of doubling the production of the company at the time of making the parts for different diameters that are manufactured daily, the redesign of the mechanical press consists of renewing the vise by a linear hydraulic actuator in order to increase the efficiency of the machine (mechanical press). The research that has been developed is quantitative-non-experimental, because in a non-experimental study no situation is generated, but rather existing situations are observed, not intentionally provoked in the research by the researcher.

Key words: productivity, design, efficiency and renovation.

## Contenido

	<b>Pág.</b>
Introducción	19
1. Presentación del problema	20
1.1. Título	20
1.2. Planteamiento del problema	20
1.3. Formulación del problema	21
1.4. Objetivos	21
1.4.1. Objetivo general.	21
1.4.2. Objetivos específicos.	21
1.5. Justificación	22
1.6. Alcances y limitaciones	22
1.6.1. Alcances	22
1.6.2. Limitaciones.	23
1.7. Delimitación del problema	23
1.7.1. Delimitación Espacial.	23
1.7.2. Delimitación Temporal.	23
1.7.3. Delimitación Conceptual.	23
2. Marco referencial	24
2.1. Antecedentes	24
2.2. Marco Teórico	25
2.2.1. La prensa.	25
2.2.2. Clasificación de las prensas.	25
2.2.3. Prensa mecánica.	25



2.2.4. Tipos de prensas mecánicas	25
2.2.4.1. Prensa mecánica de manivela (o excéntrica).	25
2.2.4.2. Prensa de tornillo (banco)	26
2.2.4.3. Prensa de cremallera	27
2.2.5. La prensa hidráulica	27
2.2.5.1. Prensa hidráulica de simple efecto	28
2.2.5.2. Prensa hidráulica de doble efecto	28
2.2.5.3. Prensa Hidráulica de triple efecto	28
2.2.6. Prensa de fricción	29
2.2.7. Prensas combinadas (de bloque)	29
2.2.8. Sistema hidráulico	30
2.2.9. Que es un accionador lineal	30
2.2.10. Tipos de accionadores hidráulicos	31
2.2.10.1. Accionadores hidráulicos	31
2.2.10.2. Accionador de botellas	31
2.2.10.3. Accionador lineal de uña	32
2.2.10.4. Accionador hidráulico de pedal	32
2.2.10.5. Accionador tipo caimán	33
2.2.11. Accionadores mecánicos	33
2.2.11.1. Accionador de cremallera	34
2.2.11.2. Accionador lineal de tornillos	34
2.2.11.3. Accionador tipo tijeras	35
2.2.12. Accionadores neumáticos	35
2.2.12.1. Accionadores operados por aire comprimido	35

2.2.12.2.Accionadores de botella neumáticos	36
2.2.12.3.Accionadores hidroneumáticos	36
2.2.13. Mordaza	37
2.2.14. Procesos de manufactura	37
2.2.14.1.Torneado	37
2.2.14.2.Fresado	38
2.2.15. Acero	38
2.2.15.1.Clasificación de los aceros	39
2.2.15.2.Clasificación de los aceros por el porcentaje de carbono	40
2.2.15.2.1.Acero al bajo carbono	40
2.2.15.2.2.Acero de medio contenido de carbono	40
2.2.15.2.3.Acero con alto contenido de carbono	40
2.2.15.2.4.Aceros aleados	40
2.2.15.3.Otros tipos de aceros	41
2.2.15.3.1. Acero inoxidable	41
2.2.15.3.2. Aceros para cementación	41
2.2.15.3.3. Aceros para nitruración	41
2.2.15.3.4. Aceros especiales	41
2.2.16. Tratamientos térmicos	41
2.2.16.1.Carburización	42
2.2.16.2.Revenido	42
2.2.16.3.Recocido	43
2.2.16.4.Normalizado	44
2.2.16.5.Austenizado	44

2.2.16.6.Templabilidad	44
2.3. Marco Conceptual	45
2.3.1. Diseño	45
2.3.2. Hidráulica	45
2.3.3. Prensa Hidráulica	46
2.4. Marco Contextual	46
2.5. Marco Legal	47
3. Diseño metodológico	49
3.1. Tipo de investigación	49
3.2. Fuente de información	49
3.2.1. Fuentes primarias	49
3.2.2. Fuentes secundarias	49
3.2.3. Desarrollo metodológico	49
4. Desarrollo del trabajo de grado	50
4.1. Selección del material para la mordaza	50
4.1.1. Composición química	50
4.1.2. Propiedades Mecánicas del acero AISI 4041	50
4.1.3. Propiedades físicas del acero AISI 4041	51
4.1.4. Propiedades mecánicas, térmicas y eléctricas AISI 4041	52
4.1.5. Temperatura de tratamientos térmicos	52
4.2. Acero AISI 4340	53
4.2.1. Composición química del AISI 4340	53
4.2.2. Propiedades mecánicas del AISI 4340	54
4.2.3. Propiedades físicas del Acero AISI 4340	54

4.3. Parámetros de diseño de la mordaza	57
4.4. Diseño de la mordaza	57
4.4.1. Área de contacto de la mordaza actual de la empresa METALIT S.A.S	57
4.4.2. Área de contacto	57
4.5. Área de contacto del diseño de la mordaza	59
4.5.1. Áreas de contacto	59
4.6. Fabricación de la mordaza	60
4.7. Tratamiento temple neutro	60
4.8 Pasos para el proceso del temple	60
4.9 Tratamiento de revenido	61
4.9.1. Proceso para realizar el revenido	62
4.10.Parámetros de diseño (prensa mecánica)	62
4.10.1Parámetros de diseño (prensa mecánica)	62
4.11.Selección del material para el rediseño de la prensa mecánica	63
4.11.1. Acero ASTM A36	63
4.12.Propiedades Físicas del acero ASTM A36	65
4.13.Soldabilidad	65
4.14.Rediseño de la prensa mecánica	66
4.15.Diseño de la prensa mecánica	68
4.16.Fabricación del rediseño	68
4.16.1. Adaptación del accionador lineal de botella	68
4.16.2. Manómetro de presión	71
4.16.2.1.Instalación del manómetro	72
4.17.Cálculos de pernos	74

4.17.1. Cálculo para pernos de esfuerzo normal	75
4.17.2. Cálculo esfuerzo de aplastamiento y de corte en los pernos.	83
4.18.Cálculo esfuerzos en los resortes de tensión.	85
4.18.1. Cálculo del esfuerzo de tensión máximo	87
4.18.2. Esfuerzo de torsión máximo	89
4.19.Cálculo para la soldadura.	90
4.19.1. Soldadura de filete por cortante	90
4.19.2. Soldadura de filete	92
4.19.3. Electrodo 6010	95
4.19.3.1.Tipo de revestimiento	96
4.19.3.2.Posición de soldeo	96
4.19.3.3.Corriente eléctrica	96
4.20.Diseño de la prensa mecánica y la mordaza	96
4.21.Viabilidad	97
4.21.1. Viabilidad del diseño de la prensa mecánica y la mordaza	97
5. Presupuesto del diseño de la mordaza y rediseño de la prensa mecánica	98
6. Conclusiones	99
7.Recomendaciones	100
8. Referencias Bibliográficas	101
Anexos	103

## Lista de figuras

	<b>Pag.</b>
Figura 1. Prensa mecánica del taller METALIT S.A.S	21
Figura 2. Prensa mecánica excéntrica	25
Figura 3. Prensa de tornillo de banco	26
Figura 4. Prensa mecánica de cremallera	27
Figura 5. Prensa Hidráulica de pie	27
Figura 6. Prensa Hidráulica de doble efecto	28
Figura 7. Prensa Hidráulica de triple efecto	29
Figura 8. Prensa de fricción	29
Figura 9. Prensa combinada de bloque	30
Figura 10. Accionador hidráulico de botella	31
Figura 11. Accionador lineal de uña 15 toneladas	32
Figura 12. Accionador hidráulico de pedal	33
Figura 13. Accionador Hidráulico tipo caimán	33
Figura 14. Accionador lineal mecánico de cremallera	34
Figura 15. Accionador mecánico de tornillo o husillo	34
Figura 16. Accionador mecánico tijera	35
Figura 17. Accionador neumático por aire comprimido	35
Figura 18. Accionador neumático de botella	36
Figura 19. Accionador hidroneumático	36
Figura 20. Mordazas	37
Figura 21. Proceso de torneado	37
Figura 22. Proceso de fresado	38

Figura 23. Gráfica de la temperatura de la Carburización	42
Figura 24. Gráfica de tratamiento de revenido	43
Figura 25. Gráfica del tratamiento de recocido	43
Figura 26. Gráfica del tratamiento de normalizado	44
Figura 27. Gráfica de la temperatura del temple	45
Figura 28. Ubicación de la empresa METALIT S.A.S	46
Figura 29. Diseño de la mordaza	59
Figura 30. Curvas TTT para transformación de una extructuramartensitica	61
Figura 31. Prensa actual de la empresa METALIT S.A.S	66
Figura 32. Accionado lineal de botella	67
Figura 33. Diseño de la prensa mecánica en solidworks 2014	68
Figura 34. Accionador lineal de botella	69
Figura 35. Accionador lineal de botella desarmado	69
Figura 36. Adaptación de la manguera al accionado lineal de botella	70
Figura 37. Posición de trabajo del accionado lineal de botella	71
Figura 38. Desarme del accionador lineal de botella	72
Figura 39. Medición de la profundidad de la cámara de reserva de aceite	72
Figura 40. Perforación con ayuda de la fresadora	73
Figura 41. Perforación de ¼ de pulgada a la base	73
Figura 42. Base del accionador lineal de botella perforado	74
Figura 43. Montaje del manómetro de presión	74
Figura 44. Procedimiento para determinar la rigidez del sujetador	75
Figura 45. Espesor apretado entre la cara del perno y la cara de la tuerca	75
Figura 46. Dimensiones del perno	79

Figura 47. Pernos sometidos a esfuerzo por cortante	83
Figura 48. Medida de la placa más delgada	84
Figura 49. Tipos de extremos que se emplean en resortes de extensión.	85
Figura 50. Resortes a calcular	85
Figura 51. Resorte de tensión	86
Figura 52. Selección del resorte	86
Figura 53. Radio ( $r_1$ ) del resorte	88
Figura 54. Esfuerzo de torsión en el punto B	89
Figura 55. Pieza a soldar con sus dimensiones	90
Figura 56. Propiedades de las soldadura de filete	91
Figura 57. Aplicación de soldadura del pie amigo	92
Figura 58. Aplicación de soldadura a la base	93
Figura 59. Aplicación de la soldadura	94
Figura 60. Aplicación de soldadura horizontal	95
Figura 61. Prensa Mecánica	96



## Lista de Tablas

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Composición de los aceros	39
Tabla 2. Propiedades mecánica	51
Tabla 3. Propiedades mecánicas	51
Tabla 4. Propiedades físicas	52
Tabla 5. Aplicación de tratamientos para el acero 4041	52
Tabla 6. Propiedades mecánicas	54
Tabla 7. Propiedades mecánicas	54
Tabla 8. Propiedades físicas	55
Tabla 9. Aplicación de tratamiento térmicos para el acero 4340	55
Tabla 10. Composición química del acero ASTM A36	63
Tabla 11. Composición química del acero ASTM A36 para placas de acero, ancho $\leq 380$ mm	64
Tabla 12. Propiedades mecánicas del acero ASTM A36	64
Tabla 13. Dimensiones de arandelas métricas sencillas	76
Tabla 14. Especificaciones SAE para pernos de acero	82
Tabla 15. Presupuesto del diseño de la mordaza y rediseño de la prensa mecánica	98

## Lista de Anexos

	<b>Pág.</b>
Anexo 1. Cotización del acero AISI 4041	104
Anexo 2. Cotización acero ASTM A36	105
Anexo 3. Plano de la mordaza interior	106
Anexo 4. Plano de mordaza exterior	107
Anexo 5. Plano de montaje de la prensa	108
Anexo 6. Plano del rediseño de la prensa mecánica y diseño de la mordaza	109
Anexo 7. Planos de las piezas secundarias	110
Anexo 8. Planos de las piezas de las bases	111
Anexo 9. Tamaño mínimo de soldadura de filete	112

## Introducción

La prensa mecánica (tornillo de banco) es una herramienta indispensable en la industria debido a su principal funcionamiento de sujetar piezas también: es utilizada en talleres de metalúrgia, carpintería y metalmecánica, las diferentes operaciones que realiza la prensa mecánica son: perforar, limar, fresado, serrar, ensamblar, entre otras operaciones.

Como se mencionó anterior es una herramienta fundamental en la manufactura para la fabricación de cualquier pieza en hierro u otro material que requiera de sujetar para trabajarlo.

En el trabajo de grado se realiza un rediseño de una prensa mecánica y diseño de una mordaza para METALIT S.A.S. La empresa cuenta con una prensa mecánica, que debido a su constante funcionamiento posee desgastes de las piezas especialmente la mordaza, por consiguiente, se realizó un diseño óptimo de la mordaza y la prensa mecánica.

El propósito del trabajo de grado es la selección de material, diseño y simulación de la prensa mecánica con su respectiva mordaza. Para realizar el diseño correcto de la mordaza se debe tener en cuenta los tipos de diámetros que maneja la empresa para sujetar las piezas a perforar, por otro lado, el diseño de la mordaza debe tener en cuenta el tiempo de montaje al momento del operario acomodar las piezas en la herramienta de trabajo, para realizar las operaciones que requiera necesarias. Todo este proceso se lleva a cabo a partir de los conocimientos adquiridos en el transcurso del programa de ingeniería mecánica. El rediseño de la prensa mecánica se trata de sustituir el tornillo de banco que trae la herramienta por un accionador hidráulico de botella de 10 toneladas.

## **1. Presentación del problema**

### **1.1. Título**

Diseño de la mordaza y rediseño de la prensa mecánica para la empresa METALIT S.A.S.

### **1.2. Planteamiento del problema**

La prensa es una máquina mecánica muy utilizada en las diferentes industrias, ya sea talleres de metalúrgica, carpintería entre otras, sus usos más comunes son, perforar, atornillar, serrar, ensamblar, sujetar, y lijar. Existen varios tipos de prensas: mecánicas, hidráulicas y las combinadas. En la empresa Metalit S.A.S se utilizan la prensa de tornillo de banco y prensa hidráulica, para sujetar piezas a perforar o ensamblar piezas.

La principal falla de la prensa de banco es el mantenimiento, debe realizarse un mantenimiento preventivo de engrase ya sea en la parte del tornillo para que cumpla con su funcionamiento adecuado y pueda mover correctamente la mordaza móvil, para así no permitir paradas imprevistas de la máquina.

En el taller de METALIT S.A.S actualmente cuenta con una prensa mecánica (tornillo de banco; ver Figura 1. Prensa mecánica del taller METALIT S.A.S ) la principal característica de la prensa es su mordaza moleteada que son diseñadas para un mayor agarre de la pieza a trabajar, tiene una gran capacidad de hasta 20 toneladas de sujeción y tiene una amplia zona de golpeo. El funcionamiento constante de la máquina ha producido desgaste, más exactamente en la parte de la mordaza, la cual cumple con la función de sujetar la pieza que se va a perforar en este caso serían cilindros de diámetros variables. Debido al desgaste de la mordaza la prensa mecánica no es tan eficiente a la hora de realizar su trabajo, cuándo se utiliza la prensa para perforar la pieza, la mordaza tiene una tolerancia bastante alta con la pieza, esto hace que el operario pierda tiempo al momento de sujetar y desmontar las piezas a realizar influyendo en la baja productividad de la empresa en sus procesos de fabricación.



**Figura 1.** Prensa mecánica del taller METALIT S.A.S

### 1.3. Formulación del problema

¿Cuál es el diseño adecuado de la prensa hidráulica para la empresa METALIT S.A.S, para satisfacer su necesidad?

### 1.4. Objetivos

**1.4.1. Objetivo general.** El objetivo general del trabajo de grado fue:

Diseñar el par de mordazas y rediseñar la prensa mecánica para aumentar la productividad de la empresa.

**1.4.2. Objetivos específicos.** Los objetivos desarrollados en el trabajo de grado fueron:

Diseñar un sistema óptimo de las mordazas con diámetros de sujeción variables para lograr un incremento en la producción.

Rediseñar la prensa mecánica mediante un accionador lineal para lograr una mayor eficiencia al momento de sostener las piezas.

Simular el diseño de las mordazas y el rediseño de la prensa mecánica con ayuda de un software.

## **1.5. Justificación**

En los talleres industriales, es muy importante la productividad al momento de realizar una pieza, como se puede observar hoy en día la productividad es uno de los indicadores de desempeño más importante para una organización, claramente la producción depende de varios procesos al momento de fabricar una pieza o producto como lo son: el operador, los materiales, la maquinaria entre otros factores.

En el anteproyecto de grado se planteó una solución para mejorar el rendimiento de la máquina, con respecto al operario disminuirá el tiempo que tarda en montar y desmontar la pieza a perforar por ende la empresa ganaría un aumento en la parte de producción y fabricación de las piezas, de igual manera los resultados del trabajo de grado serán verificados por la empresa METALIT S.A.S. con el fin de satisfacer sus requerimientos.

## **1.6. Alcances y limitaciones**

**1.6.1. Alcances.** El trabajo de grado se basó en realizar un diseño de mordazas con diámetros de sujeción variable especialmente cinco clases y el rediseño de la prensa mecánica mediante un accionador lineal de botella con el objetivo de duplicar la producción de la empresa.

Desarrollo de la simulación de las mordazas y el rediseño de la prensa mecánica utilizando el software solidworks, 2014.

**1.6.2. Limitaciones.** No se elaboró lo planteado en el rediseño de la prensa mecánica y diseño de la mordaza.

## **1.7. Delimitación del problema**

**1.7.1. Delimitación Espacial.** Se realizó en el taller de METALIT S.A.S. ubicado en la ciudad de Cúcuta, Norte de Santander.

**1.7.2. Delimitación Temporal.** El trabajo de grado tuvo una duración de 3 meses a partir de la fecha de aprobación por parte del Comité Curricular del Plan de Estudio de Ingeniería Mecánica U.F.P.S.

**1.7.3. Delimitación Conceptual.** Los términos específicos que se trabajaron en este trabajo de grado son:

**HIDRÁULICA,** Es un sistema que requiere de un líquido o fluido para transmitir energía para mover o hacer funcionar una máquina.

**RESISTENCIA DE MATERIALES,** La resistencia de un elemento o pieza es la capacidad de resistir esfuerzos y fuerzas aplicadas sin que se presente la falla.

**MECANISMO,** Es la unión de varios elementos mecánicos que se ajustan entre sí para transmitir una fuerza.

## 2. Marco referencial

### 2.1. Antecedentes

(Villamar H. , 2008) realizó un trabajo de grado *“Diseño de una Prensa Hidráulica para Elaborar Pocetas de Acero Inoxidable”* tiene como objetivo presentar el diseño de una prensa hidráulica de 200 toneladas que permita satisfacer la alta demanda de lavaderos, la metodología utilizada es analítica, Como resultados del proyecto es mejor fabricar la prensa hidráulica de 200 toneladas debido a que su costo es el 45% del valor total al comprar una prensa hidráulica nueva por lo tanto estaría ahorrando costo la empresa y por ende satisfacer la demanda de lavaderos.

(Payan, 2008) desarrolló el trabajo de grado *“Reingeniería a una prensa hidráulica de construmecam”*, para mejorar la eficiencia de su producción” El objetivo de este trabajo de grado es realizar el diseño de una prensa hidráulica manual, mejorando los parámetros de operación para aumentar la eficiencia de producción, la metodología utilizada es la analítica, basándose en el funcionamiento y desempeño operacional de la prensa, llegando a la conclusión que para mejorar la calidad operacional se requiere del rediseño de la prensa hidráulica.

(Ossa & Paniagua, 2008) realizaron un artículo de investigación *“Análisis de falla de la mordaza plana de una prensa hidráulica”* El objetivo principal del artículo es investigar las fallas prematuramente luego de 2 días de trabajo de la mordaza, la principal conclusión fue el diseño incorrecto de la mordaza, según la investigación el análisis metalográfico de la sección A y la fractura de la mordaza, esto fue producido por los cambios bruscos de sección al momento de fabricar la mordaza, generando de esta manera los altos esfuerzos que generaron la grieta, también se pudo observar la selección del acero no fue el apropiado.



## 2.2. Marco Teórico

**2.2.1. La prensa.** La prensa es una herramienta esencial empleada prácticamente en todas las industrias, son utilizadas para manejar varios tipos de materiales ya sea en frío, caliente o cualquier otra operación que requiera de una fuerte presión como lo son: sostener, embalar, exprimir, extrusionar, laminar entre otras funciones.

**2.2.2. Clasificación de las prensas.** La clasificación de esta máquina se basa en los principios de su funcionamiento y en los movimientos que se requieren realizar se clasifican en: prensas hidráulicas, mecánicas y combinadas.

