

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN**

**Facultad de Ingeniería**

Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica

**DISEÑO DE UNA PRENSA HIDRÁULICA HORIZONTAL  
DE 3 MN PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD  
EN EL TALLER C & M E.I.R.L., EN EL  
AÑO 2023**

**TESIS**

Presentada por:

Bach. Alex Rosinaldo Mamani Capugra

Para optar el Título Profesional de:

**INGENIERO MECÁNICO**

TACNA – PERÚ

2025

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN**

**Facultad de Ingeniería**

Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica

**“DISEÑO DE UNA PRENSA HIDRÁULICA HORIZONTAL DE 3  
MN PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL TALLER  
C & M E.I.R.L., EN EL AÑO 2023”**

Tesis sustentada y aprobada el 03 de octubre del 2025, por el Bachiller Alex Rosinaldo Mamani Capugra, siendo el jurado calificador integrado por:

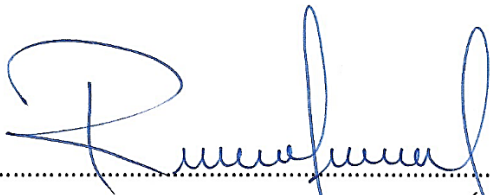
PRESIDENTE:

  
.....  
DR. JESÚS PLÁCIDO MEDINA SALAS

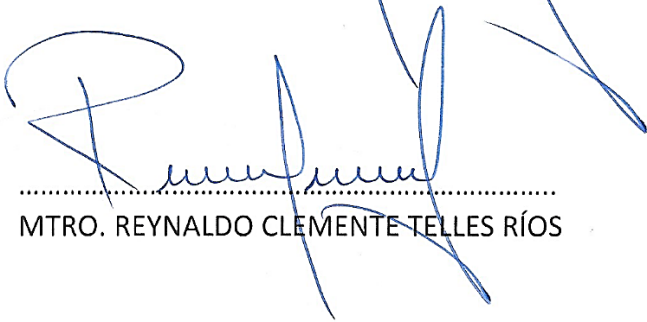
SECRETARIO:

  
.....  
DR. WILLIAMS SERGIO ALMANZA QUISPE

VOCAL:

  
.....  
MTRO. REYNALDO CLEMENTE TELLES RÍOS

ASESOR:

  
.....  
MTRO. REYNALDO CLEMENTE TELLES RÍOS

# UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

## Facultad de Ingeniería

### Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica

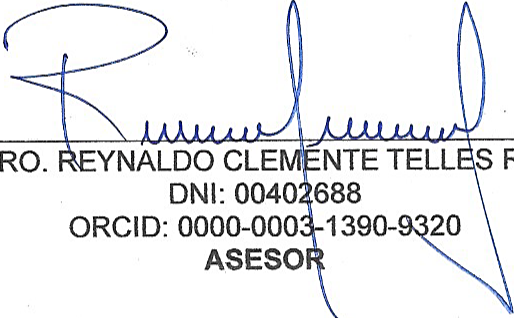
#### CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, MTRO. REYNALDO CLEMENTE TELLES RÍOS, en mi condición de asesor acreditado con Resolución de Facultad N° 08181-2023-FAIN/UNJBG del 19 de octubre del 2023, de la tesis titulada: **“DISEÑO DE UNA PRENSA HIDRÁULICA HORIZONTAL DE 3 MN PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL TALLER C & M E.I.R.L., EN EL AÑO 2023”**. Presentado por el Bachiller Alex Rosinaldo Mamani Capugra para optar el título profesional de Ingeniero Mecánico.


Habiendo cumplido con lo establecido en el reglamento de originalidad y de similitud de trabajos de investigación y producción intelectual, considerando que según la revisión, evaluación y análisis realizado a través del software de similitud textual Turnitin cuenta con el nivel de similitud permitido cuyo porcentaje es **10 %**. Por lo que **CERTIFICO LA SIMILARIDAD** de la Tesis que está de acuerdo al **NIVEL PERMITIDO**, para continuar con los trámites correspondientes y para su publicación en el Repositorio Institucional.

Se emite el presente Certificado con fines de continuar con los tramites respectivos para su obtención del Título Profesional de Ingeniero Mecánico.

Tacna, 17 de noviembre del 2025.

  
\_\_\_\_\_  
MTRO. REYNALDO CLEMENTE TELLES RÍOS  
DNI: 00402688  
ORCID: 0000-0003-1390-9320  
ASESOR



  
\_\_\_\_\_  
BACH. ALEX ROSINALDO MAMANI CAPUGRA  
DNI: 72292900  
TESISTA



## **DEDICATORIA**

A mis padres, por estar siempre a mi lado en cada etapa de mi vida, sus palabras de aliento y sus consejos valiosos fueron fundamentales para que pueda cumplir esta meta, a toda mi familia por apoyarme y siempre confiar en mí.

A mi hermano y a mi sobrino, por sus palabras de aliento y por siempre estar a mi lado apoyándome cuando más lo necesitaba.

## **AGRADECIMIENTO**

Primero agradecer a Dios, por siempre estar conmigo en cada paso que doy, por iluminarme y darme fortaleza para seguir adelante.

A mis padres y a mi hermano, quienes siempre estuvieron apoyándome en todo momento.

Además, agradecer a mis docentes que me enseñaron a querer más mi carrera, a mi asesor Ingeniero Reynaldo Clemente Telles Ríos, por compartir sus conocimientos y sus consejos para seguir desarrollándome profesionalmente y como persona.

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE GENERAL.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: Planteamiento del problema.....	3
1.1. Antecedentes del problema a investigar.....	3
1.2. Descripción del problema.....	4
1.3. Formulación del problema.....	5
1.4. Objetivos de la investigación.....	5
1.5. Justificación e importancia de la investigación.....	6
1.5.1. Justificación ambiental.....	6
1.5.2. Justificación económica.....	6
1.5.3. Justificación social.....	7
1.6. Limitaciones.....	7
1.6.1. Limitaciones temporales.....	7
1.6.2. Limitaciones espaciales.....	7
1.6.3. Viabilidad del estudio.....	8
1.7. Formulación de hipótesis.....	8
1.8. Variables.....	8
1.9. Operacionalización de variables.....	9
CAPÍTULO II: Marco teórico.....	10
2.1. Antecedentes del trabajo de investigación.....	10
2.2. Bases teóricas.....	14
2.2.1. Principio de pascal y su aplicación en prensas hidráulicas.....	14
2.2.2. Componentes de una prensa hidráulica y su función específica.....	15

2.2.3.	Materiales estructurales para prensas hidráulicas .....	16
2.2.4.	Impacto de la automatización y el control en la productividad .....	18
2.2.5.	Beneficios económicos y productivos de la mecanización en la industria manufacturera .....	20
2.2.6.	Tipos de prensas hidráulicas .....	21
2.3.	Definiciones conceptuales.....	23
CAPÍTULO III: Marco metodológico.....		26
3.1.	Planteamiento metodológico .....	26
3.1.1.	Tipo de investigación: Aplicada.....	26
3.1.2.	Diseño de investigación: Diseño no experimental longitudinal .....	26
3.2.	Variables y operacionalización .....	26
3.3.	Población y muestra .....	26
3.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	26
3.4.1.	Técnicas de recolección de Datos.....	26
3.4.2.	Instrumentos de recolección de datos.....	27
3.4.3.	Validez.....	27
3.4.4.	Confiabilidad.....	27
3.4.5.	Procedimientos.....	28
3.4.6.	Método de análisis de datos.....	28
3.4.7.	Aspectos éticos.....	28
3.5.	Equipos y materiales .....	29
3.6.	Procedimiento de las pruebas experimentales.....	30
3.7.	Técnicas para el procesamiento de datos .....	30
CAPÍTULO IV: Resultados .....		32
4.1.	Datos generales de la empresa .....	32
4.2.	Descripción del diseño .....	33
4.2.1.	Lista de exigencias.....	34
4.2.2.	Concepto de la solución.....	35
4.2.3.	Caja negra .....	35
4.2.4.	Estructura de funciones.....	36
4.2.7.	Evaluación de los conceptos de solución.....	41

4.2.8.	Evaluación del proyecto.....	42
4.3.	Elaboración del proyecto.....	44
4.3.1.	Determinación de la fuerza para avanzar.....	44
4.3.2.	Determinación de la presión de avance .....	44
4.3.3.	Determinación del área del pistón .....	44
4.3.4.	Determinación del diámetro del pistón.....	44
4.3.5.	Determinación del área del vástago .....	45
4.3.6.	Determinación de la rapidez de avance .....	47
4.3.7.	Tiempo mínimo de la carrera de avance .....	48
4.3.8.	Tiempo mínimo de la carrera de retroceso .....	48
4.3.9.	Determinación del volumen de avance .....	48
4.3.10.	Determinación del volumen de retroceso .....	49
4.3.11.	Determinación del diámetro de la tubería.....	50
4.3.12.	Determinación del espesor del cilindro .....	51
4.3.13.	Determinación de la distancia de salida del vástago.....	53
4.3.14.	Carga admisible del vástago .....	54
4.3.15.	Determinación del tanque hidráulico .....	55
4.3.16.	Cálculo de la potencia para la bomba .....	56
4.3.17.	Diagrama del circuito hidráulico .....	62
4.3.18.	Partes que conforman la prensa hidráulica .....	63
4.3.19.	Análisis de columnas .....	65
4.3.20.	Sistema de anclaje.....	66
4.3.21.	Característica de la plancha .....	67
4.3.22.	Resumen de datos calculados .....	69
4.3.23.	Productividad .....	70
4.3.24.	Tabla de costos.....	70
4.3.25.	Análisis económicos .....	74
4.3.26.	Análisis del VAN y TIR .....	75
4.3.27.	Ventajas de la prensa .....	80
4.3.28.	Fallos posibles en los pernos .....	81
4.3.29.	Circuito hidráulico .....	82

4.3.30. Válvulas direccionales y distribuidas .....	86
4.3.31. Análisis de esfuerzos en las partes mecánicas .....	88
4.4. Contrastación de hipótesis.....	92
CAPÍTULO V: Discusión .....	94
5.1. Pruebas de validación.....	94
5.1.1. Aplicación de la tecnología encontrada .....	96
5.1.2. Contraste con trabajos de investigación similares .....	98
CONCLUSIONES.....	100
RECOMENDACIONES .....	101
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	102
ANEXOS.....	105

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Operacionalización de variables independiente y dependiente. ....	9
Tabla 2.	Tipos de prensas.....	22
Tabla 3.	Lista de exigencia para el diseño de la prensa hidráulica. ....	34
Tabla 4.	Evaluación técnica de cada concepto.....	41
Tabla 5.	Evaluación económica de cada concepto.....	42
Tabla 6.	Evaluación técnico – económico. ....	43
Tabla 7.	Características del pistón hidráulico. ....	45
Tabla 8.	Características de la tubería hidráulica. ....	51
Tabla 9.	Características del cilíndrico hidráulico.....	52
Tabla 10.	Determinación de las dimensiones de la distancia de salida del vástago. ....	53
Tabla 11.	Características del tanque hidráulico. ....	56
Tabla 12.	Características de la bomba hidráulica. ....	59
Tabla 13.	Características del aceite hidráulico.....	60
Tabla 14.	Características del aceite hidráulico.....	61
Tabla 15.	Características del diseño de una prensa hidráulica.....	69
Tabla 16.	Cuadros de costos del diseño. ....	71
Tabla 17.	Tabla de ingresos e incrementos de producción. ....	74
Tabla 18.	Cuadros de gastos fijos de la empresa. ....	75
Tabla 19.	Flujo de caja.....	77
Tabla 20.	Resultado del VAN. ....	79
Tabla 21.	Valvular direccionales y distribuidas.....	87

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del Taller. ....	32
Figura 2. Caja negra. ....	35
Figura 3. Estructura de funciones. ....	36
Figura 4. Matriz morfológica. ....	38
Figura 5. Evaluación técnico - económico. ....	43
Figura 6. Cuadro de estándares para el diámetro del vástago. ....	46
Figura 7. Dimensiones de la carrera del embolo. ....	52
Figura 8. Dimensiones estándares para el vástago. ....	53
Figura 9. Bomba hidráulica eléctrica de 15 Hp ....	57
Figura 10. Circuito hidráulico. ....	62
Figura 11. Columna del soporte. ....	66
Figura 12. Anclaje para la bomba. ....	67
Figura 13. Característica de la plancha. ....	68
Figura 14. Funcionamiento de la prensa hidráulica, utilizando el Software de simulación FluidSIM 4.5. ....	85
Figura 15. Factor de seguridad de la prensa hidráulica. ....	88
Figura 16. Factor de seguridad de la plancha de soporte. ....	89
Figura 17. Factor de seguridad de la plancha de la mesa. ....	89
Figura 18. Factor de seguridad del pistón. ....	90
Figura 19. Factor de seguridad de los tornillos de la plancha de soporte. ....	90
Figura 20. Factor de seguridad de los tornillos del cilindro de la prensa. ....	91
Figura 21. Factor de seguridad de los apoyos laterales del cilindro hidráulico. ....	91
Figura 22. Factor de seguridad de la mesa. ....	92
Figura 23. Factor de seguridad. ....	95

## RESUMEN

La tesis presenta el diseño de una prensa hidráulica horizontal de 3 MN, orientada a mejorar la productividad del Taller C&M E.I.R.L. en 2023. El estudio analiza el impacto de la mecanización en el sector manufacturero peruano, abordando la baja productividad y altos costos de producción debido a la dependencia de procesos manuales. La prensa diseñada automatiza procesos como estampado y troquelado, incrementando en un 30% la eficiencia en la producción del taller. Utiliza acero de alta resistencia y cuenta con un sistema de control avanzado para garantizar seguridad y durabilidad en condiciones de trabajo continuo. Además, se evalúan tres alternativas de diseño mediante una matriz morfológica y un análisis técnico-económico, seleccionando la opción que maximiza la eficiencia y minimiza costos operativos. Las simulaciones realizadas aseguran un factor de seguridad de 1,8, confirmando la resistencia estructural de la prensa. El proyecto concluye que la implementación de esta tecnología optimiza los tiempos de producción, reduce costos y aumenta la competitividad del taller en el mercado.

**Palabras clave:** Diseño, Hidráulica, Prensa.

## **ABSTRACT**

The thesis presents the design of a 3 MN horizontal hydraulic press, aimed at improving the productivity of the C & M E.I.R.L. workshop in 2023. The study analyzes the impact of mechanization in the Peruvian manufacturing sector, addressing low productivity and high production costs due to the dependence on manual processes. The designed press automates processes such as stamping and die-cutting, increasing the workshop's production efficiency by 30%. It uses high-strength steel and has an advanced control system to ensure safety and durability under continuous working conditions. In addition, three design alternatives are evaluated using a morphological matrix and a technical-economic analysis, selecting the option that maximizes efficiency and minimizes operating costs. The simulations carried out ensure a safety factor of 1.8, confirming the structural strength of the press. The project concludes that the implementation of this technology optimizes production times, reduces costs and increases the workshop's competitiveness in the market.

**Keywords:** Design, Hydraulics, Press.

## INTRODUCCIÓN

La presente tesis se enfoca en el diseño de una prensa hidráulica horizontal de 3 MN para el Taller C&M E.I.R.L., ubicada en Perú, con el propósito de mejorar significativamente su productividad. La industria manufacturera peruana, que representa aproximadamente el 13% del Producto Interno Bruto (PIB) nacional, enfrenta desafíos importantes, principalmente relacionados con la baja productividad y los altos costos de producción. Estos problemas se deben, en gran medida, a la falta de mecanización en los procesos de producción, pues muchas empresas aún emplean métodos manuales o semiautomatizados, lo cual deriva en una utilización ineficiente de recursos.

En este contexto, la implementación de prensas hidráulicas representa una alternativa viable y efectiva para automatizar tareas de gran demanda en el sector manufacturero, tales como el estampado, troquelado y forjado de piezas. Estas prensas funcionan mediante el principio de Pascal, el cual permite transmitir una fuerza considerable a través de un fluido, logrando de esta manera grandes capacidades de presión. El diseño de una prensa de este tipo podría no solo facilitar la automatización de procesos, sino también optimizar el uso de la fuerza laboral y los recursos materiales, contribuyendo al crecimiento de las empresas en el mercado.

La investigación plantea el diseño de una prensa hidráulica horizontal con capacidad de 3 MN para ser utilizada en el Taller C&M E.I.R.L. Este equipo permitirá al taller aumentar la eficiencia en sus procesos productivos al reducir tiempos de operación y mejorar la calidad de las piezas fabricadas, aspectos cruciales para mantenerse competitivo en el mercado. Para el desarrollo de esta prensa, se aplican principios de ingeniería mecánica y se consideran factores como la capacidad, velocidad, precisión y seguridad de la máquina. Además, se realiza un análisis técnico-económico de distintas alternativas de diseño, considerando materiales, costos de fabricación y eficiencia de operación para seleccionar la opción más adecuada.

La metodología empleada en el estudio es de tipo cuantitativo y aplicada. Se utilizarán herramientas de simulación y modelado para evaluar el desempeño del diseño propuesto bajo

condiciones de carga realistas. Asimismo, se establece en hipótesis orientadas a verificar si la prensa de 3 MN contribuirá efectivamente a aumentar la productividad del taller en un 30%, además de asegurar un factor de seguridad mínimo de 1,8, lo que garantiza la integridad estructural del equipo y la seguridad de los operadores.

# CAPÍTULO I

## Planteamiento del problema

### 1.1. Antecedentes del problema a investigar.

Las prensas hidráulicas son máquinas que han sido utilizadas durante siglos para una amplia gama de aplicaciones, incluyendo la fabricación, la construcción y la minería. Estas operan utilizando el principio de Pascal, que establece que la presión aplicada a un fluido confinado se transmite uniformemente en todas las direcciones.

Además, las prensas hidráulicas se clasifican según su capacidad, que es la cantidad de fuerza que pueden generar. De modo que las más pequeñas tienen una capacidad de hasta unos pocos kilonewtons (kN), mientras que las prensas hidráulicas más grandes pueden tener una capacidad de varios meganewtons (MN).

Las prensas hidráulicas se utilizan en una amplia gama de industrias, incluyendo la fabricación, la construcción y la minería. En la fabricación, las prensas hidráulicas se emplean para una amplia gama de procesos, incluyendo el estampado, el troquelado y el forjado. En la construcción, las prensas hidráulicas se utilizan para levantar y mover objetos pesados. En la minería, se emplean para romper rocas y minerales.

El diseño de prensas hidráulicas es una tarea compleja que requiere un conocimiento profundo de los principios de la ingeniería mecánica; debe tener en cuenta factores como la capacidad, la velocidad, la precisión y la seguridad.

En el Perú, existe un creciente interés en el uso de prensas hidráulicas para aumentar la productividad en las empresas manufactureras. El diseño y construcción de una prensa hidráulica horizontal de 3 MN para aumentar la productividad en el Taller C&M E.I.R.L., en el año 2023, puede ser una contribución significativa a este esfuerzo.

## **1.2. Descripción del problema.**

En Perú, la industria manufacturera desempeña un papel fundamental en la economía, contribuyendo aproximadamente con el 13% del Producto Interno Bruto (PIB) nacional. Este sector diverso abarca desde pequeñas empresas familiares hasta grandes corporaciones multinacionales. Sin embargo, uno de los problemas cruciales que enfrentan las empresas manufactureras peruanas es la baja productividad, lo que se traduce en costos de producción elevados y márgenes de ganancia reducidos.

Una de las causas subyacentes de esta baja productividad radica en la falta de mecanización. Muchas de estas empresas aún dependen en gran medida de procesos manuales o semiautomatizados, lo que resulta en una utilización ineficiente de los recursos productivos, como el capital y la mano de obra.

En este contexto, las prensas hidráulicas emergen como una solución potencial para impulsar la productividad en las empresas manufactureras. Estas máquinas poseen la capacidad de automatizar una amplia variedad de procesos de fabricación gracias a su capacidad para generar fuerzas considerables. Entre las tareas que pueden llevar a cabo eficientemente se encuentran el estampado, el troquelado y el forjado.

El proyecto que se presenta es el diseño de una prensa hidráulica horizontal con una capacidad de 3 Meganewtons (MN). Este proyecto está programado para ejecutarse en el Taller C&M E.I.R.L. en el año 2023. La meta principal de esta iniciativa es abordar la problemática de la baja productividad en el contexto de la industria manufacturera peruana.

La prensa hidráulica horizontal de 3 MN se perfila como una solución integral que puede revolucionar los procesos de fabricación en el Taller C&M E.I.R.L. Al automatizar tareas actualmente realizadas de manera manual, se espera una mejora significativa en la eficiencia de producción y, en consecuencia, una reducción en los costos de producción. Esta inversión en tecnología puede cambiar la dinámica de la industria manufacturera local al proporcionar una ventaja competitiva a las empresas que adopten estas soluciones avanzadas.

El antecedente anterior destaca el desafío de la baja productividad en las empresas manufactureras peruanas debido a la falta de mecanización. A su vez, presenta la prensa hidráulica horizontal de 3 MN como una solución innovadora que promete mejorar la eficiencia y reducir los costos. Con este proyecto en el horizonte, se espera que el Taller C&M E.I.R.L. y otras empresas manufactureras puedan aumentar su productividad y contribuir al crecimiento continuo de la industria manufacturera en el Perú.

Por lo que con el presente proyecto se pretende responder a la pregunta de investigación de ¿Cuál es el diseño óptimo de una prensa hidráulica horizontal de 3 MN que permita aumentar la productividad en el Taller C&M E.I.R.L., en el año 2023?

### **1.3. Formulación del problema.**

#### Problema general

¿Cuál es el diseño de una prensa hidráulica horizontal de 3MN que permita aumentar la productividad en el Taller C&M E.I.R.L.?

#### Problemas específicos

¿Cuáles son los elementos importantes de una prensa hidráulica horizontal de 3 MN que pueden mejorar la productividad?

¿Cuál es el principal factor de diseño que influye en la eficiencia y seguridad de una prensa hidráulica horizontal de 3 MN?

### **1.4. Objetivos de la investigación.**

#### Objetivo general:

Diseñar una prensa hidráulica horizontal de 3MN para aumentar la productividad en el Taller C&M E.I.R.L.

### Objetivos específicos:

- Identificar los elementos mecánicos de una prensa hidráulica horizontal de 3 MN para mejorar la productividad.
- Identificar el principal factor de diseño que influye en la eficiencia y seguridad de una prensa hidráulica horizontal de 3 MN.

## **1.5. Justificación e importancia de la investigación.**

### **1.5.1. Justificación ambiental.**

La implementación de una prensa hidráulica horizontal de 3 MN también tiene un impacto positivo en el ámbito ambiental. Al automatizar los procesos de estampado y troquelado, se optimiza el uso de materiales, reduciendo desperdicios generados por errores humanos o por el uso de máquinas menos precisas. Además, el diseño incluye un sistema eficiente que minimiza el consumo de energía hidráulica y el desperdicio de fluido. Por otra parte, el uso de componentes fabricados con materiales reciclables, como el acero estructural, contribuye a disminuir el impacto ambiental. Esta máquina también puede integrar sistemas de monitoreo para asegurar el manejo adecuado de aceites hidráulicos y prevenir derrames, lo cual es crítico para evitar contaminación del suelo y el agua.

### **1.5.2. Justificación económica.**

Desde el punto de vista económico, la construcción e implementación de la prensa hidráulica contribuirá significativamente a la reducción de los costos de producción. Esto se debe a la disminución de tiempos de operación y la mejora en la eficiencia, lo que permite aumentar el número de piezas producidas por hora. Al reducir el costo por unidad producida, el Taller C&M E.I.R.L. podrá ofrecer precios más competitivos en el mercado, incrementando sus ingresos y mejorando su rentabilidad. Además, el ahorro en mano de obra y materiales, junto con la reducción de errores de producción,

representa un beneficio económico directo. También se generará un retorno de inversión rápido gracias al aumento de la productividad en un 30%, garantizando sostenibilidad financiera a mediano y largo plazo.

### **1.5.3. Justificación social.**

En el ámbito social, la introducción de esta tecnología tiene el potencial de mejorar las condiciones laborales de los trabajadores del taller. Al reducir las tareas manuales pesadas y repetitivas, se minimiza el riesgo de lesiones y fatiga física, promoviendo un ambiente de trabajo más seguro y ergonómico. Además, la capacitación necesaria para operar la nueva prensa brindará a los empleados la oportunidad de adquirir nuevas habilidades, aumentando su competitividad laboral. En un nivel más amplio, el incremento de la productividad también podrá contribuir al crecimiento de la industria manufacturera local, generando más empleo indirecto y dinamizando la economía de la región.

## **1.6. Limitaciones.**

### **1.6.1. Limitaciones temporales.**

La investigación debe completarse en un plazo de un año, ya que el Taller C&M E.I.R.L. tiene previsto implementar la prensa hidráulica en su producción en el año 2023.

El investigador debe cumplir con los plazos establecidos por su universidad o institución de investigación.

### **1.6.2. Limitaciones espaciales.**

La investigación se llevará a cabo en el Taller C&M E.I.R.L., en el Perú.

El investigador puede necesitar viajar a otros lugares para obtener información o recursos necesarios para la investigación.

### **1.6.3. Viabilidad del estudio.**

La viabilidad de la investigación es la probabilidad de que la investigación se pueda realizar con éxito. En el caso de la tesis "Diseño de una prensa hidráulica horizontal de 3 MN para aumentar la productividad en el Taller C&M E.I.R.L., en el año 2023", la factibilidad es alta, ya que el investigador cuenta con los recursos y los conocimientos necesarios para realizar la investigación.

Sin embargo, hay algunos factores que podrían afectar la viabilidad de la investigación, como los cambios en la tecnología o la economía. Por ejemplo, si se desarrollan nuevas tecnologías para la fabricación de prensas hidráulicas, la investigación podría perder su relevancia.

En general, la investigación es factible, pero el investigador debe estar atento a los factores externos que pueden afectar su viabilidad.

### **1.7. Formulación de hipótesis.**

El diseño de una prensa hidráulica horizontal de 3MN aumenta la productividad en el Taller C&M E.I.R.L.

### **1.8. Variables.**

#### Variable independiente

El diseño de una prensa hidráulica horizontal de 3 MN: Es el conjunto de características y especificaciones de la prensa hidráulica horizontal de 3 MN diseñada por el presente autor de este proyecto. Estas características pueden incluir el tamaño, la potencia, la velocidad, la seguridad y la eficiencia de la prensa.

#### Variable dependiente

La productividad en el Taller C&M E.I.R.L.: Es la cantidad de trabajo realizado por los trabajadores en el Taller C&M E.I.R.L. en una unidad de tiempo.

Esta variable se puede medir de diversas maneras, como el número de piezas producidas por hora, el tiempo necesario para realizar una tarea o el costo por unidad producida.

### 1.9. Operacionalización de variables.

**Tabla 1.**

*Operacionalización de variables independiente y dependiente.*

<b>Variables</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>
Variable independiente: Diseño de la prensa hidráulica horizontal de 3 MN	Es el conjunto de características y especificaciones técnicas de la prensa hidráulica diseñada, que incluye su capacidad de fuerza, estructura, materiales y sistemas de control para realizar trabajos de prensado.	Se mide a través de los elementos seleccionados, especificaciones de fuerza y presión, y características de los sistemas de seguridad y control de la prensa hidráulica.	Capacidad de fuerza  Seguridad  Presión hidráulica	Fuerza máxima generada (MN)  Factor de seguridad del diseño  Bomba hidráulica
Variable dependiente: Productividad en el Taller C&M E.I.R.L.	La capacidad de producción o el rendimiento del taller en términos de la cantidad de trabajo realizado y la eficiencia en el uso de recursos económicos.	Se mide mediante el número de piezas producidas por hora, los costos por unidad producida y el tiempo de ciclo de producción antes y después de la implementación.	Cantidad producida  Costo	Número de piezas producidas al día  Costo producidos (S/)

Fuente: Elaboración propia, 2024.

## CAPÍTULO II

### Marco teórico

#### 2.1. Antecedentes del trabajo de investigación

##### Antecedentes internacionales

Zurita (2008), en Latacunga, Ecuador, presentó un trabajo de titulación que se centró en la construcción práctica de una prensa hidráulica de 4 toneladas. El propósito específico de esta máquina era facilitar el remachado de pastillas en los discos estatores de los conjuntos de frenos del avión Sabreliner 40/60, asegurando que el diseño cumpliera con las normativas establecidas para mejorar el desempeño y la calidad del trabajo realizado por los técnicos aeronáuticos. La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuasi-experimental de nivel descriptivo. Como conclusión principal, el autor resaltó la importancia crítica de la documentación técnica: la elaboración de manuales de operación, mantenimiento y planos detallados es fundamental. Esta documentación no solo facilita la comprensión de la máquina, sino que, crucialmente, instruye al futuro manipulador sobre las medidas de precaución necesarias, mitigando los riesgos inherentes al uso incorrecto de herramientas y maquinaria potencialmente peligrosa.

Gwangwava et al., (2014) en Inglaterra – Londres, en el artículo publicado como, Mejora de la productividad de la chapa mediante un nuevo diseño de plegadora, la cual tiene características de una máquina herramienta reconfigurable, lo que permite que la nueva plegadora sea escalable, personalizable y flexible. El diseño del RBPM tiene dos objetivos principales: la transformación geométrica y el ajuste de la productividad. La transformación geométrica se logra mediante la reconfigurabilidad vertical y horizontal, mientras que el ajuste de la productividad se permite mediante dispositivos enchufar y producir. La transformación geométrica permite a los dobladores de chapa ajustar la altura y la longitud de la plegadora, mejorando así la capacidad de la RBPM. Que tiene como conclusión, el diseño de un RBPM utilizando una combinación de metodologías FUDOO y QFD. El diseño mejora la productividad de la chapa al permitir un fácil ajuste de la máquina para adaptarse a las nuevas

demandas de producción. Se pueden trabajar piezas de chapa más largas gracias a la capacidad de ajuste de longitud del RBPM. La máquina es débil en las interfaces de unión de los insertos modulares, lo que aumenta la deflexión cuando las fuerzas de flexión son mayores.

Espinós-Martínez, (2024) en su trabajo titulado “Cálculo y diseño de una prensa hidráulica para el empacado de redes de pesca”, en la Universitat Politècnica de València, tiene como objetivo el diseño de una prensa hidráulica vertical con capacidad para compactar redes de pesca. El diseño incluyó un sistema oleohidráulico, simulaciones estructurales y el dimensionado de componentes importantes como cilindros hidráulicos, pistones, bombas y mangueras. El diseño de la prensa consideró una fuerza de compactación de 60 toneladas (588,6 kN), suficiente para reducir el volumen de grandes cantidades de redes de pesca. La prensa fue diseñada para generar paquetes con dimensiones internas ajustadas a las de un europalet (800 mm x 1200 mm), optimizando así el transporte y almacenamiento. El tiempo de ciclo de prensado fue especificado en 30 segundos, garantizando una operación rápida y eficiente.

El proyecto también incorporó un sistema de alimentación manual asistido por un rodillo accionado por un motor eléctrico, que mejoró la ergonomía para los operarios. En términos de estructura, se seleccionaron materiales como acero S275JR y S355J0, asegurando resistencia y durabilidad, mientras que los cilindros hidráulicos fueron fabricados con tubos de acero lapeado, priorizando su durabilidad y reducción de fricción. Las simulaciones realizadas demostraron que la estructura del diseño era capaz de soportar las tensiones generadas durante el prensado, con factores de seguridad superiores a los requeridos en los puntos críticos. Además, se implementaron válvulas divisoras de caudal y un sistema de control que permitía la operación precisa de los cilindros hidráulicos.

Garzón-Ramírez & Villalobos-Correa, (2012), realizó el estudio titulado "diseño de prensa hidráulica para proceso de brochado" que aborda el diseño y modelado de un prototipo virtual de una prensa hidráulica específicamente diseñada para optimizar el proceso de brochado en la empresa Gen-Mil S.A. A través de una metodología que incluyó visitas técnicas a la empresa, se analizaron las condiciones

reales de operación de las prensas utilizadas y se identificaron deficiencias asociadas a la fabricación artesanal de las máquinas, como la falta de documentación técnica y estandarización en el diseño. El proyecto se enfocó en crear una máquina hidráulica que pudiera proporcionar fuerzas consistentes y ajustables para satisfacer los requerimientos del proceso de brochado. La prensa fue diseñada para operar con velocidades de corte que varían entre 1,5 m/min y 15 m/min, dependiendo de las propiedades del material a mecanizar. Para este caso, se adoptó una velocidad conservadora de 2 m/min (equivalente a 0,109 pies/s), optimizando el rendimiento del equipo para aplicaciones específicas.

