

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica

Trabajo de Investigación

**Diseño de un cilindro hidráulico para la
construcción de elevadores de carga
capacidad máxima 300 kg**

Cusco-2020

Samuel Turpo Ccoa

Para optar el Grado Académico de
Bachiller en Ingeniería Mecánica

Cusco, 2020

Repositorio Institucional Continental
Trabajo de investigación



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la universidad Continental por darme la oportunidad de haber llegado hasta este punto de la vida, el estudio siempre ha formado parte de mi vida y siempre quise llegar al grado universitario y por motivos de tiempo nunca pude hacerlo, hoy gracias al programa Gente que Trabaja estoy a puertas de culminar mis estudios.

Agradezco a mi familia por darme el apoyo moral que tanto ha sumado en mi faceta de estudiante, cada vez que quería rendirme ellos me motivaban y lo único que me quedaba es seguir adelante hasta el final.

Agradezco a mis profesores soy testigo del sacrificio inmenso que han hecho para que yo y mis compañeros aprendamos, aprender las materias educativas y aprender valores para la vida, soy dichoso de haber tenido excelentes docentes.

DEDICATORIA

A mis profesores y mis compañeros, ellos han sido los artífices de mi formación profesional, aprendí a valorar la amistad y los consejos, entendí los números y sus secretos, me enseñaron a resolver problemas y a dar soluciones.

INDICE DE CONTENIDO

| | |
|---|------|
| AGRADECIMIENTO | ii |
| DEDICATORIA..... | iii |
| INDICE DE CONTENIDO | iv |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | vii |
| ÍNDICE DE FIGURAS | viii |
| RESUMEN | ix |
| ABSTRACT | x |
| INTRODUCCION..... | 11 |
| CAPITULO I..... | 12 |
| PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO | 12 |
| 1 Planteamiento y Formulación del Problema..... | 12 |
| 1.1 Planteamiento del Problema. | 12 |
| 1.2 Problema General. | 12 |
| 1.3 Problemas Específicos. | 13 |
| 1.4 Objetivo General..... | 13 |
| 1.5 Objetivos Específicos. | 13 |
| 1.6 Justificación económica. | 14 |
| 1.7 Justificación tecnológica..... | 14 |
| 1.8 Justificación social..... | 14 |
| MARCO TEORICO | 15 |
| 2. Antecedentes del problema..... | 15 |
| 2.1 Antecedentes Internacionales: | 15 |
| 2.2 Antecedentes Nacionales: | 15 |
| 2.3 Antecedentes locales..... | 16 |
| 2.4 Bases Teóricas. | 16 |
| 2.4.1 Diseño Mecánico..... | 16 |
| 2.4.2 Hidráulica. | 17 |

| | | |
|--|--|----|
| 2.4.3 | Cilindro hidráulico..... | 18 |
| 2.4.4 | Tipos de cilindros hidráulicos: | 19 |
| 2.4.5 | Tubo acero estructural SAE 1045..... | 22 |
| 2.4.6. | Pernos. | 24 |
| 2.2.7 | Formulas a utilizar. | 25 |
| CAPITULO III | | 26 |
| METODOLOGÍA..... | | 26 |
| 3.1 | Metodología aplicada para el desarrollo de la solución..... | 26 |
| 3.2 | Alcance. | 26 |
| 3.3 | Limitaciones..... | 26 |
| 3.4 | Diseño de la Investigación. | 26 |
| 3.5 | Método generalizado de procedimiento en el proceso de diseño. | 27 |
| 3.5.1 | Detallar lista de exigencias. | 27 |
| 3.5.2 | Determinación de la estructura de funciones..... | 27 |
| 3.5.3 | Determinar el concepto de solución óptima. | 27 |
| 3.5.4 | Determinar el proyecto preliminar. | 27 |
| 3.5.5 | Cálculo y selección de componentes. | 27 |
| CAPITULO IV | | 28 |
| ANALISIS Y DISEÑO DE LA SOLUCION | | 28 |
| 4.1 | Identificación de los requerimientos..... | 28 |
| 4.2 | Estado de la Tecnología. | 30 |
| 4.2.1 | Sicrosa Hidraulica S.L..... | 30 |
| 4.2.2 | Invemet SRL..... | 31 |
| 4.2.3 | SERVICIOS GENERALES JH..... | 32 |
| 4.4 | Esquema de Operación. | 32 |
| 4.5 | Caja negra del sistema. | 33 |
| 4.6 | Caja gris del sistema. | 34 |
| 4.7 | Matriz Morfológica..... | 35 |
| 4.9 | Características de las Soluciones. | 38 |
| 4.10 | Evaluación Técnico Económico de los Conceptos de Solución. | 42 |
| 4.11 | Concepto de Solución Óptimo. | 45 |
| 4.12 | Consideraciones Antes de Proceder con los Cálculos..... | 45 |
| 4.13 | Análisis de sensibilidad..... | 46 |
| 4.14 | Diseño del Vástago..... | 47 |

| | | |
|----------------------------------|---|----|
| 4.14.1 | Selección de material del vástago..... | 51 |
| 4.14.2 | Cálculo del Cilindro. | 54 |
| 4.14.3 | Diseño del Embolo: | 58 |
| 4.14.4 | Selección de O´rings..... | 60 |
| 4.14.5 | Diseño de boquilla para la entrada del fluido. | 61 |
| 4.15 | Análisis de Simplificación. | 63 |
| 4.16 | Detalle de Partes..... | 63 |
| CAPÍTULO V | | 65 |
| COSTO DE PRODUCCIÓN..... | | 65 |
| 5.1 | Cotización de elementos normalizados..... | 65 |
| 5.2 | Costo de diseño, maquinado y ensamble. | 66 |
| 5.2.1 | Costo de manufactura de elementos. | 66 |
| 5.2.2 | Resumen de costos. | 66 |
| Conclusiones | | 67 |
| Trabajos futuros..... | | 68 |
| Referencias bibliográficas | | 69 |
| Anexos | | 70 |
| Anexo 1. | Matriz de consistencia. | 71 |
| Anexo 2. | Catálogo de barras lisas calidad SAE 1045 Aceros Arequipa. | 72 |
| Anexo 3. | Catalogo de o-ring Parker. | 74 |
| Anexo 4. | Planos mecánicos | 77 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|------------|---|----|
| Tabla 2.1 | Propiedades mecánicas del acero SAE 1045..... | 23 |
| Tabla 2.2 | Dimensiones y pesos nominales acero ASTM A53 | 23 |
| Tabla 2.3. | Cuadro comparativo de grado de dureza. | 24 |
| Tabla 4.1 | Lista de exigencias y deseos..... | 28 |
| Tabla 4.2 | Descripción de las entradas y salidas. | 33 |
| Tabla 4.3 | Tabla descriptiva de la matriz morfológica. | 35 |
| Tabla 4.4 | Evaluación técnica..... | 42 |
| Tabla 4.5 | Evaluación económica..... | 43 |
| Tabla 4.6 | Valores relativos de la evaluación técnica económica. | 44 |
| Tabla 4.7 | Tabla demostrativa de variables. | 46 |
| Tabla 4.8 | Cálculo de esbeltez demostrativo realizado en una hoja de Excel. | 50 |
| Tabla 4.9 | Dimensiones de una barra de acero redonda. | 53 |
| Tabla 4.10 | Catálogo de o’rings,..... | 61 |
| Tabla 5.1 | Costo de materiales normalizados. | 65 |
| Tabla 5.2 | Costo de diseño..... | 66 |
| Tabla 5.3 | Detalle de costo de manufactura de elementos..... | 66 |
| Tabla 5.4 | Detalle de costos finales. | 66 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|-------------|--|----|
| Figura 2.1 | Cilindro hidráulico de simple efecto. | 19 |
| Figura 2.2 | Cilindro hidráulico de simple efecto con resorte en su interior..... | 19 |
| Figura 2.3 | Cilindro hidráulico de doble efecto. | 20 |
| Figura 2.4 | Cilindro diferencial..... | 20 |
| Figura 2.5 | Cilindro hidráulico telescópico de simple efecto. | 21 |
| Figura 2.6 | Cilindro hidráulico telescópico de doble efecto | 21 |
| Figura 2.7 | Cilindro hidráulico tándem..... | 22 |
| Figura 2.8 | Grupo Hidráulico..... | 22 |
| Figura 4.1 | Productos que expende SICROSA HIDRAULIC SL..... | 31 |
| Figura 4.2 | Servicios que brinda INVEMET SRL..... | 31 |
| Figura 4.3 | Trabajos de rectificación en el taller de mecánica JH | 32 |
| Figura 4.4 | Esquema de operaciones..... | 32 |
| Figura 4.5 | Caja negra para el sistema | 33 |
| Figura 4.6 | Representación a mano alzada de la solución 1 | 39 |
| Figura 4.7 | Representación a mano alzada de la solución 2 | 40 |
| Figura 4.8 | Representación a mano alzada de la solución 3 | 41 |
| Figura 4.9 | Cuadro de evaluación técnico económico | 44 |
| Figura 4.10 | Representación del cilindro hidráulico..... | 45 |
| Figura 4.11 | Diagrama de cuerpo libre para el cilindro hidráulico..... | 47 |
| Figura 4.12 | Representación de la gráfica de Euler | 48 |
| Figura 4.13 | Diagrama de cuerpo libre para hallar el cilindro hidráulico..... | 54 |
| Figura 4.14 | Diagrama de cuerpo libre del émbolo..... | 58 |
| Figura 4.15 | Forma física de un o ‘ring..... | 60 |
| Figura 4.16 | Diagrama de cuerpo libre | 62 |
| Figura 4.17 | Partes de un cilindro hidráulico..... | 63 |