**2.2.3. Prensa mecánica.** La prensa mecánica o prensadora es un mecanismo que acumula energía mediante un volante de inercia y la transmite mecánica o neumática a un troquel o matriz mediante un sistema de biela-manivela.

### 2.2.4. Tipos de prensas mecánicas

**2.2.4.1. Prensa mecánica de manivela (o excéntrica).** La prensa de manivela como se observa en la se implementa por medio de un volante de inercia en la parte superior de la máquina, gira mediante un motor eléctrico esta prensa es utilizada para punzado, recortado y desbardado.



**Figura 2.** Prensa mecánica excéntrica

Fuente: gabpingenieria obtenido en: <https://n9.cl/iqk9j>

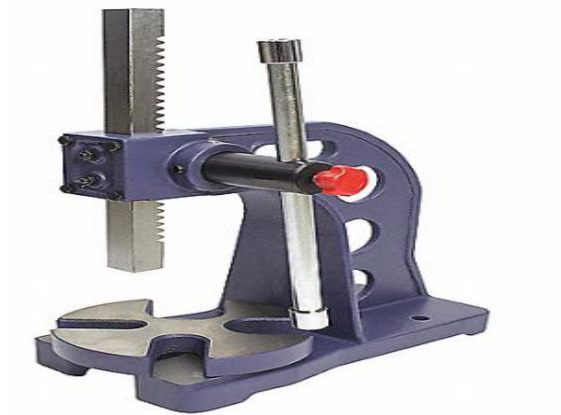
**2.2.4.2. Prensa de tornillo (banco).** Una prensa de banco (ver Figura 3. Prensa de tornillo de banco) se utiliza para sujetar piezas, esta herramienta va fija a la mesa de trabajo y es fácil de utilizar.



**Figura 3.** Prensa de tornillo de banco

Fuente: tecnitool.es obtenido en: <https://www.tecnitool.es/tornillos-de-banco/>

**2.2.4.3. Prensa de cremallera.** Las prensas de cremallera como la mostrada en la Figura 4. Prensa mecánica de cremallera son idóneas donde se requiera de una precisión y una fuerza constante las principales funciones de dicha prensa son: remachar, doblar, cortar, ensamblar, entre otras.



**Figura 4.** Prensa mecánica de cremallera

Fuente: grainger.com obtenido en: <https://n9.cl/bmmx0>

**2.2.5. La prensa hidráulica.** En la Figura 5. Prensa Hidráulica de pie se observa una prensa hidráulica, un mecanismo conformado por pistones de diferentes áreas, mediante un fluido genera pequeñas fuerzas que permiten obtener otras mayores, estos pistones reciben el nombre de pistones de agua, ya que son hidráulicos.



**Figura 5.** Prensa Hidráulica de pie

Fuente: maquituls obtenido en: <https://n9.cl/o1lvw>

**2.2.5.1. Prensa hidráulica de simple efecto.** Es una prensa que solo tiene un ariete, es utilizada en el ámbito automovilístico básicamente se trata de ocasionar fuerzas altas, con tan solo fuerzas pequeñas. Está fabricada con pistones que se remueven en los cilindros mediante un fluido que se encargan de generar la fuerza.

**2.2.5.2. Prensa hidráulica de doble efecto.** Es una prensa (ver Figura 6. *Prensa Hidráulica de doble efecto*) que contiene dos arietes deslizando uno exteriormente y otro en el interior. El ariete exterior es el que constituye generalmente el pisador y es actuado por medio de brazos articulados o de levas excéntricas, de manera que al final de su carrera permanece estacionario y aplicando presión para sujetar hasta veinte tres piezas, mientras el ariete interior o punzón sigue su movimiento hacia arriba simultáneamente. Las prensas de doble acción se emplean principalmente para trabajos de embutido profundo (Correa, Salazar, & Ramirez, 2012).



**Figura 6.** Prensa Hidráulica de doble efecto

Fuente: machinerychina obtenido en: <https://n9.cl/cefa3>

**2.2.5.3. Prensa Hidráulica de triple efecto.** La prensa hidráulica de triple acción (ver Figura 7).es muy semejante en principio a la de doble efecto, pero tiene un ariete adicional que trabaja de abajo hacia arriba, cuyo movimiento se sincroniza con el de los dos arietes.



**Figura 7.** Prensa Hidráulica de triple efecto

Fuente: Directindustry obtenido en: <https://n9.cl/6psqe>

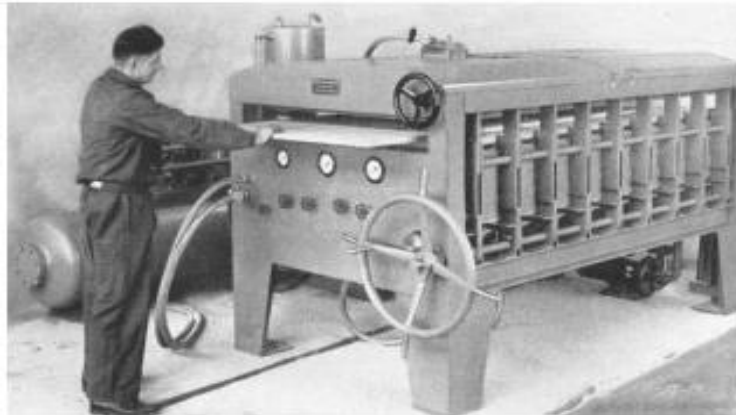
**2.2.6. Prensa de fricción.** La prensa de fricción como la mostrada en la Figura 8. Prensa de fricción, adquirió un notable desarrollo especialmente por su aplicación de estampado de elementos macizos como los son: las cucharas, tenedores, escudos, monedas e incluso para doblar piezas de chapas.



**Figura 8.** Prensa de fricción

Fuente: haoshuomachine obtenido en: <https://n9.cl/bp0tn>

**2.2.7. Prensas combinadas (de bloque).** Son prensas (ver Figura 9. Prensa combinada de bloque) que trabajan con acciones mixta, tienen sus útiles combinados (no en línea), realizan el proceso en una sola operación. Las operaciones que se combinan pueden ser: corte, embutido, doblado, agujerado, entre otras.



**Figura 9.** Prensa combinada de bloque

Fuente: Gabp Ingeniería obtenido en: <https://n9.cl/iqk9j>

**2.2.8. Sistema hidráulico.** El objetivo principal de un sistema hidráulico es de transmitir potencia a través de un fluido presurizado. El fluido de trabajo entonces tendrá que cumplir un ciclo cerrado puesto que el mismo deberá ser retornado a un depósito una vez que realice la transmisión de potencia a través de los cambios de energía del ciclo: energía mecánica - energía hidráulica - energía mecánica.

Los dispositivos que permiten los cambios de forma de energía. Los accesorios para que el fluido pueda cumplir dicha función, los dispositivos que controlan o regulan la transmisión de energía, y los dispositivos de seguridad forman lo que se denomina circuito oleo hidráulico. En función de los requerimientos de las aplicaciones este circuito se irá haciendo complejo. (Villamar, 2008, pág. 108).

**2.2.9. Que es un accionador lineal.** Un accionador lineal es una herramienta demasiado utilizada en los talleres debido a que puede elevar elementos o piezas a trabajar.

## 2.2.10. Tipos de accionadores hidráulicos

**2.2.10.1. Accionadores hidráulicos.** Se basa en el principio de pascal, utiliza la presión que se genera por los pistones de diferente sección con ayuda del fluido. Los accionadores lineal hidráulicos más comunes son los de automóviles, talleres y los de suelo. Las formas más comunes es la aplicación de elevar vehículos, también es utilizado para construcciones o la industria con múltiples aplicaciones.

**2.2.10.2. Accionador de botellas.** El accionador de botella (ver Figura 10. Accionador hidráulico de botella), transmite potencia hidráulica, es portátil y esto beneficia al operario al realizar su trabajo con mayor facilidad y de forma inmediata. Se pueden utilizar en varias posiciones ya sea vertical, horizontal e inclinado generando la misma eficiencia.



**Figura 10.** Accionador hidráulico de botella

Fuente: Tiendamikels obtenido en: <https://n9.cl/dv4pa>

**2.2.10.3. Accionador lineal de uña.** Las principales aplicaciones del accionador de uña son para elevar y aparejar piezas también realizan el mantenimiento de carretillas elevadores entre otras, el accionador de uña funciona de manera vertical y horizontal. La base, el pie y el conjunto de bombeo pivotan de manera independiente esto hace que se utilicen en espacio pequeños; en la Figura 11. Accionador lineal de uña 15 toneladas se puede ver el accionador.



**Figura 11.** Accionador lineal de uña 15 toneladas

Fuente: Directindustry obtenido en: <https://n9.cl/zojh8>

**2.2.10.4. Accionador hidráulico de pedal.** Este tipo de accionador hidráulico es muy común; la única diferencia es que tienen la opción de elevación por medio de un pedal y el adaptador de pivotante de manivela de bomba lo hace más complejo para la elevación.





**Figura 12.** Accionador hidráulico de pedal

Fuente: Amazon obtenido en: <https://n9.cl/9u0xx>

**2.2.10.5. Accionador tipo caimán.** Este tipo de accionador es diseñado para demandas de trabajos pesados y continuos en la planta donde realizan su servicio. Los accionadores tipo caimán (ver Figura 13. *Accionador Hidráulico tipo caimán*), son fabricados con ruedas en su base; esto da una mayor estabilidad y mejor manera de maniobrarlos.



**Figura 13.** Accionador Hidráulico tipo caimán

Fuente: Construmaxima obtenido en: <https://n9.cl/dn4yx>

**2.2.11. Accionadores mecánicos.** Los accionadores mecánicos son utilizados para fuerzas relativamente pequeñas, existen dos tipos en el mercado: manual o por medio de un motor pequeño (como el caso de los accionadores lineales que se utilizan para desmontar una rueda de un vehículo).

**2.2.11.1. Accionador de cremallera.** Los accionadores de cremallera (ver Figura 14. *Accionador lineal mecánico de cremallera*), son empleados para la elevación de cargas en instalaciones y ajustes a nivel industrial. Se componen de una barra principal donde el mecanismo sube y baja, una base, una palanca para acomodar el modo de elevación y la varilla para accionar el mecanismo.



**Figura 14.** Accionador lineal mecánico de cremallera

Fuente: cyesa obtenido en: <https://n9.cl/5oa0n>

**2.2.11.2. Accionador lineal de tornillos.** Los accionadores de tornillo (ver Figura 15. *Accionador mecánico de tornillo o husillo*) ofrecen una mayor eficiencia y velocidad en comparación con otros accionadores lineales mecánicos debido a que funcionan a través de un engranaje. Este tipo de accionador lineal cuenta con rodamientos y tuercas de bola esto hace que haya una gran variedad de tamaños, desde  $\frac{1}{4}$  a 350 toneladas.



**Figura 15.** Accionador mecánico de tornillo o husillo

Fuente: Powerjacks obtenido en: <https://n9.cl/nya5a>

**2.2.11.3. Accionador tipo tijeras.** Son los accionadores lineales comunes que traen los vehículos consta de dos brazos articulados en el centro y unidos en los extremos, se desplazan sobre un tornillo alejándose y acercándose al centro. La principal ventaja es la ligereza de elevación y su desventaja es la inestabilidad debido a su base, observar la Figura 16. Accionador mecánico tijera que muestra el accionador tipo de tijera.



**Figura 16.** Accionador mecánico tijera

Fuente: Bt-ingenieros.com obtenido en: <https://n9.cl/5j9iz>

## 2.2.12. Accionadores neumáticos

**2.2.12.1 Accionadores operados por aire comprimido.** Este tipo de accionador son bastante compactos, livianos con un mango balanceado que permite más sencillez al momento de ser utilizado en posiciones deseadas con mayor facilidad y rapidez, como se observa en la Figura 17. Accionador neumático por aire comprimido. Es una herramienta ideal para realizar tareas de reparación de llantas, ruedas, suspensión, para desmontar ruedas entre otras.



**Figura 17.** Accionador neumático por aire comprimido

Fuente: Amazon obtenido en: <https://n9.cl/fbelh>

**2.2.12.2. Accionadores de botella neumáticos.** El accionador de botella neumático, (ver Figura 18. Accionador neumático de botella) genera una velocidad de elevación rápida, tiene un diseño compacto especialmente con las características para entrar las ruedas del tándem. Los tamaños se extienden a partir de 10 a 60 toneladas.



**Figura 18.** Accionador neumático de botella

Fuente: Gruposferreteroche obtenido: <https://n9.cl/a97re>

**2.2.12.3. Accionadores hidroneumáticos.** Esta línea de accionadores es la indicada para las cargas pesadas. Ofrecen una seguridad absoluta gracias a un dispositivo de bloqueo que impide el descenso del peso en caso de que haya una fractura de una tubería de alimentación o falla de aire, En la Figura 19. Accionador hidroneumático se puede observar el accionador.



**Figura 19.** Accionador hidroneumático

Fuente: Ruedemas obtenido de: <https://n9.cl/6mfeu>

**2.2.13. Mordaza.** Es una herramienta que permite sujetar por fricción gran cantidad de piezas presionando de una manera continua, se utiliza en procesos de fabricación y reparación, (ver Figura 20. Mordazas). Sus principales aplicaciones en la industria son: centro de mecanizado, fresadoras o taladradoras, aunque también puede estar instalada en una prensa de tornillo.



**Figura 20.** Mordazas

Fuente: Prensasursus obtenido en: <http://www.prensasursus.com.co/>

## **2.2.14. Procesos de manufactura**

**2.2.14.1. Torneado.** El torneado es un proceso de mecanizado para hacer piezas de revolución (cilíndrica, cónica y esférica), mediante el movimiento uniforme de rotación alrededor del eje fijo de la pieza. Este proceso usa una herramienta de corte con un borde cortante simple destinado a remover material de una pieza de trabajo giratoria para dar una forma de acabado de la pieza lisa, como se observa en la Figura 21 .Proceso de torneado. (Guerrero, 2008).



**Figura 21 .**Proceso de torneado

Fuente: Mecanicasmecal obtenido en: <https://n9.cl/lpdq3>

**2.2.14.2.Fresado.** Es un proceso de mecanizado en el que se extrae virutas mediante una herramienta de forma circular con múltiples filos llamada fresa (ver Figura 22. Proceso de fresado), el movimiento principal de corte es circular y lo realiza la fresa al girar sobre su propio eje. Los movimientos de avance, profundidad y aproximación, en principio, los realiza la pieza que se mecaniza.

Fresado cilíndrico: el eje de la fresa es paralelo a la superficie de trabajo de la pieza.

Fresado frontal: el eje de la fresa es perpendicular a la superficie de trabajo.

Fresado en oposición o contramarcha. Se realiza haciendo avanzar la pieza en sentido contrario al giro de la fresa.

Fresado en concordancia o a favor del avance. La fresadora gira en el mismo sentido que el de avance de la pieza.



**Figura 22.** Proceso de fresado

Fuente: Aeromaquinados obtenido en: <https://n9.cl/tp8y0>

**2.2.15. Acero.** El acero es uno de los materiales más utilizados en el campo de la ingeniería y construcción, al tener gran cantidad de aleaciones genera mayores propiedades físicas ya sea resistencia, dureza entre otras. El acero es una aleación de hierro carbono donde el contenido de carbono tiene un rango de 0.05 a 1% y ocasionalmente se encuentra entre 1 a 2 %. (Maldonado, 1996). En la Composición de los aceros se presenta la composición de algunos aceros.

**2.2.15.1. Clasificación de los aceros.** Los aceros son clasificados por AIS (American Iron and Steel Institute) y el SAE (Society of Automotive Engineers) tienen sistemas para clasificar los aceros utilizando un número de cuatro o cinco dígitos. Los dos primeros números se refieren a los principales elementos de aleación presentes y los últimos dos o tres se refieren al porcentaje de carbono. Un acero AISI 1040 es al bajo carbono, con 0,40% C. Un acero SAE 10120 es al bajo carbono, conteniendo 1.20 % C. (Askeland, 1998). En la Tabla 1. Composición de los acerosse presenta la composición de algunos aceros.

**Tabla 1.** Composición de los aceros

Número AISI-SAE	% C	% Mn	% Si	% Ni	% Cr	Otros
1020	0.18-0.23	0.30-0.60				
1040	0.37-0.44	0.60-0.90				
1060	0.55-0.65	0.60-0.90				
1080	0.75-0.88	0.60-0.90				
1095	0.90-1.03	0.30-0.50				
1140	0.37-0.44	0.70-1.00				0.08-0.13% S
4140	0.38-0.43	0.75-1.00	0.15-0.30		0.80-1.10	0.15-0.25% Mo
4340	0.38-0.43	0.60-0.80	0.15-0.30	1.65-2.00	0.70-0.90	0.20-0.30% Mo
4620	0.17-0.22	0.45-0.65	0.15-0.30	1.65-2.00		0.20-0.30% Mo
52100	0.98-1.10	0.25-0.45	0.15-0.30		1.30-1.60	
8620	0.18-0.23	0.70-0.90	0.15-0.30	0.40-0.70	0.40-0.60	0.15-0.25% V
9260	0.56-0.64	0.75-1.00	1.80-2.20			

Fuente: (Donald R. Askeland, 1998) Ciencia e ingeniería de los materiales 3 Ed.

### **2.2.15.2. Clasificación de los aceros por el porcentaje de carbono**

**2.2.15.2.1. Acero al bajo carbono.** La gran cantidad de acero son fabricados con aceros al bajo contenido de carbono. Este tipo de acero contiene menos del 0,25% C. Como consecuencia, estos aceros son relativamente blandos y poco resistentes, pero con extraordinaria ductilidad y tenacidad. (Callister, 2016)

**2.2.15.2.2. Acero de medio contenido de carbono.** Los aceros de medio contenido en carbono tienen porcentajes en carbono, su rango oscila entre 0.25 y 0.6 %. Estos aceros pueden ser tratados térmicamente mediante austenización, temple y revenido para mejorar sus propiedades mecánicas. Estos aceros son de baja templabilidad, sólo tratables en piezas de delgada sección y velocidades de temple muy rápidas. (Callister, 2016).

**2.2.15.2.3. Acero con alto contenido de carbono.** Los aceros de alto contenido de carbono tienen un rango de 0,60 y 1,4% Carbono y son más duros, resistentes y aún menos dúctiles en comparación con los otros aceros al carbono. Casi siempre se utilizan los tratamientos térmicos de templado y revenido, en la cual son especialmente resistentes al desgaste y capaces de adquirir la forma de herramienta de corte. (Callister, 2016).

**2.2.15.2.4. Aceros aleados.** Los aceros aleados son una mezcla de diferentes elementos, carbono, cromo, molibdeno, vanadio, cobre, tungsteno, cobalto, niobio o níquel, Estas aleaciones son utilizadas para mejorar las propiedades físicas, mecánicas y químicas del acero; ya sea para mejorar la resistencia, dureza, tenacidad entre otros.



### **2.2.15.3. Otros tipos de aceros**

**2.2.15.3.1. Acero inoxidable.** Los aceros inoxidables son resistentes a la corrosión debido a esta característica son empleados en infraestructuras que están en contacto con el agua. El cromo es el principal elemento de aleación, en una concentración mínima del 11%. La resistencia a la corrosión mejora con aleaciones de níquel y molibdeno. (Callister, 2016).

**2.2.15.3.2. Aceros para cementación.** Este tipo de acero se utiliza para aumentar la dureza. En su composición química, este tipo de acero destaca por su bajo contenido de carbono, en comparación con otros elementos similares de acero. Elementos químicos como el cromo acelera la velocidad para la penetración del carbono mientras que el níquel al encontrarse con un porcentaje mayor al 5% demora el proceso de cementación. (Aceros, 2018).

**2.2.15.3.3. Aceros para nitruración.** La nitruración es un proceso químico y térmico al que se somete el acero. En concreto, se trata de añadir nitrógeno a la aleación, mientras se encuentra en la fase de calentado. Estos aceros contienen elementos químicos como el cromo, vanadio y molibdeno son aleados con el fin de tener buena resistencia y bajo desgaste superficial. (Aceros, 2018).