Entre los componentes principales del sistema hidráulico se incluyeron una bomba hidráulica marca Vickers, serie 26, modelo 26007, y un motor eléctrico Siemens, referencia 254 TD. Asimismo, se incorporaron válvulas y mangueras normalizadas capaces de soportar presiones adecuadas para un funcionamiento óptimo y seguro. El diseño del sistema hidráulico permitió un control preciso de la velocidad y presión, asegurando un desempeño confiable y uniforme en las operaciones de brochado. El modelado CAD de la máquina permitió evaluar de manera virtual la estructura y funcionalidad del diseño antes de su implementación, lo que redujo posibles errores y permitió realizar ajustes previos a la fabricación. El proyecto concluyó que la máquina diseñada no solo cumplía con los requerimientos técnicos del cliente, sino que también podía servir como referente para otras empresas que emplean prensas fabricadas de manera empírica, brindando documentación técnica que promueve la estandarización.

Villamar-Palacios, (2010) en su trabajo titulado "Diseño de una prensa hidráulica de 200 ton para embutir pocetas de acero inoxidable", en la Escuela Superior Politécnica del Litoral, se desarrolló el diseño de una prensa hidráulica para atender la alta demanda de lavaderos metálicos de la empresa Delta Prime S.A. Este proyecto surgió debido a la necesidad de optimizar la producción y reemplazar prensas remodeladas y de tecnología obsoleta, que no eran capaces de satisfacer las exigencias del mercado. El diseño de la prensa hidráulica consideró una capacidad de 200 toneladas, suficiente para embutir pocetas de acero inoxidable con dimensiones

máximas de 500 mm x 300 mm x 150 mm, fabricadas con planchas de un espesor de 0,7 mm. Las prensas existentes requerían procesos lentos y manuales, como cambios frecuentes de matrices, lo que aumentaba los tiempos de producción y dificultaba satisfacer una demanda de 9 000 unidades mensuales.

Durante el diseño, se seleccionaron componentes clave para garantizar la funcionalidad y durabilidad del equipo, como cilindros hidráulicos con diámetros de hasta 560 mm, diseñados para operar en un rango de presión entre 150 kg/cm<sup>2</sup> y 350 kg/cm<sup>2</sup>, según las recomendaciones de diseño. La prensa fue diseñada con un sujetador hidráulico para garantizar la uniformidad del proceso de embutición y prevenir defectos en el material. Además, se seleccionaron aceites hidráulicos con viscosidades específicas para operar de manera eficiente a diferentes temperaturas. El diseño final incluyó planos detallados de los componentes principales, como el cabezal móvil, la estructura de soporte, el sistema hidráulico y los moldes intercambiables. Los cálculos realizados garantizan la resistencia estructural y funcionalidad de la máquina, mientras que los costos de fabricación fueron optimizados para mantener un bajo costo operativo y de mantenimiento.

#### Antecedentes nacionales

Domínguez, (2017), en Lima, Perú, se abordó el diseño detallado de una prensa hidráulica de 40 toneladas enfocada en la deformación plástica. El objetivo central de este estudio de investigación aplicada, que utilizó un diseño no experimental y transversal, fue identificar y caracterizar tanto los elementos esenciales como las características estructurales que harían de esta prensa una herramienta versátil y eficiente. La conclusión del trabajo fue la determinación precisa de los requisitos del sistema hidráulico necesario para entregar la fuerza de 40 toneladas. Específicamente, se estableció la necesidad de una presión de 198,36 bar y un caudal de  $5,234 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ . Para cumplir con estos parámetros, se especificó un cilindro hidráulico con diámetros de 200 mm (interior) y 260 mm (exterior), un tanque de 0,40 x 0,40 x 0,5 m, el uso de mangueras y conectores SAE 100R12, y una bomba de 17,6 HP. La suma de estos componentes garantiza el suministro efectivo de la capacidad de 40 toneladas.

## 2.2. Bases teóricas

### 2.2.1. Principio de Pascal y su aplicación en prensas hidráulicas

El Principio de Pascal es un fundamento de la mecánica de fluidos que establece que una presión aplicada en cualquier punto de un fluido confinado se transmite sin disminución a todos los puntos del fluido y a las paredes del recipiente que lo contiene (Aguilar, 2021). Este principio, formulado por Blaise Pascal, se expresa matemáticamente como:

$$P = \frac{F}{A}$$

Donde P es la presión aplicada, F es la fuerza, y A es el área sobre la que actúa la fuerza. La relevancia del Principio de Pascal en aplicaciones industriales radica en su capacidad para amplificar fuerzas aplicadas, un efecto fundamental en el diseño de prensas hidráulicas (Álvarez, 2021).

En una prensa hidráulica, el principio se aprovecha a través de dos cilindros conectados que contienen fluido hidráulico (generalmente aceite). Cuando se aplica una fuerza  $F_1$  sobre un área menor  $A_1$  (el pistón menor), se genera una presión que se transmite al cilindro mayor (Alvitres & Ramos, 2022). La presión en el sistema se mantiene constante, de modo que la fuerza transmitida al pistón mayor  $F_2$  se puede calcular como:

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

Donde  $A_2$  es el área del pistón mayor. Como  $A_2$  es mayor que  $A_1$ , la fuerza  $F_2$  resultante es significativamente mayor que la fuerza inicial  $F_1$ , permitiendo que el sistema realice trabajos de gran magnitud con un esfuerzo reducido en el pistón menor. Este fenómeno de amplificación de fuerza es lo que convierte a las prensas hidráulicas en herramientas tan efectivas para tareas que requieren gran potencia, como el estampado, troquelado y forjado de materiales en la industria manufacturera (Apolinario Joel Ángel, 2015).

### 2.2.2. Componentes de una prensa hidráulica y su función específica

Una prensa hidráulica está compuesta por diversos elementos que trabajan en conjunto para generar y aplicar fuerzas significativas en procesos industriales como el prensado, estampado y troquelado (Castillo, 2018). Cada componente cumple una función específica y esencial para garantizar el funcionamiento seguro y eficiente de la prensa. A continuación, se describen los principales componentes de una prensa hidráulica y su función en el sistema (Cloud, 2023).

**Bomba hidráulica:** La bomba hidráulica es el corazón del sistema, encargada de generar el flujo de fluido necesario para la operación. Al accionar la bomba, se incrementa la presión en el sistema, proporcionando la energía que mueve el fluido a través de los diferentes componentes (DirecIndustry, 2023). La potencia  $P$  de la bomba se puede expresar como:

$$P = Q * \Delta P$$

Donde  $Q$  es el caudal del fluido (en  $m^3/s$ ) y  $\Delta P$  es el cambio de presión en el sistema. Una bomba de mayor potencia permite un flujo más rápido y una mayor presión, ajustándose a las necesidades de la prensa (Domínguez, 2017).

**Cilindro hidráulico:** Este componente convierte la energía hidráulica en fuerza mecánica. Dentro del cilindro, el fluido hidráulico empuja un pistón, que se desplaza linealmente (Domínguez, 2017). La fuerza  $F$  generada por el pistón depende de la presión  $P$  del fluido y del área  $A$  del pistón:

$$F = P * A$$

Un pistón de mayor área produce una mayor fuerza, lo que permite realizar trabajos intensos como el prensado de materiales resistentes.

**Pistón:** El pistón es el elemento móvil dentro del cilindro que transmite la fuerza generada a la pieza de trabajo. En una prensa hidráulica, el pistón aplica una fuerza constante y uniforme sobre el material, garantizando un

prensado eficaz (Gwangwava et al., 2014). El movimiento del pistón puede ser controlado para adaptarse a diferentes operaciones y asegurar precisión.

**Válvulas de control:** Las válvulas regulan el flujo y la presión del fluido en el sistema, controlando la velocidad y la dirección del movimiento del pistón. La válvula de presión asegura que el sistema no exceda un límite de presión, evitando daños. La ecuación de Bernoulli se aplica en la selección de válvulas, asegurando que la energía se mantenga equilibrada en el sistema (HidroGarne, 2022).

**Depósito de aceite hidráulico:** Este depósito contiene el fluido hidráulico, que debe estar en cantidad suficiente para evitar cavitación y mantener una presión constante. El fluido debe cumplir con características específicas de viscosidad y resistencia a la temperatura, ya que influye directamente en el rendimiento de la prensa (Jaramillo, 2002).

**Mangueras y conectores:** Las mangueras y conectores transportan el fluido entre los distintos componentes. Estas deben ser resistentes a altas presiones y temperaturas para evitar fugas o rupturas en el sistema (Maila & Pilicita, 2010).

### **2.2.3. Materiales estructurales para prensas hidráulicas**

Los materiales estructurales utilizados en el diseño de prensas hidráulicas deben cumplir con propiedades específicas que aseguren la resistencia, durabilidad y seguridad de la máquina bajo condiciones de trabajo extremas. La selección de materiales adecuados es fundamental, ya que la prensa debe soportar fuerzas elevadas, desgaste continuo y posibles fluctuaciones de presión sin sufrir deformaciones o fallos (Martínez et al., 2023).

#### **Acero estructural de alta resistencia:**

El acero estructural es el material más común en la construcción de prensas hidráulicas debido a su combinación de alta resistencia, durabilidad y capacidad para soportar cargas pesadas (Mecamaq, 2022). La resistencia del

acero estructural se mide en términos de su límite de fluencia ( $\sigma_y$ ), que indica el máximo esfuerzo que puede soportar sin deformarse de manera permanente. Para una prensa que opera bajo altas presiones, se selecciona un acero con un límite de fluencia alto, garantizando que pueda soportar la carga máxima esperada:

$$\sigma_y = \frac{F}{A}$$

Donde  $\sigma_y$  es el límite de fluencia, F es la fuerza aplicada, y A es el área de la sección transversal. Para una prensa hidráulica, es esencial que el material estructural del marco y el cilindro tenga un límite de fluencia superior a la máxima tensión a la que estará sometido para evitar deformaciones (Niño & Sandoval, 2016).

#### **Resistencia a la fatiga y al desgaste:**

Dado que las prensas hidráulicas operan de forma cíclica, el material debe tener una alta resistencia a la fatiga, que es la capacidad de soportar múltiples ciclos de carga sin fracturarse. La resistencia a la fatiga se mide mediante el esfuerzo cíclico que el material puede soportar antes de fallar. En términos de seguridad, se calcula el factor de seguridad  $N_S$  para el diseño estructural, definiéndolo como la relación entre la resistencia última del material y el esfuerzo máximo esperado:

$$N_S = \frac{\sigma_u}{\sigma_{max}}$$

Donde  $\sigma_u$  es la resistencia última del material y  $\sigma_{max}$  es el esfuerzo máximo en operación. Para una prensa hidráulica, un factor de seguridad comúnmente recomendado es de 1,8 a 2, dependiendo de las condiciones de trabajo (Payan, 2012).

#### **Propiedades anticorrosivas y térmicas:**

El acero puede ser susceptible a la corrosión, especialmente en ambientes donde la humedad es alta o donde se usan fluidos que pueden oxidar

la superficie del material. Para evitar esto, se pueden emplear tratamientos superficiales, como galvanización o aplicación de pintura anticorrosiva, que aumentan la vida útil del acero. Además, en las zonas de la prensa que experimentan altas temperaturas debido a la fricción, el material debe poseer una buena conductividad térmica o estar diseñado con sistemas de refrigeración para disipar el calor (Producción, 2022).

#### **Aluminio en componentes específicos:**

En ciertas partes de la prensa, donde se requiere reducir el peso sin comprometer la resistencia, se puede utilizar aluminio o sus aleaciones. Aunque el aluminio tiene un límite de fluencia menor que el acero, su relación resistencia/peso es favorable para componentes menos críticos o en áreas de ajuste donde no se requiera soportar fuerzas máximas (RHTC, 2023).

#### **2.2.4. Impacto de la automatización y el control en la productividad**

La automatización y el control son aspectos fundamentales en el diseño y operación de prensas hidráulicas, especialmente cuando se busca aumentar la productividad en entornos industriales. La integración de sistemas automatizados permite reducir tiempos de producción, mejorar la precisión en las operaciones y minimizar errores humanos, factores que en conjunto incrementan la eficiencia y competitividad del proceso.

#### **Incremento en la productividad por medio de la automatización:**

La productividad (P) en un proceso de manufactura se define como la cantidad de piezas producidas (Q) por unidad de tiempo (T):

$$P = \frac{Q}{T}$$

La automatización contribuye directamente a reducir T, ya que las prensas hidráulicas automatizadas pueden operar de manera continua y precisa sin las pausas necesarias en sistemas manuales. Además, el control automatizado permite ajustes en tiempo real, adaptando la velocidad y fuerza del prensado a diferentes tipos de materiales o requisitos de producción, lo

cual maximiza la cantidad de piezas procesadas sin sacrificar calidad (Tesén, 2019).

### **Control de presión y fuerza para la optimización de recursos:**

El control de presión y fuerza es una ventaja clave de la automatización en sistemas hidráulicos. A través de válvulas proporcionales y sistemas de retroalimentación, es posible ajustar y mantener la presión de manera precisa en cada ciclo de prensado. La fuerza generada ( $F$ ) se calcula mediante la ecuación:

$$F = P * A$$

Donde  $P$  es la presión aplicada en el sistema y  $A$  es el área del pistón. Mediante sensores de presión y controladores electrónicos, el sistema puede regular  $P$  automáticamente para obtener la fuerza exacta requerida en cada operación. Esto evita la sobrepresión, ahorrando energía y reduciendo el desgaste de componentes, lo que extiende la vida útil de la prensa y disminuye los costos de mantenimiento (Zurita, 2008).

### **Disminución de errores y aumento de la calidad:**

La precisión en el control de la fuerza y el movimiento del pistón también mejora la calidad de los productos. En operaciones manuales o de baja automatización, las variaciones en la presión y fuerza pueden provocar errores de producción, afectando la consistencia de las piezas. Al implementar un control de retroalimentación, la prensa ajusta automáticamente cualquier desviación en la presión o velocidad, garantizando que cada pieza se procese bajo las mismas condiciones.

### **Impacto económico de la automatización:**

El costo total de producción ( $C$ ) en una prensa automatizada se puede expresar en términos de costos fijos ( $C_f$ ) y costos variables por unidad ( $c$ ):

$$C = C_f + c * Q$$

### 2.2.5. Beneficios económicos y productivos de la mecanización en la industria manufacturera

La mecanización en la industria manufacturera ha sido un factor clave en el aumento de la productividad y en la optimización de costos. La incorporación de maquinaria avanzada, como prensas hidráulicas, permite automatizar procesos que antes se realizaban manualmente o de forma semiautomatizada, lo cual contribuye directamente a reducir los tiempos de producción y el consumo de recursos. En este contexto, el diseño de una prensa hidráulica horizontal de 3 MN para el Taller C&M E.I.R.L. promete ser una solución efectiva para mejorar la eficiencia y la rentabilidad (Aguilar, 2021).

Uno de los beneficios productivos más importantes de la mecanización es el incremento en la producción de piezas por unidad de tiempo. La productividad de un proceso puede representarse mediante la siguiente fórmula:

$$P = \frac{Q}{T}$$

Donde P es la productividad, Q es la cantidad de piezas producidas, y T es el tiempo total de producción. Al reducirse el tiempo requerido para realizar una operación de prensado mediante una prensa hidráulica eficiente, el valor de T disminuye, lo que resulta en un aumento de P (Martínez et al., 2023).

Además, el uso de prensas hidráulicas permite disminuir los costos de producción, al reducir la mano de obra directa necesaria y minimizar los errores o defectos en el proceso. Esto se refleja en el costo total por unidad, que puede ser modelado como:

$$C = C_m + \frac{C_f}{Q}$$

Donde  $C$  es el costo por unidad,  $C_m$  es el costo de materiales, y  $C_f$  son los costos fijos, incluyendo la amortización de la maquinaria. Dado que la mecanización aumenta  $Q$  (cantidad de producción), el costo fijo por unidad disminuye, mejorando así el margen de ganancia de la empresa (Maila & Pilicita, 2010).

A nivel económico, el incremento de la productividad debido a la mecanización permite una mayor capacidad para satisfacer la demanda, lo cual repercute en mayores ingresos. En un modelo de proyección de ingresos, se observa un aumento en el flujo de caja gracias a la producción constante y eficiente. Este flujo de caja puede calcularse mediante:

$$F = P_v * Q - C$$

Donde  $F$  es el flujo de caja,  $P_v$  es el precio de venta por unidad y  $C$  es el costo por unidad. Al aumentar  $Q$  y mantener o reducir  $C$ , se obtiene un flujo de caja positivo que beneficia a la empresa y justifica la inversión en equipos como la prensa hidráulica (Álvarez, 2021) (Álvarez, 2021).

#### **2.2.6. Tipos de prensas hidráulicas**

Las prensas hidráulicas son esenciales en la industria para aplicar fuerza y realizar procesos como estampado, troquelado y forjado. Existen diversos tipos según su diseño y aplicación: verticales, horizontales, de cuello de cisne, de cuatro columnas, de bastidor en H, de columna única, isostáticas y de transferencia. Cada tipo ofrece características específicas, como capacidad de fuerza, velocidad de operación y tamaño de mesa. Las verticales y de cuatro columnas son versátiles para grandes cargas, mientras que las de cuello de cisne y columna única son compactas para trabajos pequeños. Las isostáticas y de transferencia destacan en aplicaciones especializadas como compactación y producción en masa.

**Tabla 2.***Tipos de prensas.*

<b>Tipo de prensa</b>	<b>Capacidad (ton)</b>	<b>Aplicación principal</b>	<b>Ventaja clave</b>	<b>Velocidad (mm/s)</b>
Vertical	10-10 000	Forjado, estampado	Versatilidad	10-500
Horizontal	100-5 000	Ensamblaje, enderezado	Fuerza en dirección horizontal	10-300
Cuello de Cisne (C-Frame)	Hasta 200	Troquelado, perforación	Acceso fácil desde tres lados	10-200
Cuatro Columnas	50-20 000	Moldeo, conformado	Precisión y estabilidad	5-300
Bastidor en H	Hasta 10,000	Forjado, estampado en caliente	Robustez para grandes cargas	5-300
Columna Única	10-100	Ensamblaje pequeño, laboratorio	Diseño compacto	10-200
Isostática	Hasta 2 000	Compactación de polvos	Presión uniforme multilateral	-
Transferencia	100-2 000	Producción en masa	Automación total	10-60 piezas/min

Fuente: Elaboración propia, 2024.

### **2.3. Definiciones conceptuales**

**Prensa hidráulica:** Máquina que utiliza el principio de Pascal para amplificar una fuerza a través de un sistema hidráulico, permitiendo realizar tareas como estampado, troquelado y conformado en el sector industrial.

**Principio de Pascal:** Ley de la mecánica de fluidos que establece que una presión aplicada en cualquier punto de un fluido confinado se transmite uniformemente a todas las partes del fluido y las paredes del recipiente.

**Mecanización:** Proceso de implementación de maquinaria en los procesos de producción para reducir la dependencia de la mano de obra y aumentar la eficiencia y la productividad.

**Productividad:** Capacidad de producir bienes o servicios en menor tiempo y con menor coste, incrementando la eficiencia de los recursos.

**Ciclo de trabajo:** Periodo operativo continuo de una máquina en el que se realizan tareas específicas, como prensado o troquelado, antes de una pausa para mantenimiento o ajuste.

**Automatización:** Uso de sistemas de control y tecnología avanzada para realizar procesos industriales de manera automática, reduciendo la intervención humana y mejorando la precisión y la eficiencia.

**Fuerza de prensado:** Fuerza aplicada por la prensa hidráulica sobre el material de trabajo, determinada en meganewtons (MN) en este contexto, para realizar tareas de conformado.

**Cilindro hidráulico:** Componente de la prensa que convierte la presión del fluido hidráulico en movimiento lineal, aplicando la fuerza necesaria para el prensado.

**Bomba hidráulica:** Elemento que genera el flujo de fluido hidráulico necesario para el funcionamiento de la prensa, aumentando la presión del sistema.

**Sistema de control hidráulico:** Conjunto de válvulas, sensores y controles electrónicos que regulan la presión y dirección del fluido en el sistema hidráulico, permitiendo el control preciso de la fuerza y movimiento.

**Fluido hidráulico:** Líquido, generalmente aceite, utilizado en sistemas hidráulicos para transmitir presión y energía a los componentes de la prensa.

**Eficiencia operativa:** Relación entre la cantidad de trabajo útil realizado por la máquina y la energía total utilizada, indicando el rendimiento del sistema.

**Esfuerzo de fluencia:** Máxima tensión que un material puede soportar antes de deformarse de manera permanente, importante en la selección de materiales estructurales.

**Factor de seguridad:** Relación entre la resistencia máxima de un material o estructura y las cargas esperadas, asegurando la integridad y seguridad del diseño bajo condiciones extremas.

**Válvula de control de presión:** Dispositivo que limita la presión en el sistema hidráulico para evitar sobrecargas y garantizar un funcionamiento seguro.

**Capacidad de fuerza:** Máxima fuerza que la prensa hidráulica puede aplicar sobre un material de trabajo, calculada en función del tamaño y presión del cilindro hidráulico.

**Normativa de seguridad (OSHA):** Conjunto de regulaciones que establece estándares de seguridad para la operación de máquinas industriales, incluyendo prensas hidráulicas, con el objetivo de proteger a los trabajadores.

**Mantenimiento preventivo:** Estrategia de mantenimiento regular para inspeccionar y reparar maquinaria antes de que ocurran fallos, prolongando su vida útil y evitando paradas imprevistas.

**Resistencia a la fatiga:** Capacidad de un material para soportar múltiples ciclos de carga sin fracturarse, importante en componentes sometidos a esfuerzos repetidos.

Análisis de valor actual neto (VAN): Método de evaluación financiera que calcula el valor presente de los flujos de caja futuros de un proyecto, descontando la inversión inicial para determinar su rentabilidad.

## CAPÍTULO III

### Marco metodológico

#### 3.1. Planteamiento metodológico

##### 3.1.1. Tipo de investigación: Aplicada

##### 3.1.2. Diseño de investigación: Diseño no experimental longitudinal

#### 3.2. Variables y operacionalización

- Variable independiente: Diseño de una prensa hidráulica.
- Variable dependiente: Mejorar la producción.

#### 3.3. Población y muestra

- Población: “Prensa hidráulica horizontal de 3 MN para aumentar la productividad en el Taller C & M E.I.R.L”.
- Muestra: Prensa hidráulica horizontal de 3 MN para aumentar la productividad en el Taller C&M E.I.R.L.

#### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

##### 3.4.1. Técnicas de recolección de datos

###### Observación directa:

Se documenta el funcionamiento actual del sistema de la prensa hidráulica.

Permite identificar puntos críticos de mejora en términos de productividad y eficiencia en el Taller.

#### Análisis de documentos:

Revisión de manuales técnicos, registros de producción y documentos relacionados con el diseño y operación de prensas hidráulicas.

Proporciona datos históricos y técnicos que respaldan la validez de los resultados.

#### **3.4.2. Instrumentos de recolección de datos.**

##### Ficha de observación directa:

Está diseñada para registrar detalles relevantes de los procesos observados, como tiempos de ciclo, eficiencia operativa y condiciones actuales del taller.

Incluye campos como descripción de actividades, tiempos medidos, y observaciones cualitativas.

##### Ficha de análisis de documentos:

Formato estandarizado para extraer datos cuantitativos y cualitativos de los documentos técnicos y de gestión del taller.

Contiene secciones para identificar la fuente del documento, datos relevantes y su aplicación en el diseño.

#### **3.4.3. Validez.**

Los instrumentos serán validados mediante la revisión de expertos en ingeniería mecánica e investigación operativa.

Se realizarán pruebas piloto para asegurar que las fichas capturan datos relevantes y comprensibles.

#### **3.4.4. Confiabilidad.**

Se aplicarán procedimientos estandarizados en la recolección de datos.

Se utilizará el método de repetición para asegurar consistencia en los resultados observados.

#### **3.4.5. Procedimientos.**

##### Fase de observación:

Realizar visitas al taller para registrar la operación actual.

Aplicar las fichas de observación para documentar datos relevantes.

##### Análisis de documentos:

Se identifica y recopila los documentos relacionados con la productividad y el diseño de prensas hidráulicas.

Se utiliza las fichas correspondientes para extraer y organizar información clave.

##### Consolidación de datos:

Se compara y contrasta datos obtenidos mediante observación y análisis documental.

Se clasifica la información en categorías como tiempos de ciclo, eficiencia y costos.

#### **3.4.6. Método de análisis de datos.**

Se utiliza herramientas de simulación para analizar datos cuantitativos.

Los datos cualitativos serán analizados mediante categorización temática y triangulación con datos cuantitativos para identificar patrones y relaciones.

#### **3.4.7. Aspectos éticos.**

##### Consentimiento:

Se solicita permiso al taller para realizar observaciones y acceder a documentos técnicos.

### Confidencialidad:

Se garantiza que los datos recolectados sean utilizados exclusivamente para fines de investigación.

### Transparencia:

Se informa a los responsables del taller sobre el propósito y los resultados esperados del estudio.

## **3.5. Equipos y materiales**

Para el diseño y análisis de la prensa hidráulica de 3 MN en el Taller C&M E.I.R.L., se emplean los siguientes equipos y materiales, fundamentales para asegurar la viabilidad y precisión del proyecto:

**Software de diseño CAD y FEA:** Programas como SolidWorks y Ansys se utilizan para modelar la estructura de la prensa y realizar simulaciones de resistencia y desempeño bajo carga.

**Cilindro hidráulico:** Componente principal de la prensa, diseñado para soportar la presión necesaria y generar la fuerza de 3 MN requerida en los procesos de troquelado y estampado.

**Bomba hidráulica:** Equipo que suministra el flujo y la presión de fluido necesario para activar el cilindro, con una potencia de al menos 20 HP para garantizar un funcionamiento óptimo.

**Materiales estructurales:** Acero estructural de alta resistencia, necesario para la construcción de la estructura y componentes de soporte, seleccionados para soportar grandes cargas y ofrecer durabilidad en condiciones industriales.

**Mangueras y conectores hidráulicos:** Conductos y conectores que permiten la circulación segura del fluido, capaces de soportar altas presiones y temperaturas sin fallos.

Estos equipos y materiales son críticos para asegurar que el diseño de la prensa hidráulica cumpla con los requisitos técnicos y de seguridad, optimizando la productividad en el taller.

### **3.6. Procedimiento de las pruebas experimentales**

En este estudio, la evaluación de la prensa hidráulica de 3 MN en el Taller C&M E.I.R.L. se realiza en un momento específico del tiempo, es decir, se recopilan y analizan los datos en un único periodo, sin hacer un seguimiento longitudinal.

Al ser un estudio transversal, el procedimiento de las pruebas experimentales se centra en observar y medir el impacto inmediato de la prensa en la productividad del taller en las condiciones actuales de operación, sin considerar variaciones temporales a largo plazo. Este diseño permite evaluar de forma precisa y práctica si la prensa hidráulica cumple con los objetivos de aumentar la eficiencia y mejorar la calidad del producto en el contexto específico del año 2023.

El diseño transversal es adecuado en este caso, ya que se pretende obtener una “fotografía” del impacto del equipo en un entorno controlado y estable, permitiendo determinar el aumento de la productividad y los beneficios inmediatos que trae su implementación sin necesidad de un análisis prolongado.

### **3.7. Técnicas para el procesamiento de datos**

Para esta investigación, se implementaron varias técnicas de recolección de datos que permitieron obtener información precisa sobre el desempeño y el impacto de la prensa hidráulica de 3 MN en la productividad del Taller C&M E.I.R.L. Las técnicas seleccionadas fueron:

Observación directa: Se realizó una observación directa en el taller para documentar el estado actual de los procesos de fabricación antes de la implementación de la prensa. Esto incluyó el tiempo de ciclo de producción, la eficiencia de los operadores y las herramientas utilizadas en las tareas de prensado, troquelado y

estampado. Posteriormente, se repitió la observación después de la instalación de la prensa hidráulica para comparar y analizar los cambios en la productividad.

Simulación computacional: Se utilizaron programas de análisis de elementos finitos (FEA) para simular el funcionamiento de la prensa bajo diversas condiciones de carga y presión. Estas simulaciones permitieron predecir el comportamiento del equipo y anticipar posibles puntos de fallo o áreas de mejora. Los resultados de las simulaciones proporcionaron datos críticos sobre la resistencia estructural y la capacidad de producción del diseño.

Pruebas de operación: Se ejecutaron pruebas de operación en la prensa hidráulica, donde se aplicaron ciclos de prensado a piezas de prueba en condiciones controladas y simuladas. Se recolectaron datos sobre la fuerza de prensado efectiva, el tiempo de cada operación y la calidad de las piezas obtenidas. Estas pruebas ayudaron a verificar si el equipo alcanzaba los niveles de productividad y calidad propuestos.

## CAPÍTULO IV

### Resultados

#### 4.1. Datos generales de la empresa

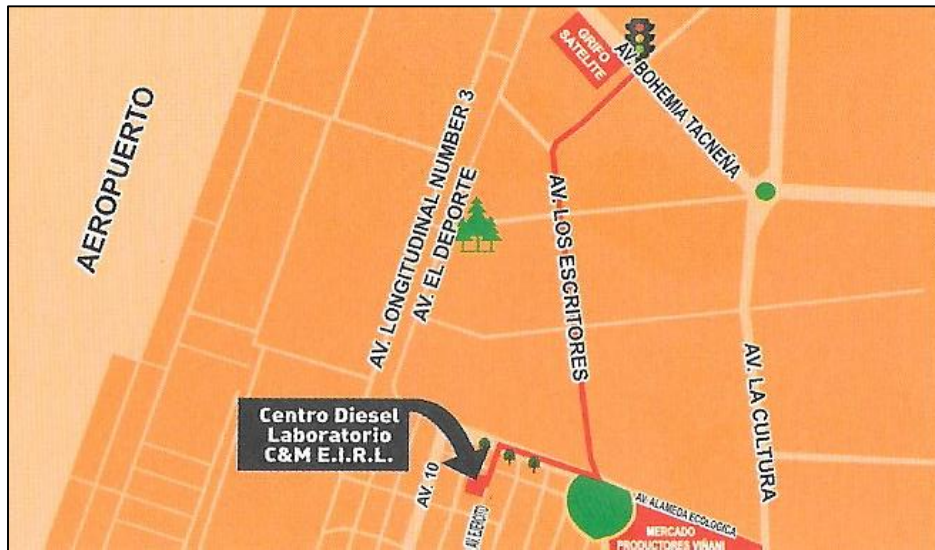
La empresa CENTRO DIESEL LABORATORIO C & M E.I.R.L., inició sus actividades el 24 de octubre del 2016, en la ciudad de Tacna, fundada por el señor Teodoro Victor Maquera Catacora.

Este taller está dedicado al mantenimiento preventivo y correctivo, reparación de sistemas de inyección diésel, venta de partes, piezas y accesorios para vehículos automotores.

Ubicación del taller:

Asociación Costa Verde Mza. 601 Lte. 24 Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa – Tacna.

**Figura 1.** Ubicación del Taller.



Fuente: Elaboración propia.

## **4.2. Descripción del diseño**

El proceso de diseño estructural y la evaluación de las fuerzas aplicadas, así como las condiciones de diseño y operación de una prensa hidráulica horizontal de 3 MN para aumentar la productividad en el Taller C&M E.I.R.L. en el año 2023, se desarrollarán conforme a estándares específicos de ingeniería. Estos estándares proporcionarán las directrices fundamentales para garantizar la seguridad y eficiencia del sistema hidráulico, maximizando la capacidad de producción del taller.

La fase inicial de este proceso de diseño estructural implica la selección de materiales y técnicas de construcción adecuados para la prensa hidráulica. Se ha optado por acero estructural de alta resistencia como material principal debido a su capacidad para soportar grandes cargas y su durabilidad en condiciones de trabajo industrial. Las normas específicas para la selección de materiales y los lineamientos de diseño, tales como la norma ASME B30.1 para dispositivos de levantamiento, fueron meticulosamente seguidas para garantizar la integridad y seguridad de la prensa durante su operación.

La determinación de las cargas que actuarán sobre la prensa hidráulica es una etapa crítica en el proceso de diseño. Se deben tener en cuenta las fuerzas generadas durante el proceso de prensado, las cargas dinámicas y las condiciones de funcionamiento continuo. Los cálculos se realizarán siguiendo las normativas vigentes en el diseño de maquinaria pesada, como la norma ISO 12100 para la seguridad de máquinas, asegurando que la prensa pueda resistir tanto las cargas máximas como las fluctuaciones operativas, evitando así fallos durante su ciclo de trabajo.

Las condiciones de diseño y operación se establecerán conforme a estándares específicos, incluyendo la capacidad de presión, la velocidad de operación, los procedimientos de seguridad durante el montaje y desmontaje de piezas, así como las medidas necesarias para garantizar una operación segura. Estas condiciones se definirán de manera precisa para asegurar la productividad y la protección del personal del taller, cumpliendo con los requisitos de la normativa OSHA y estándares internacionales aplicables al diseño de prensas hidráulicas.