RESUMEN

El presente trabajo de investigación está dirigido al “Diseño de Un Cilindro Hidráulico Para la Construcción de Elevadores de Carga, Capacidad Máxima 300kg”, la cual tiene como objetivo minimizar costos de adquisición y mantenimiento.

Dentro de los objetivos específicos esta, determinar las exigencias y necesidades del cilindro hidráulico, establecer funciones y su estructura para el diseño del cilindro hidráulico, buscar conceptos de solución adecuados para las necesidades del cilindro hidráulico, seleccionar la mejor alternativa de solución para el diseño del cilindro hidráulico, realizar cálculos que sustenten el diseño de componentes del cilindro hidráulico, elaborar planos de fabricación y montaje.

La metodología que se aplica para encontrar la solución al problema planteado está basada en la norma alemana VDI, el cual nos ayuda a identificar los requerimientos necesarios, análisis de las diferentes soluciones, y el cálculo correspondiente.

Al finalizar la investigación se hizo un análisis de costos reales, costo de un cilindro hidráulico manufacturado en fabrica 5200.00 soles, costo de un cilindro hidráulico manufacturado en los talleres de la empresa Mad Machine SAC., 3215.00 soles, la diferencia de precios es notable, cave recalcar que para obtener un buen producto la empresa tuvo que invertir en maquinarias y equipos de precisión.

Palabra Clave: Cilindro Hidráulico, metodología de diseño VDI 2221, carga critica en barra de acero circular, acero SAE 1045.

ABSTRACT

The present research work is directed to the "Design of a Hydraulic Cylinder for the Construction of Cargo Elevators, Maximum Capacity 300kg", which aims to minimize acquisition and maintenance costs.

Among the specific objectives is, determine the demands and needs of the hydraulic cylinder, establish functions and its structure for the design of the hydraulic cylinder, seek suitable solution concepts for the needs of the hydraulic cylinder, select the best alternative solution for the design of the hydraulic cylinder. hydraulic cylinder, perform calculations that support the design of hydraulic cylinder components, prepare manufacturing and assembly drawings.

The methodology applied to find the solution to the problem is based on the German VDI standard, which helps us to identify the necessary requirements, analysis of the different solutions, and the corresponding calculation.

At the end of the investigation, an analysis of real costs was made, cost of a hydraulic cylinder manufactured in the factory 5,200,00 soles, cost of a hydraulic cylinder manufactured in the workshops of the company Mad Machine SAC., 3215.00 soles, the price difference is Notably, it should be noted that to obtain a good product the company had to invest in precision machinery and equipment.

Key Word: Hydraulic Cylinder, VDI 2221 design methodology, critical load on circular steel bar, SAE 1045 iron.

INTRODUCCION

En el primer capítulo de la presente investigación se habla del problema con la cual empieza el trabajo de investigación, la empresa Mad Machine Sac. Tiene la necesidad de contar con cilindros hidráulicos armados para que puedan manufacturar elevadores de carga y personas, se plantean los diferentes retos que implicara realizar el diseño y se buscan sus respectivas respuestas, se aclaran los objetivos las cuales deberán ser alcanzadas en la investigación, uno de los principales objetivos es la obtención del producto terminado a un costo bastante viable.

En el segundo capítulo el investigador ha buscado bibliografía relacionado al tema, encontrando a personas que ya hicieron y hacen trabajos similares con claros ejemplos de éxito, de igual forma se ha buscado respuestas a palabras que no son tan fáciles de entender, citando bibliografía correspondiente.

En el tercer capítulo se explica la metodología con la cual se ha realizado el estudio se fijará el concepto de solución optimo, de la mano con la norma alemana VDI. El enfoque de este proyecto está en el diseño de un cilindro hidráulico que servirá para la construcción de elevadores.

En el cuarto capítulo se procede al cálculo matemático paso a paso, se obtienen los valores y características físicas y químicas del material que dará forma a nuestro proyecto.

Por último, en el quinto capítulo se hace un análisis de costos en gasto d materiales y mano de obra concluyendo al final con resultados favorables, por ahora el diseño está dirigido a levantar valores bajos de carga, la proyección al futuro es manejar cargas que tengan un valor de 10 a más toneladas.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1 Planteamiento y Formulación del Problema.

1.1 Planteamiento del Problema.

La empresa MAD MACHINE SAC, con Ruc: 20564285006, ubicado en la ciudad de Cusco, sector San Jerónimo tiene como labor principal la manufactura de elevadores de carga y de personas, estos elevadores funcionan con el sistema electromecánico convencional que consiste en utilizar un motor eléctrico, una caja reductora, una polea ranurada, cabina y contrapesa entre otros elementos, si bien el funcionamiento es eficiente y requiere de poco mantenimiento, la disponibilidad de un espacio adecuado es importante para su montaje, hoy a raíz de un contrato la empresa Mad machine Sac. Necesita instalar un elevador para levantar 300 kg de masa en un espacio bastante reducido de 1 m x 1.50 m, después de un largo análisis la directiva decidió instalar un elevador hidráulico por lo que urge la necesidad de diseñar un cilindro hidráulico, que cumpla con las características necesarias y requerimientos que garanticen un óptimo funcionamiento.

Por lo tanto, la presente investigación, tiene como objetivo el diseño de un cilindro hidráulico capaz de alzar una masa de 300 kg, y llegar a una altura de 4 metros, facilidad para su mantenimiento y su costo no debe superar los 5,000.00 soles.

1.2 Problema General.

¿Cómo diseñar un cilindro hidráulico que optimice los costos de adquisición y mantenimiento?

1.3 Problemas Específicos.

¿Cómo determinar las exigencias y necesidades del cilindro hidráulico?

¿Cómo establecer funciones y su estructura para el diseño de un cilindro hidráulico?

¿Qué conceptos de solución adecuados se debe buscar para el diseño de un cilindro hidráulico?

¿Cómo encontrar la mejor alternativa de solución para el diseño de un cilindro hidráulico?

¿Cómo diseñar componentes del cilindro hidráulico?

¿Cómo elaborar los planos correspondientes?

1.4 Objetivo General.

Optimizar el costo y mantenimiento con el diseño de un cilindro hidráulico.

1.5 Objetivos Específicos.

- Determinar las exigencias y necesidades del cilindro hidráulico.
- Establecer funciones y su estructura para el diseño del cilindro hidráulico.
- Buscar conceptos de solución adecuados para las necesidades del cilindro hidráulico.
- Seleccionar la mejor alternativa de solución para el diseño del cilindro hidráulico.
- Realizar cálculos que sustenten el diseño de componentes del cilindro hidráulico.
- Elaborar planos de fabricación y montaje

1.6 Justificación económica.

El costo excesivo, la complicada manufactura y el mantenimiento incómodo, son causas por las cuales los cilindros hidráulicos tienen un precio alto en el mercado, el presente estudio está dirigido a encontrar nuevas formas de manufacturar cilindros hidráulicos con materiales que tengan presencia masiva en el mercado local, que permitan bajar costo, fácil en su proceso de manufactura y muy amigable en su mantenimiento.