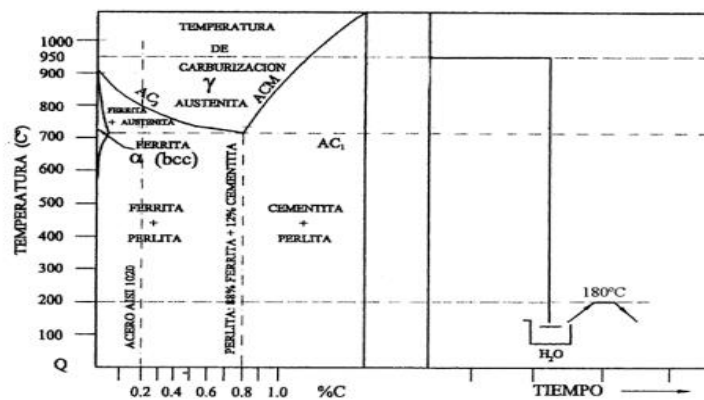
**2.2.15.3.4. Aceros especiales.** Los aceros especiales contienen hierro y carbono, pero aparte de estos elementos presentan otras aleaciones con elementos que buscan mejorar sus propiedades, haciéndolos útiles para la construcción de diferentes piezas que requieren propiedades mecánicas especiales, entre los más comunes están los aceros de maquinaria y los aceros de herramienta.

**2.2.16. Tratamientos térmicos.** El Tratamiento Térmico implica varios procesos ya sea de calentamiento y enfriamiento para efectuar mejorar cambios estructurales en un material, los cuales modifican sus propiedades mecánicas. El objetivo de los tratamientos térmicos es

proporcionar a los materiales unas propiedades específicas adecuadas para su funcionamiento específico.

**2.2.16.1. Carburización** . El proceso de carburización es uno de los tratamientos antiguos para un mayor endurecimiento superficial, también es conocido como cianuración seca. En la Figura 23. Gráfica de la temperatura de la Carburización se observa la temperatura de la Carburización.

Se emplean para aceros aleados y sin aleación, de bajo contenido de carbono generalmente de 0.08 a 0.25% C y algunas veces se cementan aceros de 0.40% C. Las piezas se deben calentar a temperaturas medias de 1400°F a 1600°F en un ambiente gaseoso por un determinado tiempo posteriormente se lo debe realizar un enfriamiento a una adecuada velocidad para no tener fisuras esto puede ser en aceite o baños de sales. (Avner, 1998).



**Figura 23.** Gráfica de la temperatura de la Carburización

Fuente: Purizaga, I. Aponte, A. Purizaga, R. Purizaga, J. (2015) Influencia de la temperatura de carburización en la tenacidad a la fractura en el acero AISI 3215

**2.2.16.2. Revenido**. Es un tratamiento en la cual consiste calentar el acero a una temperatura entre 400° y 1110°F el objetivo del tratamiento de revenido es liberar los esfuerzos residuales y mejora ductilidad del acero (ver Figura 24. Gráfica de tratamiento de revenido), la reducción de

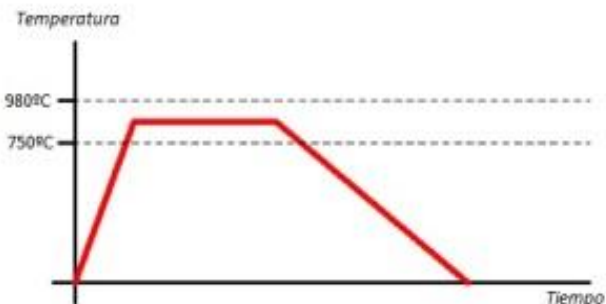
las tensiones internas mejora las características del acero templado aumentando progresivamente la resiliencia esto conlleva a que el acero tenga mayor tenacidad. (Avner, 1998).



**Figura 24.** Gráfica de tratamiento de revenido

Fuente: tecnoalex obtenido en: <https://n9.cl/98xtu>

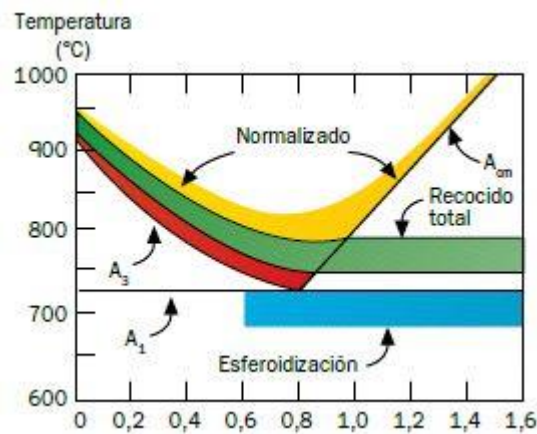
**2.2.16.3. Recocido.** Es un proceso que consiste en producir una gran resistencia que sea capaz de soportar deformaciones sin provocar fracturas en el acero, este procedimiento se trata en calentar el metal a una determinada temperatura, posteriormente se le debe dejar enfriar lentamente esto puede ser en el interior del horno, en la Figura 25. *Gráfica del tratamiento de recocido* se observa la temperatura para el recocido. (Avner, 1998).



**Figura 25.** Gráfica del tratamiento de recocido

Fuente: materialsdesign obtenido en: <https://n9.cl/2pnex>

**2.2.16.4. Normalizado.** Es un proceso fácil de realizar, se utiliza para piezas fundidas, forjadas o mecanizadas, donde se afina la estructura y elimina las tensiones que suelen aparecer en la solidificación, (ver Figura 26. Gráfica del tratamiento de normalizado), su principal propósito es conseguir un acero que tenga mayor dureza además que mejora su maquinabilidad mediante el refinamiento del grano y la homogenización de las microestructuras con el objetivo de tener una respuesta positiva a los tratamientos de endurecimiento. (Perez, 1996).



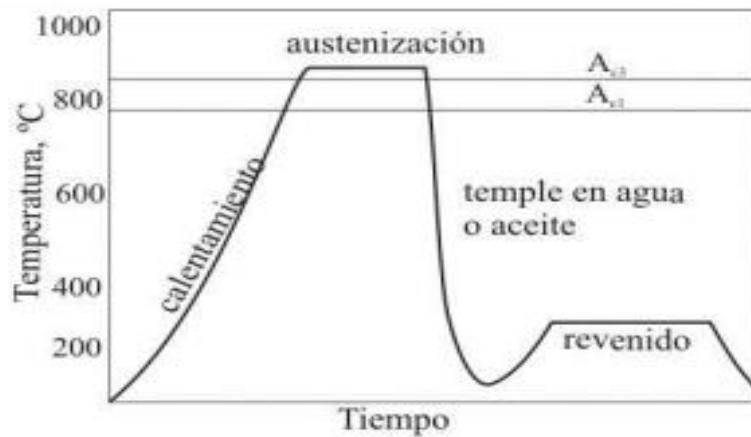
**Figura 26.** Gráfica del tratamiento de normalizado

Fuente: blinklearning obtenido en: <https://n9.cl/wg8re>

**2.2.16.5. Austenizado.** Es un tratamiento desarrollado para obtener un 100% de bainita. el acero se calienta hasta una temperatura de austenización (entre 400° y 800°F) para posteriormente enfriarla en un baño de sal dando como resultado una mayor tenacidad y ductilidad esto influye en el elevado nivel de dureza. (Avner, 1998).

**2.2.16.6. Templabilidad.** Es un tratamiento térmico, el principal objetivo del temple es aumentar la dureza y resistencia mecánica del material (ver Figura 27. **Gráfica de la temperatura del temple**), cambiar toda la masa en austenita con el calentamiento, por medio de un enfriamiento

ya sea en agua, aceites o salmuera se convierte en martensita esto conllevaría a que se convierta en un acero duro o templado.



**Figura 27.** Gráfica de la temperatura del temple

Fuente: [frro.utn.edu.ar](https://n9.cl/ki05) obtenido en: <https://n9.cl/ki05>

## 2.3. Marco Conceptual

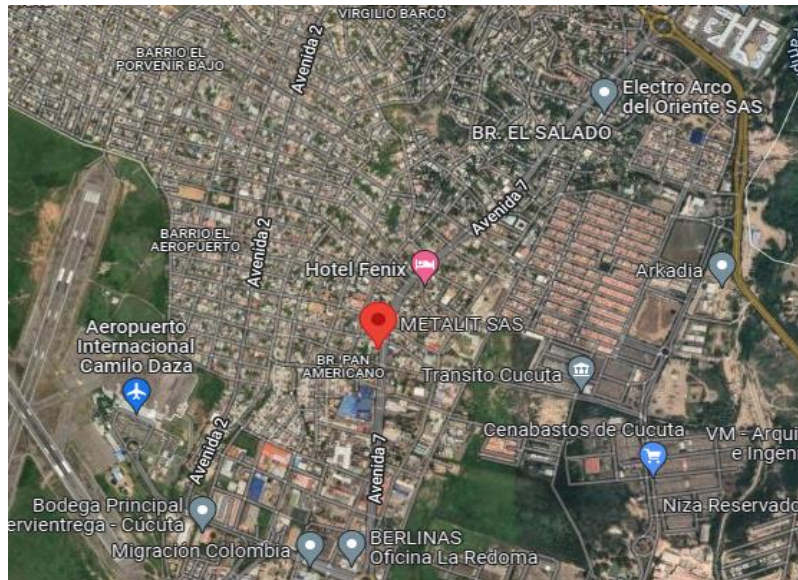
**2.3.1. Diseño.** “Diseñar es formular un plan para satisfacer una necesidad específica o resolver un problema particular. Si el plan resulta en la creación de algo físicamente real, entonces el producto debe ser funcional, seguro, confiable, competitivo, útil, que pueda fabricarse y comercializarse. El diseño es un proceso innovador y altamente iterativo. También es un proceso de toma de decisiones, que en ocasiones deben tomarse con muy poca información, en otras con apenas la cantidad adecuada y en ocasiones con un exceso de información parcialmente contradictoria.” (Budynas & Nisbett, 2008).

**2.3.2. Hidráulica.** La hidráulica utiliza básicamente los fluidos hidráulicos como medio de presión para mover los pistones de los cilindros, gracias a la energía proporcionada por un sistema hidráulico formado por una bomba, un depósito y conjunto de tuberías que llevan el fluido a presión hasta los puntos de utilización (Creus, 2011, pág. 2 y 3).

**2.3.3. Prensa Hidráulica.** Es una máquina resultada de la aplicación del principio de Pascal, que tiene la finalidad de lograr la deformación permanente de un material mediante la aplicación de una carga al igual que las prensas mecánicas, pero con la diferencia que utilizan pistones y fluidos hidráulicos para realizar los movimientos de la misma. Las prensas hidráulicas pueden ser de simple o doble efecto (Galarraga & Rodriguez, 2015).

## 2.4. Marco Contextual

El diseño de la mordaza y rediseño de la prensa mecánica se realizó para METALIT S.A.S, empresa dedicada a la fabricación e instalación de pasamanos en acero inoxidable, ubicada en la ciudad de Cúcuta. En la Figura 28. *Ubicación de la empresa METALIT S.A.S*, se observa la localización de METALIT S.A.S. utilizando la herramienta de Google maps.



**Figura 28.** Ubicación de la empresa METALIT S.A.S

Fuente: Google maps

## 2.5. Marco Legal

La resolución 2400 de 1979 (mayo 22) Ministerio de Trabajo y Seguridad Social se establecen las siguientes normas para establecimiento de trabajo.

Artículo 267. Los órganos móviles de las máquinas, motores, transmisiones, las piezas salientes y cualquier otro elemento o dispositivo mecánico que presente peligro para los trabajadores, deberán ser provistos de la adecuada protección por medio de guardas metálicas o resguardos de tela metálica que encierre éstas partes expuestas a riesgos de accidente.

Parágrafo. Los engranajes, siempre que ofrezcan peligro, deberán estar protegidos convenientemente, y estas protecciones deberán disponerse en tal forma que, sin necesidad de levantarlas, permitan el engrasado. Las transmisiones por tornillo sin fin, cremallera, cadena o rueda dentada, y similares deberán protegerse adecuadamente.

Artículo 268. La -limpieza y engrasado de las máquinas, motores, transmisiones, no podrá hacerse sino por el personal experimentado y durante la parada de los mismos, o en marcha muy lenta, salvo que exista garantías de seguridad para los trabajadores.

Parágrafo. Los trabajos de reparación, recambio de piezas u otros similares se harán análogamente cuando las máquinas, motores, transmisiones se encuentren en reposo y bajo la acción del dispositivo de seguridad contra arranques accidentales.

Artículo 269. Todos los trabajadores al servicio de las máquinas, motores y transmisiones en general, llevarán para el trabajo prendas de vestir ajustadas, sin partes sueltas o flojas, debiendo las mujeres, en caso necesario, recogerse el pelo bajo cofia.

Parágrafo. Quedará prohibido a los trabajadores situarse en el plano de rotación de los volantes u órganos que giren a gran velocidad, salvo que las necesidades del trabajo lo exijan. También

estará prohibido a los trabajadores permanecer durante las horas de descanso, junto o sobre las calderas, hornos, hogares, focos de calor, pozos, depósitos, andamios, pasarelas, puentes, motores, transmisiones, máquinas, instalaciones y maquinaria eléctrica de alta tensión, y en general en cualquier lugar que ofrezca peligro.

Artículo 270. Ningún trabajador quitará o anulará los resguardos, aparatos o dispositivos de seguridad que protejan una máquina o una parte de la misma que sea peligrosa, excepto cuando la máquina esté parada con el fin de arreglar o reparar dichos resguardos, accesorios o dispositivos.

Artículo 293. Las máquinas prensastroqueladoras que tengan dispositivos automáticos o mecánicos, deberán dotarse de medios para desconectar toda la fuerza. Se exceptúan las prensas hidráulicas, que estarán dotadas de frenos efectivos.

Las prensas de gran tamaño dispondrán de un dispositivo para detenerlas instantáneamente en cualquier punto del recorrido. (Ministerio de trabajo y seguridad social, 1979).



### 3. Diseño metodológico

#### 3.1. Tipo de investigación

La investigación del trabajo de grado fue cuantitativa-no experimental, “en un estudio no experimental no se genera ninguna situación, sino que se observan situaciones ya existentes no provocadas intencionalmente en la investigación por quien la realiza.

En la investigación no experimental las variables independientes ocurren y no es posible manipularlas, no se tiene control directo sobre dichas variables ni se puede influir en ellas, porque ya sucedieron, al igual que sus efectos. La investigación no experimental se basa en observar fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para analizarlos”. (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2014).

#### 3.2. Fuente de información

**3.2.1. Fuentes primarias.** Operario encargado de manejar la máquina, entrevista con el codirector del trabajo de grado.

**3.2.2. Fuentes secundarias.** Libros consultados, páginas webs, artículos de investigación relacionados con el tema del trabajo de grado.

**3.2.3. Desarrollo metodológico.** Para realizar los objetivos propuestos se cumplieron las siguientes etapas:

1. Búsqueda de antecedentes e información: Se realizó una búsqueda de bibliografía relacionados con tema del diseño de mordaza y de la prensa mecánica.
2. Definición de los parámetros de diseño.
3. Selección del tipo de prensa mecánica adecuada en el rediseño.
4. Elección del diseño adecuado de la mordaza.
5. Cálculos y selección de los materiales de la mordaza y la prensa mecánica.
6. Simulación de las mordazas y el rediseño de la prensa mecánica.

## 4. Desarrollo del trabajo de grado

### 4.1. Selección del material para la mordaza

Se realizó una investigación comparativa entre el acero AISI 4140 Y AISI 4340 con el fin de saber cuál acero es más óptimo para el diseño de la mordaza.

El Acero 4140 (SAE 4140, AISI 4140) es un acero de baja aleación de la serie Cr-Mo (Serie de cromo molibdeno), este tipo de acero tiene alta resistencia y templabilidad, buena tenacidad, se genera una pequeña deformación durante el enfriamiento y tiene una resistencia alta a la temperatura.

El acero (AISI 4041) es bastante utilizado en la industria por la ventaja de su maleabilidad, se utiliza para ejes de motor, ejes de bombas y ejes hidráulicos también es utilizados para engranes, collares, abrazaderas, tornillos entre otras.

**4.1.1. Composición química.** En la Composición de *los aceros* se observa la composición química de los aceros

Acero SAE 4140

Porcentaje de carbono (0.38-0.43)

Porcentaje de manganeso (0.75-1.00)

Porcentaje de silicio (0.15-0.30)

Porcentaje del cromo (0.80-1.10)

Otros (0.15-0.25%) molibdeno

**4.1.2. Propiedades Mecánicas del acero AISI 4041.** En la Tabla 2. Propiedades mecánica y Tabla 3. Propiedades mecánicas se puede observar las propiedades mecánicas del material acero AISI 4041

Tabla 2. Propiedades mecánica

Tipo de proceso y acabado	Resistencia a la tracción		Límite de Fluencia		Alarga/ en 2" (%)	Reducción de área (%)	Dureza (HB)	Relación de maquinabilidad <sup>1212</sup> EF =100%
	MPa	PSI	MPa	PSI				
Caliente y maquinado	614	89000	427	62000	26	57	187	70
Estirado en frío	703	102000	620	90000	18	50	223	
Templado y revenido*	1172	170000	1096	159000	16	50	341	-

Fuente: ferrocortes obtenido en: <https://n9.cl/ki05>

**Tabla 3.** Propiedades mecánicas

Coeficiente de poisson	0,27-0,30				
Dureza (HB)	197				
Elongación (%)	25.7				
Resistencia al impacto	54.5				
Reducción en área (%)	56.9				
Maquinabilidad (AISI 1212 como maquinabilidad del 100%)	65%				
	100 °C	200 °C	300 °C	400 °C	500 °C
Módulo de elasticidad ( $10^3 \text{ N} / \text{mm}^2$ )	205	195	185	175	165

**4.1.3. Propiedades físicas del acero AISI 4041.** Las propiedades físicas del acero AISI 4041 se pueden observar en la Tabla 4..

**Tabla 4.** Propiedades físicas

Punto de fusión °C	1416				
Densidad (kg/m <sup>3</sup> *1000)	7.7-8.03				
Resistividad eléctrica Ohm. mm <sup>2</sup> / m	0,19				
Coefficiente de dilatación (µm/m)/°C	12.3-14.5 (10 <sup>-6</sup> /K )				
Coefficiente de conductividad térmica (W/m*K)	33.1-42.7				
Calor específico (J/kg*K)	473-561				
	100 °C	200 °C	300 °C	400 °C	500 °C
Expansión térmica (10 <sup>-6</sup> m / (mK))	11,1	12,1	12,9	13,5	13,9

**4.1.4. Propiedades mecánicas, térmicas y eléctricas AISI 4041.** Las propiedades mecánicas del AISI 4041 depende de la condición a trabajar; a continuación, en la Tabla 5. Aplicación de tratamientos para el acero 4041 se observa los respectivos tratamientos térmicos para esta clase de acero.

**Tabla 5.** Aplicación de tratamientos para el acero 4041

Tratamiento	Rp 0,2	Rm	Dureza		Alargamiento
	MPa	MPa	HB	HRC	%
Laminado en caliente	680	1030	311	33	15
Normalizado	670	1020	311	33	17
Recocido	380	650	192		25

Rp 0,2: Límite de fluencia al 0,2% de alargamiento

Rm: Resistencia a la tracción

#### 4.1.5. Temperatura de tratamientos térmicos

Forja: 1000-1200 °C

Normalizado: 870 - 925 °C

Recocido: 815-870 °C

Recocido de globalización: 755°C

Templado: 830 - 860 °C Enfriado en aceite

Revenido: 500-650°C

## **4.2. Acero AISI 4340**

Acero AISI 4340 o SAE 4340 es una aleación de níquel-cromo-molibdeno. Tiene una buena resistencia a la fatiga, alta templabilidad, excelente tenacidad, regular maquinabilidad y baja soldabilidad. Con ayuda de los tratamientos térmicos el acero 4340 tendrá alta dureza, resistencia a la tracción entre otras.

El acero AISI 4340 se utiliza en piezas y herramientas que son sometidas a altas exigencias de esfuerzos dinámicos y estáticos. Usos del acero: cigüeñal, piñones, pernos, engranes, discos para frenos y árboles de transmisión.

**4.2.1. Composición química del AISI 4340.** En la Composición de *los aceros* se observa las composiciones del acero AISI 4340.

Porcentaje de carbono (0.38-0.43)

Porcentaje de manganeso (0.60-0.80)

Porcentaje de silicio (0.15-0.30)

Porcentaje del cromo (0.70-0.90)

Porcentaje de níquel (1.65-2.00)

Porcentaje de fósforo máximo (0.040)

Porcentaje máximo de azufre (0.040)

Otros (0.20-0.30%) molibdeno

**4.2.2. Propiedades mecánicas del AISI 4340.** En la Tabla 6. Propiedades mecánicas y Tabla 7. Propiedades mecánicas se observa las propiedades mecánicas del acero luego de aplicarse los tratamientos térmicos mostrados en las tablas.