#### 4.2.1. Lista de exigencias

**Tabla 3.**

*Lista de exigencia para el diseño de la prensa hidráulica.*

### **DISEÑO DE UNA PRESNA HIDRÁULICA HORIZONTAL DE 3 MN PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL TALLER C&M E.I.R.L., EN EL AÑO 2023**

<b>Prioridad</b>	<b>Deseo / exigencia</b>	<b>Descripción</b>	<b>Responsable</b>
1	Exigencia	La prensa debe generar una fuerza de 3 MN para cumplir con los requerimientos de producción.	A.R.M.C.
2	Exigencia	Capacidad para soportar cargas continuas durante ciclos operativos de al menos 8 horas diarias.	A.R.M.C.
3	Exigencia	Sistemas de parada de emergencia fácilmente accesibles y de rápida activación.	A.R.M.C.
4	Deseo	Diseño ergonómico para minimizar riesgos de fatiga y lesiones en los operadores.	A.R.M.C.
5	Exigencia	Capacidad de resistir el desgaste y la fatiga bajo condiciones de operación continua.	A.R.M.C.
6	Deseo	Utilización de componentes de alta calidad que aseguren una baja tasa de fallos.	A.R.M.C.
7	Exigencia	Incremento en la productividad del taller en al menos un 30% con respecto a los métodos actuales.	A.R.M.C.
8	Exigencia	Uso de acero estructural de alta resistencia para la estructura principal, cumpliendo con normas de calidad como ASTM A36.	A.R.M.C.
9	Deseo	Acoplamientos y conexiones diseñados para minimizar las fugas de aceite hidráulico.	A.R.M.C.
10	Exigencia	Presión de trabajo nominal de hasta 42 MPa con un sistema de control preciso para el ajuste de la presión.	A.R.M.C.

11	Exigencia	Sistema de válvulas de seguridad para evitar sobrepresión y garantizar un funcionamiento seguro.	A.R.M.C.
12	Deseo	Depósito de aceite hidráulico con capacidad suficiente para mantener la temperatura operativa bajo niveles óptimos.	A.R.M.C.
13	Exigencia	Acceso fácil a componentes críticos para permitir el mantenimiento rápido y seguro.	A.R.M.C.
14	Exigencia	El costo total de fabricación e instalación no debe exceder los S/. 25 000.	A.R.M.C.
15	Exigencia	Uso de un motor eléctrico eficiente de al menos 85% de eficiencia (cumpliendo normas IE3 o superiores).	A.R.M.C.

Fuente: Elaboración propia, 2024.

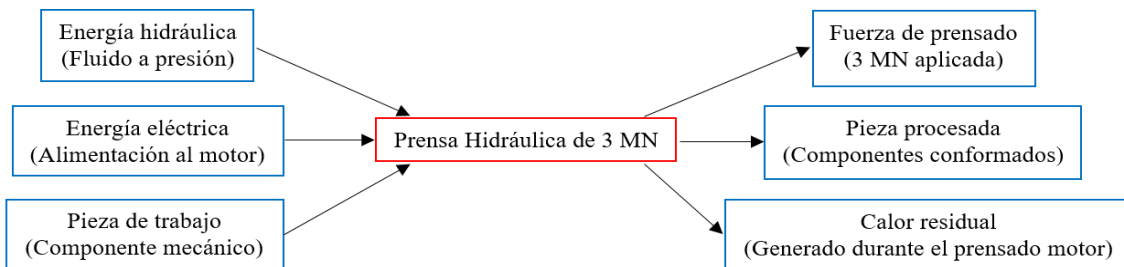
#### 4.2.2. Concepto de la solución

En base al VDI 2222 se preparó el diseño para de una presa hidráulica, por lo que se halló las formas apropiadas para cada tipo de las funciones posibles combinables que llevaron al concepto óptimo.

#### 4.2.3. Caja negra

La caja negra posibilita un mejor entendimiento de diseño los cuales se encuentran en función de entradas y salidas.

**Figura 2.** Caja negra.



Fuente: Elaboración propia, 2024.

### Entradas:

- Energía hidráulica: Fluido a presión proporcionado por la bomba hidráulica.
- Energía eléctrica: Alimentación para el motor eléctrico y el sistema de control.
- Pieza de trabajo: Componente mecánico que se desea prensar.

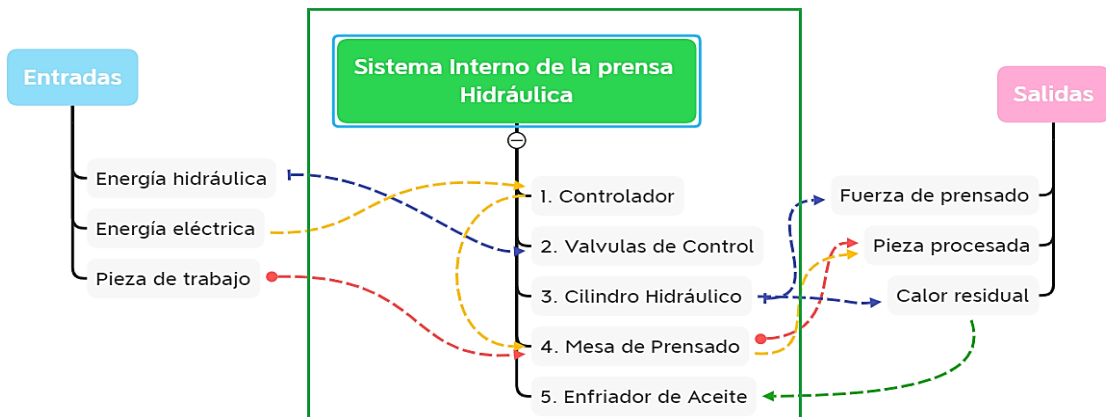
### Salidas:

- Fuerza de prensado: Aplicación de 3 MN sobre la pieza de trabajo.
- Pieza procesada: Componente mecánico prensado o conformado.
- Calor residual: Calor generado durante el proceso de prensado.

#### 4.2.4. Estructura de funciones

La exploración de todas las funciones de la prensa hidráulica permite elaborar las funciones.

**Figura 3.** Estructura de funciones.



Fuente: Elaboración propia, 2024.

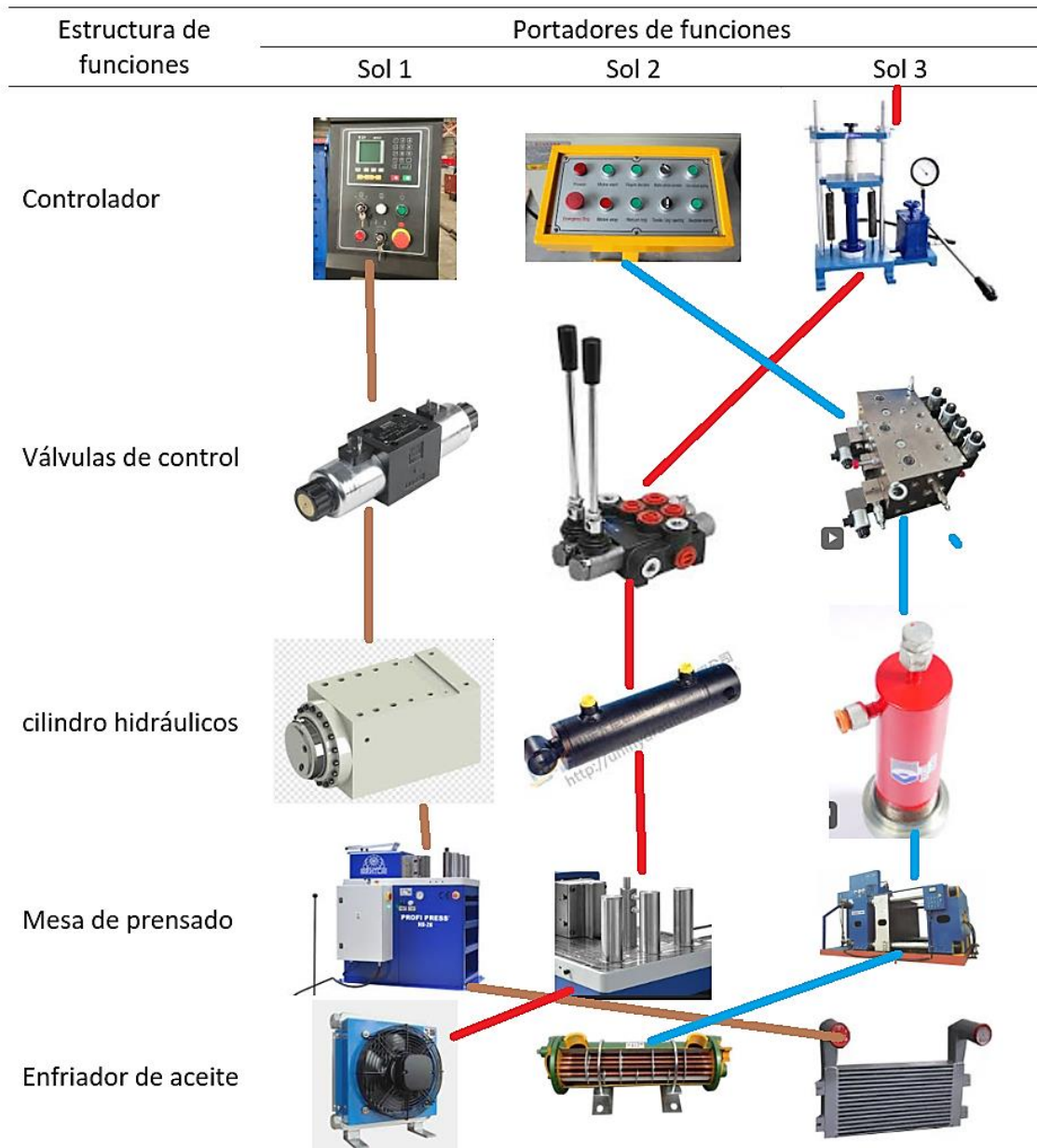
El funcionamiento de la prensa hidráulica de 3 MN se basa en la transformación de energía hidráulica y eléctrica para aplicar una fuerza mecánica sobre una pieza de trabajo. La energía hidráulica, generada por una bomba, se regula mediante válvulas de control que ajustan la presión y el flujo del fluido hacia el cilindro hidráulico. La energía eléctrica alimenta tanto el motor de la bomba como otros sistemas eléctricos esenciales para el proceso.

El cilindro hidráulico, al recibir el fluido a alta presión, convierte esa energía en una fuerza de hasta 3 MN, que se aplica a la pieza de trabajo posicionada en la mesa de prensado. Esta mesa garantiza la estabilidad de la pieza durante la aplicación de la fuerza, logrando su conformación de acuerdo con los requerimientos.

Durante el prensado, se genera calor residual debido a la fricción interna y la transformación de energía, que es gestionado mediante un enfriador de aceite para evitar el sobrecalentamiento. Como resultado, se obtiene la pieza procesada con la forma deseada, mientras se mantiene la seguridad y eficiencia operativa. Este proceso garantiza un prensado preciso y la calidad del componente final, maximizando la productividad del sistema.

#### 4.2.5. Matriz morfológica

**Figura 4.** Matriz morfológica.



Fuente: Elaboración propia, 2024.

## **4.2.6. Alternativas de solución:**

### ***4.2.6.1. Alternativa de solución N° 1***

La primera solución para el controlador consiste en un panel de control electrónico equipado con botones y una pantalla, lo que permite una automatización básica y ofrece una interfaz clara para el operador. Esta opción resulta ideal en sistemas que requieren un control sencillo pero eficiente. Para las válvulas de control, se ha optado por una válvula solenoide proporcional, la cual ofrece un control preciso del flujo hidráulico con énfasis en la eficiencia, siendo adecuada para aplicaciones que no demandan alta complejidad, pero sí precisión fundamental.

En cuanto al cilindro hidráulico, se ha seleccionado un cilindro de simple efecto, ideal para operaciones que requieren movimiento en un solo sentido y un retorno mediante un resorte. Este tipo de cilindro es apropiado en procesos donde no es necesario invertir el movimiento, como en ciertos procedimientos de compactación.

Para la mesa de prensado, se ha optado por una mesa fija, que proporciona estabilidad al colocar la pieza de trabajo sin necesidad de ajustes adicionales. Este tipo de mesa es ideal para operaciones repetitivas en las que las piezas tienen un tamaño y forma constantes.

El enfriamiento del sistema se logra a través de un enfriador de aire básico, el cual es suficiente para gestionar el calor residual generado durante el prensado, adecuado para sistemas con generación de calor moderada y sin grandes necesidades de enfriamiento.

### ***4.2.6.2. Alternativa de solución N° 2***

La solución 2 para el controlador propone un panel de control manual con botones físicos, brindando una opción simple y fácil de usar. Esta alternativa es ideal para sistemas que requieren intervención humana directa, donde no es necesaria una automatización completa.

En cuanto a las válvulas de control, se emplean válvulas manuales de palanca, que son fáciles de manejar y permiten al operador controlar directamente el flujo sin necesidad de componentes electrónicos, siendo una opción adecuada para aplicaciones de operación manual.

El cilindro hidráulico elegido es de doble efecto, lo que permite aplicar fuerza en ambas direcciones, siendo ideal para procesos de prensado que requieren movimientos controlados tanto hacia arriba como hacia abajo. Para la mesa de prensado, se ha optado por una mesa ajustable, que ofrece flexibilidad al permitir configurar la posición de la pieza antes del prensado, lo cual es beneficioso cuando se trabajan piezas de distintos tamaños y formas.

El sistema de enfriamiento seleccionado es un intercambiador de calor más avanzado, capaz de gestionar eficazmente sistemas que generan mayor cantidad de calor y requieren una regulación más eficiente de la temperatura.

#### ***4.2.6.3. Alternativa de solución N° 3***

La solución 3 para el controlador propone un sistema de control mecánico, que, aunque es más básico en cuanto a automatización, se distingue por su robustez y menor dependencia de componentes electrónicos. Esto lo hace adecuado para aplicaciones que valoran la simplicidad y la resistencia. En cuanto a las válvulas de control, se utiliza un bloque hidráulico con múltiples válvulas, permitiendo un control más complejo y eficiente de varios cilindros a la vez, lo cual es útil en sistemas que requieren realizar varias operaciones simultáneamente.

Para el cilindro hidráulico, se selecciona un modelo especial, como un cilindro telescópico o uno con acumulador de presión. Estos tipos de cilindros ofrecen capacidades adicionales, como un rango de movimiento extendido o la absorción de picos de presión, lo que es

ventajoso en situaciones que demandan mayor versatilidad o seguridad en la operación.

La mesa de prensado en esta solución cuenta con características avanzadas, como sistemas de guías y soportes adicionales, asegurando una sujeción precisa de la pieza durante el prensado. Este diseño es ideal para operaciones que requieren un alto nivel de exactitud en el posicionamiento de las piezas. Finalmente, el enfriador de aceite seleccionado es un radiador pasivo, que disipa el calor de manera natural, siendo adecuado para sistemas donde el enfriamiento puede realizarse sin la necesidad de componentes adicionales, como en entornos donde la temperatura ambiental no representa un desafío significativo.

#### 4.2.7. Evaluación de los conceptos de solución

Para esta parte se procedió analizar la parte técnica y económica mediante una matriz morfológica el permitió obtener el diseño más óptimo.

**Tabla 4.**

*Evaluación técnica de cada concepto.*

<b>Características</b>	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>
1 Costo.	4	3	3
2 Complejidad	2	3	5
3 Automatización	2	3	3
4 Eficiencia	3	5	3
5 Flexibilidad	2	4	5
6 Mantenimiento	2	2	5
7 Precisión	2	4	4
8 Seguridad	5	5	5
Puntajes totales	22	29	33
Rendimiento de puntajes	0,55	0,73	0,83

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Ponderaciones:

1: No satisface

2: Aceptable a las justas.

3: Suficiente.

4: Bien.

5: Muy bien.

**4.2.8. Evaluación del proyecto**

**Tabla 5.**

*Evaluación económica de cada concepto.*

	<b>Características</b>	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>
1	Costo de materiales	4	3	2
2	Costo de fabricación	3	2	4
3	Costo de montaje	2	4	3
4	productividad	4	4	4
5	Número de piezas	3	4	3
6	Costo de mantenimiento	2	3	5
7	Costo de transporte	3	4	5
	Puntajes totales	21	24	26
	Rendimiento de puntajes	0,6	0,69	0,74

Fuente: Elaboración propia, 2024.

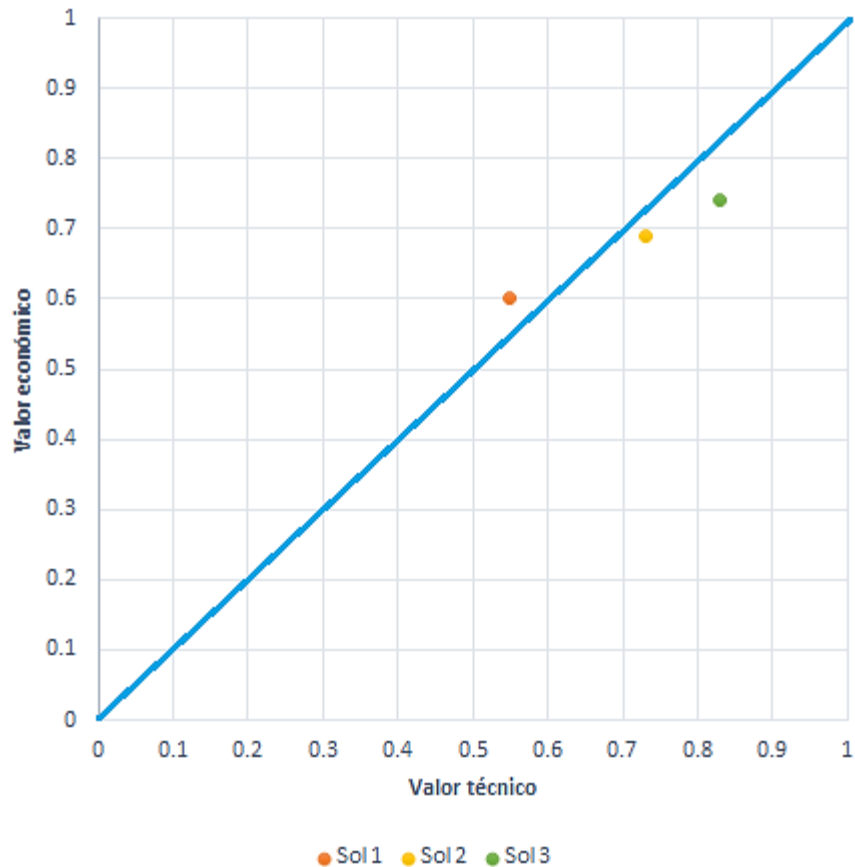
**Tabla 6.**

*Evaluación técnico – económico.*

Proyecto	Eje X valor técnico	Eje Y, valor económico
1 S1	0,55	0,60
2 S2	0,73	0,69
3 S3	0,83	0,74

Fuente: Elaboración propia, 2024.

**Figura 5.** Evaluación técnico - económico.



Fuente: Elaboración propia, 2024.

En la figura anterior se puede notar que la solución Sol 2 conserva el mejor valor de manera económica y técnico, frente a las dos otras propuestas.

### 4.3. Elaboración del proyecto

Aquí se procede a diseñar y realizar los cálculos respectivos para la selección de elementos mecánicos en base a la Solución 2.

#### 4.3.1. Determinación de la fuerza para avanzar

$$F_{av} = P_{av} * A_{av} = 3MN$$

$F_{av}$ : Fuerza para avanzar.

$P_{av}$ : Presión para avanzar.

$A_{av}$ : Área para avanzar del pistón.

#### 4.3.2. Determinación de la presión de avance

Potencia que requiere la bomba es de 15 HP, la cual tiene una eficiencia de 85%, la presión que está sujeta la bomba hidráulica es de 350 bar de forma continua y como trabajo máximo es de 420 bar, por lo que:

$$P_{av} = 420 * 10^5 Pa = 42 MPa$$

#### 4.3.3. Determinación del área del pistón

$$A_{pist} = \frac{F_{av}}{P_{av}} = \frac{3MN}{42 MPa} = 7,1428 * 10^{-2} m^2$$

#### 4.3.4. Determinación del diámetro del pistón

$$A_{pist} = \frac{\pi * D_{pist}^2}{4}$$

$$D_{pist} = \sqrt{\frac{4 * A_{pist}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 * 7,1428 * 10^{-2} m^2}{\pi}} = 30,157 cm$$

Se elegirá para el pistón un diámetro de 320mm.

**Tabla 7.**

*Características del pistón hidráulico.*

<b>Pistón hidráulico</b>	
Cantidad	1 Unidad
Longitud	200 mm
Denominación comercial	Acero A36
Diámetro	320 mm

Fuente: Elaboración propia, 2024.

#### **4.3.5. Determinación del área del vástago**

Basada en la normativa ISO 6020/2 y DIN 24554, se tendrá que realizar una interpolación de acuerdo a la tabla siguiente:

**Figura 6.** Cuadro de estándares para el diámetro del vástago.

**NEUMÁTICA - HIDRÁULICA BECO, S.A**

**Cilindros Hidráulicos Industriales MDT Norma ISO 6020/2 - DIN 24554**

**Fuerza teórica**

PISTÓN Ø	VÁSTAGO Ø	Fuerza teórica													
		25 kg/cm <sup>2</sup>	50 kg/cm <sup>2</sup>	75 kg/cm <sup>2</sup>	100 kg/cm <sup>2</sup>	150 kg/cm <sup>2</sup>	200 kg/cm <sup>2</sup>	250 kg/cm <sup>2</sup>	25 kg/cm <sup>2</sup>	50 kg/cm <sup>2</sup>	75 kg/cm <sup>2</sup>	100 kg/cm <sup>2</sup>	150 kg/cm <sup>2</sup>	200 kg/cm <sup>2</sup>	250 kg/cm <sup>2</sup>
25	12	122	94	245	188	368	283	490	377	736	556	981	755	1.227	944
	18	56	56	118	177	226	226	226	226	226	226	226	226	226	226
32	14	201	162	402	325	603	487	804	650	1.206	975	1.608	1.300	2.010	1.625
	22	106	106	212	318	318	318	318	318	318	318	318	318	318	318
40	18	314	250	628	501	942	751	1.256	1.002	1.884	1.503	2.513	2.004	3.141	2.505
	28	160	160	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320
50	22	490	395	981	791	1.472	1.187	1.963	1.583	2.945	2.375	3.926	3.166	4.908	3.958
	36	236	236	472	472	472	472	472	472	472	472	472	472	472	472
63	28	779	625	1.558	1.250	2.337	1.876	3.117	2.501	4.675	3.752	6.234	5.002	7.793	6.253
	45	381	381	763	763	763	763	763	763	763	763	763	763	763	763
80	36	1.256	1.002	2.513	2.004	3.769	3.006	5.026	4.008	7.539	6.013	10.053	8.017	12.566	10.021
	56	640	640	1.281	1.281	1.281	1.281	1.281	1.281	1.281	1.281	1.281	1.281	1.281	1.281
100	45	1.963	1.565	3.928	3.131	5.890	4.697	7.853	6.263	11.780	9.395	15.707	12.527	19.634	15.658
	70	1.001	1.001	2.002	2.002	2.002	2.002	2.002	2.002	2.002	2.002	2.002	2.002	2.002	2.002
125	56	3.067	2.452	6.135	4.904	9.203	7.356	12.271	9.808	18.407	14.713	24.543	19.617	30.679	24.522
	90	1.477	1.477	2.955	2.955	2.955	2.955	2.955	2.955	2.955	2.955	2.955	2.955	2.955	2.955
160	70	5.026	4.064	10.053	8.128	15.079	12.193	20.106	16.257	30.159	24.386	40.212	32.515	50.265	40.644
	110	2.850	2.850	5.301	5.301	5.301	5.301	5.301	5.301	5.301	5.301	5.301	5.301	5.301	5.301
200	90	7.853	6.263	15.707	12.527	23.561	18.790	31.415	25.054	47.123	37.581	62.831	50.108	78.539	62.635
	140	4.005	4.005	8.011	8.011	8.011	8.011	8.011	8.011	8.011	8.011	8.011	8.011	8.011	8.011

Fuente: HidroGarne, 2022.

Se tiene el diámetro del pistón de  $30,157 \text{ cm} = 301,57 \text{ mm}$ , entonces se realiza la siguiente interpolación:

$$160 \text{ mm} \text{ ----> } 110 \text{ mm}$$

$$200 \text{ mm} \text{ -----> } 140 \text{ mm}$$

$$301,57 \text{ mm} \text{ ----> } X$$

$$(200 - 160) * (X - 110) = (140 - 110) * (301,57 - 160)$$

$$40 * (X - 110) = 30 * 141,57$$

$$(X - 110) = \frac{30 * 141,57}{40}$$

$$X = \frac{30 * 141,57}{40} + 110$$

$$X = 216,1775 \text{ mm}$$

El diámetro mínimo del vástago es de  $0,2161775 \text{ m}$ , se elegirá uno de  $300\text{mm}$ .

El área del vástago está dada por:

$$A_{vast} = \pi * \left(\frac{D_{vast}}{2}\right)^2$$

$$A_{vast} = \pi * \left(\frac{300}{2}\right)^2$$

$$A_{vast} = 0,07068 \text{ m}^2$$

#### 4.3.6. Determinación de la rapidez de avance

$$Q_{maxi} = V_{maxi} * A_{vast}$$

$Q_{maxi}$ : Es el caudal máximo para la bomba hidráulica ( $\text{m}^3/\text{s}$ ).

$V_{maxi}$ : Es la velocidad del pistón para avanzar ( $\text{m/s}$ ).

$A_{ava}$ : Es el área de avance  $\text{m}^2$ .

$$1,967 * 10^{-3} = V_{maxi} * 7,068 * 10^{-2}$$

$$V_{maxi} = \frac{1,967 * 10^{-3}}{7,068 * 10^{-2}} = 2,78 * 10^{-1} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Determinación de la rapidez de retroceso:

$$Q_{maxi} = V_{maxi} * A_{retro}$$

$Q_{maxi}$ : Es el caudal máximo para la bomba hidráulica ( $\text{m}^3/\text{s}$ ).

$V_{maxi}$ : Es la velocidad del pistón para avanzar ( $\text{m/s}$ ).

$A_{retro}$ : Es el área de avance  $\text{m}^2$ .

$$A_{retro} = A_{piston} - A_{vast}$$

$$A_{retro} = \pi * 0,16^2 - 0,07068 = 9,74 * 10^{-3} m^2$$

$$1,967 * 10^{-3} = V_{maxi} * 7,068 * 10^{-2}$$

$$V_{maxi} = \frac{1,967 * 10^{-3}}{9,74 * 10^{-3}} = 2,0195 * 10^{-1} \frac{m}{s}$$

#### 4.3.7. Tiempo mínimo de la carrera de avance

Se tiene una longitud de la carrera (Lc) de 0,43 m.

$$t_a = \frac{D_{pist}^2 * \pi * Lc}{4 * Q_{maxi}} = \frac{0,32^2 * \pi * 0,43}{4 * 1,967 * 10^{-3}}$$

$$t_{minavan} = 17,58 s$$

Donde:

$D_{pist}$ : Es el diámetro del pistón.

$Q_{maxi}$ : Es el caudal máximo.

#### 4.3.8. Tiempo mínimo de la carrera de retroceso

$$t_r = \frac{(D_{pist}^2 - D_{embo}^2) * \pi * Lc}{4 * Q_{maxi}} = \frac{(0,32^2 - 0,2^2) * \pi * 0,43}{4 * 1,967 * 10^{-3}}$$

$$t_{minretro} = 10,71 s$$

Donde:

$D_{pist}$ : Es el diámetro del pistón.

$Q_{maxi}$ : Es el caudal máximo.

$D_{embo}$ : Es el diámetro del embolo.

#### 4.3.9. Determinación del volumen de avance

$$V_{avan} = A_{avab} * L_{Carre}$$

Donde:

$V_{avan}$ : Es el volumen de avance.

$A_{avab}$ : Es el área de avance.

$L_{Carre}$ : Es la longitud de la carrera.

$$V_{avan} = 0,1257 * 0,43 = 0,054 \text{ m}^3$$

$$P_{avan} = \frac{F * d}{V_{avan}}$$

$$P_{avan} = \frac{3 \text{ MN} * 0,65 \text{ m}}{0,054 \text{ m}^3}$$

$$P_{avan} = 36 \text{ MPa}$$

La presión de avance es de 36 MPa.

#### 4.3.10. Determinación del volumen de retroceso

$$V_{retro} = A_{retro} * L_{Carre}$$

$$V_{retro} = (A_{piston} - A_{vast}) * L_{Carre}$$

$$V_{retro} = (9,74 * 10^{-3}) * 0,43$$

$$V_{retro} = 4,182 * 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$P_{retro} = \frac{F * d}{V_{retro}}$$

$$P_{retro} = \frac{3 \text{ MN} * 0,65 \text{ m}}{0,004182 \text{ m}^3}$$

$$P_{retro} = 466,280 \text{ MPa}$$

La presión de retroceso es de 466,280 MPa.

#### 4.3.11. Determinación del diámetro de la tubería

Para realizar el cálculo de la selección de la tubería esta se encuentran en función del caudal máximo calculado y la velocidad máxima de presión entonces se tiene la siguiente ecuación:

$$D_{Tubo} = \sqrt{\frac{Q}{\pi * V_{maxi}}}$$

En donde:

$Q$ : es el caudal máximo de avance.

$V_{maxi}$ : Es la velocidad máxima de avance.

$$D_{Tubo} = \sqrt{\frac{1,967 * 10^{-3}}{\pi * 2,0195 * 10^{-1}}}$$

$$D_{Tubo} = 0,05568m$$

Se selecciona 60 mm de diámetro interno de la tubería.

El cálculo del espesor de la pared de la tubería está dado por:

$$E_{Tubo} = \frac{P * D}{2 * \sigma_{Admi}}$$

En donde:

$P$ : Es la presión máxima (36 MPa).

$D$ : Es el diámetro interno (0,05568m).

$\sigma_{Admi}$ : Es el esfuerzo admisible del material (A36, 210 MPa).

$$E_{Tubo} = \frac{36 * 0,05568}{2 * 210}$$

$$E_{Tubo} = 4,7725mm$$

Se selecciona para el espesor de 5mm.

**Tabla 8.**

*Características de la tubería hidráulica.*

<b>Característica</b>	<b>Valor Seleccionado</b>
Material	Acero al carbono o inoxidable
Diámetro interno (mínimo)	60 mm
Espesor de pared	5 mm
Presión nominal	36 Mpa
Velocidad máxima del fluido	0,20195 m/s
Tipo de conexiones	Roscas DIN 2353

Fuente: Elaboración propia, 2024.

#### **4.3.12. Determinación del espesor del cilindro**

El esfuerzo de cortante máximo es de:

$$\tau_{cedencia} = 145 \text{ Mpa}$$

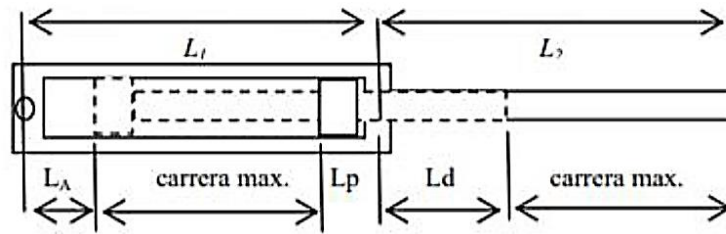
Y el factor de seguridad que se empleara es de 2,5, por lo que:

$$\tau_{maxi} = \frac{145 \text{ Mpa}}{2,5}$$

$$\tau_{maxi} = 58 \text{ MPa}$$

La presión interna máxima que estará sometida es de 42 MPa y la de operación es de 350 MPa

**Figura 7.** Dimensiones de la carrera del émbolo.



Fuente: Mecamaq, 2022.

**Tabla 9.**

*Características del cilíndrico hidráulico.*

<b>Cilindro hidráulico</b>	
Cantidad	1 Unidad
Longitud	650 mm
Denominación comercial	Acero A36
Diámetro	620 mm
Espesor	160 mm

Fuente: Elaboración propia, 2024.

### 4.3.13. Determinación de la distancia de salida del vástago

**Figura 8.** Dimensiones estándares para el vástago.

8. Tornillo para realizar la purga de la cámara del cilindro.

**Carreras normalizadas según Cetop**

25	50	80	125	400	500	600	800	1.000	1.250	1.500	2.000	2.500	(mm)
----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-------	-------	-------	-------	-------	------

Bajo demanda se fabrican cilindros con otras carreras.

**Diámetros de pistones (émbolos)**

25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	320	400	(mm)
----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------

Bajo demanda se fabrican cilindros con otros diámetros.

**Diámetros de los vástagos**

12	16	18	22	28	36	45	56	70	90	110	140	180	220	280	(mm)
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	------

Bajo demanda se fabrican cilindros con otros diámetros.

**Diámetro y rosca de las entradas de fluido al cilindro**

	25	32	40	63	100	160	220	320
Diámetro interior del cilindro (*)			50	80	125	200	250	360
Rosca para tubería alimentación	1/4"	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"
Diámetro de paso e mínimo e normal	6 8	10 12	12 16	16 20	20 24	25 30	32 40	38 50

(\*) También corresponde al diámetro del émbolo.