1.7 Justificación tecnológica.

Se va simplificar el proceso de fabricación de cilindros hidráulicos utilizando herramientas y máquinas simples, la empresa Mad Machine SAC. Podrá producir sus propios cilindros hidráulicos de la medida y forma que sea necesario, se iniciará una etapa de conocimientos y experiencias para los técnicos que laboran en la empresa, y lo mas importante la capacidad de brindar un soporte técnico eficiente, rápido y aun costo razonable beneficiará la empresa.

1.8 Justificación social.

En la sociedad donde está establecida la empresa Mad Machine SAC. Comprende un promedio de 1'300.000 habitantes, dentro de esta población el 20% es adulto mayor, personas que en su mayoría solo pueden moverse en terrenos planos, hoy en dia el crecimiento inmobiliario es con proyección hacia arriba se han construido edificios altos con terrazas impresionantes que regalan vistas panorámicas extraordinarias, lugar donde los adultos mayores no pueden llegar; es allí donde nace la idea de hacer elevadores que permitan trasladar a estas personas a lugares altos y permitirles gozar de espacios cómodos y relajantes, fabricar cilindros hidráulicos ayudara a mejorar las condiciones de vida de las personas mayores especialmente del adulto mayor con discapacidad.

MARCO TEORICO

2. Antecedentes del problema.

2.1 Antecedentes Internacionales:

Rodríguez, Concepción, Vizney. (2018), en su tesis **“diseño de un banco de desarme de cilindros hidráulicos para la empresa mega maquinaria Bolivia Srl”**. Su objetivo principal fue aminorar costos y dar una solución a la dificultad que vio en el momento de hacer los mantenimientos respectivos, al final los autores del trabajo concluyen que la forma telescópica aminora costos de fabricación, facilita el mantenimiento y gana espacio.

El uso de cilindros hidráulicos telescópicos cada vez va ganando popularidad dentro de la industria, su sistema bastante eficiente y tamaño compacto ha hecho que este producto sea utilizado en demasía para la manufactura de elevadores dentro y fuera de una vivienda unifamiliar.

2.2 Antecedentes Nacionales:

Apolinario. (2015), en su tesis **“diseño de una prensa hidráulica de 100 toneladas para el conformado de calaminas de fibrocemento de 1,2 x 0,5 m”**, *“El uso de un sistema hidráulico para generar la fuerza de prensado ha sido muy conveniente ya que brinda muchas facilidades para el control de la fuerza y tiempo de prensado. Asimismo, mediante el uso de una configuración compuesta por dos bombas con aplicaciones específicas se ha logrado que el sistema sea más eficiente y económico, que si se hubiera utilizado una sola bomba”*.

Apolinario, hace un estudio minucioso y demuestra que económicamente su producto terminado llega a ser mucho más barato que los productos que venden en el mercado nacional, en su diseño Apolinario ha utilizado material pre procesado proveniente de la China, que consiste en tubos y barras de acero de la denominación

SAE 1045. Una vez con el material el hizo el proceso de corte a medida, elaborar las tapas, torneó el embolo y hacer el ensamble correspondiente.

2.3 Antecedentes locales.

Ccarita, (2020). En su tesis “**diseño de compuerta hidráulica con cierre automático de emergencia mediante el uso de acumuladores hidráulicos para descarga de mineral del ore bin de 3000 tn, minería Barrick.** Ccarita hace un estudio enfocándose más por el lado de la seguridad y la fuerza necesaria para realizar el trabajo de desatoro, desde ese punto de vista él elige la energía hidráulica como fuente de poder para mover grandes cantidades de masa, en cuanto a la seguridad el sistema funciona con mando a distancia por lo que no hay intervención humana en el lugar de los hechos, borrando totalmente las probabilidades de accidentes a causa de realizar el trabajo de desatoro.

Lo rescatable de esta investigación que hace Ccarita, es la demostración de fuerza que se puede obtener desde un sistema hidráulico, el presente estudio tiene una similitud, por lo tanto, es importante tener en consideración los resultados y procedimientos que ha seguido en su estudio.

2.4 Bases Teóricas.

2.4.1 Diseño Mecánico.

Según el libro Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley 9na edición, considera al diseño mecánico como una tarea compleja y que desde luego requiere muchas habilidades, pág. (4).

Desde mi punto de vista el diseño mecánico es dar forma, dimensión a una idea abstracta que concibe una persona, para luego materializarlo mediante cálculos matemáticos teóricos, pero no puede ser una tarea compleja, muy al contrario, sé de personas que se dedican al diseño por muchos años y viven esta experiencia gratamente al extremo que se hace común escucharlos decir “*el diseño mecánico es parte de mi*

vida, esta profesión la ejerzo de manera tan grata hasta me siento mal por recibir una remuneración económica por ello”.

2.4.2 Hidráulica.

Del Ángel Hernández, (2014) en su libro titulado Hidráulica, dice que la hidráulica *“es una rama de la física que se encarga de estudiar el comportamiento y movimiento de los fluidos”*, pág. (2)

Efectivamente en el presente trabajo vamos a estudiar el comportamiento de un fluido frente a una determinada presión, también se verá cómo afecta las condiciones climatológicas a determinados fluidos, una vez estudiados estos fenómenos se tomarán las decisiones correspondientes.

Fluido: Llamaremos fluido a una sustancia capaz de deformarse continuamente bajo la aplicación de una tensión por muy pequeña que esta sea, dentro de este concepto están los líquidos y los gases, en el presente trabajo hablaremos exclusivamente de los líquidos. Pág. (2)

Viscosidad: Es la medida a la resistencia que opone el líquido a fluir.

Tensión superficial: Fuerza con la cual son atraídas las moléculas de un líquido hacia su centro, para de esta forma disminuir su área superficial. Pág. (3)

Cohesión: Es aquella fuerza que mantiene unida a las moléculas de una determinada sustancia. Pág. (4)

Volumen: Medida del espacio ocupado por un determinado cuerpo.

Caudal: Cantidad de fluido que recorre por un ducto en una unidad de tiempo.

Peso específico: Es la relación del peso del líquido por el volumen que esta ocupa.

Presión: Es la fuerza ejercida sobre un área.

Velocidad: Magnitud física que tiene modulo, sentido y dirección, que relaciona el cambio de posición de un cuerpo en relación al tiempo.

Esfuerzo a la compresión: Capacidad que tiene un acero para soportar fuerzas de compresión, esta característica será la que se estudie con más detalle dentro de nuestro proyecto.

Esfuerzo al corte: Otra de las características del acero muy importante, pues de ello dependerá su máximo fuerza cortante a la cual debe estar sometido.

2.4.3 Cilindro hidráulico.

Según los grandes fabricantes de cilindros hidráulicos como Caterpillar, IMH Sac, MyG Hidraulic server, entre otros, los cilindros hidráulicos también llamados motores hidráulicos lineales, son aquellos elementos conformados por un cilindro, un vástago, y un embolo, transforman la presión de un líquido en movimiento lineal.

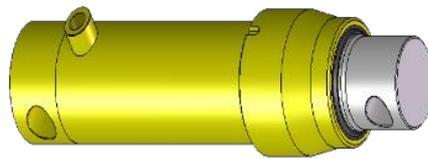
Vástago: Es la parte móvil que está unida a un embolo en el interior del cilindro.

Embolo: Es la parte que recibe la presión del líquido y que a su vez tiene la función de sellar, lubricar el interior del cilindro.

2.4.4 Tipos de cilindros hidráulicos:

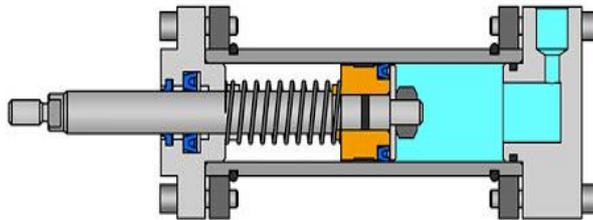
De simple efecto: Son aquellos cilindros cuya acción puede ser de tensión o compresión, pero no de ambos, retro posicionándose ya sea por acción de su propio peso del pistón o por la acción de un resorte en el interior del cilindro. Figura 2.1 y figura 2.2, se suele utilizar en prensas elevadoras, herramientas de montaje y desmontaje, elevadores, montacargas.