**Tabla 6.** Propiedades mecánicas

Tipo de proceso y acabado	Resistencia a la tracción		Límite de Fluencia		Alarga/ en 2" (%)	Reducción de área (%)	Dureza (HB)	Relación de maquinabilidad <sup>1212</sup> EF =100%
	MPa	PSI	MPa	PSI				
Caliente y maquinado	1227	178000	689	100000	10	30	363	50
Templado y revenido	1200	174000	1124	163000	16	48	352	

Fuente: Ferrocortes obtenido en: <https://n9.cl/4340steel>

**Tabla 7.** Propiedades mecánicas

Estado de Suministro	Resistencia tracción kg/mm <sup>2</sup>	Límite elástico kg/mm <sup>2</sup>	Alargamiento %	Reducción de área %	Dureza brinell HB
Laminado en Caliente	65/75	44	20	50	210/240
Calibrado	75/85	63	10	30	240/260
Bonificado	85/110	78	16	45	260/320

Fuente:www.cga.com. obtenido en: <https://www.cga.com.co/producto/acero-aisi-sae-4340/>

**4.2.3. Propiedades físicas del Acero AISI 4340.** En la Tabla 8. Propiedades físicas se observa las propiedades físicas del acero AISI 4340.

**Tabla 8.** Propiedades físicas

Densidad (kg/m <sup>3</sup> *1000)	7.85
Punto de fusión °C	1427
Capacidad térmica especificada J / (kg.K)	448
Resistividad eléctrica (μΩ.m)	1.09
Coefficiente de expansión térmica, a partir de (-18-93°C) (μm/mm/°C)	11,3
Coefficiente de expansión térmica, a partir de (-18-649°C) (μm/mm/°C)	14,6

La Tabla 9. Aplicación de tratamiento térmicos para el acero 4340 muestra los tratamientos térmicos con sus respectivas temperaturas y medios de enfriamiento del acero AISI 4340 para mejorar las propiedades mecánicas del material.

**Tabla 9.** Aplicación de tratamiento térmicos para el acero 4340

TRATAMIENTO TÉRMICO	TEMPERATURA °C	MEDIO DE ENFRIAMIENTO
Forja	850/1100	Ceniza o arena
Temple	820/850	Aceite
Normalizado	850/870	Aire
Recocido	680/720	Horno
Revenido	540/650	Aire

Fuente: [www.cga.com](http://www.cga.com). obtenido en: <https://www.cga.com.co/producto/acero-aisi-sae-4340/>

En las tablas dadas se presentan las diferentes propiedades físicas y mecánicas de los materiales del acero AISI 4041 y AISI 4340; en la Tabla 2. Propiedades mecánica y la Tabla 6. Propiedades mecánicas se muestran los distintos tratamientos térmicos.

Los tratamientos térmicos que deberán aplicarse al acero seleccionado sería un tratamiento por temple y luego un revenido con el fin de mejorar las propiedades mecánicas del material; entre

ellas, la principal es la dureza, debido a que la mordaza es la encargada de sujetar las piezas a perforar.

Al momento de seleccionar cuál de los dos aceros es el más adecuado para el desarrollo del diseño de la mordaza, debe conocerse las características recomendadas para la selección del material de la mordaza: la dureza, costo, y maquinabilidad.

Como se ilustra en la Tabla 2. Propiedades mecánica, los tratamientos de revenido y templabilidad muestran la dureza del acero AISI 4041 de 341 HB. La maquinabilidad del acero 4041 se observa en la Tabla 3. Propiedades mecánicas, tiene un porcentaje de 65 tomando a el acero AISI 1212 como el 100%.

En la Tabla 6. Propiedades mecánicas se observa que la dureza del acero 4340 en los tratamientos térmicos de revenido y templabilidad es de 345 HB, la maquinabilidad es de 57% tomando a el acero AISI 1212 como el 100% de maquinabilidad.

En comparación de los dos aceros AISI 4340 y AISI 4041, se prefiere al acero 4041 porque tiene una mejor maquinabilidad.

La maquinabilidad es un factor clave para la selección del material, debido a que en el acero se va a realizar un proceso de manufactura, especialmente el fresado para elaborar la mordaza. Respecto a la dureza, el del acero AISI 4340 es mayor; sin embargo, los costos del acero AISI 4041 son menores al del acero AISI 4340.

Debido a que la dureza de los dos aceros es similar -tiene un mayor valor el acero AISI 4340 (345 HB) comparado con 341 del acero AISI 4041-, la dureza de los dos aceros fue obtenida del tratamiento térmico de revenido y templado.

Por último, se selecciona el acero AISI 4041, por el bajo costo, mayor maquinabilidad y dureza similar al acero 4340.



### 4.3. Parámetros de diseño de la mordaza

A continuación, se presentan los parámetros de diseño de la mordaza:

Los diámetros que se trabajan en la empresa son cinco:  $1 \frac{1}{2}$  pulg,  $1 \frac{1}{4}$  pulg, 1 pulg,  $\frac{7}{8}$  pulg,  $\frac{3}{4}$  pulg.

Duplicar la producción de piezas con el diseño de la mordaza.

Ancho: 25mm

Altura: 50 mm

Largo: 358mm

Material: Acero AISI 4041 (de acuerdo con el acero seleccionado en el ítem anterior).

### 4.4. Diseño de la mordaza

El diseño para la mordaza se debe realizar con cinco diferentes diámetros debido a que las piezas que elabora la empresa METALIT S.A.S varían dependiendo al requerimiento.

**4.4.1. Área de contacto de la mordaza actual de la empresa METALIT S.A.S.** La mordaza que se encuentra en la prensa de la empresa cuenta con las siguientes medidas: 20 mm de ancho, 50 mm de alto y 150 mm de largo.

El área de contacto de la mordaza para los diferentes diámetros de las piezas que maneja la prensa son:

#### 4.4.2. Área de contacto.

Diámetro  $1 \frac{1}{4}$  pulg.

Base: 1mm, altura: 40 mm

$$A: (1\text{mm} * 40\text{mm}) * 2 = 80\text{ mm}^2$$

Diámetro de  $1 \frac{1}{2}$  pulg.

Base: 1mm, altura: 30 mm

$$A = (1 \text{ mm} * 30\text{mm}) * 2 = 60\text{mm}^2$$

Diámetro de 1 pulg.

Base: 1 mm, altura: 40 mm

$$A = (1\text{mm} * 40\text{mm}) * 2 = 80\text{mm}^2$$

Diámetro 7/8 pulg.

Base: 1mm, altura: 40mm

$$A = (1\text{mm} * 40\text{mm}) * 2 = 80 \text{ mm}^2$$

Diámetro ¾ pulg.

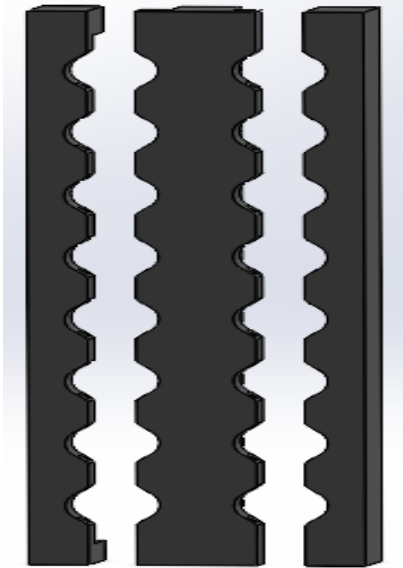
Base: 1 mm, Altura: 40 mm

$$A = (1\text{mm} * 40\text{mm}) * 2 = 80\text{mm}^2.$$

Como se logra ver en los cálculos anteriores de la mordaza actual de la empresa METALIT S.A.S, el área de contacto es bastante pequeña, esto implica que la mordaza ejerce más presión en las piezas a perforar, y es el factor principal del desgaste de la mordaza.

Dada la problemática del área de contacto del material de trabajo y el desgaste que presenta la mordaza se logra realizar el diseño correcto, con ayuda del programa de solidworks para así satisfacer las necesidades de la empresa.

En los anexos 3 y 4 se observa las dimensiones del diseño de la mordaza.



**Figura 29.** Diseño de la mordaza

En la Figura 29. *Diseño de la mordaza* se observa el diseño de la mordaza que debe cumplir con los requerimientos de la empresa de los cinco diámetros de sujeción que maneja, los diámetros son:

$1 \frac{1}{2}$  pulg,  $1 \frac{1}{4}$  pulg, 1 pulg,  $\frac{7}{8}$  pulg,  $\frac{3}{4}$  pulg. A continuación, se presentan los cálculos para el área de contacto del diseño de la mordaza y se observa que es mayor el área de contacto en comparación con la mordaza actual de la empresa.

#### **4.5. Área de contacto del diseño de la mordaza**

La mordaza con el nuevo diseño tiene la siguiente medida: 25 mm de ancho, 50 mm de alto y 358 mm de largo.

##### **4.5.1. Áreas de contacto**

Diámetro  $1 \frac{1}{2}$  pulg.

$$A = 41.57 \text{ mm}^2 * 4 = 166.28 \text{ mm}^2$$

Diámetro de  $1 \frac{1}{4}$  pulg.

$$A = 24.92 \text{ mm}^2 * 4 = 99.68 \text{ mm}^2$$

Diámetro de 1 pulg.

$$A = 31.76 \text{ mm}^2 * 4 = 127.04 \text{ mm}^2$$

Diámetro 7/8 pulg.

$$A = 39.71 \text{ mm}^2 * 4 = 158.84 \text{ mm}^2$$

Diámetro ¾ pulg.

$$A = 389.61 \text{ mm}^2 * 4 = 1558.44 \text{ mm}^2$$

#### **4.6. Fabricación de la mordaza**

Seleccionado el acero AISI 4041, se procede a realizar un diseño adecuado de la mordaza. En el anexo 1 se observa la cotización del acero.

Para fabricar el diseño de la mordaza, se emplea el proceso de mecanizado (fresado); se utilizan diferentes tipos de brocas para elaborar la mordaza con las medidas correctas, al momento de realizar el mecanizado se utilizará brocas de menor a mayor diámetro para así lograr un mejor acabado de la pieza y no dañar o partir la broca a utilizar.

Luego de tener la pieza mecanizada, el siguiente paso es aplicar dos tratamientos térmicos (temple y revenido) para mejorar las propiedades mecánicas del acero AISI 4041.

#### **4.7. Tratamiento temple neutro**

El temple neutro es un tratamiento térmico utilizado para lograr mejorar las propiedades mecánicas del acero especialmente la dureza y la resistencia en el acero. Consiste en la austenización, el enfriamiento rápido y el revenido, a fin de conservar una estructura de martensita o bainita.

**4.8. Pasos para el proceso del temple.** El primer paso es calentar en periodos hasta llegar al temple, se calienta según sea el tipo de acero, entre los 800- 1.220 °C. En este caso el acero 4041

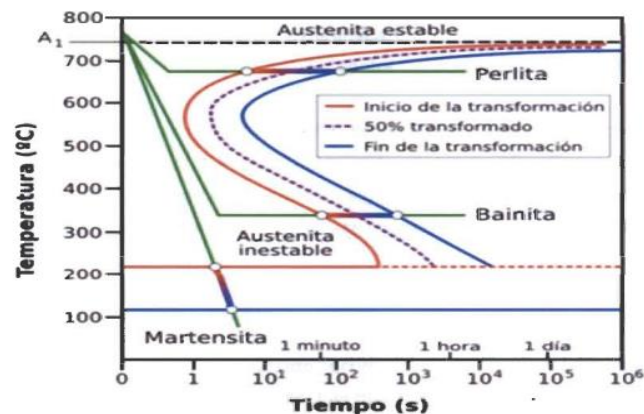
se debe calentar entre (830-860 °C), produciéndose una transformación de la microestructura en la austenita.

El segundo paso se trata de mantener la temperatura de temple y austenización, para igualar la temperatura de las piezas y transformar la microestructura en austenita.

Tercer paso se basa en enfriar la pieza directamente desde la temperatura de austenización, en un medio frío. Este tipo de medio de enfriamiento es normalmente agua, sal líquida, aceite o nitrógeno a alta presión, para el acero AISI 4041 se debe enfriar en aceite o polímero. La velocidad de enfriamiento debe ser lo bastante alta para evitar que el acero regrese a la estructura blanda original.

#### 4.9. Tratamiento de revenido

El revenido es un tratamiento térmico que se realiza a baja temperatura (por debajo de  $A_1$ , ver Figura 30. Curvas TTT para transformación de una estructura martensítica) que se realiza normalmente después de un proceso de temple neutro, temple doble, carburación en atmósfera, carbonitruración o temple por inducción, con el propósito de alcanzar la proporción de dureza y resistencia deseada.



**Figura 30.** Curvas TTT para transformación de una estructura martensítica

Fuente: Soldadura y estructuras obtenido en: <https://n9.cl/6skci>

**4.9.1. Proceso para realizar el revenido.** La temperatura de revenido puede variar, dependiendo de los requisitos y el grado de acero, entre 160 y 500 °C o una temperatura superior, para el acero 4041 se calienta entre 500-650 °C.

El revenido se realiza normalmente en los hornos de revenido, que se pueden equipar con gas protector opcional. El gas protector se utiliza para que la superficie no se oxide mediante el proceso y se utiliza para temperaturas de revenido altas. Para algunos tipos de acero, el tiempo de mantenimiento a la temperatura de revenido es de mucha importancia; un tiempo de mantenimiento fuera de lo recomendado corresponderá a una temperatura de revenido superior. Dependiendo del grado de acero y a determinados intervalos de temperatura, puede producirse una apariencia llamado como fragilización por revenido. Por consiguiente, el revenido dentro de este intervalo de temperatura debe evitarse.

Aplicando los dos tratamientos térmicos de temple y revenido se logra terminar el diseño de la mordaza.

#### **4.10. Parámetros de diseño (prensa mecánica)**

Los parámetros de diseño de la prensa mecánica son:

El rediseño de la prensa debe adaptar el accionador lineal.

Aumentar la eficiencia de la máquina (prensa de banco).

Material: Acero ASTM A36

Largo: 550 mm

Alto: 170 mm

Ancho: 200 mm

#### 4.11. Selección del material para el rediseño de la prensa mecánica

**4.11.1. Acero ASTM A36.** Las aplicaciones comunes del acero ASTM A36 es en la construcción, también es moldeado en perfiles y láminas, usadas en edificios e instalaciones industriales: cables para puentes colgantes, atirantados y concreto reforzado: varillas y láminas plegadas usadas para techos y pisos.

Para la selección del material se optó por trabajar con el acero ASTM A36, debido a sus propiedades físicas, químicas, y su composición. Además, es un material con un alto porcentaje de soldabilidad, en la Tabla 10. Composición química del acero ASTM A36 se observa la composición química del acero.

**Tabla 10.** Composición química del acero ASTM A36

Carbón	Silicio	Manganeso*	Azufre	Fósforo	Cobre**
$\leq 0,25$	$\leq 0,40$	-	$\leq 0,05$	$\leq 0,04$	$\geq 0,20$

El contenido de Manganeso\* no está reglamentado, pero se formula en el certificado de calidad.

El contenido de cobre\*\*, si su aleación se especifica durante su requerimiento

En la tabla 11 se observa la composición química del acero ASTM A36 para placas y barras de acero, ancho  $\leq 380$  mm (15 pulgadas). se muestra el resumen de las principales propiedades mecánicas del acero ASTM A36.

**Tabla 11.** Composición química del acero ASTM A36 para placas de acero, ancho  $\leq 380$  mm

Composición química (% , $\leq$ ), para placas de acero, ancho $\leq 380$ mm (15 pulg.)							
Acero	C	Si	Mn	P	S	Cu	espesor (d), mm (pulg.)
	0.25	0.40	Sin requisitos	0.03	0.03	0.20	$d \leq 20$ (0.75)
	0.25	0.40	0.80-1.20	0.03	0.03	0.20	$20 < d \leq 40$ ( $0.75 < d \leq 1.5$ )
ASTM A36	0.26	0.15-0.40	0.80-1.20	0.03	0.03	0.20	$40 < d \leq 65$ ( $1.5 < d \leq 2.5$ )
	0.27	0.15-0.40	0.85-1.20	0.03	0.03	0.20	$65 < d \leq 100$ ( $2.5 < d \leq 4$ )
	0.29	0.15-0.40	0.85-1.20	0.03	0.03	0.20	$> 100$ (4)

**Tabla 12.** Propiedades mecánicas del acero ASTM A36

Composición química (% , $\leq$ ), para placas de acero, ancho $\leq 380$ mm (15 pulg.)							
Acero	C	Si	Mn	P	S	Cu	espesor (d), mm (pulg.)
	0.25	0.40	Sin requisitos	0.03	0.03	0.20	$d \leq 20$ (0.75)
	0.25	0.40	0.80-1.20	0.03	0.03	0.20	$20 < d \leq 40$ ( $0.75 < d \leq 1.5$ )
ASTM A36	0.26	0.15-0.40	0.80-1.20	0.03	0.03	0.20	$40 < d \leq 65$ ( $1.5 < d \leq 2.5$ )
	0.27	0.15-0.40	0.85-1.20	0.03	0.03	0.20	$65 < d \leq 100$ ( $2.5 < d \leq 4$ )
	0.29	0.15-0.40	0.85-1.20	0.03	0.03	0.20	$> 100$ (4)



Propiedades Mecánicas		Notas
Resistencia a la tracción, MPa (ksi)	400-550 (58-80)	Placas de acero, formas y barras
Límite elástico (Esfuerzo de fluencia), MPa (ksi), $\geq$	250 (36)	Espesor $\leq$ 200mm (8 pulg.)
	220 (32)	Espesor de placas de acero > 200mm (8 pulg.)
Elongación, %, $\geq$	20	Placas y barras en 200 mm (8 pulg.)
	23	Placas y barras en 50 mm (2 pulg.)
Dureza Brinell, HBW	119-162	Basado en la conversión de resistencia a la tracción
Módulo de elasticidad, GPa (ksi)	200 (29 $\times$ 103)	–
Prueba de impacto Charpy con muesca en V, J (ft·lbf), $\geq$	27 (20)	Formas estructurales, ubicación alternativa del núcleo
Módulo de corte, GPa (ksi)	79.3 (11.5 $\times$ 103)	–
Fy del acero A36 (Límite de fluencia), MPa (ksi), $\geq$	250 (36)	–

#### 4.12. Propiedades Físicas del acero ASTM A36

Densidad del acero A36: 7.85 g/cm<sup>3</sup> (0.284 lb/in<sup>3</sup>)

Punto de fusión: 1,425-1,538 °C (2,600-2,800 °F)

Relación de Poisson: 0.26

El (anexo 4) se puede observar la cotización del acero A36 para la fabricación del rediseño de la prensa mecánica.

#### 4.13. Soldabilidad

La norma ASTM A36/A36M-8, cuando el acero se va a soldar, se debe realizar un procedimiento de soldado adecuado para el grado de acero y el uso o servicio previsto. Por lo que se recomienda buscar el Apéndice X3 de la Especificación A 6/A 6M para obtener más información sobre soldabilidad del acero A36.

El acero A36 es conocido como un acero fácil de soldar, por lo que se sugiere utilizar los siguientes tipos de soldaduras Lincoln Electric disponibles en Aceros Carazo: 6010, 6011, 6013, 7018, 7024, 308, 309, 312, 316, ER70S-6, ER70S-3, E71T-1.

Las piezas que se realizan para el rediseño de la prensa mecánica se trabajan con el acero ASTM A36 para así obtener un diseño de mayor vida útil.

En anexo 2 se observa la cotización del acero ASTM A36.

#### 4.14. Rediseño de la prensa mecánica

Actualmente la empresa METALIT S.A.S cuenta con una prensa mecánica (tornillo de banco, ver Figura 31. Prensa actual de la empresa METALIT S.A.S), para el uso del centro de mecanizado (Fresadora CNC).



**Figura 31.** Prensa actual de la empresa METALIT S.A.S

Principalmente el rediseño de la prensa mecánica consta de cambiar el tornillo de banco por un accionador lineal de botella, debido a que la empresa METALIT S.A.S. posee este accionador lineal, las características son:

Capacidad: 10 toneladas

Altura mínima: 230 mm

Altura máxima: 460mm

Altura adicional del tornillo: 80mm

Diámetro de la botella: 80mm

Diámetro del émbolo: 38mm

Cabeza maquinada que evita el deslizamiento

Base: 110x125mm

Marca UYUSTOOLS

En la Figura 32. *Accionado lineal de botella* se observa el accionador lineal de botella que se encuentra en la empresa METALIT S.A.S, con dichas características nombradas anteriormente.