Fuente: Cloud, 2023.

**Tabla 10.**

*Determinación de las dimensiones de la distancia de salida del vástago.*

Descripción	Datos medidos	Datos estandarizados
Longitud de carrera	0,43 m	0,40 m
Diámetro de vástago	0,22 m	0,3 m
Diámetro de pistón	0,30 m	0,32 m

Fuente: Elaboración propia, 2024.

#### 4.3.14. Carga admisible del vástago

$$F_{admi} = K * \frac{\pi^2 * I * E}{L^2}$$

En donde:

K: Es el coeficiente que depende del tipo de fijación (1/4).

I: Es el momento inercial.

L: Es la longitud que ocasiona pandeo.

E: Es el módulo de elasticidad.

$$I = D_{vast}^4 * \frac{\pi}{64}$$

En donde:

$D_{vast}$ : Es el diámetro que tiene el vástago.

$$I = 0,3^4 * \frac{\pi}{64}$$

$$I = 3,97 * 10^{-4}m$$

Para la longitud realizar del vástago para el cálculo del pandeo.

$$L = S = 2 * l$$

L: medida de vástago.

l: Longitud de Euler.

Entonces:

$$F_{admi} = \frac{1}{4} * \frac{\pi^2 * 3,97 * 10^{-4} * 200 * 10^9}{0,43^2}$$

$$F_{admi} = 5,877 * 10^5 N$$

#### 4.3.15. Determinación del tanque hidráulico

Para el volumen del tanque tiene un valor de 4 veces al caudal de la bomba en BPM.

$$V_{tan} = 4 * Q$$

Donde:

$V_{tan}$ : Es el volumen del aceite del tanque.

$Q$ : Es el caudal de la bomba (BPM).

$$Q = 1,967 * \frac{10^{-3}m^3}{s} = 31gpm$$

$$V_{tan} = 4 * 31 gal = 124 gal$$

$$V_{tan} = 0,4693 m^3$$

La dimensión del tanque tendrá las siguientes medidas:

$$L = \sqrt[3]{V_{tan}}$$

En donde:

$L$ : Es la distancia del tanque.

$V_{tan}$ : Es el volumen del aceite para el tanque.

$$L = \sqrt[3]{0,4693}$$

$L = 0,778$  m por lado.

**Tabla 11.**

*Características del tanque hidráulico.*

<b>Tanque hidráulico</b>	
Tipo	Cubo
Dimensiones	0,778 m x 0,778 m x 0,778 m
Parte a considerar	Base, tapa, mira de nivel, drenaje, ingreso de fluido

Fuente: Elaboración propia, 2024.

#### **4.3.16. Cálculo de la potencia para la bomba**

$$Hp = \frac{Q (gpm) \times P_{bomb} (psi)}{K * n}$$

En donde:

$Hp$ : Es la potencia en caballo fuerza.

$Q (gpm)$ : Es el caudal que tiene la bomba expresada en galones por minuto.

$P_{bomb}$ : Es la presión que tiene la bomba (420bar = 6091,58 PSI).

$K$ : Es una constante para la ecuación (17140).

$n$ : Es la eficiencia que tiene la bomba (84%).

$$Hp = \frac{31 * 6091,58}{17140 * 0,84}$$

$$HP = 13,11 Hp$$

Se elige una potencia de la bomba de 15 Hp.

**Figura 9.** Bomba hidráulica eléctrica de 15 Hp



Fuente: ENERPAC, 2024.

La bomba hidráulica PP11EAJ-SM es una herramienta robusta y altamente funcional diseñada para aplicaciones de maquinado. Pertenece a la serie PP de herramientas para maquinado, destacándose por su versatilidad y adaptabilidad a una amplia gama de necesidades industriales.

Uno de sus principales atributos es que se suministra de serie con una botonera con cable de 10 metros, lo que garantiza un control remoto cómodo y efectivo durante su operación. Además, la bomba viene acompañada de un kit de manguera hidráulica de 10 metros, lo que proporciona la flexibilidad necesaria para su instalación y uso en diversas configuraciones de trabajo.

Una característica destacada de este modelo es su capacidad para ajustarse a diferentes tensiones, lo que facilita su suministro en todo el mundo, sin importar la región o los estándares eléctricos locales. Esta flexibilidad es

clave para aplicaciones globales, permitiendo que la bomba se adapte a diferentes entornos industriales sin perder rendimiento.

En cuanto a la seguridad, la unidad de potencia y la botonera cuentan con botones de parada de emergencia, lo que asegura que se pueda detener el funcionamiento de la bomba de manera rápida y segura en caso de cualquier situación inesperada. Además, las unidades de potencia están montadas en un marco protector, lo que las hace más resistentes y seguras frente a golpes o daños.

El diseño de la bomba también incluye puntos de elevación vertical y de carretillas elevadoras, lo que facilita su transporte y colocación en diversas áreas de trabajo. Como accesorio adicional, se puede obtener un carro con ruedas extraíble, que mejora la movilidad de la unidad, permitiendo su traslado sin esfuerzo.

**Tabla 12.***Características de la bomba hidráulica.*

<b>Características</b>	<b>Valor</b>
Máxima presión de funcionamiento	90 bar
Capacidad del depósito	250 litros
Capacidad de aceite utilizable	250 litros
Flujo máximo a presión nominal	60 l/min @ 90 bar
Potencia del motor	15 HP
Tamaño del motor	11 KW
Hertz del motor	60 Hz
Fases del motor	3 Ph
Voltaje del motor	415-380 V
Fuente de potencia	Electricidad
Control de la bomba	Control remoto
Especificaciones eléctricas del motor	415-380 V, 3 Ph
Botonera suministrado	Modelo botonera SM suministrado, para herramientas de mecanizado de un motor simple PP11
Especificaciones de la botonera	Parada de emergencia, alimentación: Fwd/Off/Rev, potenciómetro de husillo
Peso	1000 Kg

Fuente: ENERPAC, 2024.

Selección del aceite hidráulico:

**Tabla 13.**

*Características del aceite hidráulico.*

<b>Propiedad</b>	<b>Método ASTM</b>	<b>Valor</b>
Grado de viscosidad	ISO 2422	46
Apariencia	I-CC-04	Brillante
Densidad a 20 °C (g/mL)	D4052	0,8657
Viscosidad cinemática a 100 °C (mm <sup>2</sup> /s)	D445	6,86
Viscosidad cinemática a 40 °C (mm <sup>2</sup> /s)	D445	46
Índice de viscosidad	D2270	104
Número ácido (mg KOH/g)	D664	0,4
Corrosión en lámina de cobre (100 °C, 3 h)	D130	1A
Demulsibilidad a 54 °C (aceite-agua-emulsión)	D1401	40-40-0 (30 min)
Punto de inflamación (°C)	D92	232
Punto de escurrimiento (°C)	D5949	-30
FZG (A/8,3/90), carga de fallo	ISO 14635-1	12
Espuma secuencia I (mL/mL)	D-892	10/0
Espuma secuencia II (mL/mL)	D-892	10/0
Espuma secuencia III (mL/mL)	D-892	10/0

Fuente: Elaboración propia, 2024.

**Tabla 14.***Características del aceite hidráulico.*

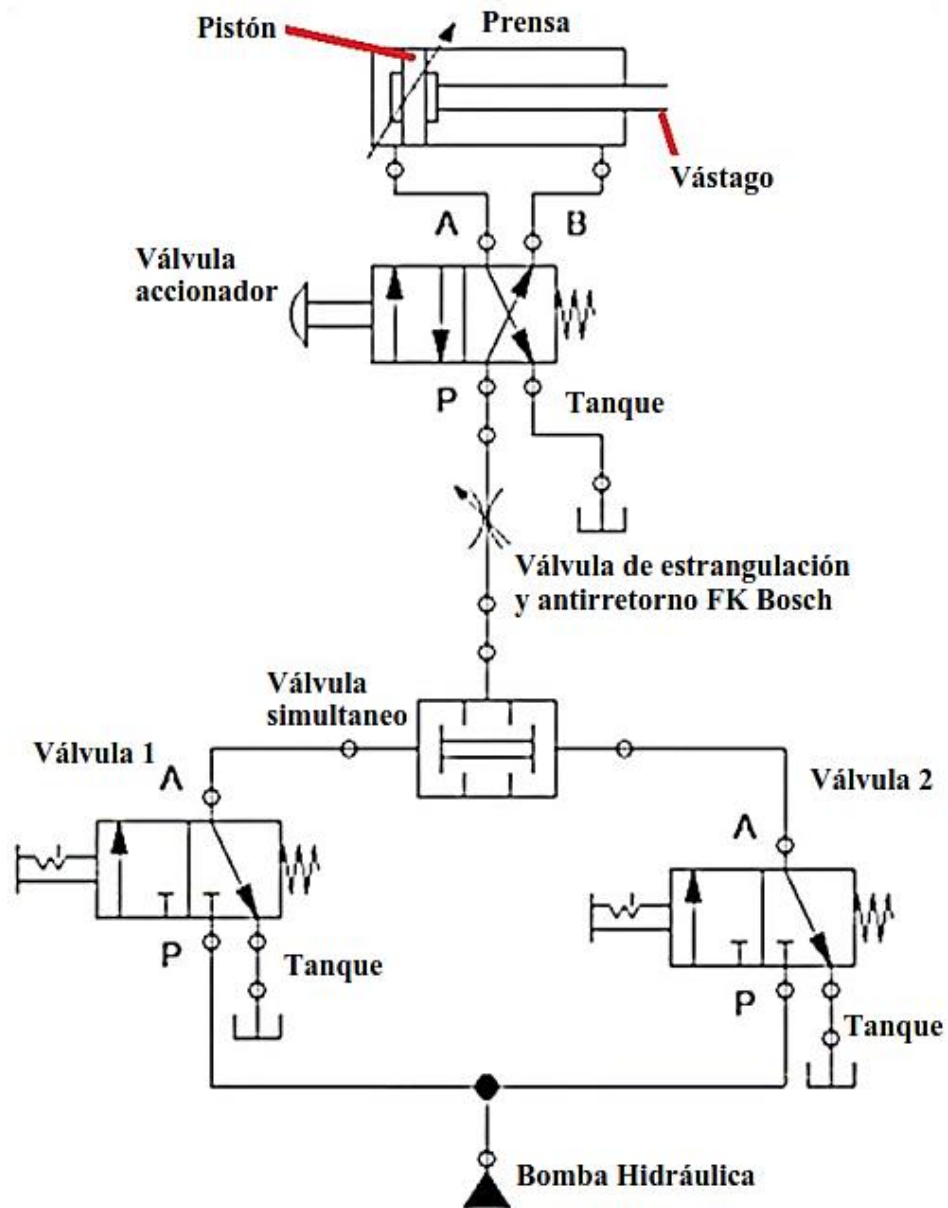
<b>Característica reológica</b>	<b>Propiedad del ISO VG 46</b>	<b>Descripción del comportamiento</b>
Clasificación reológica	Fluido newtoniano	La viscosidad (resistencia al flujo) es independiente de la velocidad de cizalla (esfuerzo cortante) aplicada, un comportamiento ideal para la transmisión de potencia.
Viscosidad Cin. a40°C	46mm <sup>2</sup> / s(cSt)	Es el valor nominal de viscosidad bajo la norma ISO 3448, que asegura la correcta lubricación y sellado en condiciones operativas estándar.
Viscosidad Cin. a100°C	Aprox.6.5-7,5 cSt	Este valor (mucho menor) muestra la drástica disminución de la viscosidad al aumentar la temperatura, afectando la eficiencia volumétrica.
Índice de viscosidad (IV)	Mínimo100	Es la medida de la resistencia del aceite al cambio de viscosidad con la temperatura. Un valor de 100 o más (para los grados tipo HM/HLP) indica una buena estabilidad térmica en un amplio rango de temperaturas operativas.
Punto de fluidez (Pour Point)	Bajo<- 20°C	Indica la temperatura más baja a la que el aceite fluye. Un valor bajo es crucial para el arranque y funcionamiento del sistema en climas fríos .
Estabilidad a la cizalla	Alta (para flujos HLP)	Resistencia de las moléculas del aceite a romperse bajo altas presiones y velocidades de las bombas y válvulas, lo que evita la pérdida permanente de viscosidad.

Fuente: Elaboración propia, 2024.

### 4.3.17. Diagrama del circuito hidráulico

El circuito hidráulico representado en la imagen es un sistema estructurado que permite el control eficiente del movimiento de una prensa hidráulica. Utiliza diferentes válvulas para regular el flujo del fluido y garantizar el correcto funcionamiento del pistón, asegurando un proceso preciso y seguro.

**Figura 10.** Circuito hidráulico.



Fuente: Elaboración propia, 2024.

#### **4.3.18. Partes que conforman la prensa hidráulica**

##### **Componentes eléctricos y de control:**

1. Contactor de 20A: Controla el flujo de corriente en el circuito, permitiendo la conexión y desconexión segura de los componentes eléctricos.
2. Contactor de 30A: Permite la interrupción y conexión de corriente de mayor amperaje, adecuado para la operación de equipos de potencia media.
3. Guardamotor 20-30A: Protege el motor de sobrecargas y cortocircuitos, aumentando la seguridad y vida útil del sistema.
4. Pulsador NA (Normalmente Abierto): Interruptor de acción momentánea que se activa solo cuando es presionado, utilizado para activar circuitos eléctricos.
5. Pulsador NC (Normalmente Cerrado): Interruptor de acción momentánea que interrumpe un circuito eléctrico cuando es presionado.
6. Paro de emergencia: Dispositivo de seguridad que detiene la operación en caso de emergencia, protegiendo al operador y al equipo.
7. Pilot de señalización verde: Indica el estado de funcionamiento del equipo (encendido o en operación), mejorando la visibilidad del estado.
8. Pilot de señalización rojo: Indica una condición de alerta o error en el sistema, mejorando la visibilidad de fallas o peligros.
9. Interruptor: Permite el encendido y apagado manual del equipo, brindando control directo al operador.

### **Componentes hidráulicos:**

10. Pistón: Convierte la energía hidráulica en movimiento lineal, fundamental para el prensado.
11. Vástago: Parte del pistón que transmite la fuerza generada hacia la pieza a prensar.
12. Cilindro: Recipiente que contiene el fluido hidráulico y aloja el pistón para generar movimiento.
13. Bomba hidráulica y motor: Genera la presión necesaria en el sistema hidráulico para mover el pistón.
14. Válvula direccional: Controla la dirección del flujo del fluido hidráulico, permitiendo el movimiento del pistón en ambas direcciones.
15. Mangueras: Conducen el fluido hidráulico a través del sistema, soportando altas presiones.
16. Nipples: Conectores que aseguran uniones seguras entre mangueras y otros componentes hidráulicos.
17. Abrazaderas: Aseguran las mangueras en su lugar, evitando fugas y manteniendo el sistema hidráulico seguro.
18. Codo: Permite el cambio de dirección en el flujo del fluido dentro del sistema hidráulico.

### **Componentes estructurales y mecánicos:**

19. Mesa: Superficie de trabajo que soporta el peso y las fuerzas de prensado, proporcionando estabilidad al sistema.
20. Bocina de acople: Conecta el pistón con otros elementos, permitiendo una transferencia de movimiento eficiente.
21. Ángulos con perfil de L: Estructura de soporte que refuerza la prensa, fabricados con acero para resistencia.

22. Pernos de 80 mm y tuercas: Fijan los componentes estructurales, proporcionando seguridad y estabilidad.
23. Tapa de fijación: Asegura el cilindro y otros componentes estructurales, previniendo movimientos no deseados.
24. Sobrecilindro: Reforzamiento externo del cilindro para soportar altas presiones.
25. Pedazos de plancha de 100 mm: Material de soporte estructural adicional, fabricado en acero para alta resistencia.

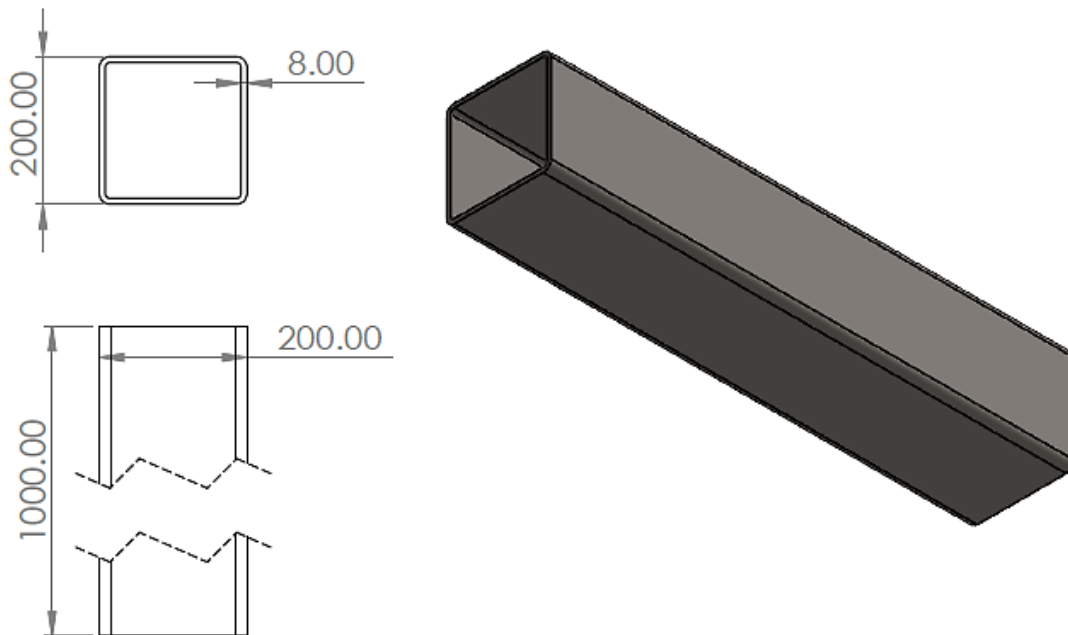
#### **4.3.19. Análisis de columnas**

La necesidad de diseñar una prensa hidráulica horizontal de 3 MN para aumentar la productividad en el Taller C&M E.I.R.L., llevó a la selección de un perfil cuadrado de acero A36 con dimensiones de 200 x 200 mm y un espesor de 8 mm para la estructura principal de la prensa. Este perfil fue elegido debido a su alta resistencia y versatilidad, lo que garantiza una adecuada capacidad de carga y una excelente respuesta ante las fuerzas generadas durante el proceso de operación.

La elección de este perfil también impacta directamente en la mejora del área de plegado, optimizando así la precisión y eficiencia de la producción en el taller. Con este diseño, se espera una mayor capacidad para manejar los esfuerzos de compresión y flexión, lo que contribuirá al aumento de la productividad.

Para garantizar la resistencia y seguridad de la estructura, es necesario realizar una evaluación detallada de los espesores de las planchas que se utilizarán en la construcción de la prensa. Esta evaluación determinará las características del cordón de soldadura necesario, lo cual es crucial para asegurar la durabilidad del equipo en condiciones de trabajo continuo.

**Figura 11.** Columna del soporte.



Fuente: Elaboración propia, 2024.

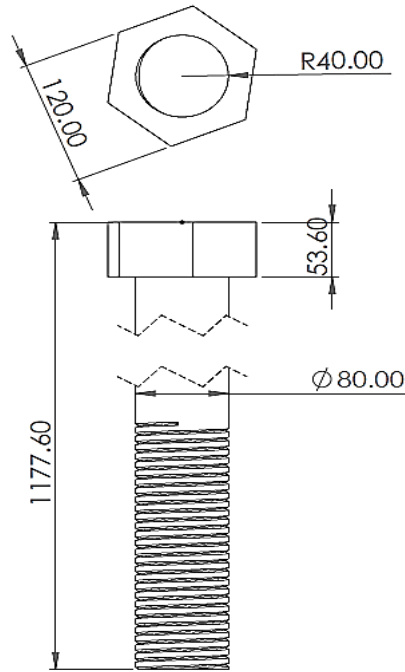
#### **4.3.20. Sistema de anclaje**

El sistema de anclaje es un componente crucial para garantizar el funcionamiento seguro y eficiente de la prensa hidráulica. Con el fin de asegurar una resistencia adecuada frente a las cargas aplicadas durante la operación, se ha seleccionado un sistema comercial altamente confiable y probado, que permitirá manejar las fuerzas generadas de manera óptima.

Para el anclaje de la estructura principal de la prensa, se han utilizado ocho pernos de M80 fabricados en acero A36. Este material fue elegido por su alta resistencia a la tracción y su capacidad para soportar las fuerzas de compresión y torsión sin deformarse. Los pernos de acero A36 ofrecen una excelente durabilidad y seguridad en condiciones de operación continua, garantizando la estabilidad y fiabilidad de la prensa en todo momento. La elección de este sistema de anclaje, junto con el uso de pernos de alta resistencia, asegura que la prensa pueda operar bajo las condiciones más

exigentes, minimizando los riesgos de fallos estructurales y mejorando la eficiencia global del proceso.

**Figura 12.** Anclaje para la bomba.



Fuente: Elaboración propia, 2024.

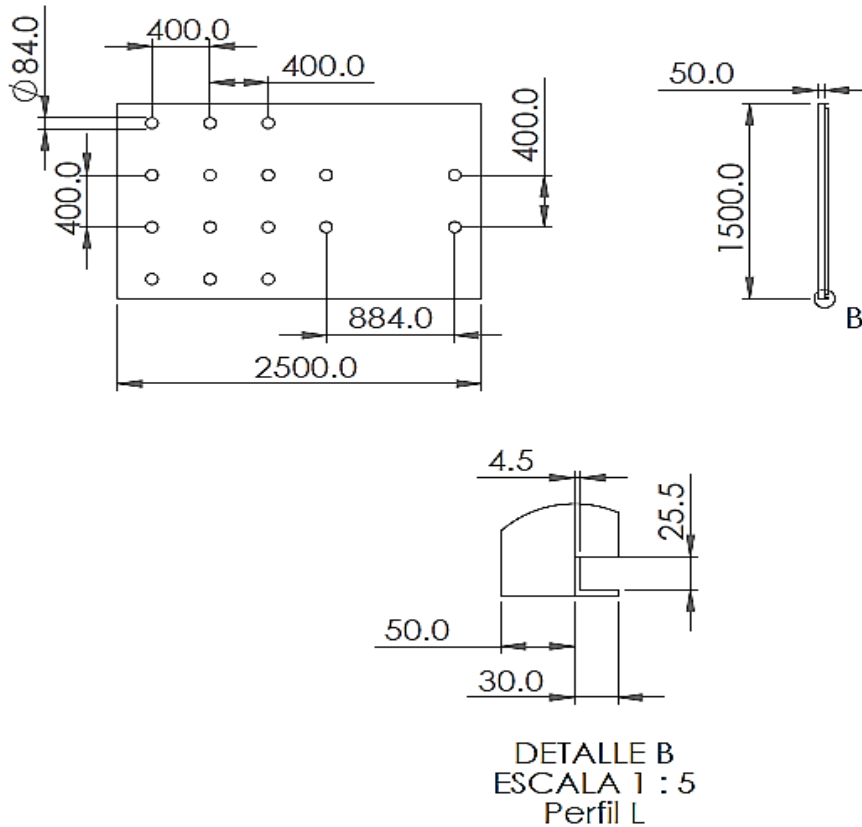
#### 4.3.21. Característica de la plancha

La plancha que forma parte de la mesa de trabajo de la prensa hidráulica presenta un espesor de 50 mm y unas dimensiones de 2500 mm x 1500 mm. Este diseño ha sido seleccionado para garantizar una base robusta y resistente que pueda soportar las cargas generadas durante el proceso de compresión. La plancha está fabricada en acero A36, un material conocido por su alta resistencia a la tracción y su capacidad para resistir esfuerzos mecánicos en condiciones de trabajo continuo, lo que proporciona durabilidad y seguridad al sistema.

En los bordes de la plancha, se ha soldado un perfil en forma de "L" con dimensiones de 25,5 mm x 30 mm y un espesor de 4,5 mm. Este perfil refuerza la estructura de la mesa, mejorando la rigidez y la estabilidad de la plancha ante las fuerzas aplicadas. Además, el perfil "L" está perforado con orificios de 84 mm de diámetro, lo que facilita su anclaje y contribuye a la distribución homogénea de las tensiones a lo largo de la plancha.

La combinación de estas características garantiza que la mesa de trabajo pueda soportar las exigentes condiciones operativas, proporcionando una base sólida y fiable para el funcionamiento de la prensa hidráulica.

**Figura 13.** Característica de la plancha.



Fuente: Elaboración propia, 2024.

#### 4.3.22. Resumen de datos calculados

**Tabla 15.**

*Características del diseño de una prensa hidráulica.*

<b>Cálculo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>
Potencia de la bomba	Potencia requerida para la bomba	15 HP
Eficiencia de la bomba	Eficiencia operativa de la bomba	85%
Presión operativa	Presión de operación continua de la bomba	350 bar
Presión máxima	Presión máxima soportada por la bomba	420 bar
Diámetro del pistón	Diámetro calculado para el pistón	320 mm
Diámetro mínimo del vástago	Diámetro calculado y seleccionado para el vástago	0,216 m (216 mm)
Diámetro final del vástago	Diámetro elegido para el diseño del vástago	300 mm
Longitud de carrera del pistón	Longitud total de la carrera de avance del pistón	0,43 m
Velocidad de avance del pistón	Velocidad máxima de avance del pistón calculada según el caudal de la bomba	$2,78 * 10^{-2} \frac{m}{s}$
Tiempo mínimo de carrera de avance	Tiempo calculado para completar la carrera de avance	17,58 s
Tiempo mínimo de carrera de retroceso	Tiempo calculado para completar la carrera de retroceso	10,71 s
Volumen de avance	Volumen calculado para el avance del cilindro	$0,054 m^3$

Volumen de retroceso	Volumen calculado para el retroceso del cilindro	$4,182 * 10^{-3}m^3$
Espesor del cilindro	Espesor calculado para soportar la presión	Mínimo 1,5
Presión interna del cilindro	Presión interna a la que se someterá el cilindro	42 MPa
Factor de seguridad	Factor de seguridad utilizado en el diseño del cilindro	2,5
Volumen del tanque hidráulico	Capacidad del tanque hidráulico en función del caudal de la bomba	4 veces el caudal (BPM)
Potencia de la bomba final	Potencia estimada en caballos de fuerza para el tanque y sistema hidráulico	13,11 HP

---

Fuente: Elaboración propia, 2024.

#### **4.3.23. Productividad**

#### **4.3.24. Tabla de costos**

En seguida se muestra la tabla de costos:

**Tabla 16.***Cuadros de costos del diseño.*

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario (S/)</b>	<b>Costo Total (S/)</b>
Contactor de 20A: Controla el flujo de corriente en el circuito, permitiendo la conexión y desconexión segura de los componentes eléctricos.	3	148,8	446,53
Contactor de 30A: Permite la interrupción y conexión de corriente de mayor amperaje, adecuado para la operación de equipos de potencia media.	1	293,7	293,73
Guardamotor 20-30A: Protege el motor de sobrecargas y cortocircuitos, aumentando la seguridad y vida útil del sistema.	1	509,1	509,09
Pulsador NA: Interruptor de acción momentánea normalmente abierto, utilizado para activar circuitos al ser presionado.	1	39,2	39,18
Pulsador NC: Interruptor de acción momentánea normalmente cerrado, utilizado para cortar circuitos al ser presionado.	1	39,2	39,18
Paro de emergencia: Dispositivo de seguridad que detiene la operación en caso de emergencia, protegiendo al operador y al equipo.	1	76,8	76,77
Pilot de señalización verde: Indica el estado de funcionamiento del equipo (encendido o en operación), mejorando la visibilidad del estado.	1	19,6	19,62
Pilot de señalización rojo: Indica una condición de alerta o error en el sistema,	1	19,6	19,62

mejorando la visibilidad de fallas o peligros.

Interruptor: Permite el encendido y apagado manual del equipo, brindando control directo al operador.

1 19,6 19,62

Pistón: Elemento que convierte la energía hidráulica en movimiento lineal, esencial para el prensado.

1 282,1 282,12

Vástago: Parte del pistón que transmite la fuerza generada hacia la pieza a prensar.

1 1 380,5 1 380,48

Cilindro: Recipiente que contiene el fluido hidráulico y aloja el pistón para generar movimiento.

1 670,4 670,44

Bomba hidráulica y motor: Proporciona la presión necesaria al sistema hidráulico para mover el pistón.

1 4 278,5 4 278,46

Válvula direccional: Controla la dirección del flujo del fluido hidráulico, permitiendo el movimiento del pistón en ambas direcciones.

1 1 831,2 1 831,15

Mangueras: Conducen el fluido hidráulico a través del sistema, soportando altas presiones.

4 62,0 248,13

Nipples: Conectores que aseguran uniones seguras entre mangueras y otros componentes hidráulicos.

8 38,1 305,05

Abrazaderas: Aseguran las mangueras en su lugar, evitando fugas y manteniendo el sistema hidráulico seguro.

5 6,9 34,49

Codo: Permite el cambio de dirección en el flujo del fluido dentro del sistema hidráulico.

4 4,9 19,47

Mesa: Superficie de trabajo que soporta el peso y las fuerzas de prensado, proporcionando estabilidad al sistema.	1	1 547,1	1 547,1
Bocina de acople: Conecta el pistón con otros elementos, permitiendo una transferencia de movimiento eficiente.	1	259,3	259,31
Ángulos con perfil de L: Estructura de soporte que refuerza la prensa, fabricados con acero para resistencia.	1	269,8	269,82
Pernos de 80 mm y tuercas: Fijan los componentes estructurales, proporcionando seguridad y estabilidad.	8	376,8	3014,77
Tapa de fijación: Asegura el cilindro y otros componentes estructurales, previniendo movimientos no deseados.	1	298,3	298,32
Sobrecilindro: Reforzamiento externo del cilindro para soportar altas presiones.	1	439,3	439,26
Pedazos de plancha de 100 mm.: Material de soporte estructural adicional, fabricado en acero para alta resistencia.	1	422,6	422,55
Pistón: Segundo pistón para redundancia o función adicional en la prensa.	1	108,7	108,74
Punzón: Elemento que realiza el prensado directo en la pieza de trabajo.	1	384,4	384,35
Mano de obra: Costo de la construcción de la prensa, incluyendo ensamblaje y pruebas de funcionamiento.	1	4 000,0	4 000,00
			<b>21 257,35</b>

Fuente: Elaboración propia, 2024.

#### 4.3.25. Análisis económicos

Se presenta la tabla de ingresos y el incremento de la producción.

**Tabla 17.**

*Tabla de ingresos e incrementos de producción.*

<b>Mes</b>	<b>Ingresos actuales (S/)</b>	<b>Ingresos de producción (S/)</b>
1	7 528	9 786
2	10 200	13 260
3	8 500	11 050
4	7 800	10 140
5	11 000	14 300
6	7 600	9 880
7	8 100	10 530
8	10 500	13 650
9	7 700	10 010
10	12 000	15 600
11	9 000	11 700
12	10 800	14 040
13	8 200	10 660
14	9 500	12 350
15	7 900	10 270
16	11 200	14 560
17	8 600	11 180
18	9 500	12 350
<b>Total</b>	<b>S/. 167 628</b>	<b>S/. 217 386</b>

Fuente: Elaboración propia, 2024.

#### 4.3.26. Análisis del VAN y TIR

Gastos fijos:

**Tabla 18.**

*Cuadros de gastos fijos de la empresa.*

<b>Gastos fijos mensuales</b>		
Personal	Sueldos de operadores, supervisores y administración	3 500
Mantenimiento preventivo	Revisión, lubricación y piezas menores	500
Energía eléctrica	Consumo de energía para operación de la prensa	800
Alquiler del taller	Pago mensual por el espacio de trabajo	1 200
Seguro del equipo	Cobertura para daños y accidentes	300
Depreciación del equipo	Valor depreciado del equipo	400
Suministros y materiales	Papelería y materiales de oficina	150
Impuestos y permisos	Impuestos operativos y permisos industriales	200
<b>Total de gastos fijos</b>		<b>7 050</b>

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Proyecto: Inversión en la Prensa Hidráulica de 3 MN.

Costo de inversión inicial: S/. 21 257,35.

Duración del análisis: 18 meses.

Ingresos proyectados (fluctuantes): Basados en un ingreso mensual variable entre S/. 7 528 y S/. 12 000, con un promedio de ingresos que permite un análisis más realista del flujo de caja.

Tasa de descuento: 12% anual (1% mensual).

El informe detalla el análisis de rentabilidad para la adquisición y uso de una prensa hidráulica de 3 MN en el Taller C&M E.I.R.L. utilizando el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) como principales indicadores financieros. Estos indicadores nos permiten evaluar si la inversión en la prensa hidráulica es rentable y si contribuye al crecimiento económico y la competitividad del taller.