Figura 2.1 Cilindro hidráulico de simple efecto.



Fuente: Recuperado de <https://www.cicrosa.com/>.

Figura 2.2 Cilindro hidráulico de simple efecto con resorte en su interior



Fuente: Recuperado de <https://www.cicrosa.com/>.

Cilindro de doble efecto: Son aquellos cilindros cuya entrega de fuerza puede ser en tensión o también en compresión, en ambos sentidos de su carrera, figura 2.3, se utiliza para dar movimiento a brazos de equipo pesado, volquetes, conveyores y demás aplicaciones.

Figura 2.3 Cilindro hidráulico de doble efecto.



Fuente: Recuperado de <https://www.cicrosa.com/>

Cilindros diferenciales: Son los más usados y los más comunes, se les llaman cilindros diferenciales por la diferencia que existen entre área del pistón y el área anular, diferencia entre el área del vástago y el área del pistón, figura 2.4, entre sus usos tenemos máquinas de inyección, prensas y aplicaciones en general dentro de la industria.

Figura 2.1 Cilindro diferencial.



Fuente: Recuperado de <https://www.cicrosa.com/>.

Cilindro telescópico de simple efecto: Estos cilindros tienen la peculiaridad de poder alcanzar grandes alturas y cuando retraen ocupan espacios reducidos entrega fuerza solo en tensión y suelen casi siempre retraerse por su propio peso. Figura 2.5, su uso masificado se puede apreciar en volquetes instalados al interior de las tolvas, elevadores y ascensores.

Figura 2.5 Cilindro hidráulico telescópico de simple efecto.



Fuente: Recuperado de <https://www.cicrosa.com/>.

Cilindros telescópicos de doble efecto: Su uso es para sistemas donde se necesite cubrir mayor longitud, pero una vez retraído debe ocupar un mínimo espacio, figura (2.6) estos cilindros se pueden encontrar en carros recolectores de basura en la parte de compactación de desperdicios, elevadores de torres y otros.

Figura 2.6 Cilindro hidráulico telescópico de doble efecto



Fuente: Cicrosa hidráulica S.r.l.

Cilindros tándem: Es la fusión de dos cilindros en uno, un solo cilindro aloja a dos vástagos que están dispuestos en serie, en el interior con la finalidad de sumar fuerzas, esto para poder ganar espacio hacia el ancho o altura. Figura 2.7. su uso está destinado a maquinas inyectoras de plástico o sopladores.

Figura 2.7 Cilindro hidráulico tándem



Fuente: Recuperado de <https://www.cicrosa.com/>.

Grupo hidráulico: Para el funcionamiento correcto de un cilindro es necesario considerar un grupo hidráulico, cuya función será de inyectar la presión necesaria para elevar el pistón a una altura necesaria, dentro de nuestro proyecto se utilizará para las pruebas de presión que se requieran. Figura 2.8. compuesta por un motor eléctrico, una bomba de paletas, depósito de aceite, bloque de válvulas.

Figura 2.8 Grupo Hidráulico



Fuente: Recuperado de <https://www.cicrosa.com/>

2.4.5 Tubo acero estructural SAE 1045.

Se pretende utilizar este acero para la construcción del cilindro hidráulico, su uso masificado hace que se pueda conseguir en cualquier tienda a un costo bastante razonable. En la tabla 2.1 podemos observar las propiedades técnicas que nos brinda el fabricante.

Propiedades mecánicas:

Tabla 2.1 Propiedades mecánicas del acero SAE 1045.

| Norma técnica | Grado | Límite de fluencia Mínimo | | Resistencia a la tracción mínimo | |
|---------------|-------|------------------------------|-----|-------------------------------------|-----|
| | | KSI | Mp | KSI | Mp |
| SAE 1045 | -- | 35 | 240 | 60 | 415 |

Fuente: Recuperado de

<https://www.acerosarequipa.com/sites/default/files/fichas/2020-09/hoja-tecnica>

Dimensiones y pesos nominales en Kg/m:

A continuación, se describe los pesos y dimensiones en la tabla 2.2.

Tabla 2.2 Dimensiones y pesos nominales acero ASTM A53

| Diámetro nominal | Diámetro exterior | | Diámetro de pared | | Peso Kg/m | Peso tipo | SCH N° | Presión de prueba grado B psi |
|------------------|-------------------|-------|-------------------|-------|-----------|-----------|--------|----------------------------------|
| | pul | mm | pul | Mm | | | | |
| 16 | 16 | 406.4 | 0.38 | 9.52 | 93.17 | STD | 30 | 980 |
| 16 | 16 | 406.4 | 0.50 | 12.70 | 123.30 | XS | 40 | 1310 |
| 18 | 18 | 457.0 | 0.38 | 9.52 | 105.10 | STD | -- | 880 |
| 18 | 18 | 457.0 | 0.50 | 12.70 | 139.20 | XS | -- | 1170 |
| 20 | 20 | 508.0 | 0.38 | 9.52 | 117.02 | STD | 20 | 790 |
| 20 | 20 | 508.0 | 0.50 | 12.70 | 155.12 | XS | 30 | 1050 |
| 24 | 24 | 610.0 | 0.38 | 9.52 | 144.88 | STD | 20 | 660 |
| 24 | 24 | 610.0 | 0.50 | 12.70 | 186.94 | XS | -- | 880 |

Fuente: Recuperado de <https://www.acerosarequipa.com/sites/default/files/fichas/2020-09/hoja-tecnica>

2.4.6. Pernos.

La unión atornillada es recomendable en equipos que van estar sujetas a mantenimientos constantes, por lo tanto, para el ensamblado se utilizara pernos de calidad y muy resistentes, nos adecuaremos a las dimensiones que salgan de los futuros cálculos que realicemos.

Proyesa líder mundial en la venta de pernos en su Manual Técnico de Pernos, describe al perno como una pieza cilíndrica hecho generalmente de acero, aunque se puede encontrar de otros tipos como el cobre, plástico, bronce y otros; su estructura cuenta en un extremo cabeza hexagonal y el otro extremo una rosca, los pernos son fabricados de acuerdo a normas y estándares internacionales como la ISO: Organización Internacional de Normalización (International Organization for Standardization). SAE: Sociedad de Ingenieros de Automoción (Society of Automotive Engineers). ASTM: Sociedad Americana para el Ensayo de Materiales (American Society for Testing Materials).

Tabla 2.3. Cuadro comparativo de grado de dureza.

| SAE (Sociedad de Ingenieros Automotrices) | | | |
|---|---|------------------------|----------------------------|
| Numero de Grado | material | Carga de prueba (Kpsi) | Esfuerzo de ruptura (kpsi) |
| 2 | Acero de bajo carbono o acero al carbono | 55 – 33 | 74 – 60 |
| 5 | Acero al carbono templado y revenido | 85 – 74 | 120 – 105 |
| 8 | Acero al carbono aleado templado y revenido | 120 | 150 |
| ASTM (Sociedad Americana de Pruebas y materiales) | | | |

| Numero de Grado | material | Carga de prueba (Kpsi) | Esfuerzo de ruptura (kpsi) |
|-----------------|--|------------------------|----------------------------|
| A - 307 | Acero de bajo carbono o acero al carbono | 55 – 35 | 74 – 60 |
| A - 325 | Acero al carbono templado y revenido | 85 – 74 | 120 – 105 |
| A - 354 | Acero aleado templado y revenido | 120 | 150 |
| A - 490 | Acero aleado templado y revenido | | |

Fuente: Recuperado de <http://proyesa.com.sv/site/>.

2.2.7 Formulas a utilizar.

- Presión $P = F/A$
- Velocidad lineal de un cilindro $c = Q/\pi \cdot r^2$
- Fuerza desarrollada por un cilindro
Avance (sección con el pistón) $F = P \cdot \pi \cdot r^2$
Avance (sección sin el pistón) $F = P \cdot \pi \cdot (R^2 \cdot r^2)$
- Caudal $Q = V/t$
- Esfuerzo crítico. $Pr_c = \frac{\pi^2 x E x I}{L^2}$

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1 Metodología aplicada para el desarrollo de la solución.

En la presente investigación se fijará el concepto de solución óptimo, que se desarrollará para dar solución al problema planteado. Para tal efecto nos apoyaremos en la metodología de diseño mecánico aprendido en las clases de ingeniería mecánica, de la mano con la norma alemana VDI 2221, cuyo título es Metodología de Diseño en Ingeniería Mecánica.