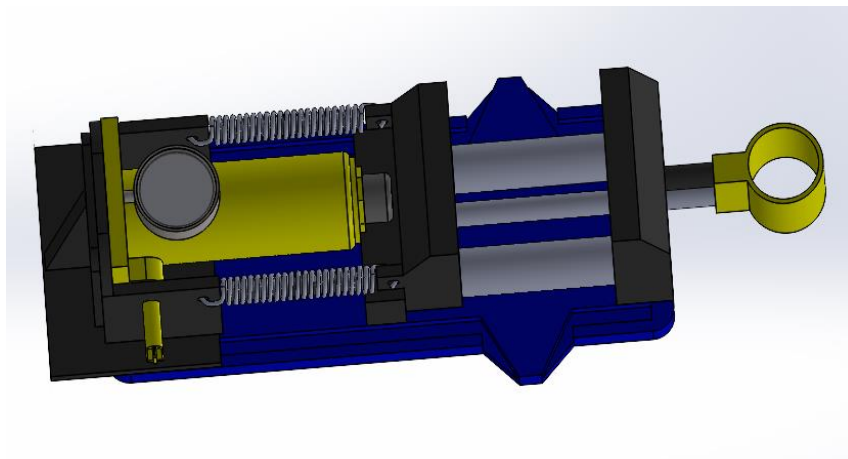


**Figura 32.** Accionado lineal de botella

Fuente: unitorni.co obtenido en: <https://n9.cl/4i9at>

#### 4.15. Diseño de la prensa mecánica

En la Figura 33. Diseño de la prensa mecánica en solidworks 2014 se observa el diseño adecuado de la prensa mecánica para la empresa METALIT S.A.S con el propósito de satisfacer sus requerimientos. Cabe recalcar que el rediseño fue realizado utilizando el programa de solidworks 2014.



**Figura 33.** Diseño de la prensa mecánica en solidworks 2014

En el anexo 5 se observa los planos del montaje para el diseño de la prensa mecánica.

#### 4.16. Fabricación del rediseño

**4.16.1. Adaptación del accionador lineal de botella.** Se realiza una adaptación al accionador lineal de botella debido a que funcionan de manera vertical por consiguiente se procede a cambiar de manera horizontal su funcionamiento.

Primero: se retira el tapón que trae el accionador lineal para cambiar el aceite (lubricante) luego se vacía todo el lubricante que trae, ver Figura 34. Accionador lineal de botella.



**Figura 34.** Accionador lineal de botella

Fuente: YouTube, autor: Giovanni Ferrari obtenido en: <https://n9.cl/9a7co>

Segundo: se destapa el accionador de botella con ayuda de una prensa de tornillo de banco, como se logra observar en la Figura 35. Accionador lineal de botella desarmado.



**Figura 35.** Accionador lineal de botella desarmado

Fuente: YouTube, autor: Giovanni Ferrari obtenido en: <https://n9.cl/9a7co>

Tercero: Una vez destapado el accionador de botella, en la parte de la base se observan dos agujeros que trae el accionador, con ayuda de un taladro se expande el agujero a  $\frac{1}{4}$  pulgada. Luego

se introducirá una manguera de ¼ de pulgada, como se ve en la Figura 36. Adaptación de la manguera al accionado lineal de botella.



**Figura 36. Adaptación de la manguera al accionado lineal de botella**

Fuente: YouTube, autor: Giovanni Ferrari obtenido en: <https://n9.cl/9a7co>

Cuarto: se realiza esta adaptación (presentada en la Figura 36. Adaptación de la manguera al accionado lineal de botella) debido a que los accionadores lineales de botella trabajan de manera vertical, al cambiarle el sentido de giro a horizontal probablemente el accionador no funciona con la misma eficiencia.

Quinto: Como el accionador va a funcionar de manera horizontal todo el aceite de la cámara de reserva también se deposita de manera acostada (horizontal) esto hace que el accionador no funcione correctamente, debido a este problema se realiza una adaptación de la manguera.

Al momento de la bomba extraer aceite del depósito permite al pistón subir debido a que la bomba está succionando correctamente aceite por la ayuda de la manguera que se ubica acostada (horizontal), en la Figura 37. Posición de trabajo del accionado lineal de botella se observa la posición que va a trabajar el accionador lineal. Una vez cambiado el sentido al accionador funciona de manera correcta gracias a la adaptación de la manguera mostrada en los anteriores pasos.



**Figura 37.** Posición de trabajo del accionado lineal de botella

Fuente: YouTube, autor: Giovanni Ferrari obtenido en: <https://n9.cl/9a7co>

**4.16.2. Manómetro de presión.** En la parte inferior de la prensa mecánica más exactamente donde se encuentra ubicado el accionador lineal se coloca un manómetro de presión con el propósito de saber la presión que ejerce el accionador para sujetar las piezas a trabajar, y de este modo lograr mayor eficiencia de la máquina.

**4.16.2.1. Instalación del manómetro.** Primero: Para implementar el manómetro se procederá a desarmar por completo el accionador lineal (ver Figura 38. Desarme del accionador lineal de botella), con ayuda de una prensa de banco.



**Figura 38.** Desarme del accionador lineal de botella

Fuente: YouTube, Autor: Eloy workshop obtenido en: <https://n9.cl/4khbrr>

Segundo: Con la ayuda de un pie de rey se procederá a tomar la altura donde se realiza el orificio para la instalación del manómetro de presión, como se ve en la Figura 39. Medición de la profundidad de la cámara de reserva de aceite.



**Figura 39.** Medición de la profundidad de la cámara de reserva de aceite

Fuente: YouTube, Autor: Eloy workshop obtenido en: <https://n9.cl/4khbrr>



En la Figura 40. Perforación con ayuda de la fresadora se observa el orificio realizado con una fresadora de taladro para la instalación del manómetro de presión.



**Figura 40.** Perforación con ayuda de la fresadora

Fuente: YouTube, Autor: Eloy workshop obtenido en: <https://n9.cl/4khbrr>

Tercero: Con un taladro de broca  $\frac{1}{4}$  se realiza un orificio perpendicular al agujero realizado en el paso anterior, donde se va a instalar el manómetro de presión, ver Figura 41. Perforación de  $\frac{1}{4}$  de pulgada a la base.



**Figura 41.** Perforación de  $\frac{1}{4}$  de pulgada a la base

Fuente: YouTube, Autor: Eloy workshop obtenido en: <https://n9.cl/4khbrr>

El orificio se realiza en la parte inferior del accionador lineal debido a que el lubricante que se encuentra en la recamara de reserva también se envíe al manómetro de presión para así observar cuanta presión ejerce (ver Figura 42. Base del accionador lineal de botella perforado).



**Figura 42.** Base del accionador lineal de botella perforado

Fuente: YouTube, Autor: Eloy workshop obtenido en: <https://n9.cl/4khbrr>

Cuarto: Por último, se coloca un codo de 90 grados roscado que permite la unión entre el accionador lineal de botella y el manómetro de presión (ver Figura 43. Montaje del manómetro de presión), para así instalar el manómetro en el accionador lineal.

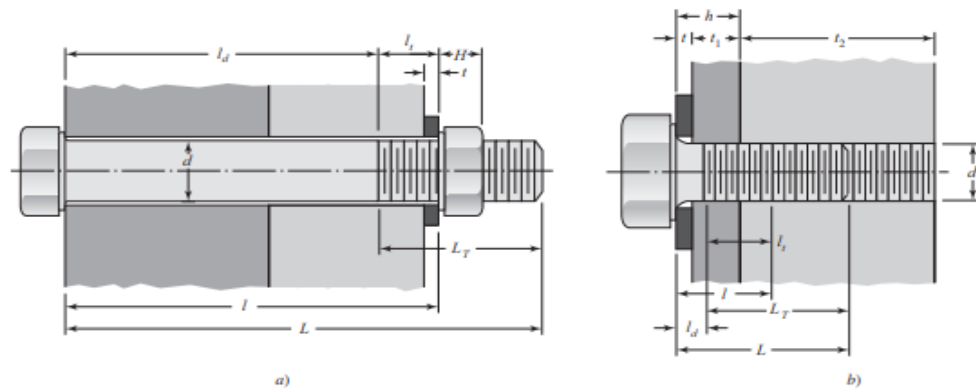


**Figura 43.** Montaje del manómetro de presión

Fuente: YouTube, Autor: Eloy workshop obtenido en: <https://n9.cl/4khbrr>

#### 4.17. Cálculos de pernos

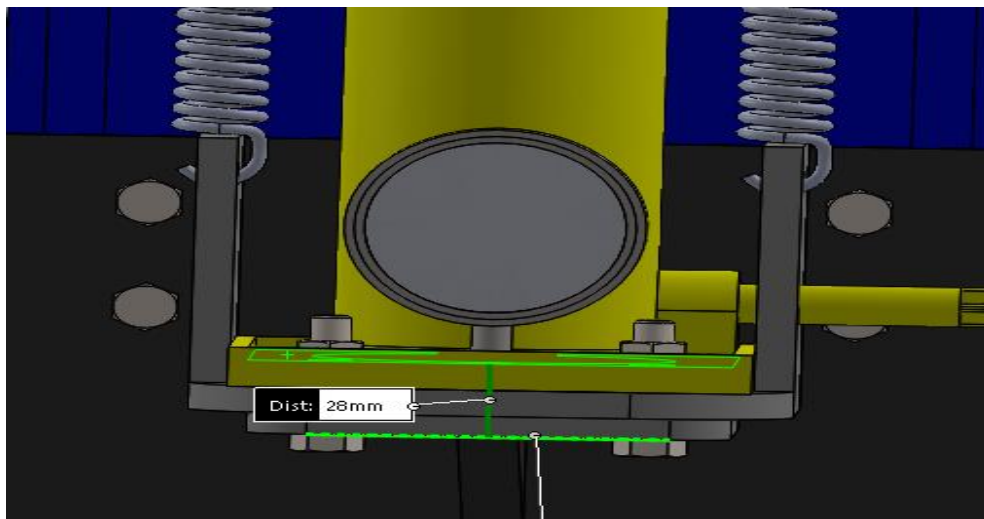
Para realizar los cálculos se va a trabajar con la figura a) de la Figura 44. Procedimiento para determinar la rigidez del sujetador.



**Figura 44.** Procedimiento para determinar la rigidez del sujetador

Fuente: Budynas, R., & Nisbett, K. (2008). Diseño en ingeniería mecánica de Shigley (9 ed.).

**4.17.1. Cálculo para pernos de esfuerzo normal.** En la Figura 45 se visualiza los pernos del rediseño de la prensa mecánica donde se observa los dos pernos cargados a esfuerzo normal.



**Figura 45.** Espesor apretado entre la cara del perno y la cara de la tuerca

$d$  = Diámetro del perno

$d = 10$  mm, como se ve en la Figura 46. Dimensiones del perno

$H$  = Espesor de la tuerca

$H = 16$  mm (tomado de la tabla A-31 Diseño en ingeniería mecánica de Shigley 9 ed.)

$l$  = espesor de todo el material apretado entre la cara del perno y la cara de la tuerca.

espesor del material apretado = 28 mm tomado de la Figura 45

$$l = 28 \text{ mm} + t$$

Dónde:

$t$  = espesor de la arandela

De la Tabla 13. Dimensiones de arandelas métricas sencillas Se elige el espesor de la arandela

**Tabla 13.** Dimensiones de arandelas métricas sencillas

Tamaño de la arandela*	DI mínimo	DE máximo	Espesor máximo	Tamaño de la arandela*	DI mínimo	DE máximo	Espesor máximo
1.6 N	1.95	4.00	0.70	10 N	10.85	20.00	2.30
1.6 R	1.95	5.00	0.70	10 R	10.85	28.00	2.80
1.6 W	1.95	6.00	0.90	10 W	10.85	39.00	3.50
2 N	2.50	5.00	0.90	12 N	13.30	25.40	2.80
2 R	2.50	6.00	0.90	12 R	13.30	34.00	3.50
2 W	2.50	8.00	0.90	12 W	13.30	44.00	3.50
2.5 N	3.00	6.00	0.90	14 N	15.25	28.00	2.80
2.5 R	3.00	8.00	0.90	14 R	15.25	39.00	3.50
2.5 W	3.00	10.00	1.20	14 W	15.25	50.00	4.00
3 N	3.50	7.00	0.90	16 N	17.25	32.00	3.50
3 R	3.50	10.00	1.20	16 R	17.25	44.00	4.00
3 W	3.50	12.00	1.40	16 W	17.25	56.00	4.60
3.5 N	4.00	9.00	1.20	20 N	21.80	39.00	4.00
3.5 R	4.00	10.00	1.40	20 R	21.80	50.00	4.60
3.5 W	4.00	15.00	1.75	20 W	21.80	66.00	5.10
4 N	4.70	10.00	1.20	24 N	25.60	44.00	4.60

Fuente: Budynas, R., & Nisbett, K. (2008). Diseño en ingeniería mecánica de Shigley (9 ed.).

$$t = 2,30 \text{ mm}$$

$$l = 28 \text{ mm} + 2,30 \text{ mm}$$

$$l = 30,3 \text{ mm}$$

$$l = 0,0303 \text{ m}$$

$L$  = longitud del sujetador

$$L > l + H$$

$$L > 30,3 \text{ mm} + 16 \text{ mm}$$

$$L > 46,3 \text{ mm}$$

$$L > 0,0463 \text{ m}$$

De la tabla A-17 (Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley, Budynas & Nisbett) se tomó

$$L = 50 \text{ mm}$$

$$L = 0,050 \text{ m}$$

$L_T$  = longitud roscada

$$L_T = \begin{cases} 2d + 6 \text{ mm}, & L \leq 125 \text{ mm}, d \leq 48 \text{ mm} \\ 2d + 12 \text{ mm}, & 125 < L \leq 200 \text{ mm} \\ 2d + 25 \text{ mm}, & L > 200 \text{ mm} \end{cases}$$

Entonces

$$L_T = 2(10) + 6 \text{ mm}$$

$$L_T = 26 \text{ mm}$$

$$L_T = 0,026 \text{ m}$$

$l_d$  = Longitud de la parte sin rosca en el agarre

$$l_d = L - L_T$$

$$l_d = 0,050 - 0,026 \text{ m}$$

$$l_d = 0,024 \text{ m}$$

$l_t$  = Longitud de la parte roscada en el agarre

$$l_t = 1 - l_d$$

$$l_t = 0,0303 - 0,024 \text{ m}$$

$$l_t = 0,0063 \text{ m}$$

$A_d$  = Área de la parte sin rosca

$$A_d = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

$$A_d = \frac{\pi \cdot 10^2}{4}$$

$$A_d = 78,54 \text{ mm}^2 = 7,85 \times 10^{-5} \text{ m}^2$$

$A_t$  = Área de la parte roscada

$A_t$  = Se tomó de la tabla 8 – 1 del libro de Diseño de Ingeniería Mecánica de Shigley

(Budynas & Nisbett, 9 ed).

$61,2 \text{ mm}^2 = 6,12 \times 10^{-5} \text{ m}^2$  para rosca de paso fino

Rigidez del sujetador

La rigidez del sujetador se designa por  $K_b$

Donde:

$$K_b = \frac{A_d * A_t * E}{(A_d * l_t) + (A_t * l_d)}$$

$$K_b = \frac{7,85 \times 10^{-5} * 6,12 \times 10^{-5} * 207 \times 10^9}{(7,85 \times 10^{-5} * 0,0063) + (6,12 \times 10^{-5} * 0,024)}$$

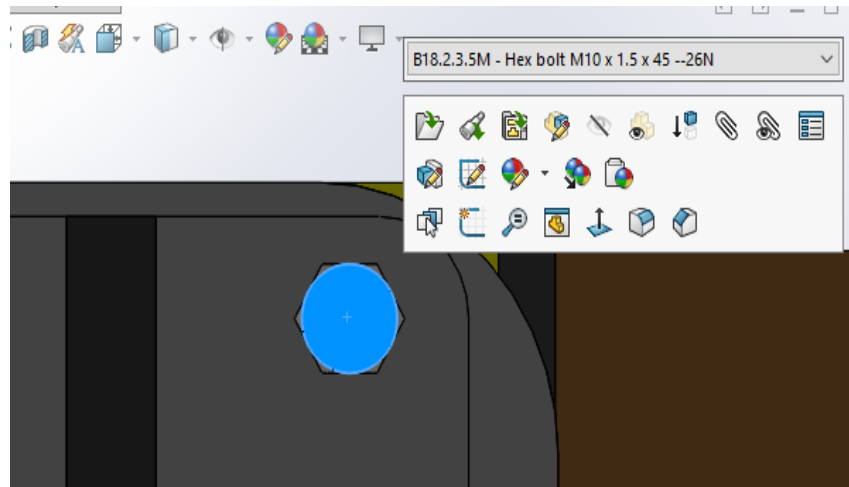
$$K_b = 1550,39 \text{ Mpa/m}$$

Rigidez de los elementos a unir

La rigidez de los elementos a unir se designa por  $K_m$

Dónde:

E = módulo de elasticidad, se elige 207 GPa para acero, tomado de la tabla 8-8 (Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley, Budynas & Nisbett).



**Figura 46.** Dimensiones del perno

Como se observa en la Figura 46. *Dimensiones del perno* las dimensiones del perno son: perno métrico M10x1.25x45.

$$K_m = E \cdot d \cdot A \exp\left(\frac{Bd}{l}\right)$$

De la tabla 8.8 del libro de Diseño de Ingeniería Mecánica de Shigley (Budynas & Nisbett, 9 ed). Se toma  $A = 0,78715$  y  $B = 0,62873$

Entonces:

$$K_m = 207 \times 10^9 (0,01) (0,78715) \exp\left(\frac{0,62873 \cdot 0,01}{0,303}\right)$$

$$K_m = 1663,56 \text{ MPa/m}$$

$C$  = fracción de la carga externa  $P$  soportada por el perno

$$C = \frac{K_b}{K_b + K_m}$$

$$C = \frac{1550,39}{1550,39 + 1663,56}$$

$$C = 0,482$$

Carga aplicada

Dónde:

$P = \text{Carga}$

$N = \text{Número de pernos}$

$P_{total} = 5 \text{ toneladas}$

$$P_{total} = 5000 \text{ kg} * 9,81 \frac{m}{s^2}$$

$P_{total} = 49050 \text{ N}$

$$P = \frac{P_{total}}{N}$$

$N = 2$  como se observa en la Figura 45 la cantidad de pernos a utilizar

$$P = \frac{49050 \text{ N}}{2}$$

$P = 24525 \text{ N}$

La carga aplicada que afecta a cada uno de los pernos es:  $P = 24525 \text{ N}$

La magnitud de la carga aplicada y tomada por cada uno de los pernos es:

$$P_b = C * P$$

$$P_b = 0,482 * 24525$$

$$P_b = 11821,05 \text{ N}$$

La magnitud de la carga aplicada y asumida por los elementos unidos es:

$$P_m = P - P_b$$

$$P_m = 24525 - 11821,05 \text{ N}$$

$$P_m = 12703,95 \text{ N}$$

Carga de sujeción.

El valor de la precarga o carga de sujeción es:

$$F_i = 0,90 * F_p \text{ para conexiones permanentes}$$

Donde:

$F_p = \text{Carga de prueba}$



$S_p$  = Resistencia de prueba

La magnitud de la carga de prueba es:

$$F_p = A_t * S_p$$

$S_p$  = Resistencia de prueba

De la tabla 8-9 del libro de Diseño de Ingeniería Mecánica de Shigley, (Budynas & Nisbett, 9 ed). Se toma un perno de acero grado 5  $S_p = 85$  kpsi

$$S_p = 586,054 \text{ MPa}$$

$$F_p = 6,12 \times 10^{-5} \text{ m}^2 * 586,054 \text{ MPa}$$

$$F_p = 35866,50 \text{ N}$$

$$F_p = 35,866 \text{ kN}$$

$$F_i = 0,90 * 35,866 \text{ kN}$$

$$F_i = 32,28 \text{ kN}$$

Carga total en el perno

La carga total en el perno es igual a la parte asumida de la carga externa aplicada y el valor de la carga de sujeción:

$$F_b = C * P + F_i$$

$$F_b = 0,482 * 24,525 \text{ kN} + 32,28 \text{ kN}$$

$$F_b = 44,101 \text{ kN}$$

Carga total en los elementos Unidos

La carga total en los elementos unidos es igual a la parte asumida de la carga externa aplicada menos el valor de la carga de sujeción:

$$F_m = (1 - C)P - F_i$$

$$F_m = (1 - 0,482) 24,525 - 32,28 \text{ kN}$$

$$F_m = -19,576 \text{ kN } F_m < 0$$

Esfuerzo de precarga

$$\sigma_i = \frac{F_i}{A_t}$$

$$\sigma_i = \frac{32280 \text{ N}}{6,12 \times 10^{-5} \text{ m}^2}$$

$$\sigma_i = 527,45 \text{ MPa}$$

El esfuerzo bajo la carga de servicio es:








$$\sigma_b = \frac{C \cdot P + F_i}{A_t}$$

$$\sigma_b = \frac{(0,482 \cdot 24525 \text{ N}) + 32280 \text{ N}}{6,12 \times 10^{-5} \text{ m}^2}$$

$$\sigma_b = 720,605 \text{ MPa}$$

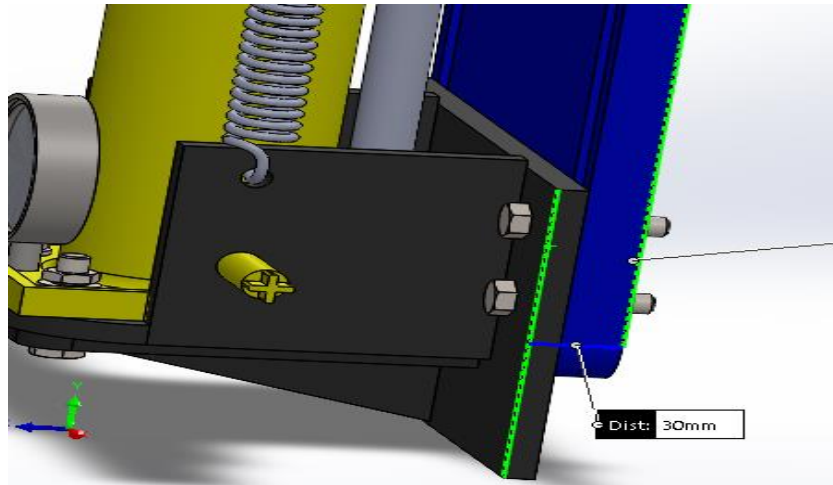
De la Tabla 14. Especificaciones SAE para pernos de acero se observa el tipo de perno adecuado para el diseño.