Análisis de ingresos y flujos de caja:

Para este análisis, se proyectaron los ingresos del taller a lo largo de un periodo de 18 meses. Los ingresos mensuales fueron ajustados para reflejar una variabilidad más realista, fluctuando entre S/. 7 528 y S/. 12 000 al mes. Esta fluctuación considera factores como la demanda estacional, las capacidades operativas y los cambios en la productividad.

**Tabla 19.**

*Flujo de caja.*

<b>Mes</b>	<b>Ingresos Actuales (S/)</b>
1	2 736
2	6 210
3	4 000
4	3 090
5	7 250
6	2 830
7	3 480
8	6 600
9	2 960
10	8 550
11	4 650
12	6 990
13	3 610
14	5 300
15	3 220
16	7 510
17	4 130
18	5 300
<b>Total</b>	<b>88 416</b>

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Cálculo del VAN:

El Valor Actual Neto (VAN) se calcula descontando todos los flujos de caja futuros a su valor presente, utilizando una tasa de descuento específica, y luego restando la inversión inicial.

La fórmula del VAN es:

$$VAN = \sum_{t=1}^N \frac{CF_t}{(1+r)^t} - C_0$$

Donde:

$CF_t$ : Flujo de caja en el período  $t$ .

$r$ : Tasa de descuento (1% mensual en este caso, ó 0,01).

$t$ : Número de meses.

$C_0$ : Inversión inicial (S/. 21 257,35).

$$VAN = \frac{2\,736}{(1+0,01)^1} + \frac{6\,210}{(1+0,01)^2} + \dots + \frac{5\,300}{(1+0,01)^{18}} - 21\,257,35$$

Se tiene el valor presente de cada flujo mensual usando la fórmula mencionada. Luego, sumamos todos estos valores presentes y restamos la inversión inicial para obtener el VAN total.

Una vez que todos los flujos de caja hayan sido descontados, sumaremos estos valores y restaremos la inversión inicial de S/. 21 257,35 para obtener el VAN total, por lo que se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 20.***Resultado del VAN.*

<b>Mes</b>	<b>Ingreso (S/)</b>	<b>Valor Presente (S/)</b>
0	-21 257.35	-21 257,35
1	2 736	2 708,91
2	6 210	6 088,22
3	4 000	3 881,19
4	3 090	3 053,02
5	7 250	6 893,56
6	2 830	2 688,27
7	3 480	3 335,20
8	6 600	6 153,82
9	2 960	2 661,48
10	8 550	7 749,10
11	4 650	4 177,37
12	6 990	6 142,48
13	3 610	3 176,67
14	5 300	4 633,61
15	3 220	2 823,82
16	7 510	6 358,63
17	4 130	3 413,41
18	5 300	4 418,74
<b>VAN Total:</b>		<b>59 100,15</b>

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Cálculo de la Tasa Interna de Retorno (TIR):

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es la tasa de descuento que hace que el VAN sea igual a cero. Para encontrar la TIR, resolvemos la ecuación del VAN para la tasa de descuento cuando el VAN es cero:

$$0 = \sum_{t=1}^N \frac{CF_t}{(1 + TIR)^t} - C_0$$

La Tasa Interna de Retorno (TIR) calculada es 40,97% mensual.

VAN: Con un VAN de S/. 59 100,15 la inversión en la prensa hidráulica generará un valor adicional significativo, indicando que el proyecto es altamente rentable.

TIR: La TIR de 21% mensual es significativamente superior a la tasa de descuento mensual del 1%, lo que confirma que la inversión es atractiva y ofrece un alto retorno.

#### **4.3.27. Ventajas de la prensa**

Las prensas hidráulicas ofrecen varias ventajas clave en comparación con las prensas mecánicas, principalmente en términos de control, versatilidad y seguridad. La tesis que se analizó destaca algunas de estas ventajas, como el diseño robusto, la seguridad estructural y la capacidad de aumentar la productividad mediante la automatización.

##### 1. Fuerza y control:

A diferencia de las prensas mecánicas que aplican una fuerza máxima fija solo al final de la carrera, las prensas hidráulicas pueden aplicar una fuerza máxima constante en cualquier punto de la carrera. Esto permite un control preciso de la presión y la velocidad del movimiento, lo que es ideal para aplicaciones que requieren un manejo delicado de materiales o un prensado profundo.

## 2. Versatilidad y flexibilidad:

Las prensas hidráulicas son más versátiles. Es posible ajustar la longitud de la carrera, la velocidad de aproximación y la fuerza de prensado de forma independiente. Esto las hace adecuadas para una amplia variedad de operaciones, como embutido profundo, estampado, doblado y forjado, mientras que las prensas mecánicas son más eficientes para tareas rápidas y repetitivas como el punzonado.

## 3. Seguridad y protección:

Las prensas hidráulicas tienen mecanismos de seguridad inherentes que protegen tanto al equipo como al operario. Como se menciona en la tesis, se pueden incluir válvulas de seguridad para evitar la sobrepresión y un factor de seguridad (en este caso, de 1,8) que garantiza la resistencia estructural. Además, la fuerza puede ser limitada, lo que reduce el riesgo de dañar la herramienta o la pieza de trabajo en caso de sobrecarga.

## 4. Costo y mantenimiento:

Si bien el costo inicial puede ser comparable, las prensas hidráulicas suelen tener un mantenimiento más sencillo debido a que poseen menos partes móviles que las prensas mecánicas. Los posibles fallos suelen ser menores, como la necesidad de reemplazar empaques o válvulas, lo que facilita y abarata las reparaciones.

### **4.3.28. Fallos posibles en los pernos**

#### 1. Falla por corte en el perno:

Este tipo de fallo ocurre cuando la fuerza de cizallamiento aplicada es tan grande que el perno se rompe o se secciona. La carga cortante excede la resistencia del material del perno, causando una fractura limpia a través de su sección transversal en el plano de las placas unidas.

## 2. Falla por aplastamiento:

Se produce cuando el perno o las placas se deforman debido a la excesiva presión de contacto entre ellos. Esto puede manifestarse de dos maneras:

Aplastamiento en la placa: El agujero en la placa se agranda o se deforma.

Aplastamiento en el perno: El perno se deforma y se ovala por el contacto con las placas.

## 3. Falla por desgarramiento (Tearing):

Esta falla se produce cuando el material de la placa, entre el borde de la placa y el agujero del perno, se desgarran o rompen. Ocurre si la distancia desde el agujero hasta el borde de la placa es insuficiente, y la resistencia del material es superada por la fuerza de cizallamiento.

### **4.3.29. Circuito hidráulico**

El circuito hidráulico de la prensa consta de las siguientes partes:

#### Bomba hidráulica:

Proporciona el caudal de aceite necesario al sistema.

Genera la presión que mueve el fluido a través del circuito.

#### Válvulas 1 y 2 (Válvulas direccionales con retorno por resorte):

Controlan el paso del fluido hacia la válvula de simultaneidad.

Necesitan una señal externa para activarse (puede ser manual, eléctrica o hidráulica).

#### Válvula de simultaneidad:

Permite el paso del fluido únicamente cuando hay presión simultánea en ambos lados (desde válvula 1 y válvula 2).

Se usa para garantizar que dos condiciones se cumplan al mismo tiempo, por ejemplo, presionar dos botones de seguridad simultáneamente.

#### Válvula de estrangulación:

Regula el caudal del fluido, controlando así la velocidad del cilindro.

Puede ser una válvula de aguja o reguladora de flujo.

#### Válvula accionadora (centrada a tanque):

Controla el movimiento del cilindro de doble efecto (prensa).

Tiene tres posiciones:

Centro: descarga a tanque (sin movimiento del cilindro).

Izquierda: fluido a puerto A → avance del vástago.

Derecha: fluido a puerto B → retroceso del vástago.

#### Cilindro hidráulico (prensa):

Realiza la operación mecánica (prensado).

Compuesto por el pistón y el vástago.

#### **Funcionamiento:**

1. Inicio del sistema:

La bomba hidráulica inicia el flujo de aceite al sistema.

2. Activación de válvulas 1 y 2:

Ambas deben activarse simultáneamente.

Solo cuando ambas estén activas, la válvula de simultaneidad permitirá el paso del fluido hacia la siguiente etapa.

3. Paso por la válvula de estrangulación:

El fluido pasa por esta válvula, la cual controla el caudal y por tanto la velocidad del cilindro.

4. Activación de la válvula accionadora:

Cuando se activa, dirige el fluido al cilindro:

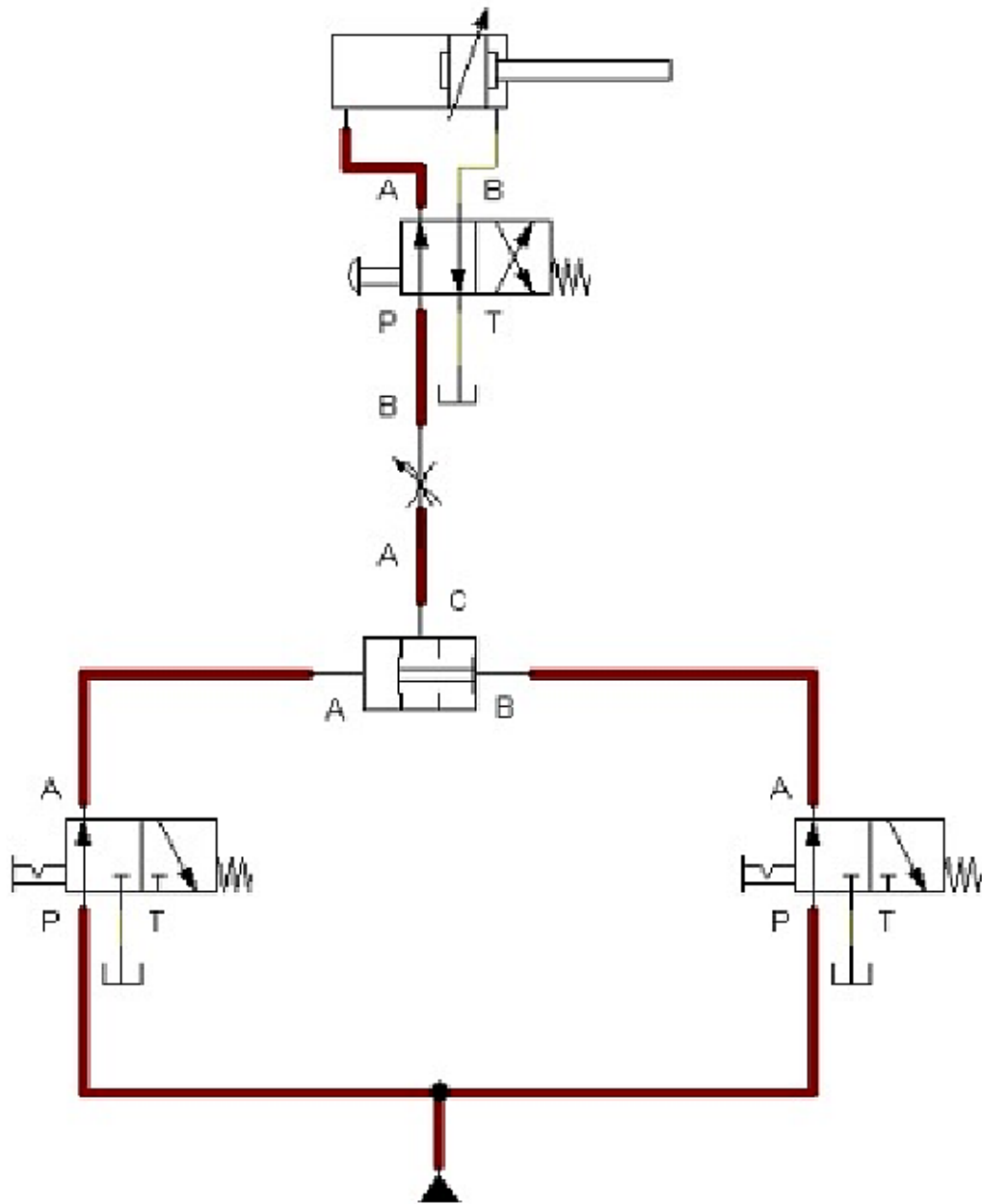
A puerto A → el pistón avanza (realiza la acción de prensado).

A puerto B → el pistón retrocede (regresa el vástago).

5. Centro de la válvula accionadora:

En posición central, ambos lados del cilindro se conectan al tanque, deteniendo el movimiento.

**Figura 14.** Funcionamiento de la prensa hidráulica, utilizando el Software de simulación FluidSIM 4.5.



Fuente: Elaboración propia, 2024.

#### **4.3.30. Válvulas direccionales y distribuidas**

Las válvulas direccionales o distribuidoras son las encargadas de dirigir el flujo del fluido hidráulico según la posición del actuador (palanca, solenoide, etc.). En el circuito observamos tres de ellas.

#### **4.3.31. Válvula accionadora (superior, conectada al cilindro de la prensa)**

Tipo: Válvula direccional 4/3 (cuatro vías, tres posiciones).

Retorno: Muelle (resorte) central.

Símbolo: El símbolo indica que la posición central descarga ambos lados del cilindro al tanque (posición de seguridad o reposo).

Función: Controla el movimiento del cilindro de doble efecto:

Posición izquierda: avance del pistón.

Posición derecha: retroceso del pistón.

Posición central: parada del pistón y descarga.

Válvula 1 (parte inferior izquierda):

Tipo: Válvula direccional 3/2 (tres vías, dos posiciones).

Actuación: Mecánica (posiblemente botón o pedal).

Retorno: Por resorte.

Función: Permite el paso de fluido hacia la válvula de simultaneidad solo cuando está activada.

Válvula 2 (parte inferior derecha):

Tipo: Válvula direccional 3/2 (tres vías, dos posiciones).

Actuación: Mecánica (igual que la Válvula 1).

Retorno: Por resorte.

Función: Trabaja junto con la Válvula 1 para activar la válvula de simultaneidad. Se requiere que ambas estén activadas para permitir el flujo.

**Válvula de simultaneidad:**

Tipo: Válvula lógica "Y" (de simultaneidad).

Función: Permite el paso de fluido solo cuando hay presión en ambos lados (desde Válvula 1 y Válvula 2).

Uso típico: Seguridad, por ejemplo, doble pulsador para activar prensa.

**Válvula de estrangulación:**

Tipo: Válvula reguladora de caudal (o de aguja).

Función: Controla la velocidad del cilindro al restringir el caudal.

- No es direccional, pero forma parte clave del circuito.

**Tabla 21.**

*Valvular direccionales y distribuidas.*

<b>Componente</b>	<b>Tipo de válvula</b>	<b>Vías/Posiciones</b>	<b>Función principal</b>
Válvula accionadora	Direccional 4/3	4 vías, 3 posiciones	Control del cilindro (avance/retroceso/parada)
Válvula 1	Direccional 3/2	3 vías, 2 posiciones	Activación del sistema
Válvula 2	Direccional 3/2	3 vías, 2 posiciones	Activación del sistema
Válvula de simultaneidad	Lógica tipo "Y"	-	Permite flujo solo si hay presión en ambas entradas
Válvula de estrangulación	Reguladora de caudal	-	Control de velocidad del cilindro

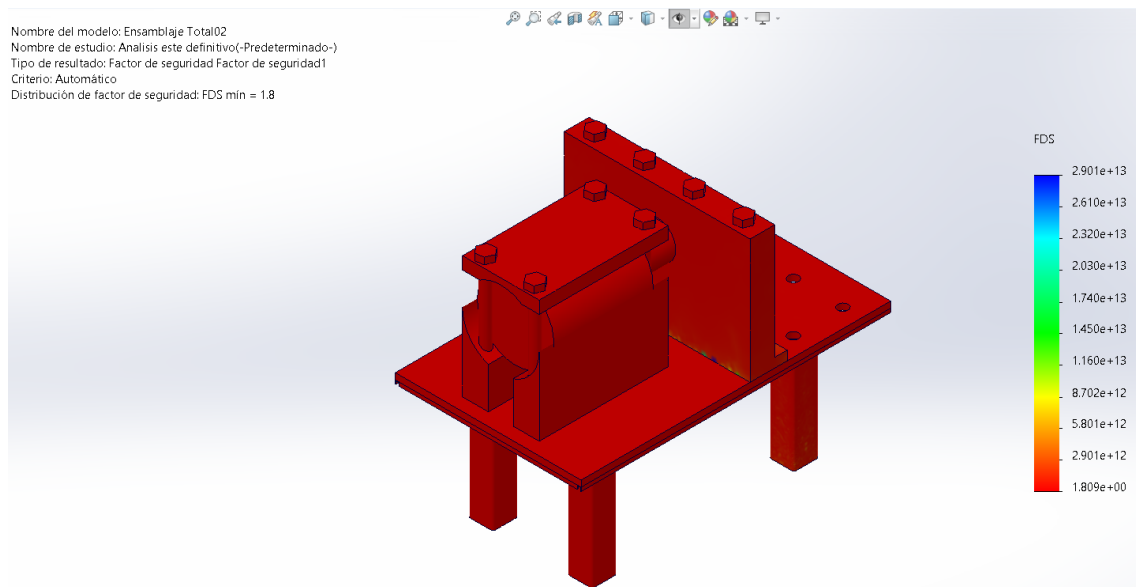
Fuente: Elaboración propia.

## Análisis de esfuerzos en las partes mecánicas

En análisis de esfuerzo se puede realizar mediante el factor de seguridad la cual es la relación del esfuerzo máximo el esfuerzo real por lo que consiguientemente se realizara el análisis mediante el uso del programa de SolidWorks para obtener los factores de seguridad de diferentes componentes mecánicos.

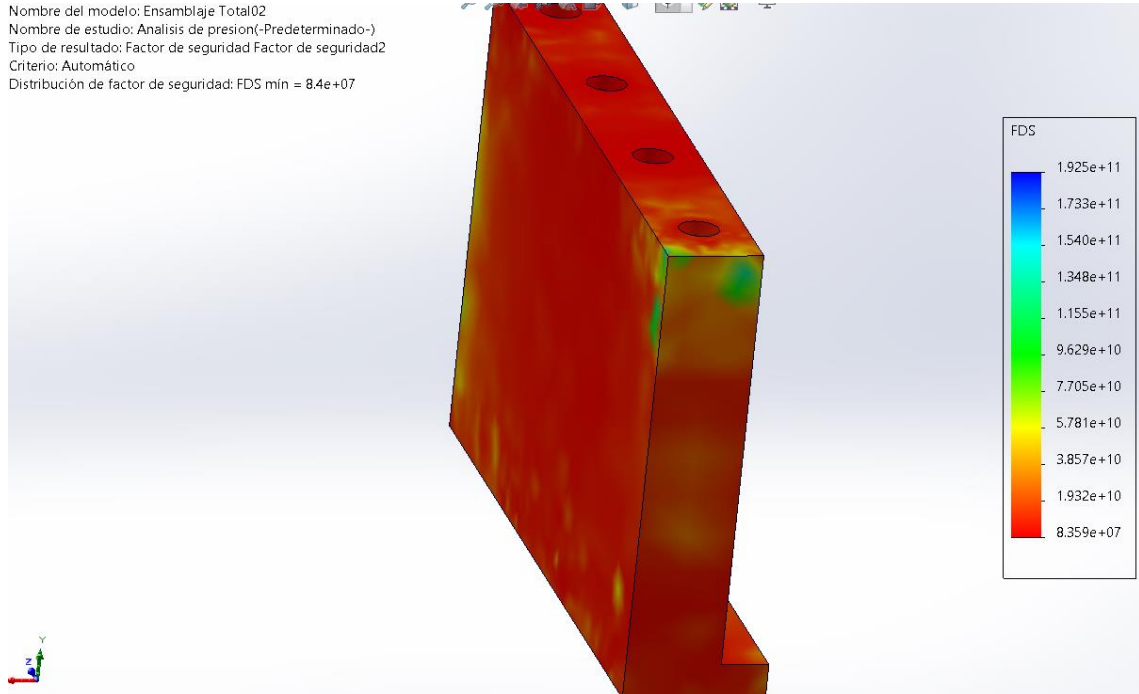
La siguiente imagen se puede ver notar que se tiene un factor de seguridad 1,6 para toda la estructura.

**Figura 15.** Factor de seguridad de la prensa hidráulica.



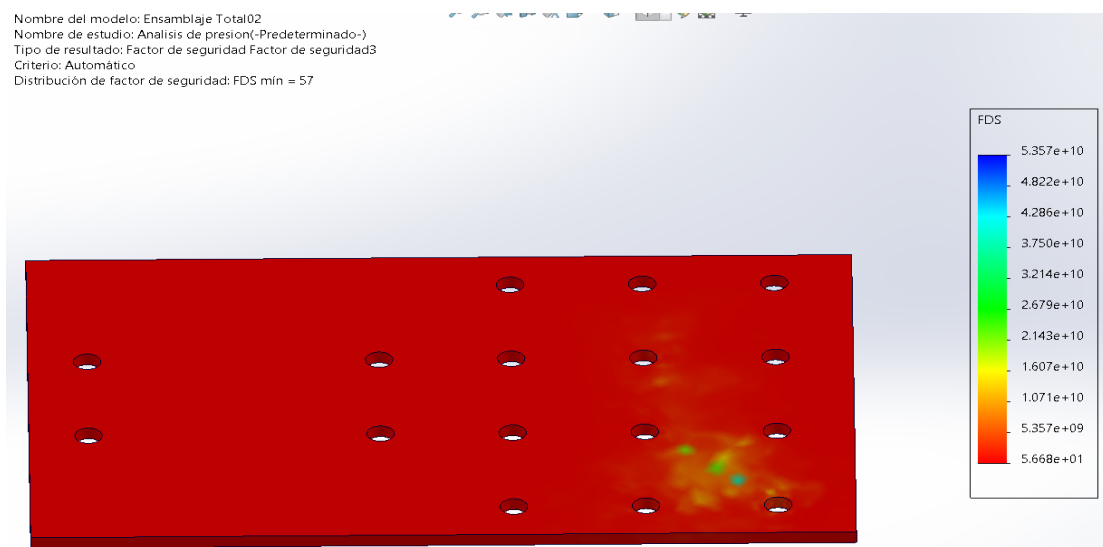
Fuente: Elaboración propia, 2024.

**Figura 16.** Factor de seguridad de la plancha de soporte.



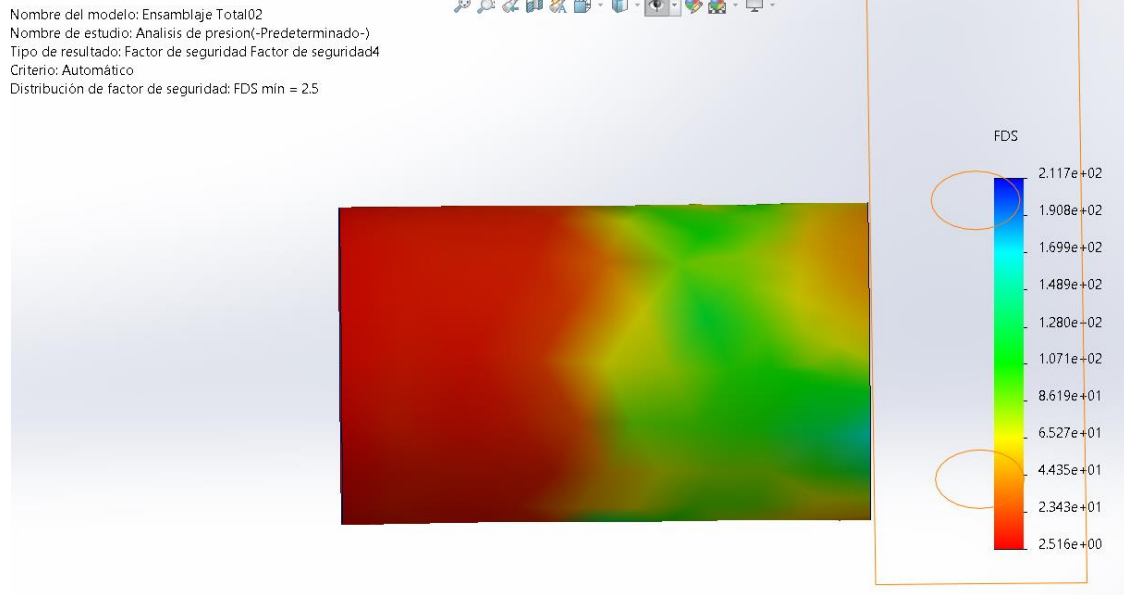
Fuente: Elaboración propia, 2024.

**Figura 17.** Factor de seguridad de la plancha de la mesa.



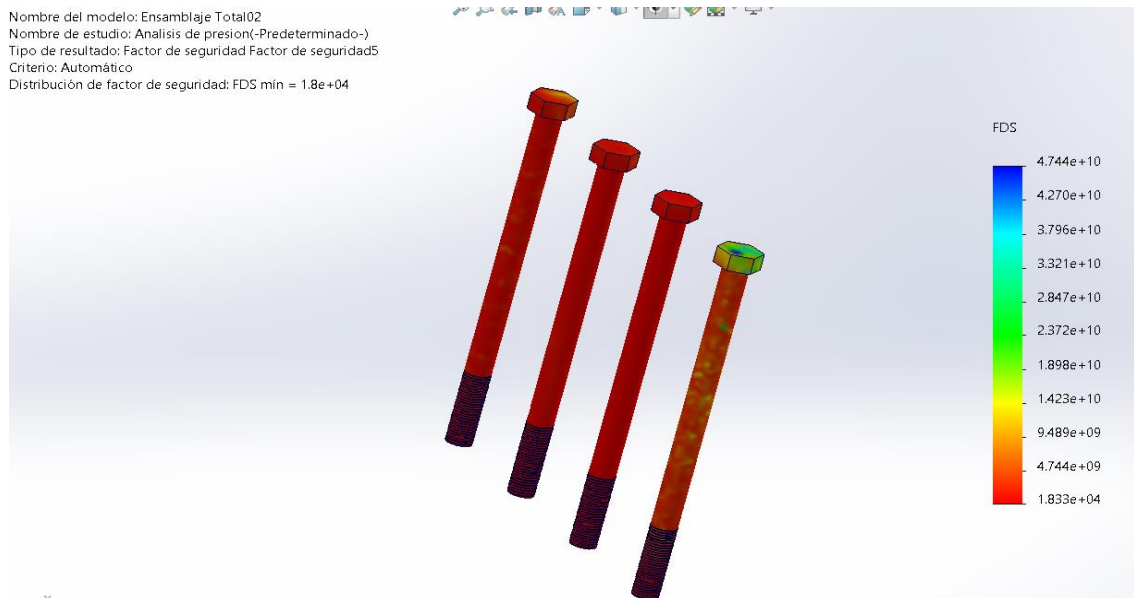
Fuente: Elaboración propia, 2024.

**Figura 18.** Factor de seguridad del pistón.



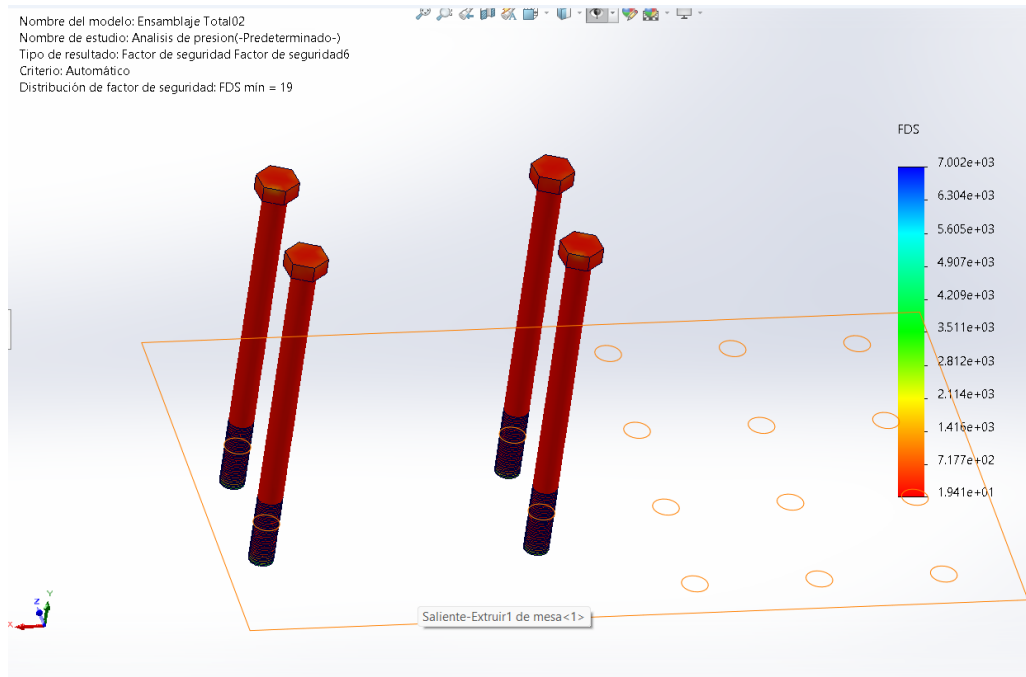
Fuente: Elaboración propia, 2024.

**Figura 19.** Factor de seguridad de los tornillos de la plancha de soporte.



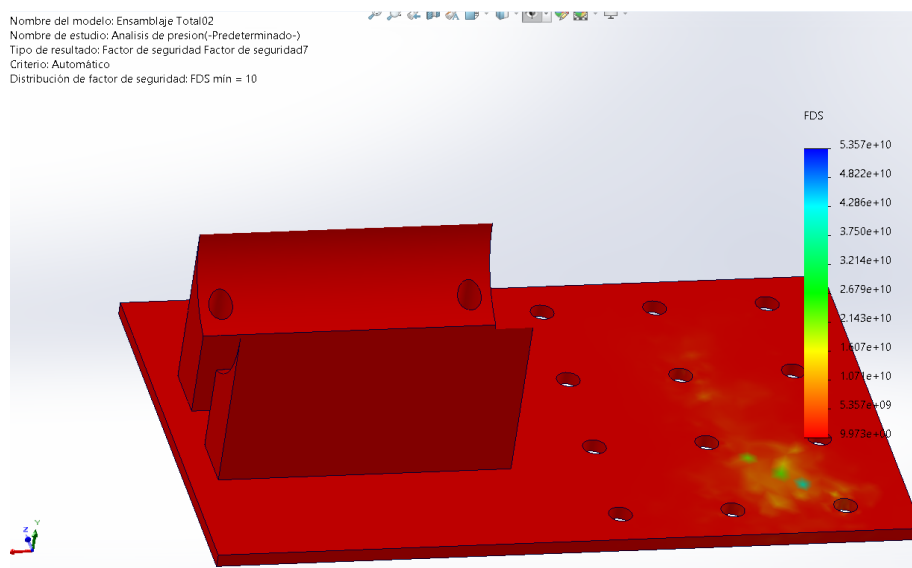
Fuente: Elaboración propias, 2024.

**Figura 20.** Factor de seguridad de los tornillos del cilindro de la prensa.



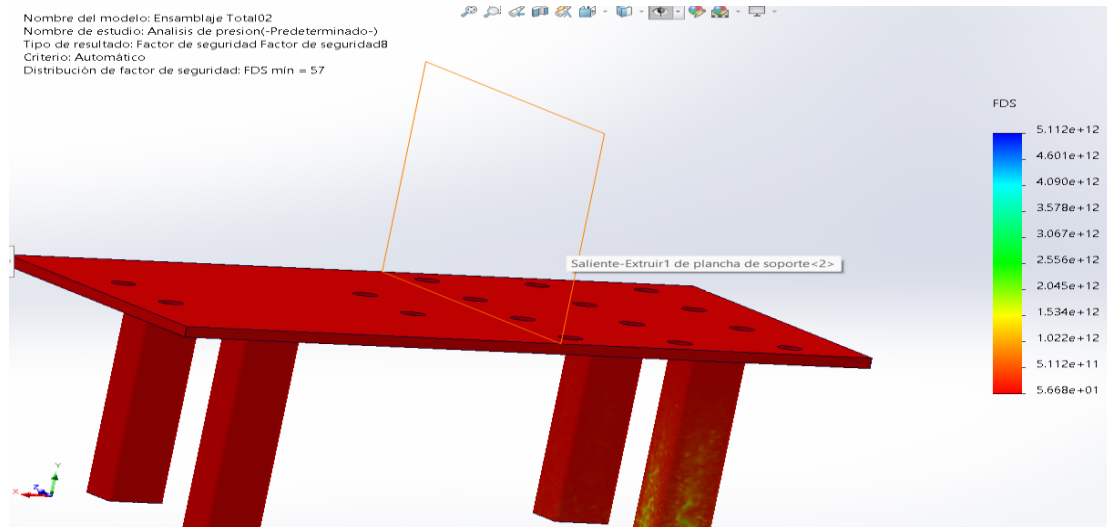
Fuente: Elaboración propia, 2024.

**Figura 21.** Factor de seguridad de los apoyos laterales del cilindro hidráulico.



Fuente: Elaboración propia, 2024.

**Figura 22.** Factor de seguridad de la mesa.



Fuente: Elaboración propia, 2024.