3.2 Alcance.

El enfoque de este proyecto está en el diseño de un cilindro hidráulico que servirá para la construcción de elevadores.

3.3 Limitaciones.

- * La dimensión del cilindro es de 2.20 metros y el vástago tendrá 1.80 metros ambos serán capaces de llegar a una altura de 4 metros.
- * Carga máxima de 300 Kg masa
- * Mantenimiento fácil.
- * Su costo no debe exceder los 3,000.00 soles.
- * La investigación abarcará en su primera etapa solo el diseño.

3.4 Diseño de la Investigación.

El tipo de estudio de esta investigación pertenece a la “**Investigación tecnológica**”, el presente estudio tendrá lugar en el distrito de San Jerónimo, provincia y departamento de cusco.

3.5 Método generalizado de procedimiento en el proceso de diseño.

3.5.1 Detallar lista de exigencias.

Es necesario reconocer las exigencias desde un inicio para que el diseño satisfaga las necesidades del cliente, necesidad que surge de una solicitud concreta con la cual se desea contar una vez terminado el diseño.

3.5.2 Determinación de la estructura de funciones.

La finalidad de esta etapa consiste en formular una organización fidedigna de funciones capaz de realizar un trabajo como sistema. Esta formulación se suele hacer representando una caja negra, tres entradas y tres salidas sin considerar que sucede dentro, pero si sabemos que entra y que sale.

3.5.3 Determinar el concepto de solución óptima.

En esta etapa se le da forma a la estructura de funciones con ideas plasmadas en soluciones parciales por partes, culminado con una serie de partes validas que formaran parte del total del diseño, para una mejor orientación se elabora un cuadro de llamado matriz morfológica.

3.5.4 Determinar el proyecto preliminar.

Una vez hecho los análisis correspondientes a la matriz morfológica se tienen tres o más resultados, todas ellas orientados a la solución óptima que se desea dar, una vez clara la idea se someten todas a un análisis económico y tecnológico de donde saldrá la mejor propuesta que luego se convertirá en la solución óptima.

3.5.5 Cálculo y selección de componentes.

Fase final en la cual se desarrollan los cálculos correspondientes, en esta etapa se procede al dimensionamiento de cada componente utilizando los conocimientos adquiridos, se realizan los detalles de planos y las indicaciones correspondientes para su correcta manufactura.

CAPITULO IV

ANALISIS Y DISEÑO DE LA SOLUCION

4.1 Identificación de los requerimientos.

Tabla 4.1 Lista de exigencias y deseos.

| Lista de exigencias | | Edición | Pag 1 de 3 |
|--|----------------------------|--|----------------------|
| Proyecto: diseño de un cilindro hidráulico para la construcción de elevadores de carga capacidad máxima 300 kg – cusco 2020. | | Número de identificación: | |
| | | Redactado por: Turpo Ccoa Samuel | |
| | | Fecha: 15/07/2020 | |
| Cambios Fecha | Exigencia (E) Deseo (D) | Descripción | Responsable |
| 15/07/20 | E | Función Principal Elevar carga a una altura deseada. | Samuel Turpo Ccoa |
| 15/07/20 | E | Fuerza La capacidad de levante debe ser 3000 newtons. | Samuel Turpo Ccoa |
| 15/07/20 | E | Energía Fuerza hidráulica. | Samuel Turpo Ccoa |
| 15/07/20 | D | Geometría Su diseño debe ser amigable con el entorno en la cual se va montar. | Samuel Turpo Ccoa |

| Lista de exigencias | | Edición | Pag 2 de 3 |
|---------------------|----------------------------|--|----------------------|
| Cambios Fecha | Exigencia (E) Deseo (D) | Descripción | Responsable |
| 15/07/20 | D | <p>Cinemática.</p> <p>La velocidad de recorrido debe estar acorde a las exigencias que tendrá el elevador, dependerá del uso a la cual será destinada.</p> | Samuel Turpo Ccoa |
| 15/07/20 | E | <p>Material.</p> <p>Los materiales que se seleccionaran son aceros con la calidad ATSM A53 con un límite de fluencia de 250 Mp.</p> | Samuel Turpo Ccoa |
| 15/07/20 | E | <p>Seguridad.</p> <p>El factor de seguridad a considerar estará en el rango de 3-7 por tratarse de elevadores dirigidos al uso de transporte de personas.</p> | Samuel Turpo Ccoa |
| 15/07/20 | E | <p>Mantenimiento.</p> <p>Su mantenimiento debe ser fácil rápido y eficiente para ello las partes que componga el sistema tendrán su respectivo código y un manual adjunto.</p> | Samuel Turpo Ccoa |
| 15/07/20 | D | <p>Señales</p> <p>Señalizar eficientemente las entradas y salidas de fluidos, valores de resistencia de presión y recomendaciones de mantenimiento.</p> | Samuel Turpo Ccoa |

| Lista de exigencias | | Edición | Pag 3 de 3 |
|---------------------|---------------|--|----------------------|
| Cambios | Exigencia (E) | Descripción | Responsable |
| Fecha | Deseo (D) | | |
| 15/07/20 | E | Transporte Considerar elementos de acarreo. | Samuel Turpo Ccoa |
| 15/07/20 | E | Uso Su uso puede ser dentro o fuera de una vivienda, por lo tanto, considerar elementos de protección contra las inclemencias de la naturaleza, tanto exteriores como interiores dentro del cilindro. | Samuel Turpo Ccoa |
| 15/07/20 | D | Fecha de entrega El diseño completo incluido los planos debe estar listo para octubre del 2020. | Samuel Turpo Ccoa |

Fuente: Elaboración propia

4.2 Estado de la Tecnología.

4.2.1 Sicrosa Hidraulica S.L.

Empresa española, fabricante de cilindros hidráulicos de alta gama, muy competitivo en el mercado mundial, en el año 1989 inicia sus actividades como fabricante de cilindros hidráulicos, tiene una experiencia bastante amplia en la fábrica de componentes y accesorios, en nuestro país vende: cilindros hidráulicos, componentes y accesorios, barras cromadas y tubos lapeados, distribuidores, bombas y motores eléctricos. Figura 4.1.

Figura 4.1 Productos que expende SICROSA HIDRAULIC SL.



Fuente: Recuperado de <https://www.cicrosa.com/>.

4.2.2 Invemet SRL.

Empresa Peruana ubicada en la capital Jr. Francia 629 la victoria, fabrica y repara cilindros hidráulicos, comienza sus operaciones en el año 1995, entra al mercado haciendo servicios de reparación y pronto decidieron que en el Perú se podía fabricar cilindros hidráulicos, no tardó mucho en hacerse dueño del mercado nacional y hoy es uno de las empresas más importantes en el territorio nacional. Entre los servicios que brindan están. Figura. 4.2.

Figura 4.2 Servicios que brinda INVEMET SRL.



Fuente: Recuperado de <https://www.invemet.com>.

4.2.3 SERVICIOS GENERALES JH.

Ubicados en la calle los quishuares, s/n larapa grande Cusco, reparan, y hacen mantenimiento de cilindros hidráulicos y bombas hidráulicas, inicio sus actividades en el 2017, no fabrican ningún tipo de accesorios relacionados a cilindros hidráulicos solo se dedican al mantenimiento preventivo y correctivo.