**Tabla 14.** Especificaciones SAE para pernos de acero

Grado SAE núm.	Intervalo de tamaños, inclusive, pulg	Resistencia de prueba mínima,* kpsi	Resistencia mínima a la tensión,* kpsi	Resistencia mínima a la fluencia,* kpsi	Material	Marca en la cabeza
1	$\frac{1}{4}$ a $1\frac{1}{2}$	33	60	36	Acero de bajo o medio carbono	
2	$\frac{1}{4}$ a $\frac{3}{4}$ $\frac{7}{8}$ a $1\frac{1}{2}$	55 33	74 60	57 36	Acero de bajo o medio carbono	
4	$\frac{1}{4}$ a $1\frac{1}{2}$	65	115	100	Acero de medio carbono, estirado en frío	
5	$\frac{1}{4}$ a 1 $1\frac{1}{8}$ a $1\frac{1}{2}$	85 74	120 105	92 81	Acero de medio carbono, T y R	
5.2	$\frac{1}{4}$ a 1	85	120	92	Acero martensítico de bajo carbono, T y R	
7	$\frac{1}{4}$ a $1\frac{1}{2}$	105	133	115	Acero de aleación de medio carbono, T y R	
8	$\frac{1}{4}$ a $1\frac{1}{2}$	120	150	130	Acero de aleación de medio carbono	

Fuente: Budynas, R., & Nisbett, K. (2008). Diseño en ingeniería mecánica de Shigley (9 ed.).

**4.17.2. Cálculo esfuerzo de aplastamiento y de corte en los pernos.** En la Figura 47. Pernos sometidos a esfuerzo por cortante se observa los pernos que soportan esfuerzo de aplastamiento y de corte.



**Figura 47.** Pernos sometidos a esfuerzo por cortante

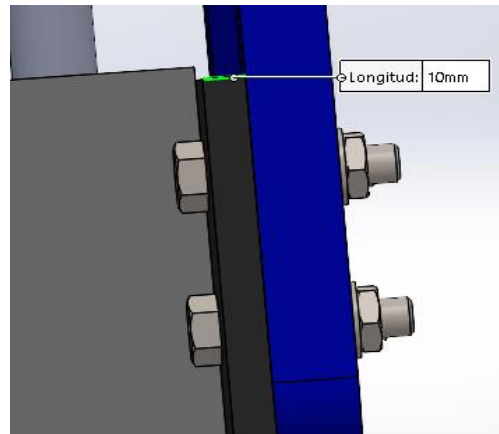
Aplastamiento de los pernos, todos los pernos cargados:

$$\sigma = \frac{F}{2td}$$

Dónde:

t = espesor de la placa más delgada

t = 10 mm, como se observa en la Figura 48. Medida de la placa más delgada.



**Figura 48.** Medida de la placa más delgada

$d$  = Diámetro del perno

$d = 10$  mm, como se ve en la Figura 46. Dimensiones del perno

entonces:

$$\sigma = \frac{49050N}{2(0,01m)(0,01m)}$$

$$\sigma = 245,25 \text{ MPa}$$

El factor de seguridad se determina por:

$$n = \frac{\sigma_{prueba}}{\sigma_{servicio}}$$

$$n = \frac{586,054 \text{ MPa}}{245,25 \text{ MPa}}$$

$$n = 2,39$$

Cortante del perno, todos los pernos activos: si las roscas de los pernos no se extienden en los planos de cortante; entonces para los cuatro pernos.

Dónde:

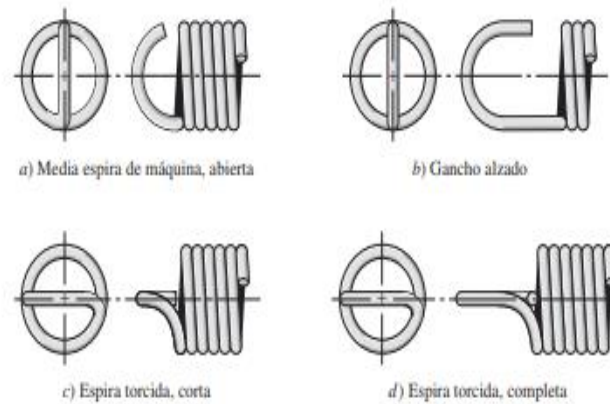
$$\tau = \frac{F}{4\pi d^2/4}$$

$$\tau = \frac{49050N}{4\pi(0,01m)^2/4}$$

$$\tau = 156,130 \text{ MPa}$$

#### 4.18. Cálculo esfuerzos en los resortes de tensión.

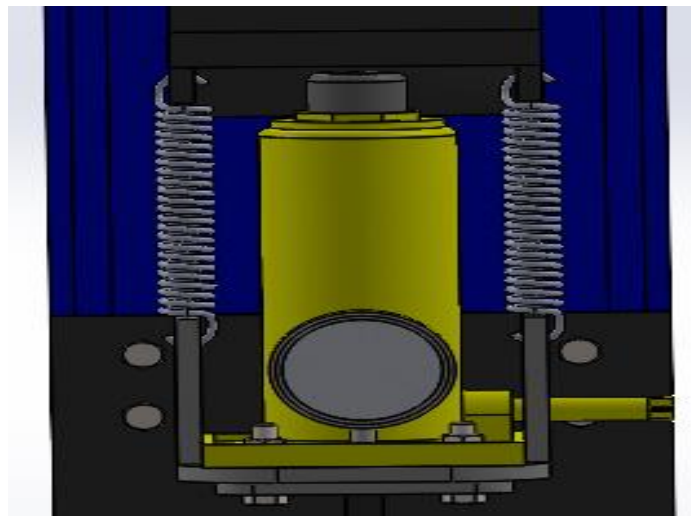
En la Figura 49. Tipos de extremos que se emplean en resortes de extensión. se observa los diferentes tipos de extremos del resorte de extensión



**Figura 49.** Tipos de extremos que se emplean en resortes de extensión.

Fuente: Budynas, R., & Nisbett, K. (2008). Diseño en ingeniería mecánica de Shigley (9 ed.).

En la Figura 50. Resortes a calcular se observa los resortes de tensión de la prensa mecánica.



**Figura 50.** Resortes a calcular

En la Figura 51. Resorte de tensión se observa el resorte de tensión mediante el programa solidworks.



**Figura 51.** Resorte de tensión

NUMERO DE PARTE LEE	DIAMETRO EXTERIOR		DIAMETRO DEL ALAMBRE		CARGA MAXIMA		TENSION INICIAL		LONGITUD SIN CARGA		CONSTANTE		LONGITUD MAXIMA		GRUPO DE FRECIO	
															Alambres de Plano	Inoxidable 302
LE 085H 0									2.000	50.80	27.000	0.4820	2.870	72.90	Z	AL
LE 085H 01									2.250	57.15	19.200	0.3420	3.470	88.14	Z	AL
LE 085H 02									2.500	63.50	14.000	0.2500	4.180	106.17	Z	AL
LE 085H 03									2.750	69.85	11.100	0.2010	4.870	123.70	Z	AL
LE 085H 04									3.000	76.20	9.500	0.1690	5.470	138.94	Z	AL
LE 085H 05	.850	21.59	.085	2.16	25.90	11.730	2.40	1.087	3.500	88.90	7.300	0.1300	6.720	170.69	AB	AN
LE 085H 06									4.000	101.60	5.800	0.1030	8.050	204.47	AB	AN
LE 085H 07									4.500	114.30	4.900	0.0870	9.300	236.22	AB	AN
LE 085H 08									4.750	120.65	4.500	0.0800	9.970	253.24	AB	AN
LE 085H 09									5.000	127.00	4.100	0.0730	10.730	272.54	AB	AN
LE 085H 10									5.500	139.70	3.600	0.0640	12.030	306.56	AB	AN
LE 085H 11									6.000	152.40	3.250	0.0580	13.230	336.04	AB	AN
LE 063J 01	1.000	25.40	.063	1.60	9.70	4.393	.90	.408	2.500	63.50	2.600	0.0460	5.880	149.35	Z	AL
LE 063J 02									2.750	69.85	1.900	0.0340	7.380	187.45	Z	AL
LE 063J 03									3.000	76.20	1.500	0.0270	8.870	225.30	Z	AL
LE 063J 04									3.250	82.55	1.200	0.0210	10.580	268.73	Z	AL

**Figura 52.** Selección del resorte

Fuente: leespring.com “RESORTE DE CATÁLOGO” pag 215

En la Figura 52. Selección del resorte se toma el valor de  $D_{\text{exterior}} = 31,59 \text{ mm}$  y  $d_{\text{alambre}} = 2,16 \text{ mm}$  para realizar los cálculos del resorte.

#### 4.18.1. Cálculo del esfuerzo de tensión máximo.

$$\sigma_A = F \left[ (K)_A * \frac{16D}{\pi d^3} + \frac{4}{\pi d^2} \right]$$

Dónde:

F = Carga máxima

$F = \frac{49050}{2}$  N ; F, es la carga que soportará cada uno de los resortes.

$$F = 24525 \text{ N}$$

$(K)_A$  = Es un factor de corrección del esfuerzo flector de la curvatura.

Dext = Diámetro del resorte

Dext = 21,59 mm, tal como se observa en la Figura 52. *Selección del resorte*

d = Diámetro del alambre

d = 2,16 mm, como se ve en la Figura 52. *Selección del resorte*

D = diámetro del resorte

$$D = \text{Dext} - d.$$

$$D = 21,59 \text{ mm} - 2,16 \text{ mm}$$

$$D = 19,43 \text{ mm}$$

Entonces:

$$(K)_A = \frac{4C_1^2 - C_1 - 1}{4C_1(C_1 - 1)}$$

Dónde:

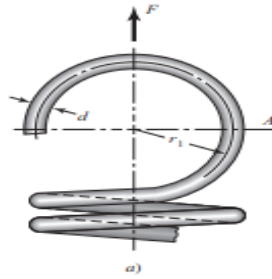
$$C_1 = \frac{2r_1}{d}$$

Luego:

$r_1 = \frac{D}{2}$  como se observa en la Figura 53. Radio ( $r_1$ ) del resorte

$$r_1 = \frac{19,43 \text{ mm}}{2}$$

$$r_1 = 9,715 \text{ mm,}$$



**Figura 53.** Radio ( $r_1$ ) del resorte

Fuente: Budynas, R., & Nisbett, K. (2008). Diseño en ingeniería mecánica de Shigley (9 ed.).

Luego:

$$C_1 = \frac{2(0,00971)}{0,00216}$$

$$C_1 = 8,9$$

Entonces:

$$(K)_A = \frac{4(C_1)^2 - C_1 - 1}{4C_1(C_1 - 1)}$$

Luego:

$$(K)_A = \frac{4*(8,9)^2 - 8,9 - 1}{4*8,9(8,9 - 1)}$$

$$(K)_A = 1,09$$

Por lo tanto, el esfuerzo de flexión es:

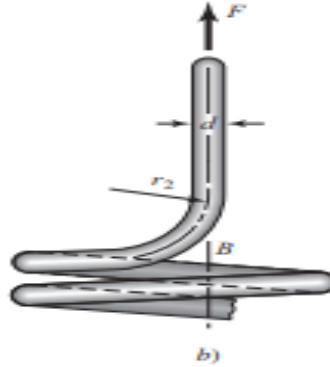
$$\sigma_A = 24525 \left[ 1,09 * \frac{16(0,01943)}{\pi(0,00216)^3} + \frac{4}{\pi(0,00216)^2} \right]$$

$$\sigma_A = 269,185 \text{ GPa}$$



**4.18.2. Esfuerzo de torsión máximo.** El esfuerzo de torsión máximo se observa en la Figura

54. Esfuerzo de torsión en el punto B en el inciso b)



**Figura 54.** Esfuerzo de torsión en el punto B

Fuente: Budynas, R., & Nisbett, K. (2008). Diseño en ingeniería mecánica de Shigley (9 ed.).

$$\tau_B = (K)_B * \frac{8FD}{\pi d^3}$$

Donde:

$(K)_B$  = factor de concentración del esfuerzo de la curvatura.

Luego:

$$(K)_B = \frac{4C_2 - 1}{4C_2 - 4}$$

$$C_1 = C_2$$

Entonces:

$$(K)_B = \frac{4(8,9) - 1}{4(8,9) - 4}$$

$$(K)_B = 1,09$$

Por lo tanto, el esfuerzo cortante máximo es:

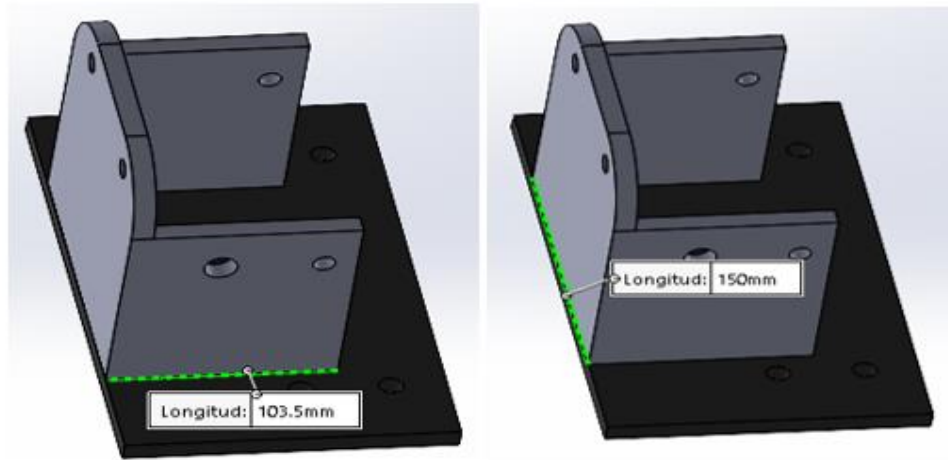
$$\tau_B = 1,09 * \frac{8(24525)(0,01943)}{\pi(0,00216^3)}$$

Entonces:

$$\tau_B = 131,246 \text{ GPa}$$

#### 4.19. Cálculo para la soldadura.

En la Figura 55 puede observarse la soldadura que permite conectar las placas



**Figura 55.** Pieza a soldar con sus dimensiones

**4.19.1. Soldadura de filete por cortante .** En la Figura 55. Pieza a soldar con sus dimensiones se observa la pieza que se va a soldar.

$$\tau' = \frac{V}{A}$$

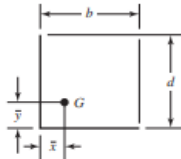
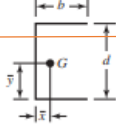
V = Carga

A= Área de la garanta

Dónde:

$$V = 49050 \text{ N}$$

De la tabla 9,1 del libro de Diseño de Ingeniería Mecánica de Shigley (Budynas & Nisbett, 9 ed). Se elige la ecuación de la figura 3. Dónde  $A = 0,707h(2b+d)$

Soldadura	Área de la garganta	Ubicación de G	Segundo momento polar unitario del área
3. 	$A = 0.707h(b + d)$	$\bar{x} = \frac{b^2}{2(b + d)}$ $\bar{y} = \frac{d^2}{2(b + d)}$	$J_u = \frac{(b + d)^4 - 6b^2d^2}{12(b + d)}$
4. 	$A = 0.707h(2b + d)$	$\bar{x} = \frac{b^2}{2b + d}$ $\bar{y} = d/2$	$J_u = \frac{8b^3 + 6bd^2 + d^3}{12} - \frac{b^4}{2b + d}$

**Figura 56.** Propiedades de las soldadura de filete

Fuente: Budynas, R., & Nisbett, K. (2008). Diseño en ingeniería mecánica de Shigley (9 ed.).

En la

Figura 56. Propiedades de las soldadura de *filete* se observa la ecuación del área de la garganta de soldadura.

De la tabla J2.4, de la especificación AISI/ AISC 360-10 para construcción de acero se toma  $h = 5\text{ mm}$  para espesores entre 6 y 13 mm, como se observa en el (anexo 9).

Dónde:

$b = 103,5\text{ mm}$  y  $d = 150\text{ mm}$  como se observa en la Figura 55. *Pieza a soldar con sus dimensiones*

Entonces:

$$A = 0,707 * 0,005 (2 * 0,1035 + 0,150)$$

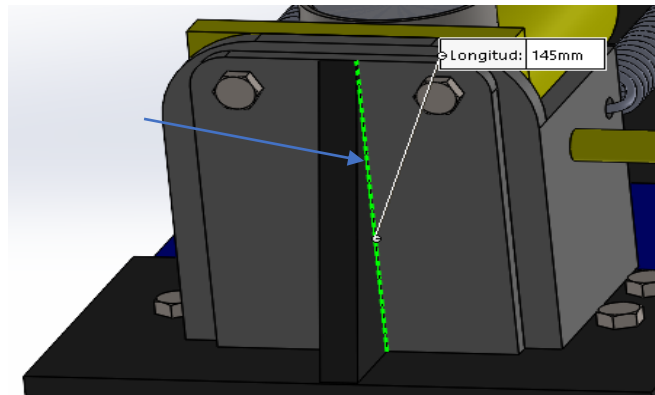
$$A = 1,26 \times 10^{-3}\text{ m}$$

Luego:

$$\tau' = \frac{49050\text{ N}}{1,26 \times 10^{-3}\text{ m}}$$

$$\tau' = 38,93 \text{ MPa}$$

#### 4.19.2. Soldadura de filete



**Figura 57.** Aplicación de soldadura del pie amigo

En la Figura 57. Aplicación de soldadura del pie amigo se observa el pie amigo que se va a soldar por ambas partes

$$\sigma = \frac{F}{h * L}$$

h = Garganta de soldadura

L = longitud de la soldadura

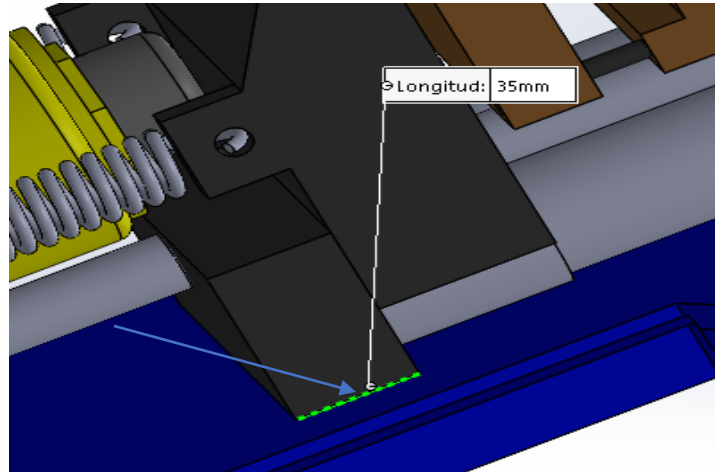
F = Fuerza

$$F = 49050 \text{ N}$$

De la tabla J2.4, de la especificación AISI/ AISC 360-10 para construcción de acero se toma h = 5mm para espesores entre 6 y 13 mm, como se observa en el (anexo 9).

$$\sigma = \frac{49050 \text{ N}}{0,005 \text{ m} * 0,145 \text{ m}}$$

$$\sigma = 67,66 \text{ MPa}$$



**Figura 58.** Aplicación de soldadura a la base

En la Figura 58. Aplicación de soldadura a la base se observa la pieza que se va a soldar por ambas partes.