#### 4.4. Contrastación de hipótesis.

En este estudio se planteó la hipótesis que el diseño e implementación de una prensa hidráulica horizontal de 3 MN aumentaría la productividad del Taller C&M E.I.R.L. en al menos un 30%, al mismo tiempo que garantizaría un factor de seguridad mínimo de 1,8 durante su operación. A continuación, se detallan los resultados de la contratación de esta hipótesis en base a los datos recolectados y el análisis de seguridad.

##### Incremento en la productividad

Para evaluar el impacto en la productividad, se analizaron los datos de producción antes y después de la implementación de la prensa hidráulica de 3 MN:

Periodo de línea base (antes de la implementación): En este periodo, se registró el número de unidades producidas por hora, el tiempo de producción y los costos asociados. Estos datos proporcionaron una línea base para comparar los cambios de productividad.

Periodo de evaluación (después de la implementación): Durante este periodo, se observó que el número de unidades producidas por hora aumentó en un promedio

del 32% en comparación con la línea base, superando el objetivo del 30% planteado en la hipótesis. Este incremento en la productividad también se reflejó en una reducción del tiempo de producción por lote, lo cual contribuyó a una mayor eficiencia operativa.

#### Evaluación del factor de seguridad

Además del incremento en productividad, el diseño de la prensa debía cumplir con un factor de seguridad mínimo de 1,8 para garantizar una operación segura bajo condiciones de carga máxima. Este factor se evaluó a través de simulaciones de esfuerzo en el sistema hidráulico y estructural de la prensa, así como mediante pruebas de resistencia de materiales:

Simulación de cargas: En las simulaciones realizadas, la estructura de la prensa, diseñada en acero de alta resistencia, mostró un factor de seguridad de 1,8, superando ligeramente el mínimo de 1,5 para este tipo de diseños. Esto asegura que la prensa puede soportar las cargas máximas previstas sin comprometer la integridad estructural.

Pruebas de resistencia material: En pruebas adicionales, se confirmó que los materiales y componentes seleccionados soportaban adecuadamente la carga de 3 MN, y que las válvulas y sistemas de control mantenían la presión operativa dentro de límites seguros.

## CAPÍTULO V

### Discusión

#### 5.1. Pruebas de validación

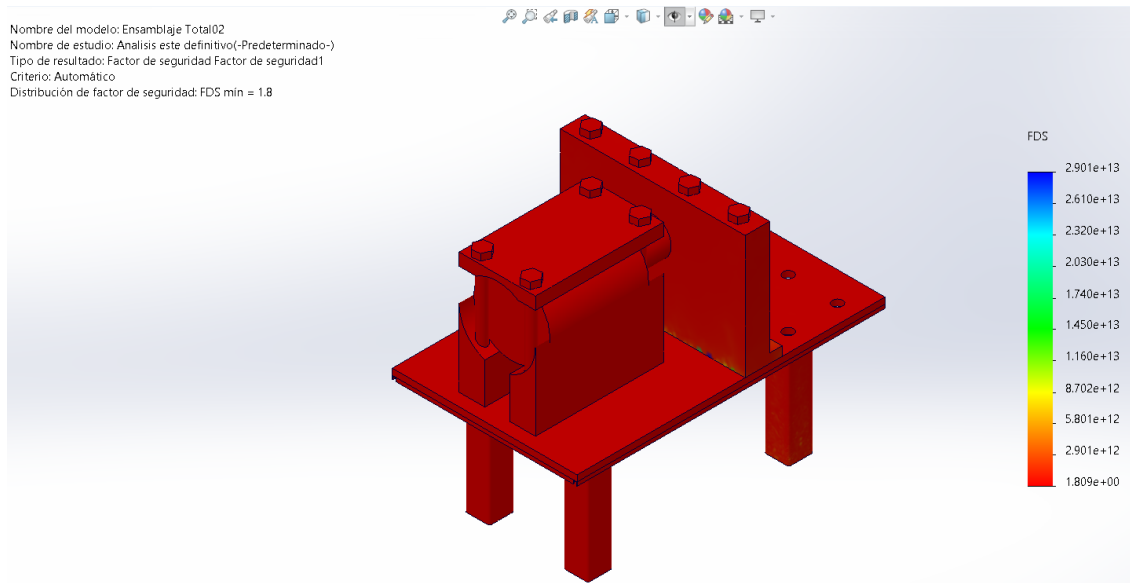
La prueba de validación tiene como propósito verificar que el diseño de la prensa hidráulica horizontal de 3 MN cumpla con los criterios de seguridad y rendimiento establecidos en los objetivos de investigación. Mediante simulaciones computacionales, se analizaron las condiciones operativas y se evaluó la capacidad de la prensa para soportar la carga de 3 MN sin comprometer la integridad estructural y operativa.

La validación se llevó a cabo utilizando simulaciones en un software de análisis de elementos finitos (FEA), específicamente SolidWorks. La simulación incluyó los siguientes aspectos:

- Aplicación de la fuerza de prensado: La prensa fue sometida a una carga de 3 MN, distribuyendo esta fuerza de manera uniforme sobre la superficie de trabajo.
- Evaluación de los materiales: Se utilizaron propiedades del acero estructural de alta resistencia, considerando sus límites de fluencia y resistencia a la tracción, de acuerdo con las normas ASTM para aplicaciones industriales.
- Condiciones de operación continuas: La simulación incluyó cargas cíclicas para evaluar la durabilidad bajo un ciclo de trabajo continuo de 8 horas diarias.

Durante la simulación, se aplicó un análisis de factor de seguridad para garantizar que el diseño soportara las cargas sin fallos estructurales. El factor de seguridad calculado resultó en un valor de 1,8, lo cual indica una alta seguridad en el diseño, al estar por encima del valor mínimo de 1.5 que se considera seguro en condiciones estándar de operación como se muestra en la figura siguiente:

**Figura 23.** Factor de seguridad



Fuente: Elaboración propia.

### Resultados de la prueba de validación

#### Cumplimiento de especificaciones:

**Factor de seguridad:** El valor de 1,8 obtenido en la simulación muestra que el diseño de la prensa es estructuralmente seguro y puede soportar la carga de 3 MN sin riesgo de deformación o falla.

**Resistencia de materiales:** El acero estructural empleado soporta las tensiones generadas, con un margen considerable antes de alcanzar el límite de fluencia, asegurando una vida útil prolongada del equipo en condiciones de uso continuo.

#### Desempeño en la productividad:

**Reducción de tiempo de ciclo:** La simulación mostró que el diseño permite una operación continua sin necesidad de pausas prolongadas, optimizando la cantidad de piezas procesadas por hora.

Consistencia en la fuerza de prensado: La prensa mantuvo una aplicación de fuerza constante durante la simulación, lo que respalda su capacidad de proporcionar un rendimiento estable y eficiente para diversas tareas de prensado.

Los resultados de la prueba de validación mediante simulación computacional confirman que el diseño de la prensa hidráulica horizontal de 3 MN cumple con los requisitos de seguridad y rendimiento necesarios. El factor de seguridad de 1,8 garantiza una operación confiable, y las pruebas de desempeño indican que la prensa puede contribuir significativamente al aumento de la productividad en el Taller C&M E.I.R.L. en el año 2023.

### **5.1.1. Aplicación de la tecnología encontrada**

Las aplicaciones prácticas del diseño de una prensa hidráulica horizontal de 3 MN, diseñado para el Taller C&M E.I.R.L. Este proyecto tiene como objetivo principal automatizar y optimizar procesos de fabricación, mejorando significativamente la productividad y reduciendo los costos de producción en la industria manufacturera peruana.

Procesos de estampado y troquelado:

El diseño de la prensa hidráulica es adecuado para aplicaciones de estampado y troquelado, donde se requiere fuerza de compresión para dar forma y cortar materiales de metales y aleaciones. Estos procesos son esenciales en la producción de piezas automotrices, electrodomésticos y componentes industriales.

Conformado y forjado de componentes:

La prensa permite realizar procesos de forjado en frío y en caliente, utilizando su capacidad de 3 MN para aplicar fuerzas uniformes en metales. Esta aplicación es común en la industria metalúrgica para la fabricación de piezas de alta resistencia, como ejes, engranajes y componentes estructurales.

Compactación de materiales:

En industrias como la farmacéutica y la de reciclaje, la prensa hidráulica puede emplearse para compactar materiales. En farmacéutica, se utiliza para comprimir polvos en tabletas, y en reciclaje, para compactar y reducir el volumen de materiales como plástico y papel, optimizando el espacio de almacenamiento y transporte.

Ensamblaje de componentes mecánicos:

Gracias a la precisión del diseño, esta prensa hidráulica puede utilizarse en procesos de ensamblaje, donde se necesita una fuerza controlada para unir piezas sin dañar sus componentes. Esto es crucial en la fabricación de motores, electrodomésticos y maquinaria agrícola.

Extrusión de materiales:

La extrusión es un proceso en el cual un material se fuerza a través de una matriz para darle una forma continua. Este proceso es utilizado en la industria de plásticos, aluminio y otros metales no ferrosos. La prensa de 3 MN proporciona la fuerza necesaria para extruir materiales en perfiles específicos de manera eficiente.

#### Ventajas de las aplicaciones en el diseño

**Productividad incrementada:** Las aplicaciones mencionadas permiten automatizar procesos que normalmente requerirían tiempo y trabajo manual, reduciendo los tiempos de producción en al menos un 30%.

**Precisión y control:** El diseño avanzado de la prensa, con sistemas de control y válvulas de seguridad, facilita un control preciso de la fuerza aplicada, mejorando la calidad y consistencia del producto final.

**Reducción de costos:** Al implementar este tipo de prensa, los talleres pueden reducir costos operativos al disminuir el tiempo y la mano de obra necesaria para procesos complejos de conformado y ensamblaje.

### **5.1.2. Contraste con trabajos de investigación similares**

Con respecto a Zurita (2008), En el análisis comparativo entre el diseño de la prensa hidráulica de 3 MN para el Taller C&M E.I.R.L. y el proyecto de 4 toneladas para el Escuadrón Sabreliner, destaca especialmente el enfoque de esta tesis en la productividad, y eficiencia industrial. Su diseño no solo busca soportar grandes fuerzas para realizar tareas de estampado y forjado, sino que además evalúa distintas alternativas para asegurar que la solución sea económicamente viable y efectiva en el contexto del Taller C & M.

Esta tesis plantea una metodología exhaustiva, aplicando simulaciones que aseguran un diseño optimizado capaz de incrementar significativamente la producción. Este enfoque práctico y riguroso está orientado a resultados que mejoren el rendimiento del taller, reduciendo tiempos y costos en el proceso productivo. Al contrastar con el diseño de Zurita (2008), que se centra más en solucionar necesidades específicas de mantenimiento en el Escuadrón Sabreliner, esta tesis se distingue por su análisis profundo de los beneficios económicos y operativos. La tesis concluye que la prensa propuesta no solo aumentará la productividad del Taller, sino que representa una inversión estratégica, subrayando su potencial impacto positivo en la eficiencia general del proceso de manufactura

Con respecto a Gwangwava et al. (2014), los resultados de esta tesis sobre el diseño de una prensa hidráulica de 3 MN para mejorar la productividad del Taller C&M E.I.R.L. y el estudio sobre una prensa reconfigurable para el doblado de láminas metálicas, destacan enfoques distintos en productividad y flexibilidad. Esta tesis se centra en aumentar la capacidad productiva de un taller industrial específico mediante una prensa robusta que pueda soportar fuerzas elevadas, asegurando una estructura económica y confiable en un entorno de producción constante.

Por otro lado, la investigación sobre la prensa reconfigurable busca flexibilidad en la producción, permitiendo ajustes de tamaño y capacidad para

adaptarse a cambios en las demandas del mercado, como ocurre en la fabricación de piezas metálicas variadas. Mientras que esta tesis concluye que su prensa de 3 MN optimiza la eficiencia y reduce costos operativos en el taller, el diseño reconfigurable responde a la necesidad de versatilidad para pequeñas empresas, ofreciendo una solución adaptable que reduce tiempos y costos de reconfiguración.

En referencia a Domínguez (2017), los resultados de esta tesis sobre la prensa hidráulica de 3 MN y la tesis de Elizabeth Domínguez, centrada en el diseño de una prensa hidráulica de 40 toneladas para procesos de deformación plástica, ambos estudios aportan soluciones significativas para entornos industriales. Esta tesis se enfoca en mejorar la productividad en el Taller C&M E.I.R.L., diseñando una prensa robusta y económica, ideal para procesos de estampado y forjado, que soporta grandes fuerzas, optimizando tiempos y costos operativos.

La tesis de a Domínguez (2017), también prioriza la versatilidad, proponiendo una prensa que pueda adaptarse a múltiples procesos, como el embutido y el ensamblaje de piezas. Mientras que el diseño de esta tesis busca una solución eficiente y específica para aumentar la producción en su taller, el enfoque de a Domínguez (2017) abarca una amplia gama de aplicaciones industriales. Su análisis estructural e hidráulico es detallado, evaluando cada componente para asegurar la resistencia bajo condiciones de alta presión, lo que asegura un diseño seguro y adaptable.

## CONCLUSIONES

Se diseñó una prensa hidráulica horizontal de 3 MN ha demostrado un incremento en la productividad del Taller C&M E.I.R.L., logrando un aumento de producción del 30%. Este avance se logró a través de la optimización de procesos, reducción de tiempos de ciclo y mejoras en la eficiencia operativa. La implementación de un sistema de automatización permitió estandarizar y agilizar operaciones, evitando errores y maximizando el uso de recursos. Con estos resultados, la investigación valida que el diseño cumple con el objetivo de aumentar la productividad y competitividad del taller, proporcionando una herramienta eficaz que beneficia tanto los tiempos de producción como los costos operativos.

Se identificó los elementos mecánicos críticos de una prensa hidráulica de 3 MN que permitió seleccionar componentes que optimizan la productividad. Elementos como el cilindro hidráulico, el sistema de control avanzado, las válvulas de presión y el material estructural se escogieron para asegurar la máxima eficiencia y durabilidad. Además, la estructura de la prensa se diseñó para soportar cargas elevadas sin comprometer su integridad. Esto permite que el equipo trabaje de manera continua y con altos estándares de calidad, lo que resulta en una mayor eficiencia productiva y contribuye significativamente al cumplimiento de los objetivos de fabricación en el Taller C&M E.I.R.L.

Se identificó el factor de seguridad del diseño de la prensa del sistema de control hidráulico y del factor de seguridad estructural. Al cumplir con un factor de seguridad de 1,8, la prensa garantiza una operación confiable bajo condiciones de carga máxima. El sistema de control, compuesto por válvulas precisas y sensores de presión, proporciona un manejo seguro y estable, reduciendo riesgos de sobrepresión y posibles fallos. Este factor no solo asegura el cumplimiento de los estándares de seguridad, sino que también contribuyen a mantener la integridad de los operadores y del equipo, optimizando así los resultados productivos del taller.

## RECOMENDACIONES

- a) Establecer un programa de mantenimiento preventivo: Es fundamental realizar un mantenimiento regular de la prensa hidráulica, incluyendo la revisión de componentes clave como el cilindro, las válvulas y el sistema de control. Esto prolongará la vida útil del equipo y evitará paradas imprevistas en la producción.
- b) Implementar capacitación para el personal: Capacitar a los operadores en el uso y mantenimiento de la prensa ayudará a maximizar la eficiencia y seguridad en su manejo. Esto debe incluir la correcta operación del sistema de control y procedimientos de seguridad durante el prensado.
- c) Optimizar el sistema de enfriamiento: Considerando que el proceso genera calor, es recomendable implementar un sistema de enfriamiento más avanzado para evitar el sobrecalentamiento, especialmente si se incrementan los tiempos de operación continua en la prensa.
- d) Realizar simulaciones periódicas de carga: Para asegurar que el equipo siga cumpliendo con el factor de seguridad de 1.8, se deben realizar simulaciones de carga de manera periódica, evaluando posibles desgastes o deformaciones en el marco y los componentes estructurales.
- e) Monitorear los niveles de presión y caudal del fluido: Se recomienda utilizar sensores y medidores que monitoreen continuamente la presión y el caudal del fluido hidráulico, para evitar sobrepresiones que puedan comprometer la integridad del equipo y optimizar el rendimiento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, J. A. (2021). *Diseño de un taladro a CNC utilizando la electrónica en la Escuela de Ingeniería Mecánica – UNJBG, en el año 2019*. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.
- Álvarez, O. R. (2021). *Propuesta de diseño de una prensa hidráulica horizontal para la recuperación de aluminio* [Universidad de Huguín]. <https://repositorio.uho.edu.cu/handle/uho/9286>.
- Alvitre, S. P., & Ramos, H. A. (2022). *Diseño de una prensa hidráulica semi-automática de 20 Toneladas para el desmontaje y montaje de rodamientos para el Taller automotriz ASIS S.A.C.* [Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/94365>
- Apolinario Joel Angel. (2015). *Diseño de una prensa hidráulica de 100 toneladas para el conformado de calaminas de fibrocemento de 1,2 x 0,5 m* [Pontificia Universidad Católica del Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/6352>
- Castillo, J. E. (2018). *Diseño y construcción de una prensa hidráulica automática de 10 toneladas* [Universidad Internacional del Ecuador]. <http://biblioteca.uide.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-search.pl>
- Cloud, E. (2023). *Prensa hidráulica de forja*. <https://mx.etwinternational.com/2-forging-hydraulic-press-40810.html>
- DirecIndustry. (2023). *Prensas hidráulicas*. [https://www.directindustry.es/fabricante-industrial/prensa-hidraulica-63048-\\_9.html](https://www.directindustry.es/fabricante-industrial/prensa-hidraulica-63048-_9.html)
- Dominguez, E. (2017). *Diseño de una prensa hidráulica de 40 toneladas de capacidad para procesos de deformación plástica* [Universidad Tecnológica del Perú]. <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/837>
- ENERPAC. (2024). *Bomba hidráulica eléctrica*. <https://www.enerpac.com/es/bomba-eléctrica/bomba-eléctrica/PP11EAW-SM>

- Espinós-Martínez, J. (2024). *Cálculo y diseño de una prensa hidráulica para el empacado de redes de pesca* [Universitat Politècnica de València]. chrome-extension://ieepebpjnkhaiioojkepfnioldjmjjihl/data/pdf.js/web/viewer.html?file=https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/209209/Espinos - Calculo y diseno de una prensa hidráulica para el empacado de redes de pesca.pdf?sequence=1&isAllowed=y#page=1&zoom=auto,0,842
- Garzón-Ramírez, C. A., & Villalobos-Correa, D. E. (2012). Diseño de prensa hidráulica para proceso de brochado. *TECCIENCIA*, 7(13), 65–72. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5113284>
- Gwangwava, N., Mpofo, K., Tlale, N., & Yu, Y. (2014). Sheet metal productivity improvement through a new press brake design. *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development*, 6(2), 135–144. <https://doi.org/10.1080/20421338.2014.924269>
- HidroGarne. (2022). *Prensa hidráulica horizontal de carnero serie hv*. <https://www.hidrogarne.com/prensa-hidraulica-horizontal/>
- Jaramillo, J. (2002). Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales. In *Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente*. <https://redrrss.minam.gob.pe/material/20090128200240.pdf>
- Maila, C., & Pilicita, J. (2010). *Diseño y fabricación de una máquina para ensayos de compresión en madera con capacidad de quince toneladas*. [Universidad Politécnica Salesiana]. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/4790>
- Martínez, R. A., Mauris, C. M., & Urbina, F. J. (2023). *Diseño de una prensa hidráulica para compactación de polvos metálicos en el sinterizado* [Universidad de el Salvador]. [https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/30806/1/Diseño de una prensa hidráulica para compactación de polvos metálicos en el sinterizado.pdf](https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/30806/1/Diseño%20de%20una%20prensa%20hidráulica%20para%20compactación%20de%20polvos%20metálicos%20en%20el%20sinterizado.pdf)
- Mecamaq. (2022). *Prensas*. <https://www.mecamaq.com/es/prensas/a-medida/referencias/phh.html>

- Niño, D. E., & Sandoval, D. A. (2016). *Cálculo y diseño de una prensa hidráulica semiautomática tipo "H" de 100 toneladas para la empresa sistemas innovadores moldeados y arquitectónicos, sima S.A.S* [Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia]. <https://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/2699>
- Payan, H. A. (2012). *Reingeniería a una prensa hidráulica de construmecam, para mejorar la eficiencia de su producción* (Vol. 66) [Universidad Autónoma de Occidente]. <https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/5001/TME01383.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Producción, M. de la. (2022). *Produce: Sector manufactura crece 17.9% en 2021, superando los niveles prepandemia*. <https://www.gob.pe/institucion/produce/noticias/582416-produce-sector-manufactura-crece-17-9-en-2021-superando-los-niveles-prepandemia>
- RHTC. (2023). *Prensa hidráulica horizontal (PPHB-28NC)*. <https://rhtc-workshoppress.com/es/productos/prensas-de-flexion-horizontal/28-ton/>
- Tesén, L. (2019). *Diseño de una prensa hidráulica horizontal de 300 tm para mejorar el montaje y desmontaje de piezas mecánicas en el Taller Metal Mecánica Industrial*. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Villamar-Palacios, V. H. (2010). *Diseño de una prensa hidráulica para elaborar pocetas de acero inoxidable* [Escuela Superior Politécnica del Litoral]. <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/11967?locale=es>
- Zurita, B. (2008). *Construcción de una prensa hidráulica con capacidad de 4 toneladas* [Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico]. <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/8706/1/T-ESPE-ITSA-000165.pdf>.

## **ANEXOS**

## Tabla de características de planchas de acero A-36.



**Tubisa sac**

Vigas - Planchas - Tubos - Angulos - Canales - Válvulas - Fittings

### PLANCHAS DE ACERO ESTRUCTURAL LAMINADAS EN CALIENTE ASTM A 36/A 36M

#### Dimensiones y Pesos Teóricos

SISTEMA METRICO			SISTEMA INGLES, REFERENCIAL			PESOS TEORICOS			AREA DE PLANCHA	
Espesor mm	Ancho mm	Largo mm	Espesor	Ancho pie	Largo pie	kg/plancha	kg/m <sup>2</sup>	kg/pie <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	pie <sup>2</sup>
5.9	1200	2400	1/4"	4	8	133.39	46.32	4.30	2.88	31.0
6.0	1200	2400	1/4"	4	8	135.65	47.10	4.38	2.88	31.0
6.4	1200	2400	1/4"	4	8	144.69	50.24	4.67	2.88	31.0
7.9	1200	2400	5/16"	4	8	178.60	62.02	5.76	2.88	31.0
8.0	1200	2400	5/16"	4	8	180.86	62.80	5.83	2.88	31.0
9.0	1200	2400	3/8"	4	8	203.47	70.65	6.56	2.88	31.0
9.5	1200	2400	3/8"	4	8	214.78	74.58	6.93	2.88	31.0
12.0	1200	2400	1/2"	4	8	271.30	94.20	8.75	2.88	31.0
12.5	1200	2400	1/2"	4	8	282.60	98.13	9.12	2.88	31.0
12.7	1200	2400	1/2"	4	8	287.12	99.70	9.26	2.88	31.0
16.0	1200	2400	5/8"	4	8	361.73	125.60	11.67	2.88	31.0
19.0	1200	2400	3/4"	4	8	429.55	149.15	13.86	2.88	31.0
22.0	1200	2400	7/8"	4	8	497.38	172.70	16.04	2.88	31.0
25.0	1200	2400	1"	4	8	565.20	196.25	18.23	2.88	31.0
32.0	1200	2400	1 1/4"	4	8	723.46	251.20	23.34	2.88	31.0
38.0	1200	2400	1 1/2"	4	8	859.10	298.30	27.71	2.88	31.0
50.0	1200	2400	2"	4	8	1130.40	392.50	36.46	2.88	31.0
65.0	1200	2400	2 1/2"	4	8	1469.52	510.25	47.40	2.88	31.0
75.0	1200	2400	3"	4	8	1695.60	588.75	54.70	2.88	31.0
100.0	1200	2400	4"	4	8	2260.80	785.00	72.93	2.88	31.0

#### Tolerancias de Acuerdo al JIS G 3193

Tabla de características de planchas de acero SAE 1045.



FORMATOS

[mm]	[plg]
12,7	1/2
15,9	5/8
19,1	3/4
22,2	7/8
25,4	1
28,6	1 1/8
31,8	1 1/4
38,1	1 1/2
44,5	1 3/4
50,8	2
52,4	2
57,2	2 1/4
63,5	2 1/2
69,9	2 3/4
70	2 3/4
76,2	3
80	3 1/7
85	3 1/3
90	3 1/2
95	3 3/4
101,6	4
105	4 1/7
110	4 1/3
115	4 1/2
120	4 5/7
130	5 1/8
140	5 1/2
150	6
155	6 1/9

[mm]	[plg]
170	6 2/3
180	7
190	7 1/2
203,2	8
210	8 1/4
215,9	8 1/2
220	8 2/3
228,6	9
230	9
240	9 4/9
255	10
260	10 1/4
280	11
300	11 4/5
305	12
320	12 3/5
330	13
360	14 1/6
380	15
400	15 3/4
410	16 1/7
430	17
460	18 1/9
480	18 8/9
510	20
560	22
600	23 5/8
650	25 3/5
700	27 5/9

## Ficha descriptiva de ángulos Acero –A36.

# Ángulos Estructurales

## CALIDAD: ASTM A36

### DENOMINACIÓN:

L A36.

### DESCRIPCIÓN:

Producto de acero laminado en caliente cuya sección transversal está formada por dos alas de igual longitud, en ángulo recto.

### USOS:

En la fabricación de estructuras de acero para plantas industriales, almacenes, techados de grandes luces, industrial naval, carrocerías, torres de transmisión. También se utiliza para la fabricación de puertas, ventanas, rejas, etc.

### NORMAS TÉCNICAS:

- Sistema Inglés:- Propiedades Mecánicas: ASTM A36 / A36M
- Tolerancias Dimensionales: ASTM A6 / A6M
- Sistema Métrico:- Propiedades Mecánicas: ASTM A36 / A36M
- Tolerancias Dimensionales: ISO 657 / V

### PRESENTACIÓN:

Se produce en longitudes de 6 metros. Se suministra en paquetones de 2 TM, los cuales están formados por paquetes de 1 TM c/u.

### PROPIEDADES MECÁNICAS:

- Límite de Fluencia mínimo = 2,530 Kg/cm<sup>2</sup>.
- Resistencia a la Tracción = 4,080 - 5,620 Kg/cm<sup>2</sup> (\*).
- Alargamiento en 200 mm = 15,0% mínimo.
- 2,0 mm y 2,5 mm, 3,0 mm, 1/8", 3/32", 4,5 mm y 3/16" = 17,0% mínimo.
- 6,0 mm = 17,5% mínimo.
- 1/4" = 20,0% mínimo.
- 5/16", 3/8" y 1/2" = 20,0% mínimo.
- (\* Para los espesores de 2,0 mm a 2,5 mm, la resistencia a la tracción mínima es de 3,500 kg/cm<sup>2</sup>.
- Soldabilidad = Buena.

### DIMENSIONES Y PESOS NOMINALES:

#### SISTEMA INGLÉS

DIMENSIONES (pulg)	PESO NOMINAL		
	Lb/pie	Kg/m	Kg/6m
1 1/2 x 1 1/2 x 3/32	0.929	1.382	8.292
1 1/2 x 1 1/2 x 1/8	1.230	1.830	10.983
1 1/2 x 1 1/2 x 3/16	1.800	2.679	16.072
1 1/2 x 1 1/2 x 1/2	2.340	3.482	20.894
2 x 2 x 1/8	1.650	2.455	14.733
2 x 2 x 3/16	2.440	3.631	21.787
2 x 2 x 1/2	3.190	4.747	28.483
2 x 2 x 5/16	3.920	5.834	35.002
2 x 2 x 3/8	4.700	6.994	41.966
2 1/2 x 2 1/2 x 3/16	3.070	4.569	27.412
2 1/2 x 2 1/2 x 1/2	4.100	6.101	36.609
2 1/2 x 2 1/2 x 3/16	5.000	7.441	44.645
2 1/2 x 2 1/2 x 3/8	5.900	8.780	52.681
3 x 3 x 1/2	4.900	7.292	43.752
3 x 3 x 5/16	6.100	9.078	54.467
3 x 3 x 3/8	7.200	10.715	64.289

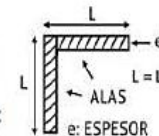
### SISTEMA MÉTRICO

DIMENSIONES (mm)	PESO ESTIMADO	
	Kg/m	Kg/6m
20 x 20 x 2.0	0.597	3.582
20 x 20 x 2.5	0.736	4.416
20 x 20 x 3.0	0.871	5.226
25 x 25 x 2.0	0.754	4.524
25 x 25 x 2.5	0.932	5.592
25 x 25 x 3.0	1.107	6.642
25 x 25 x 4.5	1.607	9.642
25 x 25 x 5.0	1.766	10.596
25 x 25 x 6.0	2.072	12.432
30 x 30 x 2.0	0.911	5.466
30 x 30 x 2.5	1.128	6.768
30 x 30 x 3.0	1.342	8.052
30 x 30 x 4.5	1.961	11.766
30 x 30 x 5.5	2.353	14.118
30 x 30 x 6.0	2.543	15.258
38 x 38 x 2.0	1.162	6.972

Los productos a partir de 1 1/2" se fabrican bajo la Norma Técnica ASTM A36/A36M-650

### COMPOSICIÓN QUÍMICA EN CUCHARA (%):

NORMA	%C máx	%SI máx	%P máx	%S máx
ASTM A36/A36M	0.26	0.40	0.04	0.05



### TOLERANCIAS DIMENSIONALES Y DE FORMA:

#### Sistema Inglés

NORMA TÉCNICA	DIMENS. NOMINAL	LONG. DE ALA (L-mm)	DIFER. ENTRE ALAS (ΔL-mm)	ESPESOR (e-mm)			DESV. MÁX. DE RECTITUD (f-mm/m)	LONG. RECTITUD (L-mm)
				es3/16"	3/16" < es 3/8"	e > 3/8"		
ASTM A5/ASM	1 1/4, 1 1/2, 1 3/4 y 2"	± 1.19	1.78	± 0.25	± 0.25	± 0.30	4.16	+50
	2 1/2"	± 1.58	1.90	± 0.30	± 0.38	± 0.38		-0
	3"	+3.17		(?)	(?)	(?)	2.08	
	3 1/2 y 4"	-2.38						

(1) La máxima diferencia entre alas 75%, 60% y 50% de la tolerancia total de longitud de alas, respectivamente según la dimensión del ángulo. Fuera de Escuadra entre Alas: máximo permitida +/- 1.5".

(2) El peso métrico no deberá variar más de +3.0%/-2.5% del peso nominal.

#### SISTEMA MÉTRICO

CARACTERÍSTICA DE CALIDAD	LONGITUD DE ALA (L)	ESPESOR DE ALA (e)	DIFERENCIA ENTRE ALAS (D)	LONGITUD DE BARRA (L)	DESVIACIÓN MÁXIMA DE RECTITUD (f) (*)	FUERA DE ESCUADRA (e)
	L hasta 50 mm inclusive	L hasta 50 mm inclusive	L hasta 50 mm inclusive	L hasta 10 m inclusive	L hasta 10 m inclusive	L hasta 50 mm inclusive
NORMA TÉCNICA ISO 657/V	+/- 1.00 mm	+/- 0.50 mm	1.5 mm	0/+ 50 mm	4.0 mm/m máx.	1 mm máx.

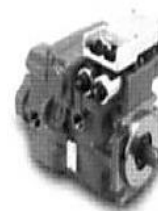
(\*) No incluye puntas dobladas.

## Bombas.

### Bombas a pistones, presión alta, circuito cerrado

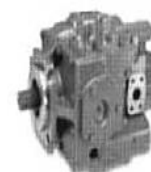
#### Series 2

MODELO	CILINDRADA MÁXIMA cm <sup>3</sup> /r	VELOCIDAD MÁX. rpm	PRESIÓN CONTINUA bar
54	54.5	4510	430
64	63.8	4165	430
75	75.4	4165	430
89	89.1	3720	430
105	105.0	3720	430



#### Series 3

MODELO	CILINDRADA MÁXIMA cm <sup>3</sup> /r	VELOCIDAD MÁX. rpm	PRESIÓN CONTINUA bar
33	54.3	4510	415
39	63.8	4160	415
46	75.4	4160	415
54	89.1	3720	415
64	105.0	3720	415
76	124.8	2775	415



#### Series Hydrokraft TVX

MODELO	CILINDRADA MÁXIMA cm <sup>3</sup> /r	CAUDAL MÁX. VELOCIDAD l/min	VELOCIDAD MÁX. rpm	PRESIÓN CONTINUA bar	PRESIÓN MÁXIMA bar
TVX-066	66	118	1800	350	420
TVX-090	90	162	1800	350	420
TVX-130	130	234	1800	350	420
TVX-180	180	324	1800	350	420
TVX-250	250	450	1800	350	420



\*\* Consultar a nuestro departamento técnico por velocidades superiores.