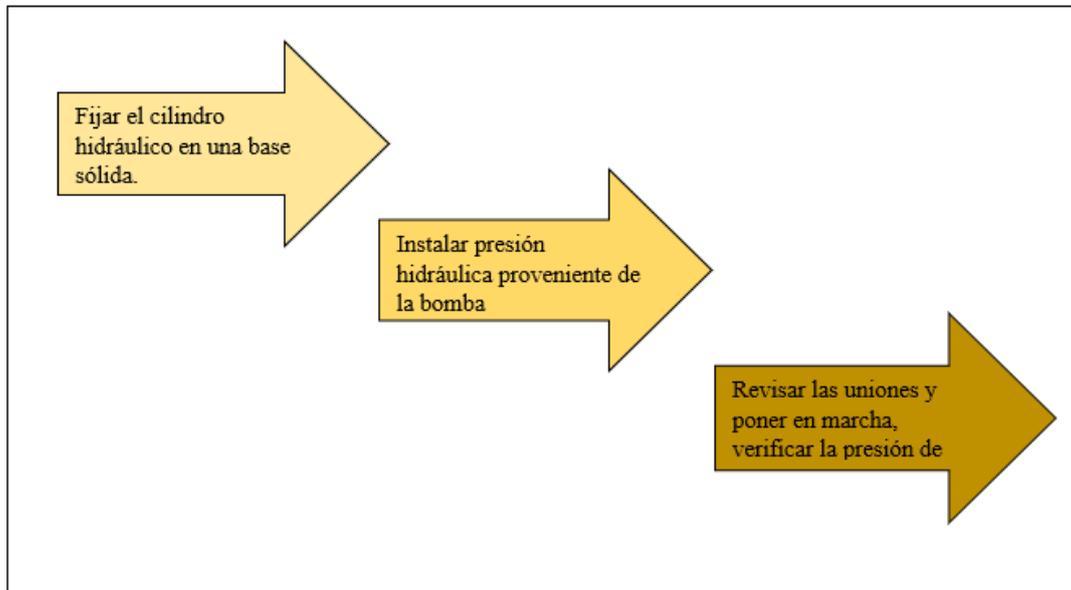
Figura 4.3 Trabajos de rectificación en el taller de mecánica JH



Fuente: Fotografía recuperado de la web de JH.

4.4 Esquema de Operación.

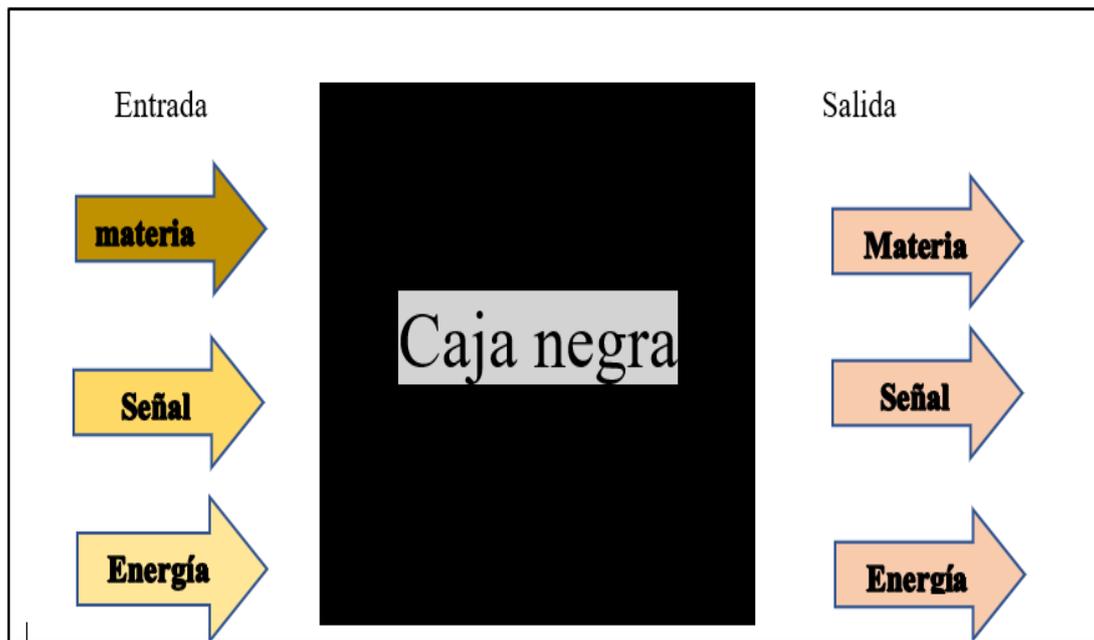
Figura 4.4 Esquema de operaciones.



Fuente: Elaboración propia

4.5 Caja negra del sistema.

Figura 4.5 Caja negra para el sistema



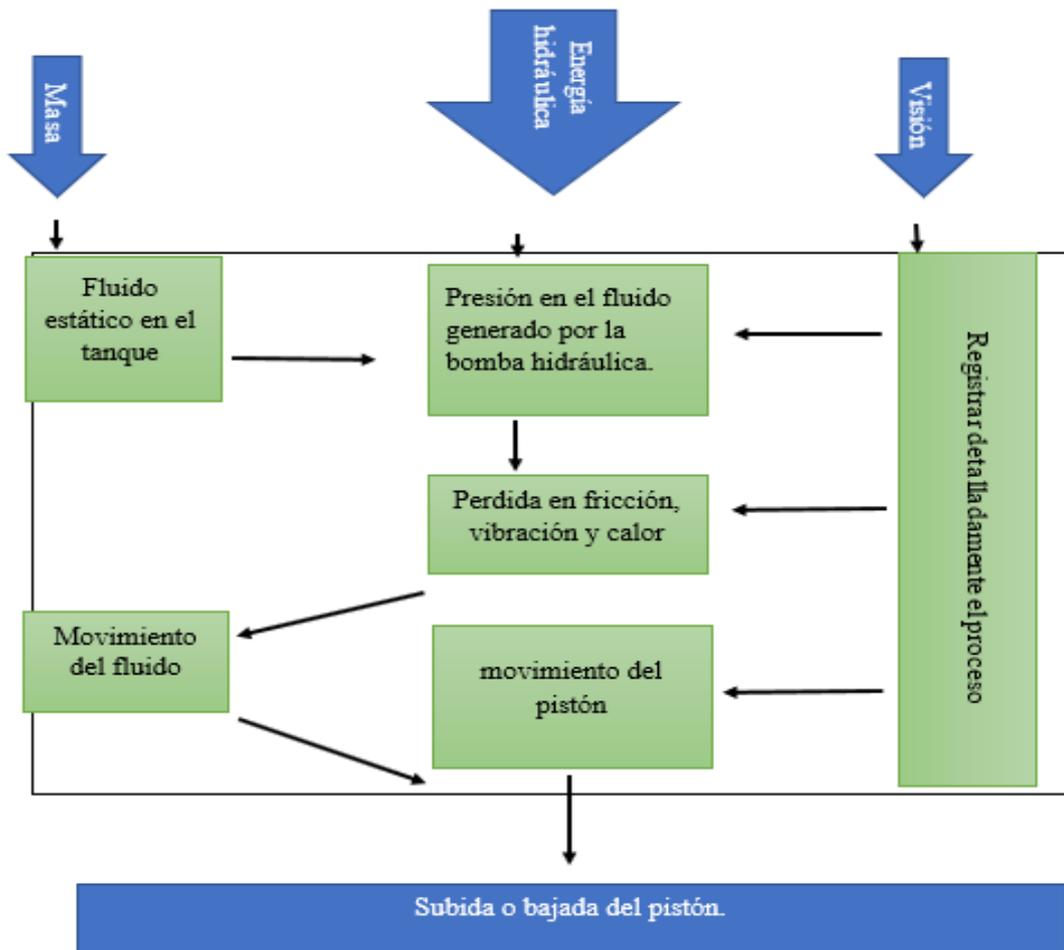
Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.2 Descripción de las entradas y salidas.

| ENTRADA | | SALIDA | |
|---------|------------|---------|--------------------------------------|
| Materia | fluido | Materia | Fluido a presión |
| Señal | visual | Señal | Recorrido del pistón |
| Energía | hidráulico | Energía | Fricción, vibración, calor, rapidez. |

Fuente: Elaboración propia

4.6 Caja gris del sistema.



Fuente: Elaboración propia.

Masa:

Fluido estático en el tanque: consta de aceite hidráulico, en un inicio estático sin movimiento alguno a una temperatura ideal y con los componentes ideales que permitan aprovechar sus propiedades incompresibles a un alto porcentaje.

Movimiento del fluido: una vez puesta en marcha el sistema de compresión hay movimiento en el fluido desplazándose este por los ductos del sistema, para generar un trabajo.

Energía hidráulica:

Presión en el fluido generado por la bomba hidráulica: la bomba ya sea eléctrica o mecánica generará una presión, esta fuerza se transmitirá directamente al embolo que a su vez moverá el vástago, de esta forma se obtendrá un movimiento lineal.

Perdida en fricción, vibración y calor: tendremos perdidas de fuerza producto de la fricción, vibración y calor, aunque estas pérdidas van a ser muy mínimas, pero se les considera en nuestro calculo.