$$\sigma = \frac{F}{h * L}$$

h = Garganta de soldadura

L = longitud de la soldadura

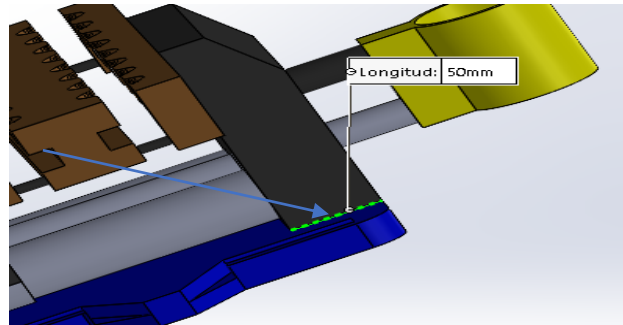
F = Fuerza

F = 49050 N

De la tabla J2.4, de la especificación AISI/ AISC 360-10 para construcción de acero se toma h = 5mm para espesores entre 6 y 13 mm, como se observa en el (anexo 9).

$$\sigma = \frac{49050 \text{ N}}{0,005 \text{ m} * 0,035 \text{ m}}$$

$\sigma = 280,29 \text{ MPa}$



**Figura 59.** Aplicación de la soldadura

En la Figura 59. Aplicación de la soldadura se observa la pieza que se va a soldar por ambas partes

$$\sigma = \frac{F}{h * L}$$

h = Garganta de soldadura

L = longitud de la soldadura

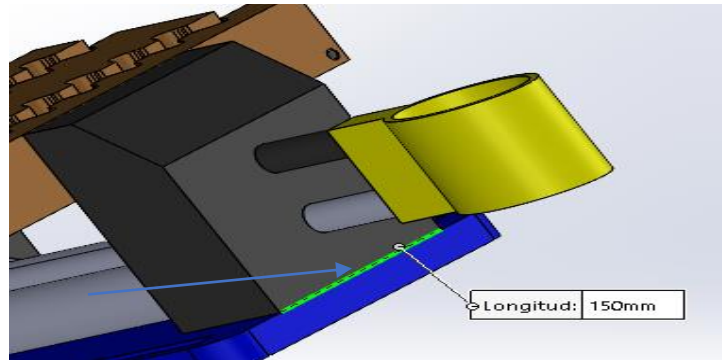
F = Fuerza

F = 49050 N

De la tabla J2.4, de la especificación AISI/ AISC 360-10 para construcción de acero se toma h = 5mm para espesores entre 6 y 13 mm, como se observa en el (anexo 9).

$$\sigma = \frac{49050 \text{ N}}{0,005 \text{ m} * 0,050 \text{ m}}$$

$\sigma = 196,2 \text{ MPa}$



**Figura 60.** Aplicación de soldadura horizontal

En la Figura 60. Aplicación de soldadura horizontal se observa la pieza que se va a soldar.

$$\sigma = \frac{F}{h * L}$$

h = Garganta de soldadura

L = longitud de la soldadura

F = Fuerza

F = 49050 N

De la tabla J2.4, de la especificación AISI/ AISC 360-10 para construcción de acero se toma h = 5mm para espesores entre 6 y 13 mm, como se observa en el (anexo 9).

$$\sigma = \frac{49050 \text{ N}}{0,005 \text{ m} * 0,150 \text{ m}}$$

$\sigma = 65,4 \text{ MPa}$

**4.19.3. Electrodo 6010.** Para la aplicación del proceso de soldadura se trabajará todo el rediseño de la prensa mecánica con el electrodo E6010.

Características típicas del metal depositado (según norma AWS: A5.1/A5.1M-04).

Resistencia a la tracción: 500 MPa

Límite de fluencia: 414 MPa

Alargamiento en 50 mm: 26%

#### ***4.19.3.1. Tipo de revestimiento***

Alta celulosa y sodio

#### ***4.19.3.2. Posición de soldeo***

F: Plana

H: Horizontal

V: Vertical

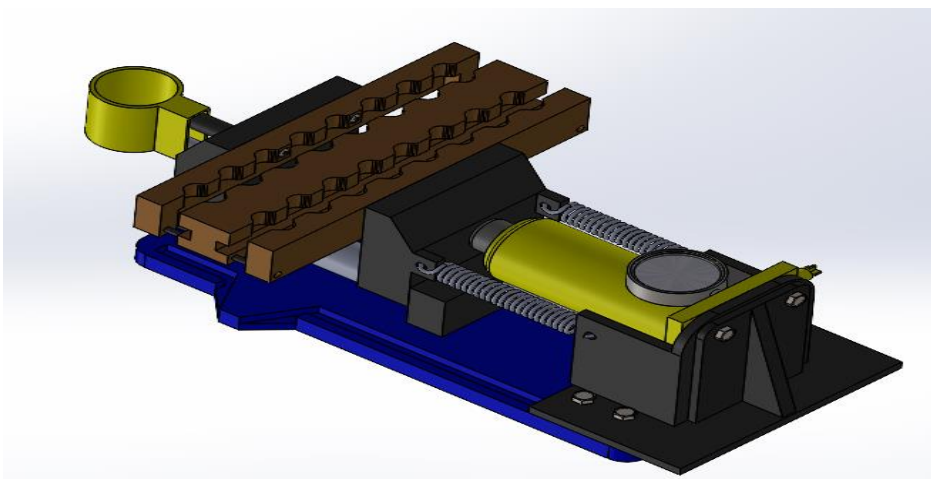
OH: Techo o sobrecabeza

#### ***4.19.3.3. Corriente eléctrica***

C.C (+): Corriente continua

### **4.20. Diseño de la prensa mecánica y la mordaza**

En la Figura 61 se visualiza el diseño final de la prensa mecánica con su respectiva mordaza, en el anexo 6 se observa mejor los planos del rediseño de la prensa mecánica y la mordaza. El anexo 7 muestra los planos de las piezas secundarias para realizar la prensa mecánica y el anexo 8 se observa la base de la prensa mecánica.



**Figura 61.** Prensa Mecánica



**4.21. Viabilidad.** La empresa METALIT S.A.S fabrica alrededor de 100 piezas en promedio diarias de las cual el 4% salen defectuosas, en cada montaje se fabrican 8 piezas.

El tiempo de montaje de la primera pieza a perforar es alrededor de 15 minutos para las siguientes piezas tarda entre 5 a 10 min en el montaje y desmontaje debido a que la máquina (centro de mecanizado) solo se configura para la primera pieza.

Una pieza cuesta fabricarla 2500 pesos colombianos. Como se mencionó anteriormente se fabrican alrededor de 100 unidades diarias. Luego el costo de las cien piezas diarias fabricadas será:

$$100 \text{ piezas} * 2.500 = 250.000 \text{ pesos colombianos.}$$

**4.21.1. Viabilidad del diseño de la prensa mecánica y la mordaza.** Principalmente este trabajo de grado se basa en duplicar la productividad, entonces se fabricaría 16 piezas en cada montaje, esto quiere decir que se estarían elaborando alrededor de 200 piezas diarias con un porcentaje de 1 % que salgan defectuosas.

El tiempo de montaje para la primera perforación sería de 10 min que se tardan en programar la máquina y montar las piezas a trabajar.

Para las siguientes piezas se tarda 5 minutos en el montaje y desmontaje de las piezas que se van a perforar,

$$200 \text{ piezas} * 2.500 = 500.000 \text{ pesos colombianos.}$$

Por lo tanto, se estaría aumentando la productividad al doble de las piezas realizadas cada día.

## 5. Presupuesto del diseño de la mordaza y rediseño de la prensa mecánica

En la tabla 15 se presentan los costos en materiales, mano de obra, consumibles y otros en que la empresa Metalit S.A.S. incurrirá en la fabricación de la mordaza y la prensa mecánica.

**Tabla 15.** Presupuesto del diseño de la mordaza y rediseño de la prensa mecánica

Materiales	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unidad	Precio Total
	Lamina acero ASTM A36 de 3/8	1m <sup>2</sup>	und	\$ 809.248,00	\$ 809.248,00
	Lamina acero 4041 espesor 20 mm	400mm*200mm	und	\$ 465.350,00	\$ 465.350,00
	Manómetro de presión	1	und	\$ 96.145,00	\$ 96.145,00
	Accionador lineal de botella	1	und	\$ 159.900,00	\$ 159.900,00
	Resorte diam 100mm y Long = 90mm	2	und	\$ 13.675,00	\$ 27.350,00
	Perno de acero grado 5, 3/8 por 1 1/4	6	und	\$ 8.000,00	\$ 48.000,00
	Perno avellanado M10x1.0x25	2	und	\$ 2.384,00	\$ 4.768,00
	Varilla lisa de acero plata, eje 20 mm por 570 mm	1	und	\$ 79.686,00	\$ 79.686,00
	Tubo macizo, diam 40 mm por 210 mm	1	und	\$ 14.300,00	\$ 14.300,00
	Guía de 6.35 mm por 123 mm	1	und	\$ 50.400,00	\$ 50.400,00
	Tubo de acero, diam 45 mm por 50 mm	1	und	\$ 21.500,00	\$ 21.500,00
	Tuerca de 3/8 in	6	und	\$ 3.000,00	\$ 18.000,00
	Arandela de 3/8 in	6	und	\$ 800,00	\$ 4.800,00
	Codo de acero inoxidable 304 de rosca de 1/4 in	1	und	\$ 21.150,00	\$ 21.150,00
	Tratamiento térmico de revenido	1	und	\$ 70.000,00	\$ 70.000,00
	Tratamiento térmico de temple	1	und	\$ 70.000,00	\$ 70.000,00
Mano de obra	Técnico soldador	1	dia	\$ 130.000,00	\$ 130.000,00
	Fresador	1	dia	\$ 90.000,00	\$ 90.000,00
	Ayudante mecánico	1	dia	\$ 60.000,00	\$ 60.000,00
Consumibles	Soldadura E 6010x1/8 in	1	Kg	\$ 19.750,00	\$ 19.750,00
	Disco de corte 4 x 1/2 in	1	und	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00
	Pintura en aerosol negro mate	1	und	\$ 20.900,00	\$ 20.900,00
	Pintura en aerosol azul	1	und	\$ 20.900,00	\$ 20.900,00
	Fondo anticorrosivo	1	gal	\$ 17.900,00	\$ 17.900,00
			Sub total		\$ 2.324.047,00
Otros	Equipos y herramientas	%	5%		\$ 116.202,35
Costos indirectos	Imprevisto	%	4%		\$ 92.961,88
	Utilidad	%	20%		\$ 464.809,40
			Total costo indirecto		\$ 557.771,28
			Total del proyecto		\$ 2.998.020,63

## 6. Conclusiones

Como se muestra en el cálculo de las áreas de contacto la mordaza actual posee un área de agarre pequeño en comparación con el nuevo diseño del par de mordazas, el área de contacto aumenta hasta cinco veces más que el área de contacto actual, por lo tanto, tiene mayor agarre en las piezas, mayor precisión al momento de perforar las piezas debido a que no van a deslizarse en el proceso de perforado.

Para el diseño óptimo de las mordazas se optó por aplicar dos tratamientos térmicos como lo son: el revenido y el temple para mejorar las propiedades mecánicas del acero 4041 principalmente la dureza, para evitar el desgaste y lograr mayor vida útil de la mordaza.

El rediseño de la prensa mecánica disminuye el tiempo de sujetar las piezas que se requieren a perforar, como se ve en la Figura 1. Prensa mecánica del taller METALIT S.A.S la prensa mecánica trabaja mediante un tornillo (husillo roscado). El rediseño de la prensa mecánica trabaja con el accionador hidráulico de botella, esto hace que el operario de la máquina tenga mayor facilidad de montar y sujetar las piezas, también el rediseño de la prensa beneficia, la productividad de la empresa aumentando el doble de piezas a perforar, como se muestra en capítulo 4.

## 7. Recomendaciones

Se recomienda realizar un mantenimiento al accionador hidráulico lineal de botella, debido a que, con tiempo de trabajo, va a presentar fallas técnicas.

Se deberá efectuar un mantenimiento rutinario diario con el fin de prevenir el desgaste y las averías.

1. Inspección periódica: se recomienda observar el accionador hidráulico lineal si presenta grietas, piezas sueltas, derrame o manchas de aceite; si tiene algún problema anterior se debe realizar una reparación.

2. Limpieza: Debido a la grasa que se genera por ser un sistema hidráulico se debe realizar una limpieza periódica, para así lograr menor deterioro físicamente.

Se deberá tener un plan de mantenimiento preventivo que se anticipa a las fallas o averías disminuyendo los costos de mantenimiento.

1. Cambio de aceite: el accionador hidráulico lineal dispone de un sistema cerrado, se debe realizar un cambio de aceite cada cierto tiempo de trabajo, para un funcionamiento óptimo de la máquina, se recomienda mirar el catálogo del fabricante para aplicar el aceite correcto y la medida establecida.

En el caso del rediseño de la prensa mecánica, el accionador hidráulico lineal de botella se trabaja de manera manual, con ayuda de un mango se genera el sistema de bombeo.

Para mayor eficiencia de la máquina se recomienda cambiar el accionador de botella por un accionador hidráulico power debido a que se puede adaptar mejor al sistema de la prensa mecánica y poder trabajar con mayor facilidad, al momento de realizar el sistema de bombeo para sujetar los elementos a trabajar.

## 8. Referencias bibliográficas

- Aceros. (2018). Recuperado el 21 de 04 de 2022, de <https://acero.es/clasificacion/>
- Askeland, D. (1998). Ciencia e ingeniería de los materiales. Mexico: International Thonsom Editores.
- Avner, S. (1998). Introduccion a la metaluirgica fisica. Mexico: Mc Graw-Hill.
- Budynas, R., & Nisbett, K. (2008). Diseño en ingeniería mecánica de Shigley (9 ed.). MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA.
- Callister, W. (2016). Ciencia e ingeniería de los materiales. Barcelona: Reverte, S.A.
- Correa, f., Salazar, j., & Ramirez, j. (2012). Diseño y fabricación de una prensa hidráulica. medellin. Obtenido de <http://repositorio.pascualbravo.edu.co:8080/jspui/handle/pascualbravo/331>
- Creus, A. (2011). Neumatica e hidráulica (2 ed.). Mexico, Alfaomega: Alfaomega.
- Galarraga, M., & Rodriguez, E. (2015). Diseño y construcción de una prensa hidráulica para conformado de chapa metálica de 5 toneladas con colchon neumático. Quito. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/8990>
- Guerrero, O. (2008). Procesos de manufactura en la ingeniería. Bogota.
- Hernandez, r., Fernandez, C., & Baptista, M. d. (2014). Metodología de la investigación (6 ed.). Mexico: MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA.
- Maldonado, J. L. (1996). Acero y sus aplicaciones. Mexico.
- Ministerio de trabajo y seguridad social. (1979). resolución 2400.
- Ossa, A., & Paniagua, M. (2008). Analisis de falla de lam mordaza plana de una prensa hidráulica. Revista Facultad de Ingeniería Universidad de antioquia, 7.





Payan, H. (2008). Reingenieria a una prensa hidraulica de construmecam, para mejorar la eficiencia de su produccion. Santiago de cali. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10614/5001>

Perez, J. (1996). Tratamientos termicos de los aceros. mexico.

Villamar, H. (2008). Diseño de una prensa hidraulica para elaborar pocetas de acero inoxidable. Guayaquil. Obtenido de <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/11967>

**Anexos**

## Anexo 1. Cotización del acero AISI 4041

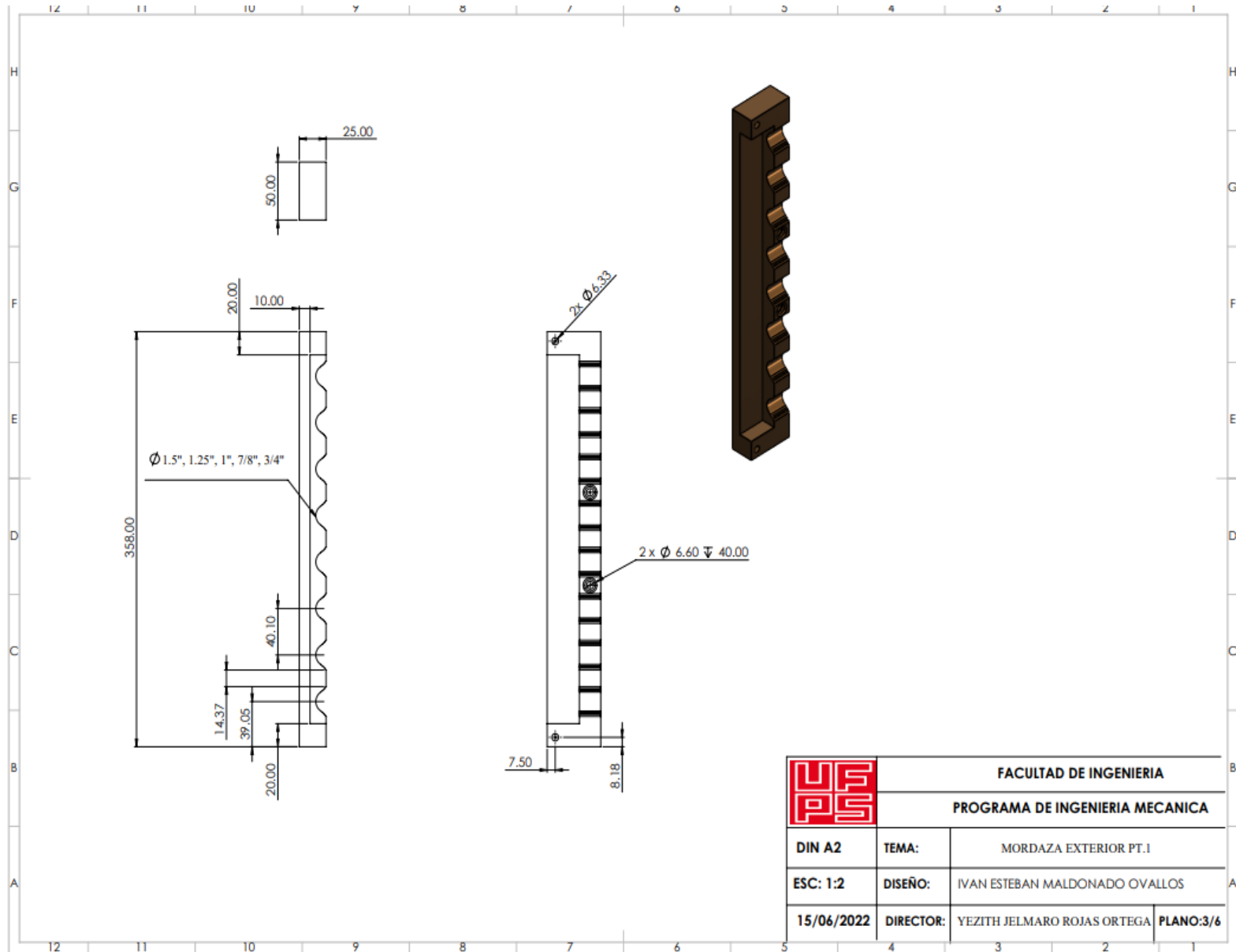
 <b>Cia. General de Aceros</b> COMPAÑIA GENERAL DE ACEROS S.A. - EN REORGANIZACIÓN		COTIZACION No. 20885402 Formato cotización DVE-FR-84 Bogotá, D.C., 17 de Junio de 2022 Pagina: 1 / 1		   CE15/373      CE15/852      CE15/854		
Nit: 860.069.182-1						
Cliente: CLIENTE POTENCIAL Nit: 1000 Dirección de Factura: AV 68 37 b 51 S Dirección de Entrega: AV 68 37 b 51 S Teléfonos: 7700560      Fax:			Contacto Comercial: Condición de Pago: Anticipo 50%, saldo contra ent      Moneda*: COP Término de negociación: Fecha de entrega: A Convenir. Validez de la Oferta: 17.06.2022			
ITEM	DESCRIPCION	DIMENSIONES(mm)	CANTIDAD		VALORES	
			Unidad	Kilos	Vr.Unit.	Total
000010	PIEZA PLATINA 1.2738 NEGRO RECTANGULAR	20,00 mm x 200,00 mm x 400,00 mm	1	13,035	391.050	391.050
OBSERVACIONES			ARANDIA CRISTIAN		SUBTOTAL : 391.050	
* COP = Pesos Colombianos    USD = Dolar Americano Para aprobacion cite el Número de Cotización <b>20885402</b> en su orden de compra ó envíela firmada via fax ** Material sujeto a disponibilidad de inventarios **			Asesor Comercial Si tiene alguna duda comuníquese con nuestro asesor.		VALOR FLETES : 0	
					I.V.A. : 74.300	
					RETE IVA : 0	
					RETEICA : 0	
					RETENCION : 0	
					VALOR TOTAL : 465.350	
aceross@cgs.com.co      Principal Bogotá: Av. 68 No. 37B - 51 Sur PBX:(1) 770 0560      Fax:(1) 770 0550-770 0530 X_NUMBER&      www.cgs.com.co - aceross@cgs.com.co      www.cgs.com.co -						
Bucaramanga      Bogotá      Barranquilla      Yumbo Cra. 14 No. 23 - 02 PBX.633 7708 Fax.633 2779      PBX: 3755000      TELEFONO: 3755000      PBX: (057) 305-7341314      Cra. 31A No. 15 - 59 Acopi - Yumbo PBX.691 8585 Fax.665 8593						
Si usted es AGENTE RETENEDOR DEL IMPUESTO A LAS VENTAS IVA, favor practicar RETENCION DE IVA EQUIVALENTE AL 15% del IVA facturado sobre todas las facturas EMITIDAS A PARTIR DEL 1 DE ENERO DEL 2021. IMPORTANTE ENVIAR RUT ACTUALIZADO DONDE SE EVIDENCIE LA CONDICION DE AGENTE RETENEDOR al correo liliana.onofre@cgs.com.co						
NO SOMOS AUTORETENEDORES, NO SOMOS GRANDES CONTRIBUYENTES Si usted es AGENTE RETENEDOR DEL IMPUESTO DE RENTA, favor practicar RETENCION EN LA FUENTE A TITULO DE RENTA, PARA VENTAS 2.5% O SERVICIOS 4% sobre todas las facturas EMITIDAS A PARTIR DEL 1 DE ENERO DEL 2021.						