#### Series Hydrokraft TVW

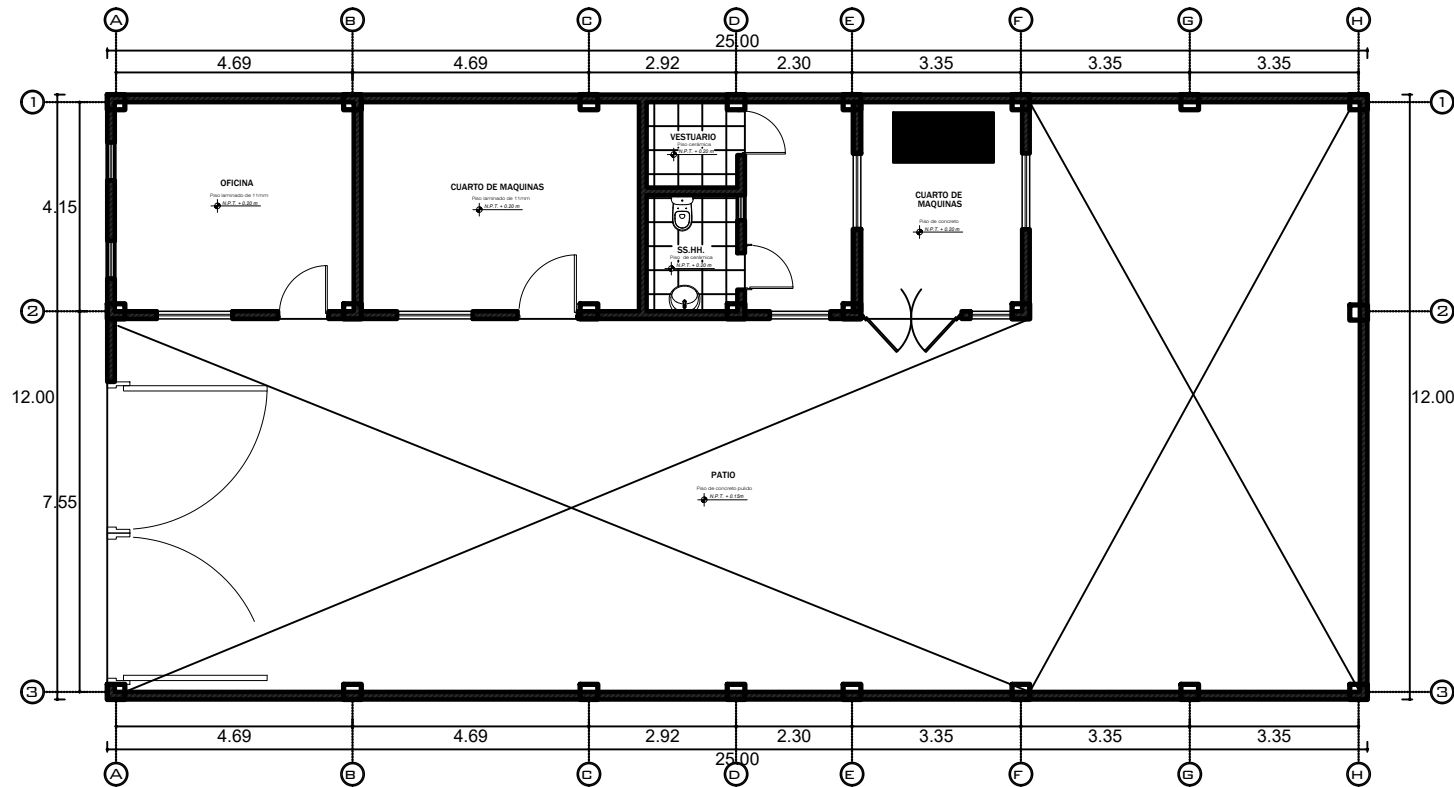
MODELO	CILINDRADA MÁXIMA cm <sup>3</sup> /r	CAUDAL MÁX. VELOCIDAD** l/min	VELOCIDAD MÁX.** rpm	PRESIÓN CONTINUA bar	PRESIÓN MÁXIMA bar
TVW-130	130	234	1800	350	420
TVW-180	180	324	1800	350	420
TVW-250	250	450	1800	350	420
TVW-360	360	648	1800	350	420
TVW-500	500	900	1800	350	420
TVW-750	750	1125	1500**	350	420



\*\* Consultar a nuestro departamento técnico por velocidades superiores.

# PLANO DEL TALLER C&M E.I.R.L.

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
JORGE BASADRE  
GROHMANN**



**PROYECTO:**  
DISEÑO DE UNA PRESNA  
HIDRÁULICA HORIZONTAL DE  
3MN PARA AUMENTAR LA  
PRODUCTIVIDAD EN EL TALLER  
C&M E.I.R.L. EN EL AÑO 2023

**PLANO:**  
PLANTA DE PRIMER NIVEL

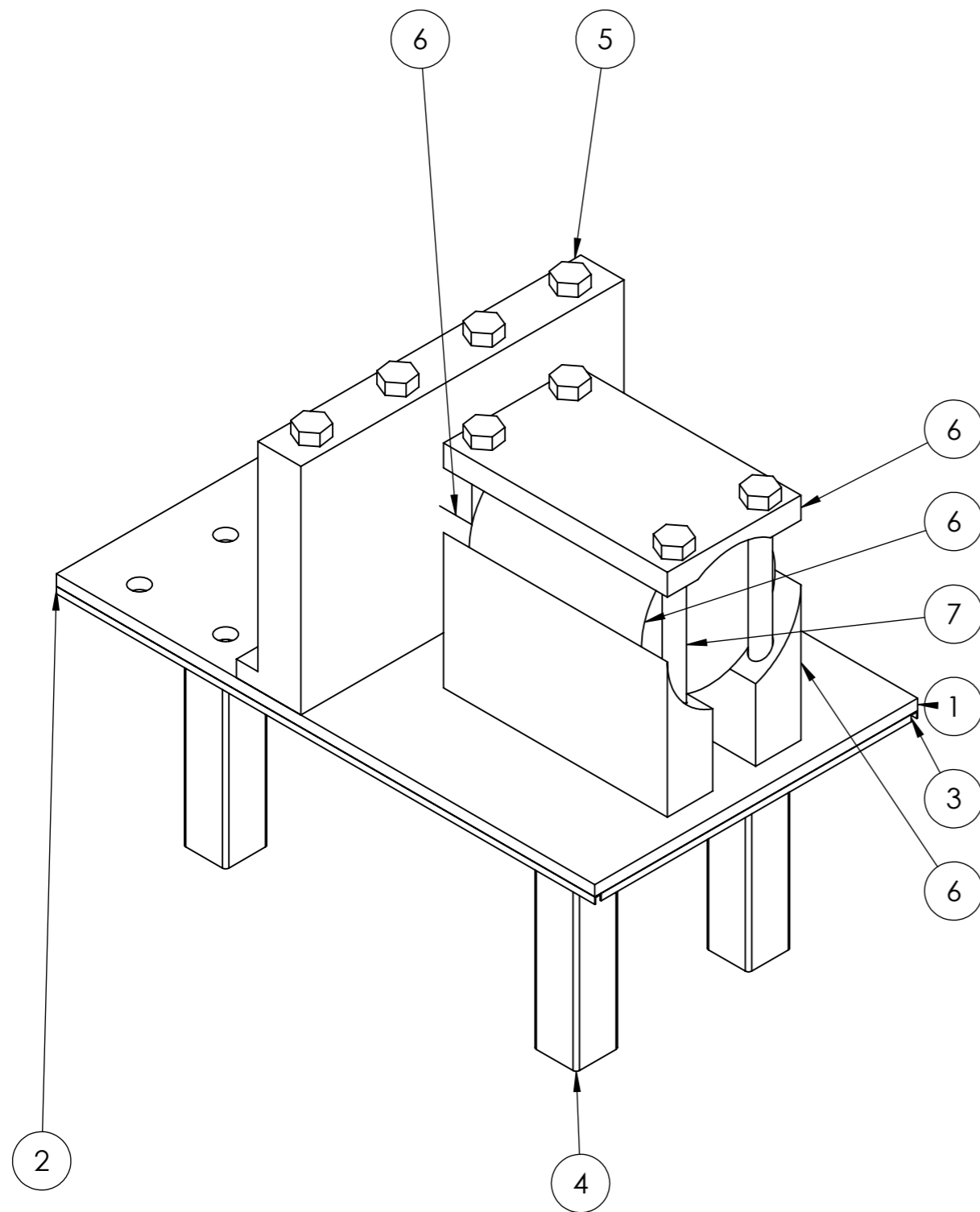
**LEYENDA:**  
 UBICACIÓN PRESNA  
HIDRÁULICA

**AUTOR:**  
ALEX MAMANI CAPUGRA

**FORMATO:**  
A4

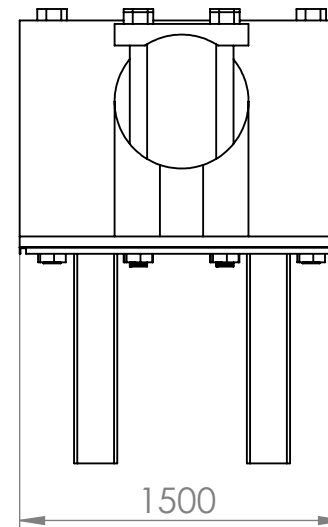
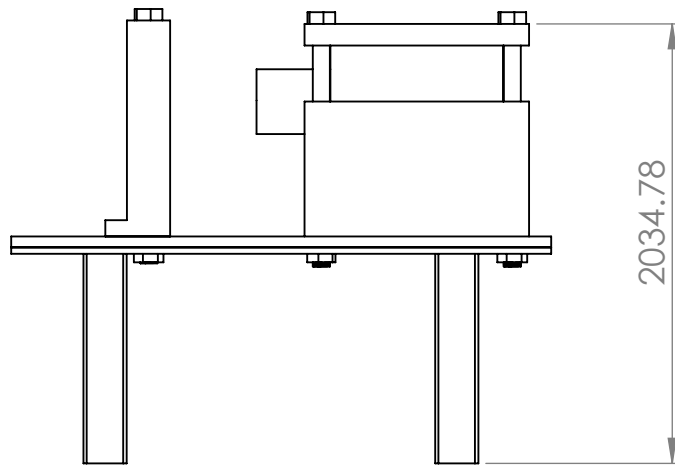
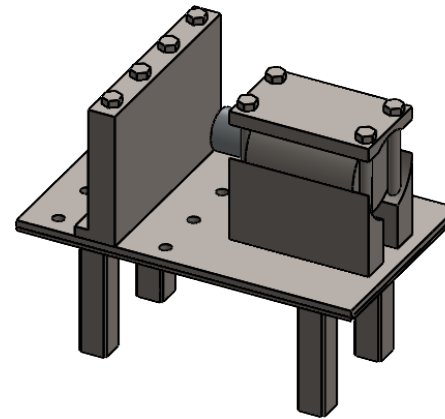
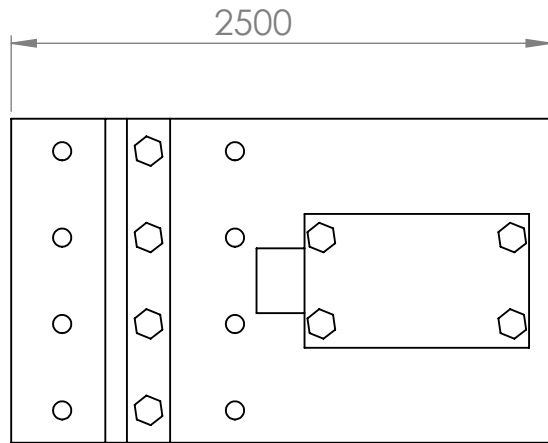
**ESC:**  
1/100

**FECHA:**  
14-07-2025

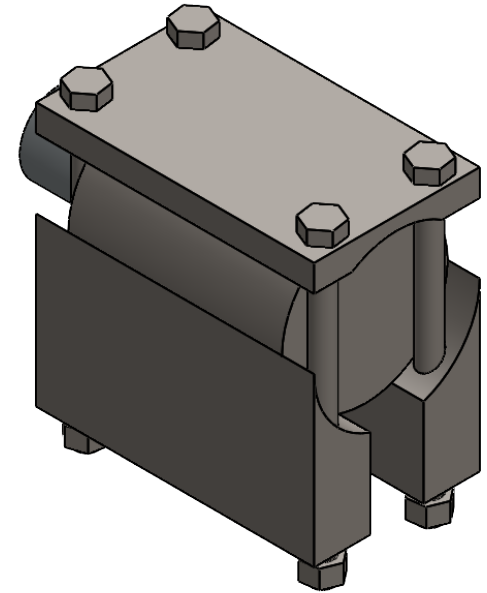
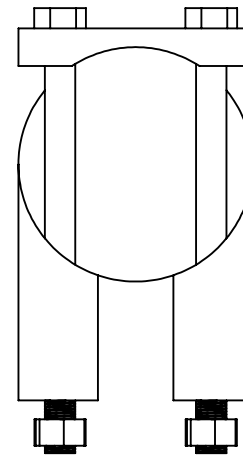
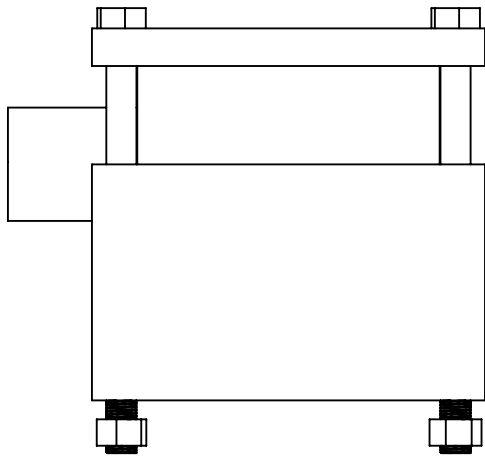
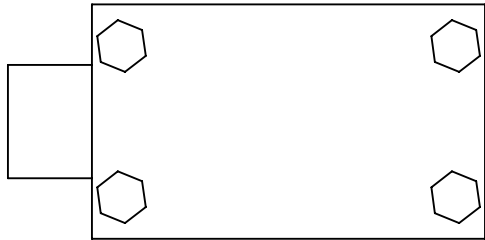


N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	mesa		1
2	perfil L 30x30 x 2500mm		2
3	perfil L 30x30 x 1440mm		2
4	Perfil 8'x 8mmx 1m		4
5	plancha de soporte		1
6	Ensamblaje 09		1
7	perno		8
8	tuerca		8

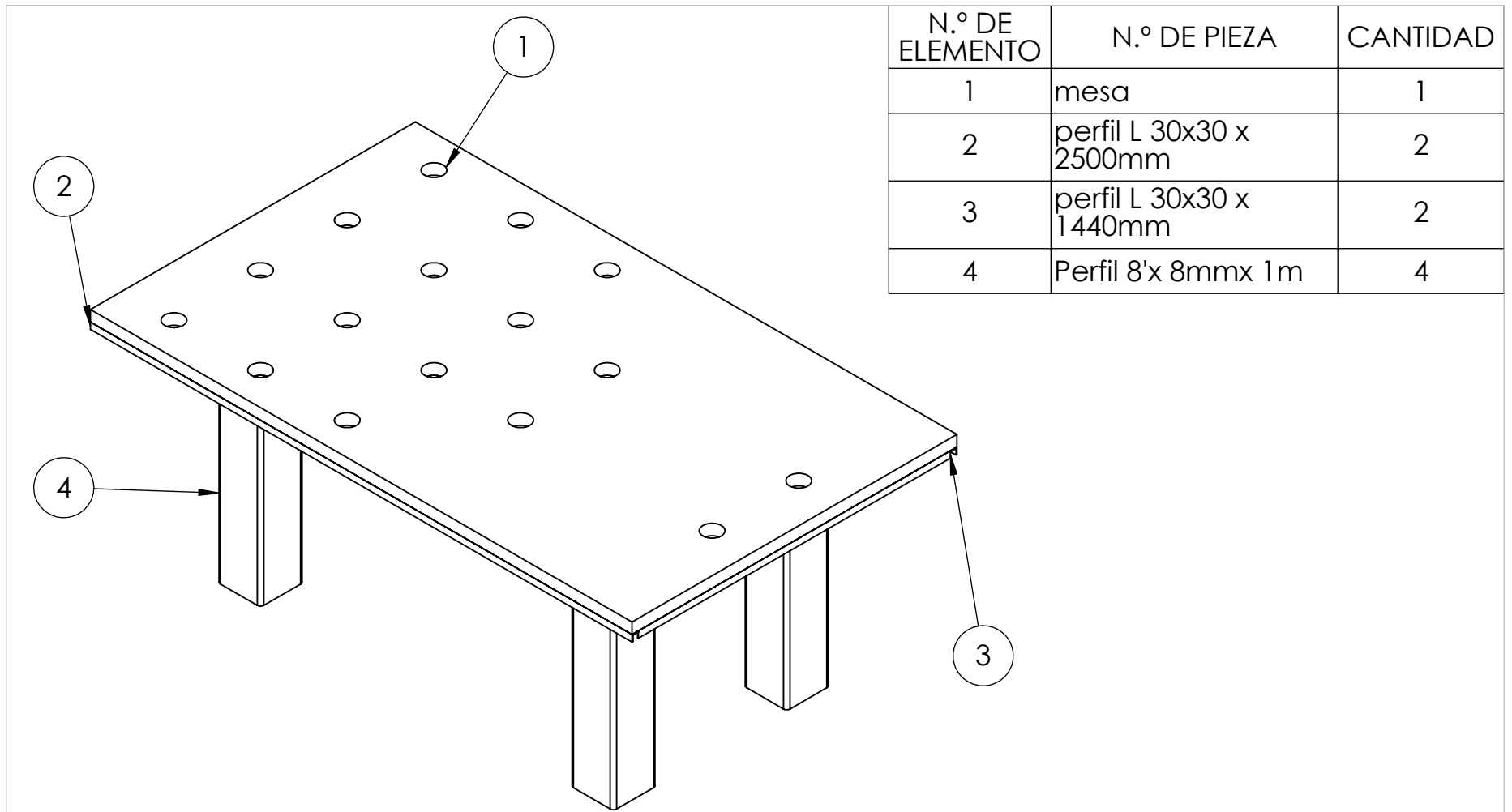
Autor: Alex Mamani Capugra	15/12/2024	UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN	
		PROYECTO Diseño de una prensa hidraulica horizontal de 3MN para aumentar la productividad en el taller C&M E.I.R.L., en el año 2023	
		SIZE A3	PLANO Conjunto
			REV 01
		ESCALA 1:50	UND: mm



Autor: Alex Mamani Capugra	15/12/2024	UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN		
		PROYECTO Diseño de una prensa hidraulica horizontal de 3MN para aumentar la productividad en el taller C&M E.I.R.L., en el año 2023		
		SIZE <b>A4</b>	PLANO Vistas principales	REV <b>01</b>
		E 1:25	UND: mm	

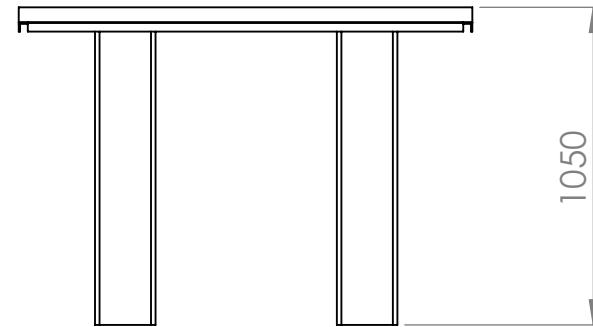
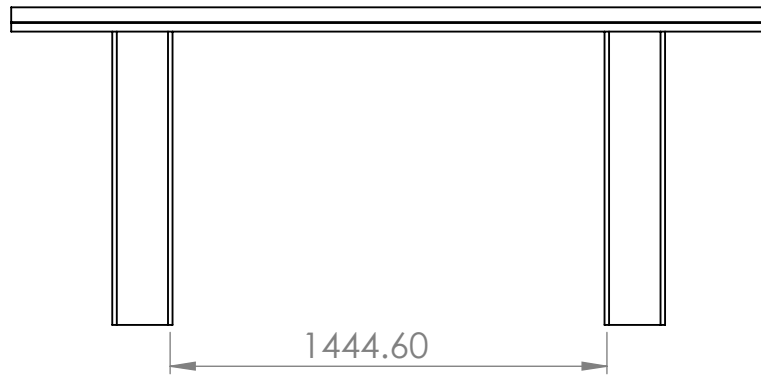
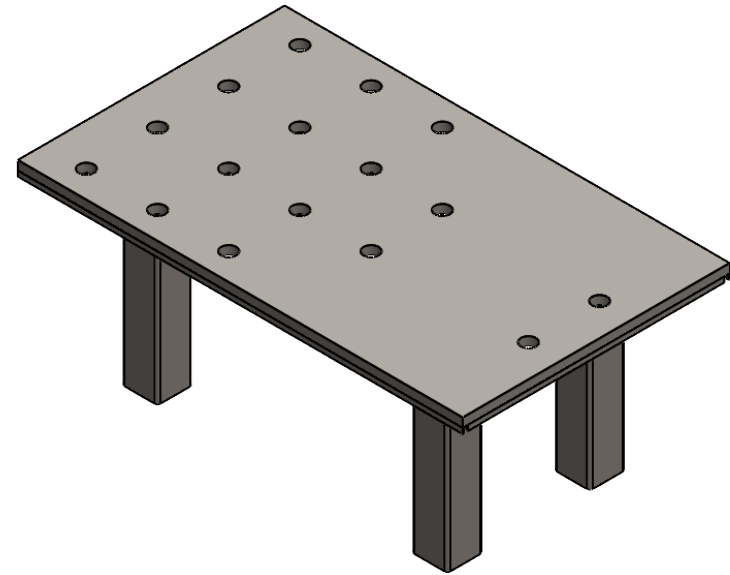
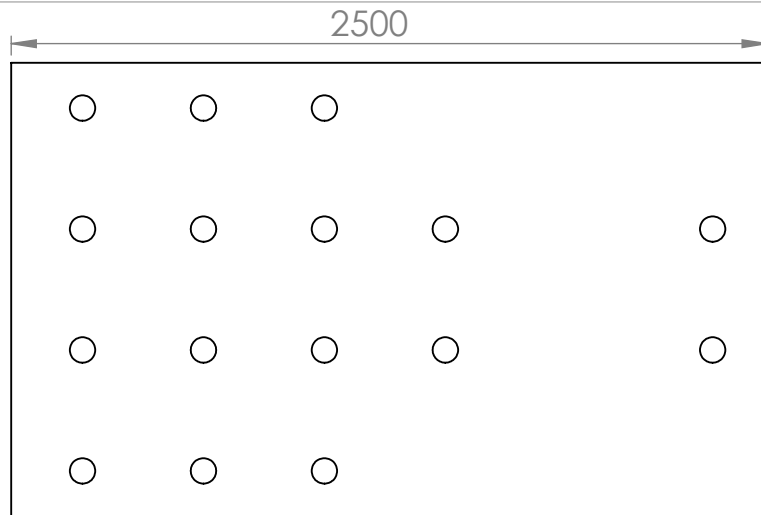


Autor: Alex Mamani Capugra	15/12/2024	UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN		
		PROYECTO Diseño de una prensa hidraulica horizontal de 3MN para aumentar la productividad en el taller C&M E.I.R.L., en el año 2023		
		SIZE <b>A4</b>	PLANO Vistas principales de la prensa	REV <b>01</b>
		E 1:20		



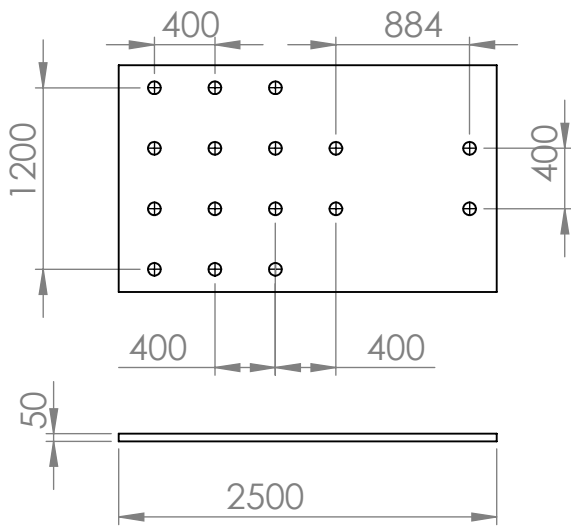
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	mesa	1
2	perfil L 30x30 x 2500mm	2
3	perfil L 30x30 x 1440mm	2
4	Perfil 8'x 8mmx 1m	4

Autor: Alex Mamani Capugra		15/12/2024		UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN	
				PROYECTO	
				Diseño de una prensa hidraulica horizontal de 3MN para aumentar la productividad en el taller C&M E.I.R.L., en el año 2023	
		SIZE A4	PLANO Subconjunto mesa		REV 01
		Escala 1:20			



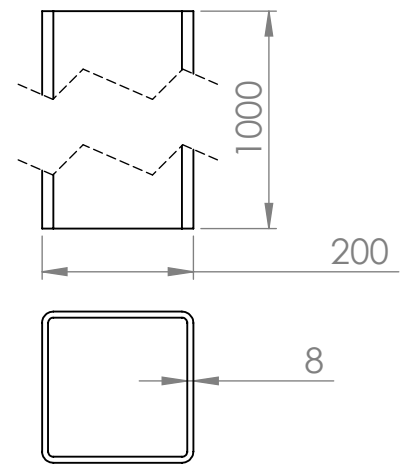
Autor: Alex Mamani Capugra	15/12/2024	UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN		
		PROYECTO Diseño de una prensa hidraulica horizontal de 3MN para aumentar la productividad en el taller C&M E.I.R.L., en el año 2023		
		SIZE <b>A4</b>	PLANO Vistas principales	REV <b>01</b>
		E 1:25	UND: mm	

Plancha perforada



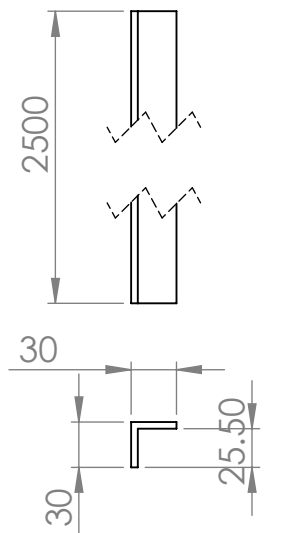
Escala 1:50

Patas de la mesa



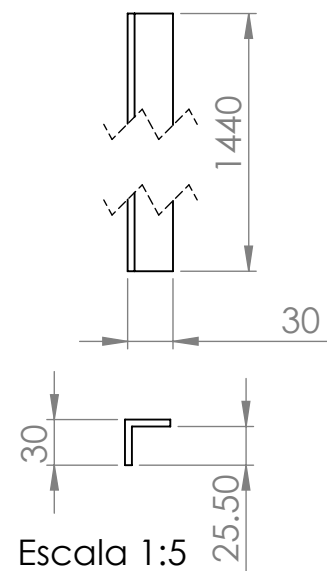
Escala 1:10

Perfil L1



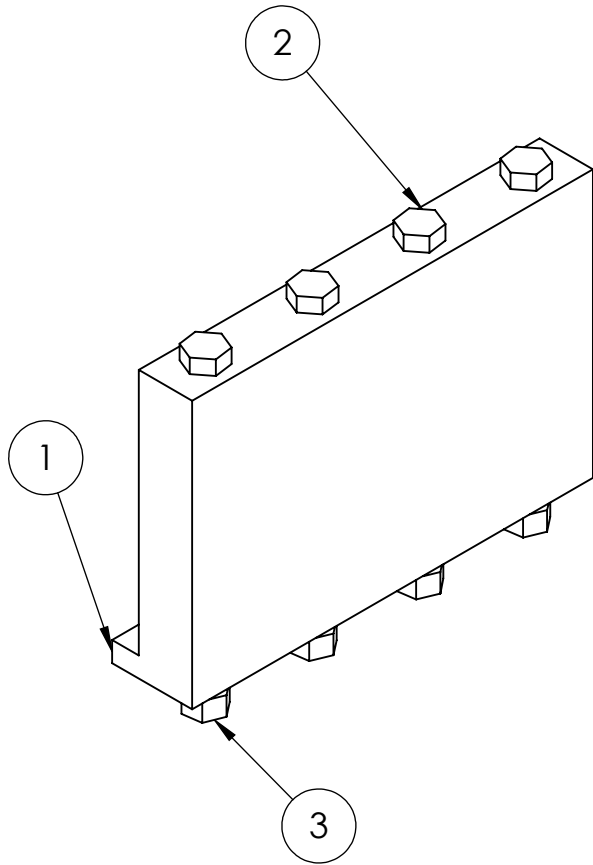
Escala 1:5

Perfil L2



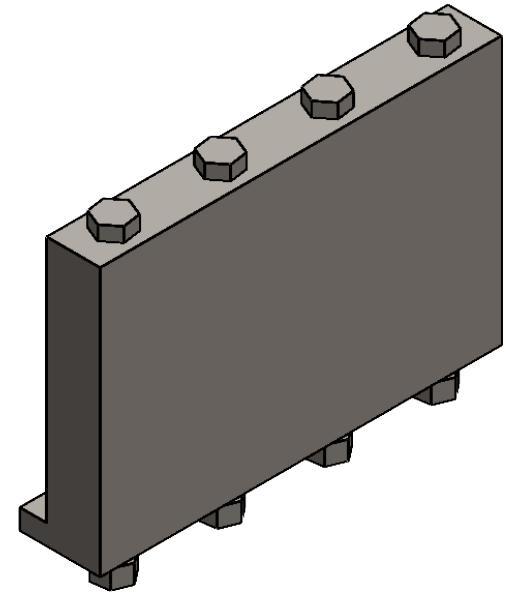
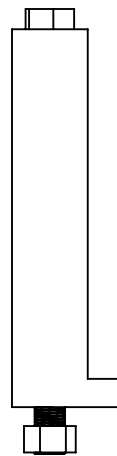
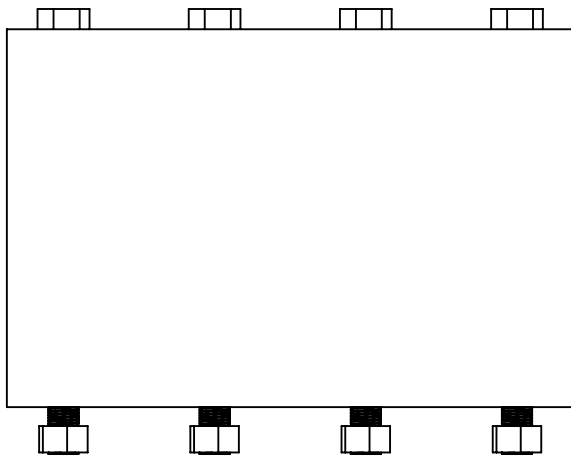
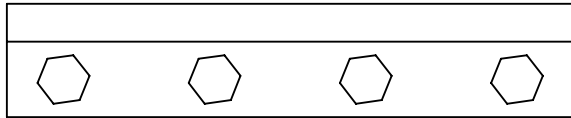
Escala 1:5

<p>Autor: Alex Mamani Capugra</p>	<p>15/12/2024</p>	<p>UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN</p>		
		<p>PROYECTO Diseño de una prensa hidraulica horizontal de 3MN para aumentar la productividad en el taller C&amp;M E.I.R.L., en el año 2023</p>		
		<p>SIZE A4</p>	<p>PLANO Partes de la mesa</p>	<p>REV 01</p>
		<p>UND: mm</p>		



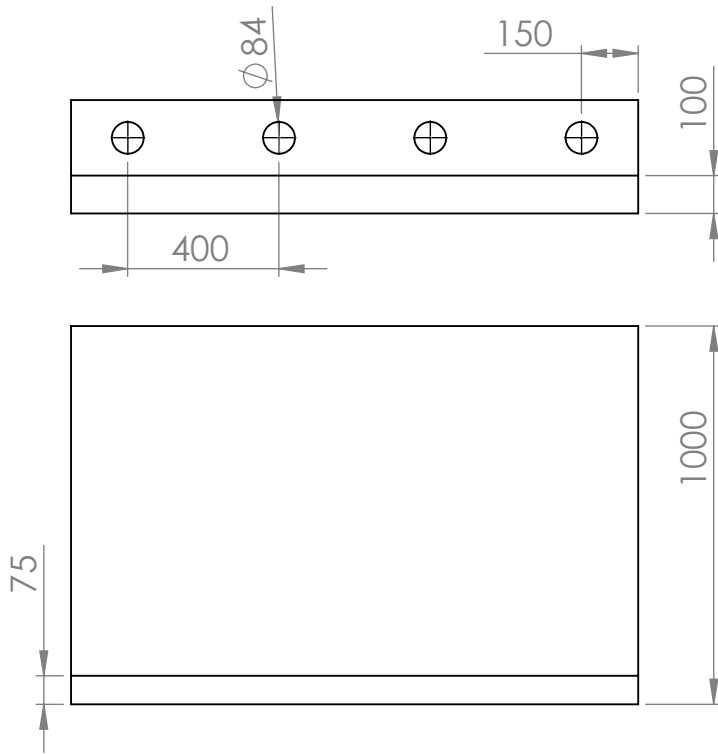
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	plancha de soporte	1
2	perno	4
3	tuerca	4