Subida o descenso de la plataforma:

Al final tendremos una fuerza resultante y un trabajo efectivo el cual debe ser acorde a las necesidades requeridas de nuestro diseño.

Visión:

Registrar detalladamente el proceso: es importante el registro de las ocurrencias en todo momento, saber el comportamiento del cilindro en pruebas reales ayudara a tener un registro mucho más exacto de datos.

4.7 Matriz Morfológica

Una vez detallado el proceso, la estructura de funciones optima, se procede a elaborar una matriz morfológica que nos ayudara a seleccionar la solución más adecuada a nuestro problema.

Tabla 4.3 Tabla descriptiva de la matriz morfológica.

| MATRIZ MORFOLOGICA. | | Versión 1 | |
|---|---|--|--|
| Diseño de un cilindro hidráulico para la construcción de elevadores de carga capacidad máxima de 300kg Cusco 2020 | | Fecha: 25/07/20 | |
| UNIVERSIDAD CONTINENTAL FILIAL CUSCO | | Realizado por: | |
| | | Samuel Turpo C | |
| Funciones | Alternativa 1 | Alternativa 2 | Alternativa 3 |
| 1 Energía | Energía hidráulica  | | |
| 2 Componente del interior del cilindro | Tubo de acero  | Tubo de aluminio  | Tubo de cobre  |
| 3 Tipo de pulido para el interior del cilindro | Pulido en un torno  | Pulido de fábrica  | Cromado  |
| 4 Transmisión de fluido | Manueras de presión  | | |
| 5 Material del vástago | Barra redonda de acero  | Barra hueca de acero  | |
| 6 Proceso de pulido | Pulido en torno  | Pulido de fábrica  | Cromado  |
| 7 Material del embolo | Barra de acero  | Barra de aluminio  | Barra de bronce  |
| 8 Proceso de manufactura | Manufactura en torno  | De fábrica  | |
| 9 Ensamblaje del cilindro | Dentro del taller  | Por terceras personas  | |

Fuente: Elaboracion propia.

Solución 1: 

Solución 2: 

Solución 3: 

4.8 Descripción de la matriz morfológica.

1. Energía.

Se considera una bomba hidráulica en el diseño final de la máquina, para efectos de prueba y funcionalidad se tendrá acceso a este equipo.

2. Componente del interior del cilindro.

Es necesario considerar el material con la cual tendremos que elaborar el cilindro hidráulico, dependerá de los componentes que tiene el material para su selección.

3. Tipo de pulido para el interior del cilindro.

El trabajo de pulido para que el interior del cilindro hidráulico quede apto para un buen servicio se puede dar de tres formas, la primera utilizando una maquina torno muy precisa, la segunda pedirlo de fabrica ya pulido y la tercera realizando un proceso de cromado.

4. Trasmisión de fluido.

Para que el cilindro hidráulico funcione se necesita la acción de un fluido la empresa Mad Machine Sac. Cuenta con bombas hidráulicas a disposición por lo tanto es necesario contar con una manguera para poder unir ambos sistemas.

5. Material del vástago.

Es necesario saber cuál será el material con la cual se debe diseñar el vástago del sistema, considerando materiales existentes en el mercado nacional.

6. Proceso de pulido.

El proceso de pulido para este caso también es importante por lo que se considera tres procesos, la primera realizarlo en una maquina torno, las segunda pedirlo de fábrica y la tercera realizar un cromado.

7. Material del embolo.

Un material adecuado, responderá mejor a las solicitudes del sistema por lo que se es necesario considerar características físicas y químicas de cada elemento.

8. Proceso de manufactura.

La manufactura podría ser realizada en un taller o pedirla de fabrica con las medidas adecuadas.

9. Ensamblaje del cilindro.

Donde y como se debe ensamblar el cilindro hidráulico.

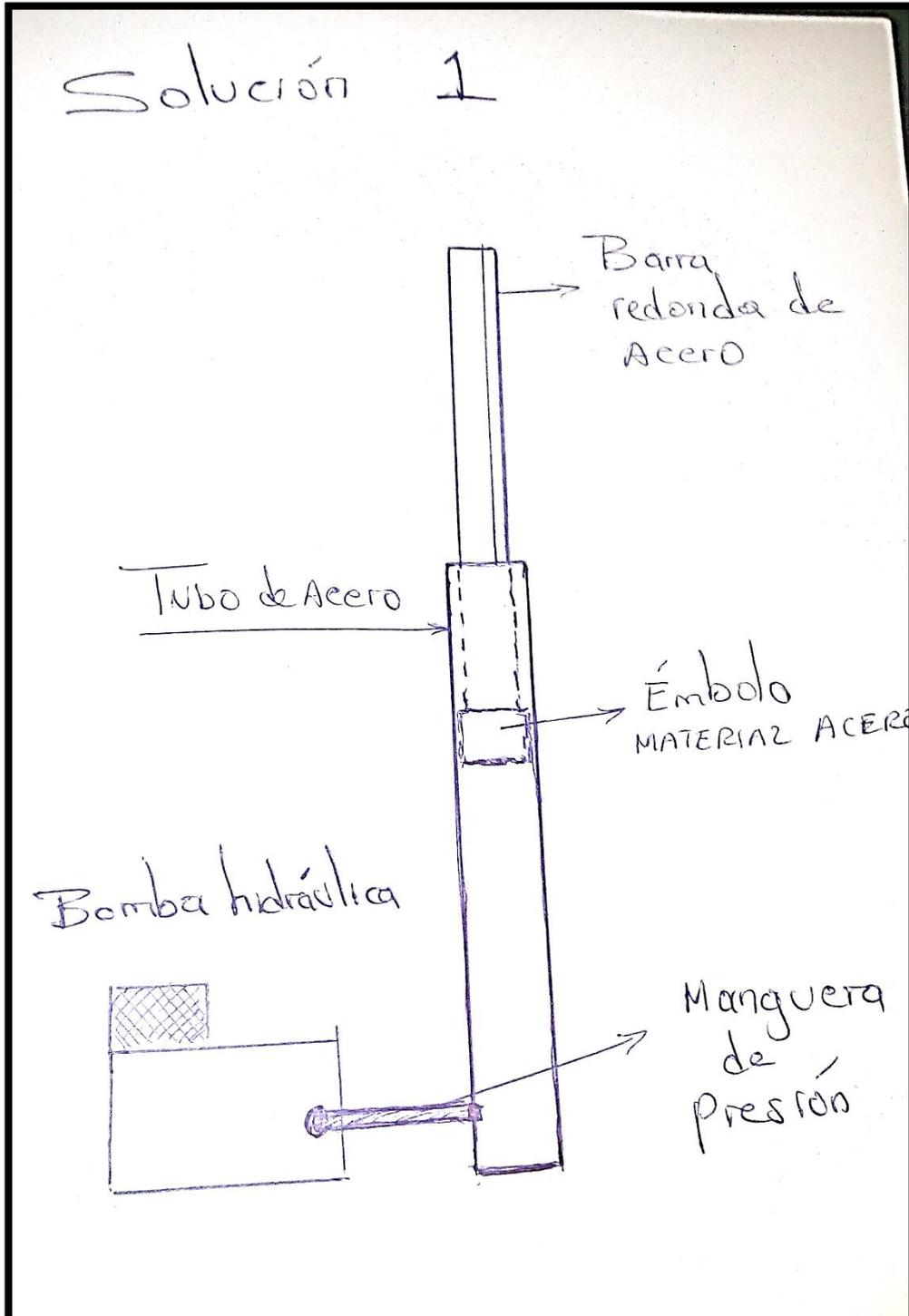
4.9 Características de las Soluciones.

Solución 1

Teniendo la fuerza hidráulica para poder mover nuestro sistema escogemos los componentes que nos llevara a encontrar una solución óptima y bajo en costos, para ello elegimos un tubo de acero el cual tiene mejor comportamiento ante la presión y eventuales golpes del exterior que podría darse en el tiempo, al no contar con herramientas ni máquinas precisas optaremos por comprar un tubo de 6 metros totalmente pulido en el interior, consideraremos dentro del diseño un agujero para la entrada del fluido y una maguera de presión, para el vástago se considera una barra de acero solido también pulido de fábrica,

el diseño del embolo será de un material acero, el maquinado y el ensamblado se hará dentro de los talleres de la empresa Mad Machine Sac.