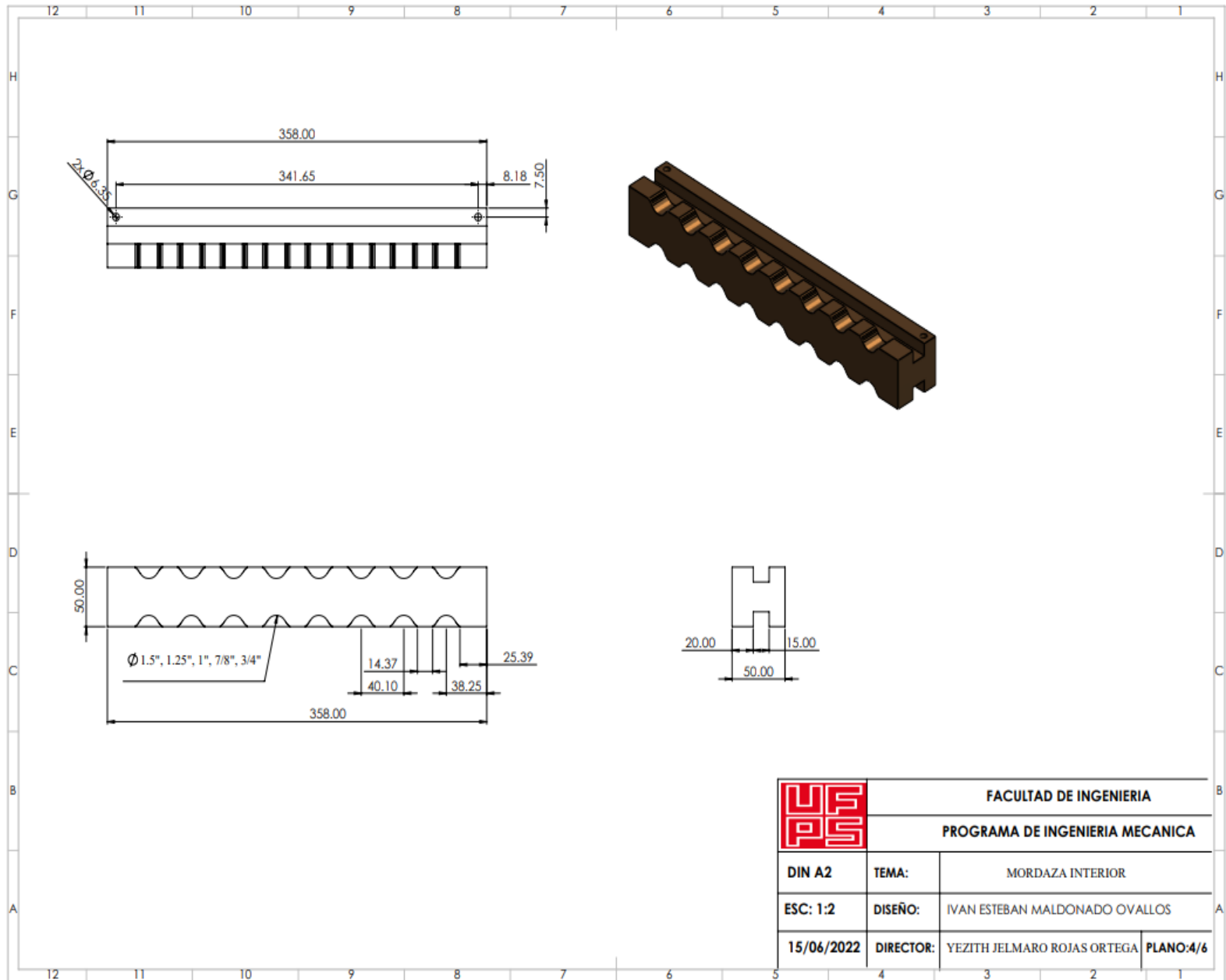
## Anexo 2. Cotización acero ASTM A36

 <b>Cia. General de Aceros</b> COMPAÑIA GENERAL DE ACEROS S.A. - EN REORGANIZACIÓN		<b>COTIZACION No. 20885116</b> Formato cotización DVE-FR-84 Bogotá, Tl. 47, 07 De Junio de 2022 Pagina: 1 / 1		  		
Nit: 860.069.182-1						
Cliente: CLIENTE POTENCIAL Nit: 1000 Dirección de Factura: AV 68 37 b 51 S Dirección de Entrega: AV 68 37 b 51 S Teléfonos: 7700560		Contacto Comercial: Condición de Pago: Anticipo 50%, saldo contra ent Término de negociación: Fecha de entrega: A Convenir. Validez de la Oferta: 15.06.2022		Moneda*: COP		
ITEM	DESCRIPCION	DIMENSIONES(mm)	CANTIDAD		VALORES	
			Unidad	Kilos	Vr.Unil.	Total
020010	PIEZA LAMINA A36 RECTANGULAR	9,53 mm x 1.000,00 mm x 1.000,00	1	75,560	680.040	680.040
OBSERVACIONES			ARANDIA CRISTIAN		SUBTOTAL : 680.040	
* COP = Pesos Colombianos USD = Dolar Americano Para aprobación cite el Número de Cotización 20885116 en su orden de compra ó envíela firmada via fax ** Material sujeto a disponibilidad de inventarios **			Asesor Comercial Si tiene alguna duda comuníquese con nuestro asesor.		VALOR FLETES : 0 I.V.A. : 129.208 RETE IVA : 0 RETEICA : 0 RETENCION : 0 VALOR TOTAL : 809.248	
sceros@cgs.com.co      Principal Bogotá: Av. 68 No. 37B - 51 Sur PBX.(1) 770 0560 Fax.(1) 770 0550-770 0530 X_NUMBER& www.cgs.com.co - aceros@cgs.com.co www.cgs.com.co -						
Bucaramanga      Bogotá      Barranquilla      Yumbo Cra. 14 No. 23 - 02 PBX.633 7708 Fax.633 2779      PBX: 3755000 TELEFONO: 3755000      PBX: (057) 305-7341314      Cra. 31A No. 15 - 59 Acopi - Yumbo PBX.691 8585 Fax.695 8593						
Si usted es AGENTE RETENEDOR DEL IMPUESTO A LAS VENTAS IVA, favor practicar RETENCION DE IVA EQUIVALENTE AL 15% del IVA facturado sobre todas las facturas EMITIDAS A PARTIR DEL 1 DE ENERO DEL 2021. IMPORTANTE ENVIAR RUT ACTUALIZADO DONDE SE EVIDENCIE LA CONDICION DE AGENTE RETENEDOR al correo <a href="mailto:Silena.onofre@cgs.com.co">Silena.onofre@cgs.com.co</a>						
NO SOMOS AUTORETENEDORES. NO SOMOS GRANDES CONTRIBUYENTES Si usted es AGENTE RETENEDOR DEL IMPUESTO DE RENTA, favor practicar RETENCION EN LA FUENTE A TITULO DE RENTA, PARA VENTAS 2.5% O SERVICIOS 4% sobre todas las facturas						

### Anexo 3. Plano de la mordaza interior



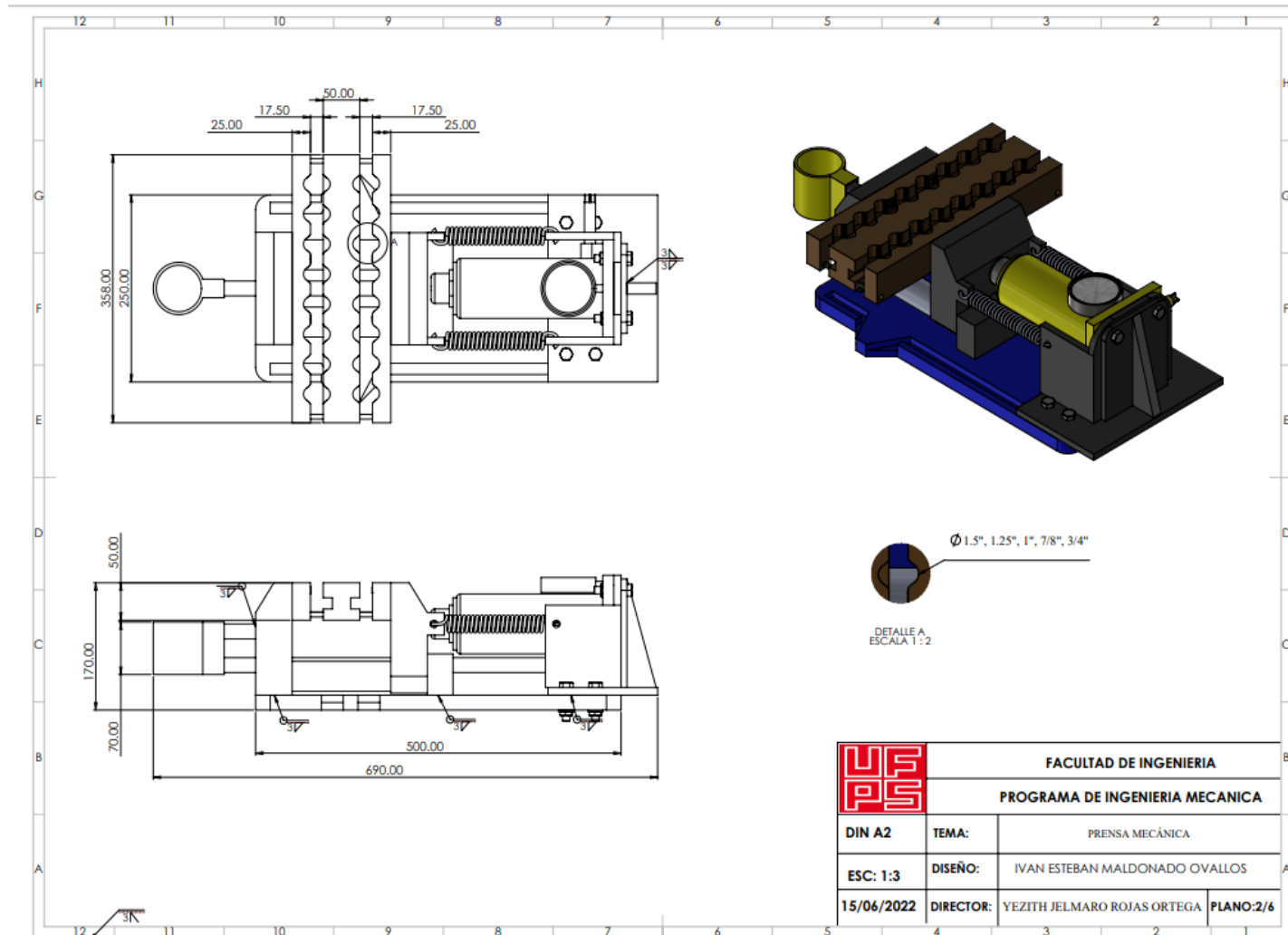
### Anexo 4. Plano de mordaza exterior



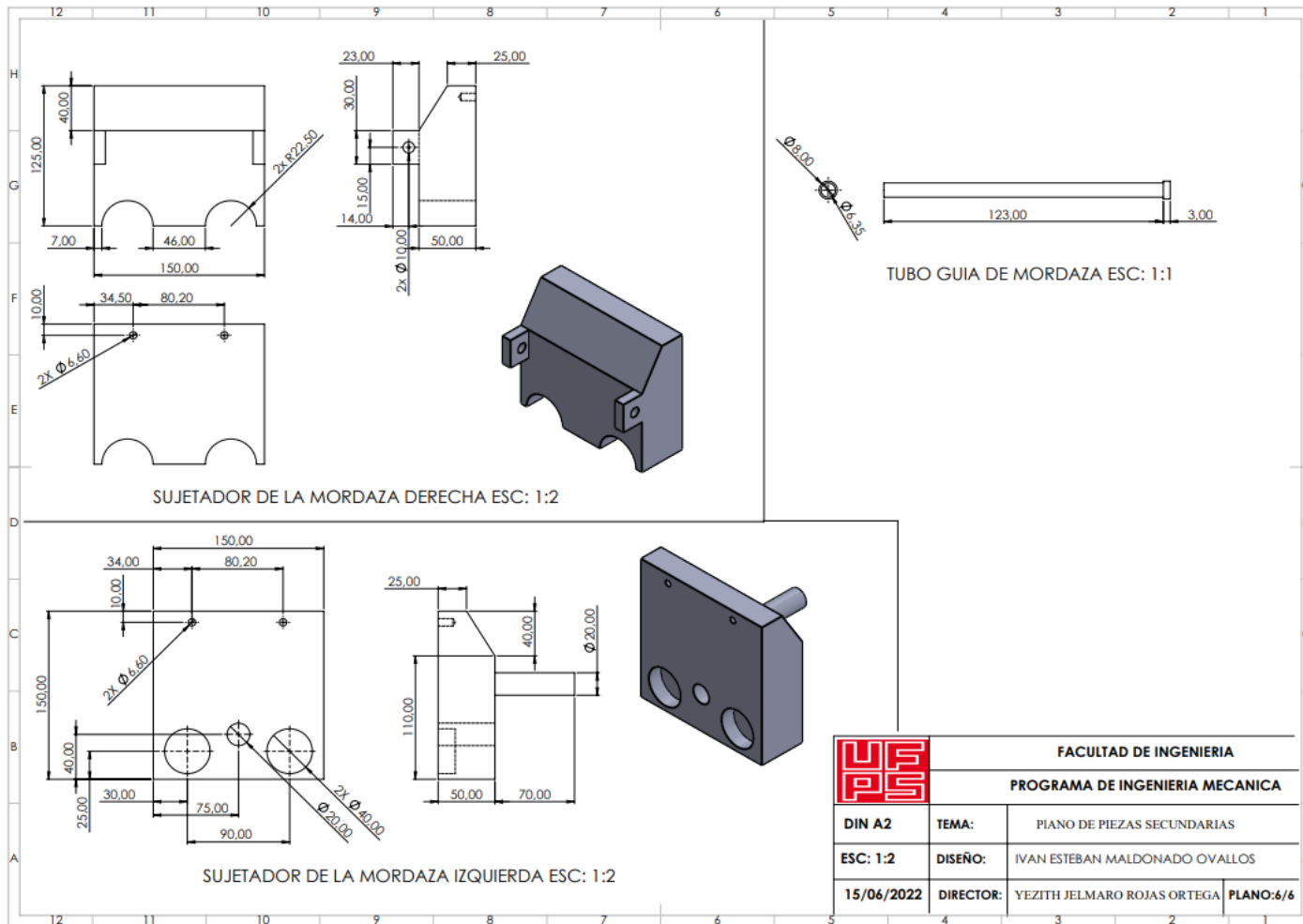
	FACULTAD DE INGENIERIA	
	PROGRAMA DE INGENIERIA MECANICA	
DIN A2	TEMA:	MORDAZA INTERIOR
ESC: 1:2	DISEÑO:	IVAN ESTEBAN MALDONADO OVALLOS
15/06/2022	DIRECTOR:	YEZITH JELMARO ROJAS ORTEGA PLANO:4/6



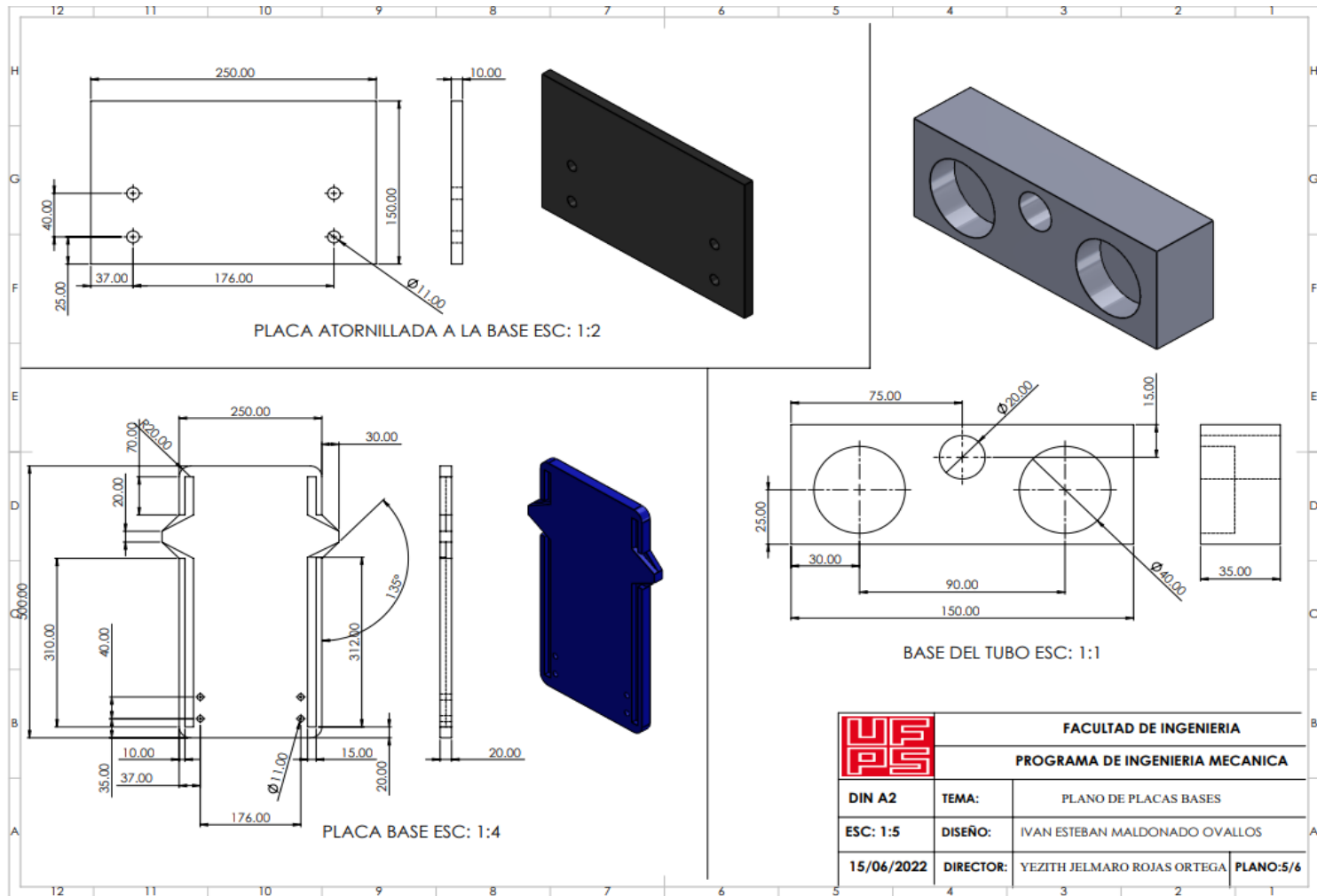
## Anexo 6. Plano del rediseño de la prensa mecánica y diseño de la mordaza



## Anexo 7. Planos de las piezas secundarias



## Anexo 8. Planos de las piezas de las bases



## Anexo 9. Tamaño mínimo de soldadura de filete

<b>TABLA J2.4</b> <b>Tamaño Mínimo de Soldadura de Filete</b>	
<b>Espesor de parte unida más delgada, mm</b>	<b>Tamaño mínimo de soldadura de filete<sup>[a]</sup>, mm</b>
Hasta 6 inclusive	3
Entre 6 y 13	5
Entre 13 y 19	6
Mayor que 19	8

<sup>[a]</sup> Dimensión del pie de la soldadura de filete. Se deben utilizar soldaduras de paso simple.  
Nota: Ver la Sección J2.2b para el tamaño máximo de soldaduras de filete.