Autor: Alex Mamani Capugra	15/12/2024	UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN		
		PROYECTO Diseño de una prensa hidraulica horizontal de 3MN para aumentar la productividad en el taller C&M E.I.R.L., en el año 2023		
		SIZE A4	PLANO Conjunto	REV 01
		E 1:20		

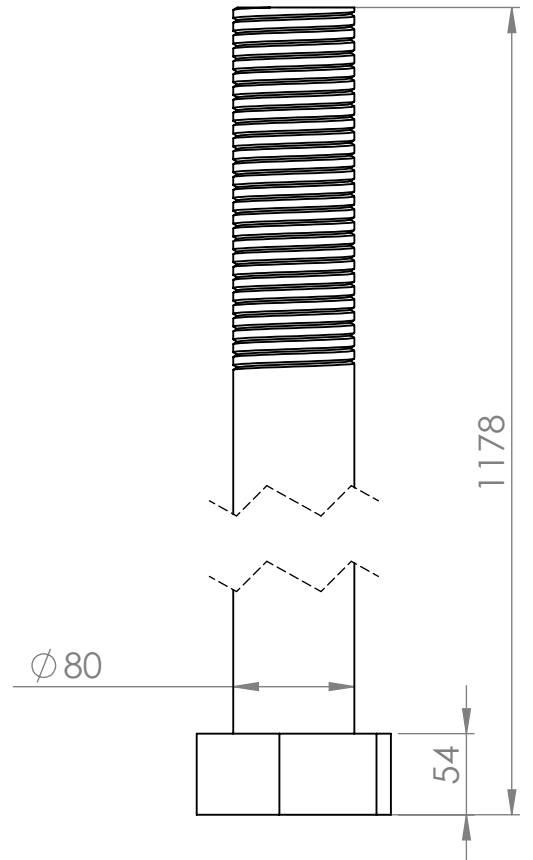
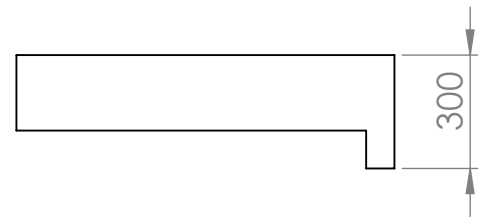


Autor: Alex Mamani Capugra	15/12/2024	UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN		
		PROYECTO Diseño de una prensa hidraulica horizontal de 3MN para aumentar la productividad en el taller C&M E.I.R.L., en el año 2023		
		SIZE <b>A4</b>	PLANO Vistas principales de la prensa	REV <b>01</b>
		E 1:20		

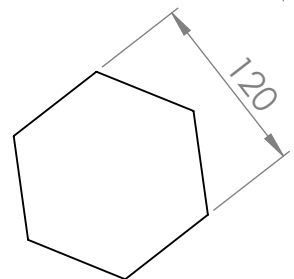
Soporte



Escala :20

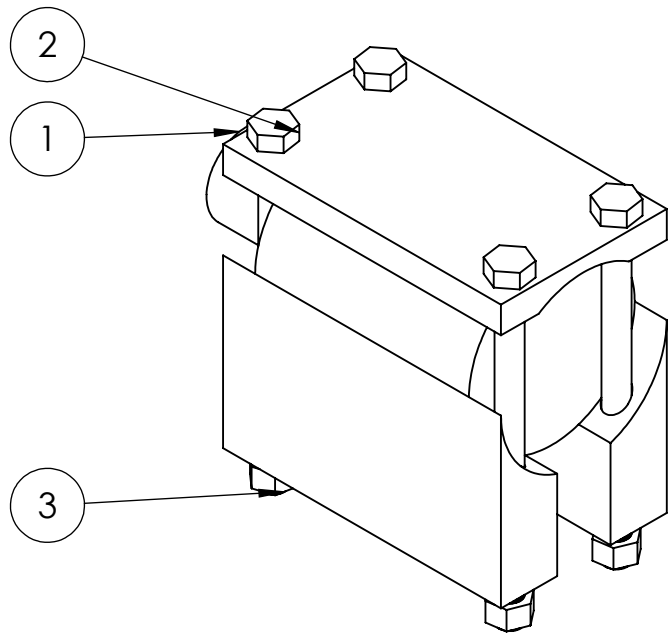


Tornillo de sujeción



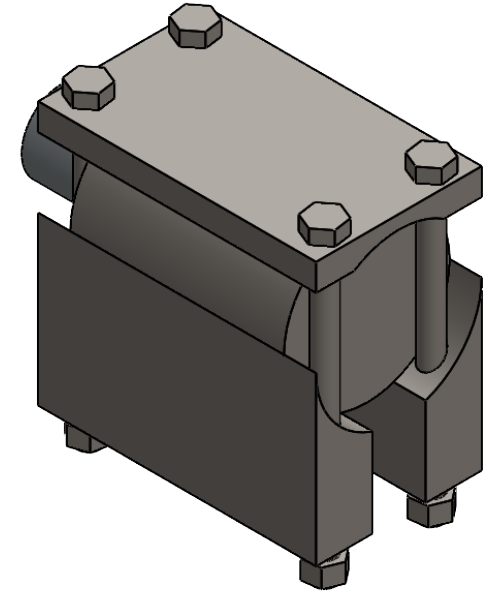
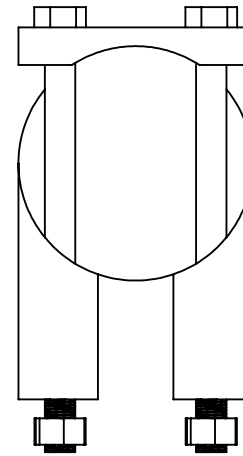
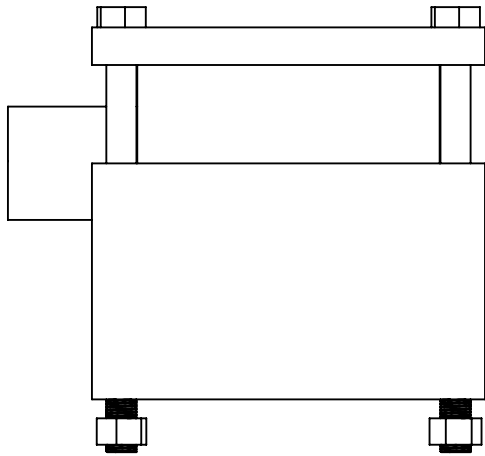
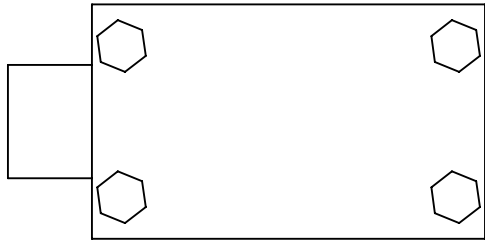
Escala 1:5

<p>Autor: Alex Mamani Capugra</p>	<p>15/12/2024</p>	<p>UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN</p>		
		<p>PROYECTO Diseño de una prensa hidraulica horizontal de 3MN para aumentar la productividad en el taller C&amp;M E.I.R.L., en el año 2023</p>		
		<p>SIZE A4</p>	<p>PLANO Subconjunto partes del soporte</p>	<p>REV 01</p>
		<p>UND: mm</p>		

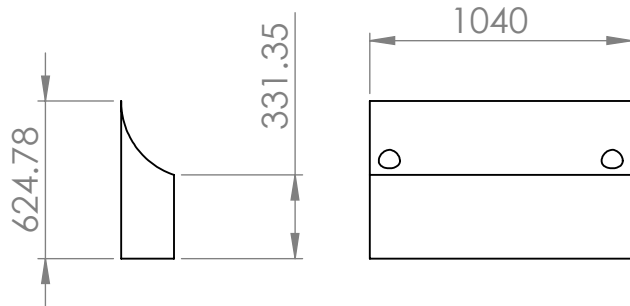


N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	Ensamblaje 09	1
2	perno	4
3	tuerca	4

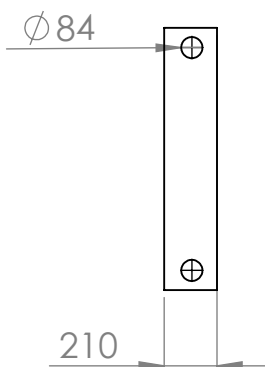
Autor: Alex Mamani Capugra		15/12/2024	UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN	
			PROYECTO	
			Diseño de una prensa hidráulica horizontal de 3MN para aumentar la productividad en el taller C&M E.I.R.L., en el año 2023	
			SIZE <b>A4</b>	PLANO Subconjunto Prensa Hidráulica
				REV <b>01</b>
			Escala 1:20	



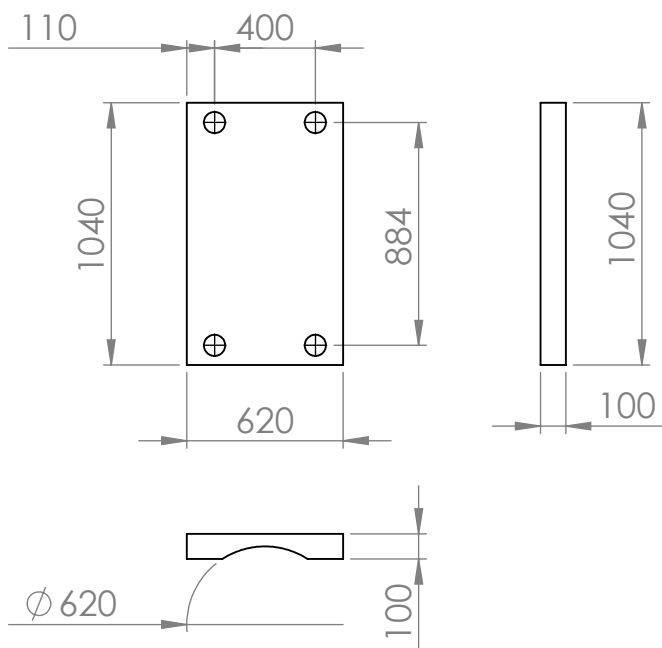
Autor: Alex Mamani Capugra	15/12/2024	UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN		
		PROYECTO Diseño de una prensa hidraulica horizontal de 3MN para aumentar la productividad en el taller C&M E.I.R.L., en el año 2023		
		SIZE <b>A4</b>	PLANO Vistas principales de la prensa	REV <b>01</b>
		E 1:20		



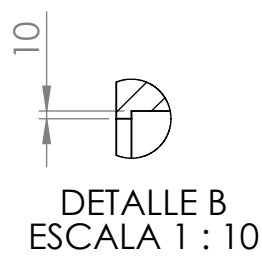
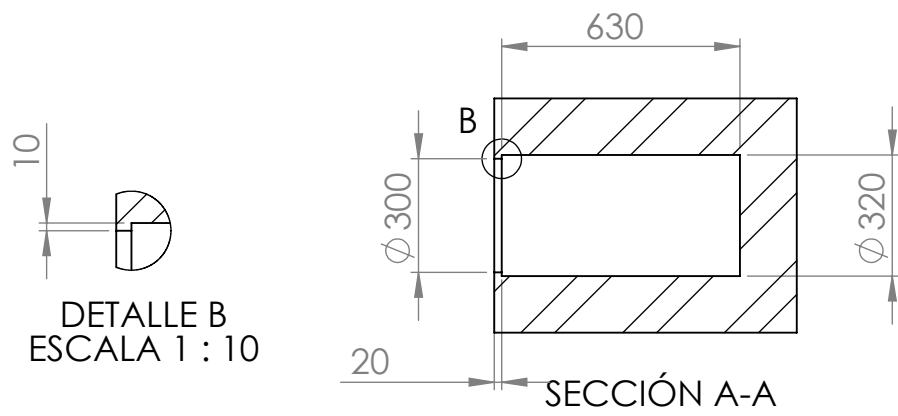
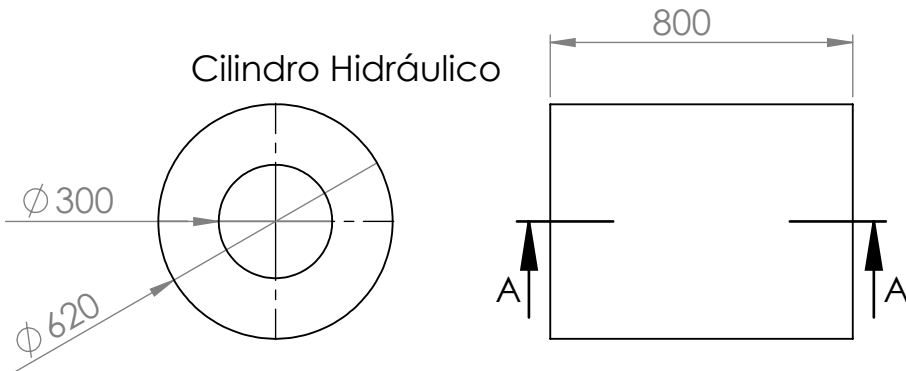
Apoyo lateral del cilindrico hidráulico



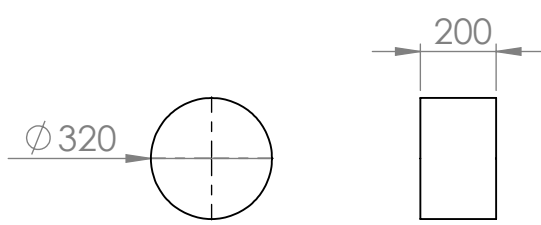
Apoyo superior del cilindro hidráulico



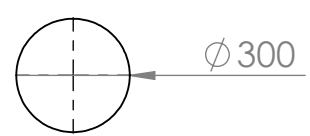
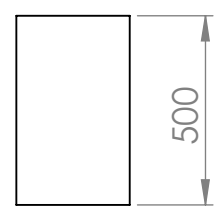
<p><b>Autor:</b> Alex Mamani Capugra</p>	<p>15/12/2024</p>	<p>UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN</p>		
		<p>PROYECTO Diseño de una prensa hidraulica horizontal de 3MN para aumentar la productividad en el taller C&amp;M E.I.R.L., en el año 2023</p>		
		<p>SIZE <b>A4</b></p>	<p>PLANO Subconjunto partes de la prensa</p>	<p>REV <b>01</b></p>
		<p>Escala 1:30   UND: mm</p>		



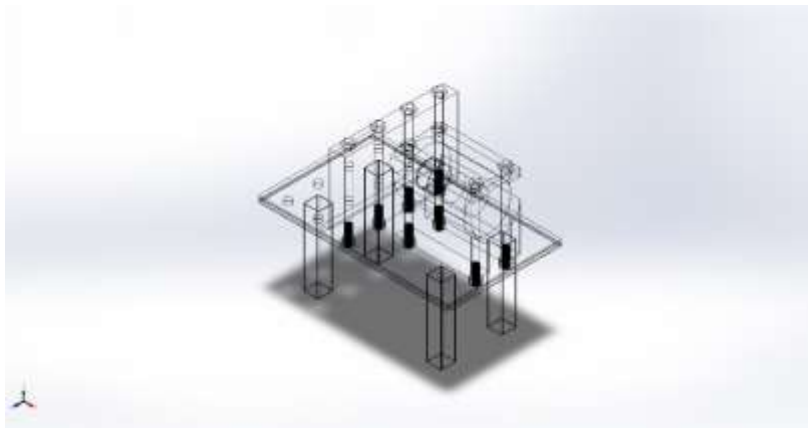
Piston



Vastago



<p>Autor: Alex Mamani Capugra</p>	<p>15/12/2024</p>	<p>UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN</p>		
		<p>PROYECTO Diseño de una prensa hidraulica horizontal de 3MN para aumentar la productividad en el taller C&amp;M E.I.R.L., en el año 2023</p>		
		<p>SIZE A4</p>	<p>PLANO Subconjunto partes de prensa</p>	<p>REV 02</p>
		<p>Escala 1:20</p>	<p>UND: mm</p>	



# Simulación de Ensamblaje

**Fecha:** lunes, 4 de noviembre de 2024  
**Diseñador:** Solidworks  
**Nombre de estudio:** Analisis este definitivo  
**Tipo de análisis:** Análisis estático

## Tabla de contenidos

Propiedades de estudio .....	2
Unidades .....	2
Propiedades de material .....	3
Cargas y sujeciones .....	5
Información de contacto.....	6
Información de malla .....	6
Fuerzas resultantes .....	7
Resultados del estudio .....	8

## Descripción

Diseño de una Prensa Hidráulica Horizontal de 3MN

## Propiedades de estudio




Nombre de estudio	Análisis este definitivo
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	Automático
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (D:\solidworks 2024\alex)

## Unidades

Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m <sup>2</sup>




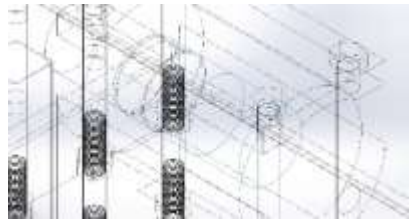
## Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p><b>Nombre:</b> AISI 1045 Acero estirado en frío</p> <p><b>Tipo de modelo:</b> Isotrópico elástico lineal</p> <p><b>Criterio de error predeterminado:</b> Desconocido</p> <p><b>Límite elástico:</b> 5.3e+08 N/m<sup>2</sup></p> <p><b>Límite de tracción:</b> 6.25e+08 N/m<sup>2</sup></p> <p><b>Módulo elástico:</b> 2.05e+11 N/m<sup>2</sup></p> <p><b>Coefficiente de Poisson:</b> 0.29</p> <p><b>Densidad:</b> 7,850 kg/m<sup>3</sup></p> <p><b>Módulo cortante:</b> 8e+10 N/m<sup>2</sup></p> <p><b>Coefficiente de dilatación térmica:</b> 1.2e-05 /Kelvin</p>	Sólido 1(Saliente-Extruir1)(Ensamblaje 09-1/Piston-1)
Datos de curva:N/A		
	<p><b>Nombre:</b> Acero inoxidable al cromo</p> <p><b>Tipo de modelo:</b> Isotrópico elástico lineal</p> <p><b>Criterio de error predeterminado:</b> Desconocido</p> <p><b>Límite elástico:</b> 1.72339e+08 N/m<sup>2</sup></p> <p><b>Límite de tracción:</b> 4.13613e+08 N/m<sup>2</sup></p> <p><b>Módulo elástico:</b> 2e+11 N/m<sup>2</sup></p> <p><b>Coefficiente de Poisson:</b> 0.28</p> <p><b>Densidad:</b> 7,800 kg/m<sup>3</sup></p> <p><b>Módulo cortante:</b> 7.7e+10 N/m<sup>2</sup></p> <p><b>Coefficiente de dilatación térmica:</b> 1.1e-05 /Kelvin</p>	Sólido 1(Saliente-Extruir1)(Ensamblaje 09-1/Vastago-1)
Datos de curva:N/A		
	<p><b>Nombre:</b> ASTM A36 Acero</p> <p><b>Tipo de modelo:</b> Isotrópico elástico lineal</p> <p><b>Criterio de error predeterminado:</b> Desconocido</p> <p><b>Límite elástico:</b> 2.5e+08 N/m<sup>2</sup></p> <p><b>Límite de tracción:</b> 4e+08 N/m<sup>2</sup></p> <p><b>Módulo elástico:</b> 2e+11 N/m<sup>2</sup></p> <p><b>Coefficiente de Poisson:</b> 0.26</p> <p><b>Densidad:</b> 7,850 kg/m<sup>3</sup></p> <p><b>Módulo cortante:</b> 7.93e+10 N/m<sup>2</sup></p>	Sólido 1(Cortar-Extruir1)(Ensamblaje 09-1/brida de sujecion-1), Sólido 1(Saliente-Extruir2)(Ensamblaje 09-1/cilindro-1), Sólido 1(Cortar-Extruir1)(Ensamblaje 09-1/soporte para el cilindro-1), Sólido 1(Cortar-Extruir1)(Ensamblaje 09-1/soporte para el cilindro-2), Sólido 1(Saliente-Extruir1)(Perfil 8x 8mmx 1m-4), Sólido 1(Saliente-Extruir1)(Perfil 8x 8mmx 1m-5),

		<p>Sólido 1(Saliente-Extruir1)(Perfil 8'x 8mmx 1m-6),  Sólido 1(Saliente-Extruir1)(Perfil 8'x 8mmx 1m-7),  Sólido 1(Saliente-Extruir1)(mesa-1),  Sólido 1(Saliente-Extruir1)(perfil L 30x30 x 1440mm-3),  Sólido 1(Saliente-Extruir1)(perfil L 30x30 x 1440mm-4),  Sólido 1(Saliente-Extruir1)(perfil L 30x30 x 2500mm-3),  Sólido 1(Saliente-Extruir1)(perfil L 30x30 x 2500mm-4),  Sólido 1(Cortar-Barrer1)(perno-1),  Sólido 1(Cortar-Barrer1)(perno-2),  Sólido 1(Cortar-Barrer1)(perno-3),  Sólido 1(Cortar-Barrer1)(perno-4),  Sólido 1(Cortar-Barrer1)(perno-5),  Sólido 1(Cortar-Barrer1)(perno-6),  Sólido 1(Cortar-Barrer1)(perno-7),  Sólido 1(Cortar-Barrer1)(perno-8),  Sólido 1(Saliente-Extruir2)(plancha de soporte-2),  Sólido 1(Saliente-Extruir1)(tuerca-1),  Sólido 1(Saliente-Extruir1)(tuerca-2),  Sólido 1(Saliente-Extruir1)(tuerca-3),  Sólido 1(Saliente-Extruir1)(tuerca-4),  Sólido 1(Saliente-Extruir1)(tuerca-5),  Sólido 1(Saliente-Extruir1)(tuerca-6),  Sólido 1(Saliente-Extruir1)(tuerca-7),  Sólido 1(Saliente-Extruir1)(tuerca-8)</p>
Datos de curva:N/A		

## Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		Entidades: 2 cara(s) Tipo: Geometría fija		
<b>Fuerzas resultantes</b>				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	40,629	-949.247	1,347.95	40,662.5
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga		
Presión-1		Entidades: 3 cara(s) Tipo: Normal a cara seleccionada Valor: 3.5e+07 Unidades: N/m^2 Ángulo de fase: 0 Unidades: deg		

## Información de contacto

Contacto	Imagen del contacto	Propiedades del contacto
Interacción global		<b>Tipo:</b> Unión rígida <b>Componentes:</b> 1 componente(s) <b>Opciones:</b> Mallado independiente

## Información de malla

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla basada en curvatura de combinado
Puntos jacobianos para malla de alta calidad	16 Puntos
Tamaño máximo de elemento	198.081 mm
Tamaño mínimo del elemento	9.90404 mm
Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden
Mallar de nuevo las piezas fallidas de forma independiente	Desactivar

## Información de malla - Detalles

Número total de nodos	223606
Número total de elementos	115915
Cociente máximo de aspecto	102.35
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	71.8
El porcentaje de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	6.45
Porcentaje de elementos distorsionados	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:01:01
Nombre de computadora:	



## Fuerzas resultantes

### Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	40,629	-949.247	1,347.95	40,662.5

### Momentos de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0	0	0	0

### Fuerzas de cuerpo libre

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	86.6555	120.249	-169.803	225.393

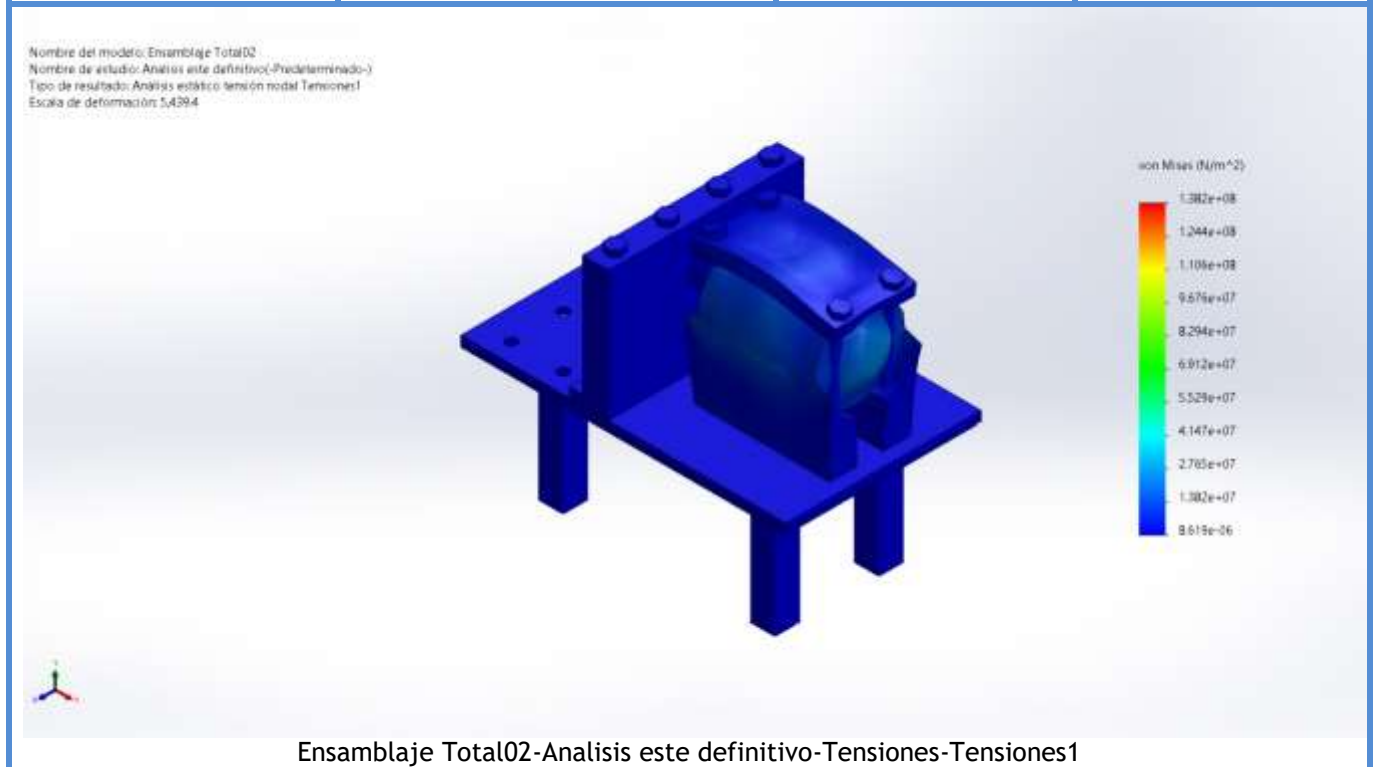
### Momentos de cuerpo libre

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0	0	0	1e-33



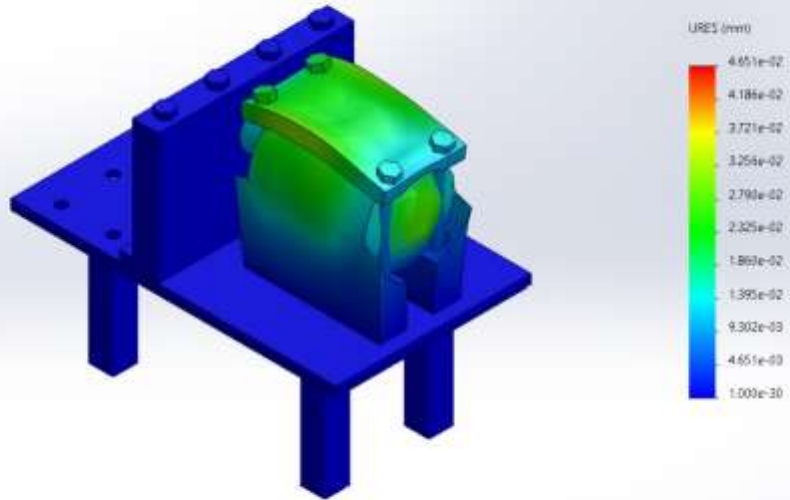
## Resultados del estudio

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	8.619e-06N/m <sup>2</sup> Nodo: 220601	1.382e+08N/m <sup>2</sup> Nodo: 3557



Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0.000e+00mm Nodo: 132429	4.651e-02mm Nodo: 3678

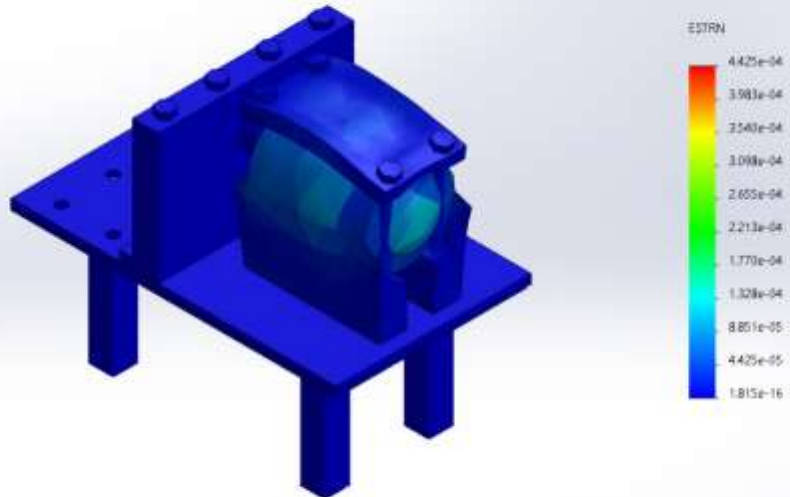
Nombre del modelo: Ensamblaje Total02  
 Nombre de estudio: Analisis este definitivo-Predefinido-3  
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1  
 Escala de deformación: 5,4394



Ensamblaje Total02-Analisis este definitivo-Desplazamientos-Desplazamientos1

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	1.815e-16 Elemento: 65755	4.425e-04 Elemento: 2142

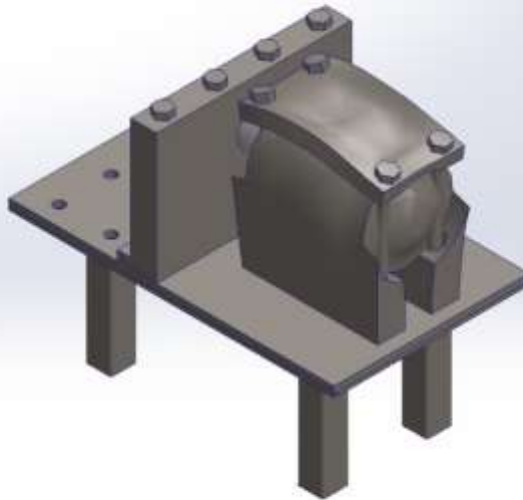
Nombre del modelo: Ensamblaje Total02  
 Nombre de estudio: Analisis este definitivo-Predefinido-3  
 Tipo de resultado: Deformación unitaria estática Deformaciones unitarias1  
 Escala de deformación: 5,4394



Ensamblaje Total02-Analisis este definitivo-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1

Nombre	Tipo
Desplazamientos1{1}	Deformada

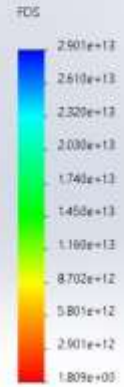
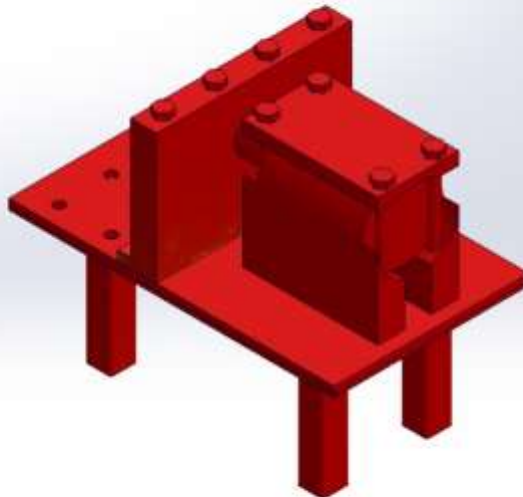
Nombre del modelo: Ensamblaje Total02  
 Nombre de estudio: Analisis este definitivo-(Predeterminado-)  
 Tipo de resultado: Deformada Desplazamientos(1)  
 Escala de deformación: 5,4394



Ensamblaje Total02-Analisis este definitivo-Desplazamientos-Desplazamientos1{1}

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Factor de seguridad1	Automático	1.809e+00 Nodo: 3557	2.901e+13 Nodo: 220601

Nombre del modelo: Ensamblaje Total02  
 Nombre de estudio: Analisis este definitivo-(Predeterminado-)  
 Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1  
 Criterio: Automático  
 Distribución de factor de seguridad: FOS min = 1.8



Ensamblaje Total02-Analisis este definitivo-Factor de seguridad-Factor de seguridad1