Figura 4.6 Representación a mano alzada de la solución 1

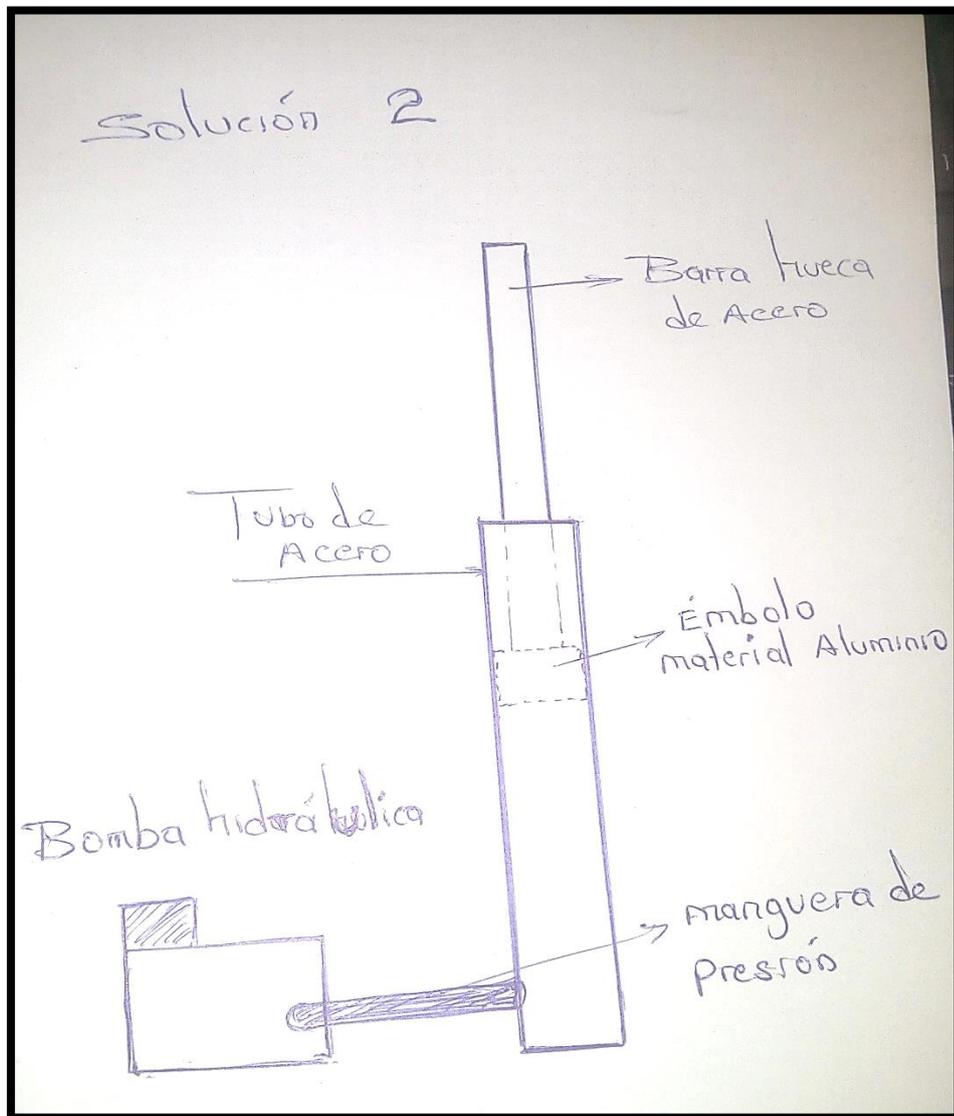


Fuente: Elaboración propia.

Solución 2

Contamos con un equipo de bombeo hidráulico dentro de la empresa Mad Machine Sac. Teniendo esta fuente de fuerza se pretende diseñar un cilindro hidráulico, para este fin escogemos un tubo de aluminio al cual se pretende llevar a un proceso de cromado tanto interior como exterior, de esta forma poder conseguir un material más rígido y pulido en el interior, una manguera de presión para poder unir el cilindro con la bomba hidráulica, una barra de acero la cual conformara la parte del vástago, y el embolo, finalmente trabajarlo dentro de los talleres de la empresa.

Figura 4.7 Representación a mano alzada de la solución 2

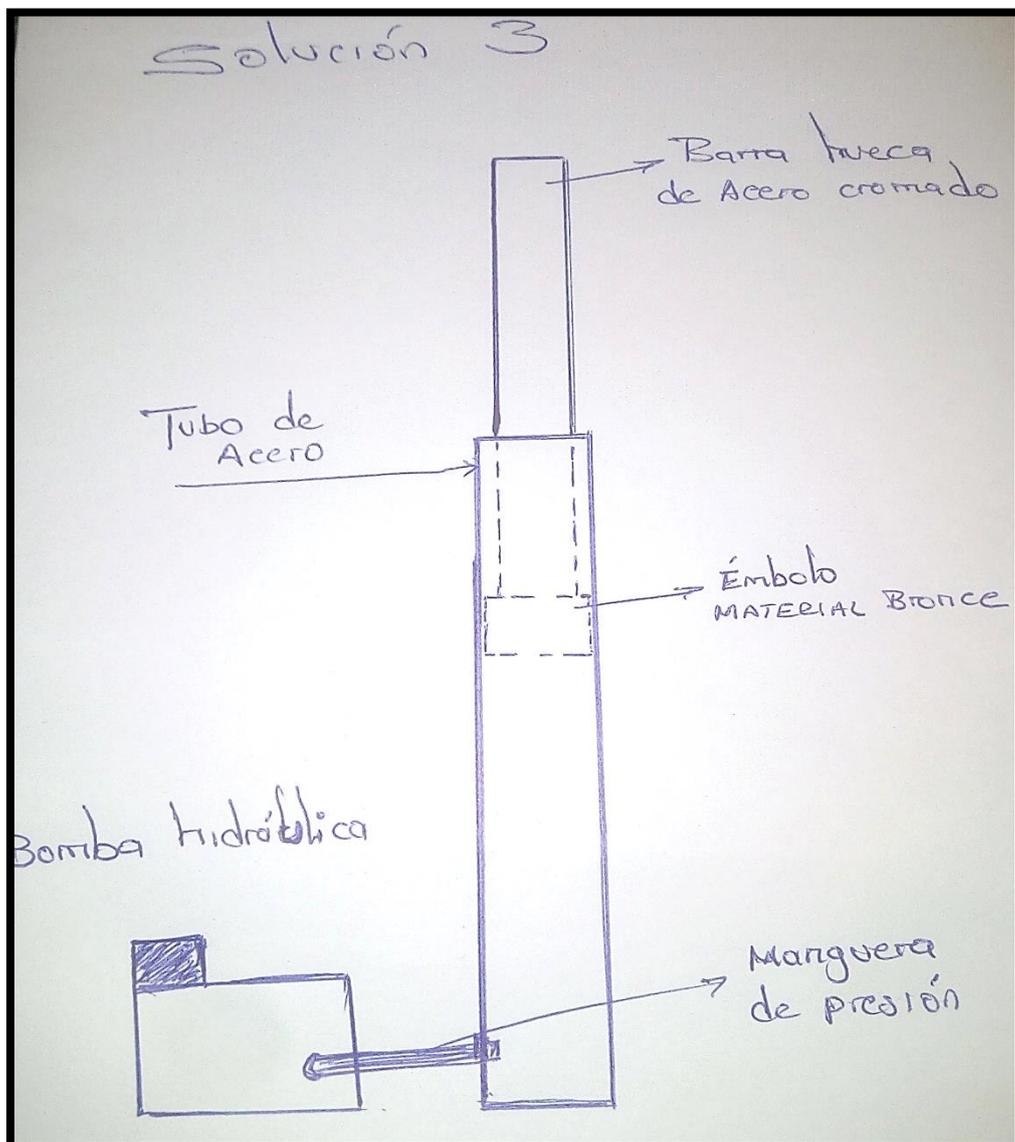


Fuente: Elaboración propia

Solución 3

El principio de la fuerza siempre partirá desde la bomba hidráulica que se tiene a disposición, en este caso el material que se escoge para el diseño del cilindro es un tubo de cobre, se pretende llevar a un proceso de cromado interior y exterior, para poder unir el cilindro con el equipo de bombeo va una manguera de presión, en esta solución específica se considera un tubo de acero para el diseño del vástago por ser muy común encontrar en el mercado esta denominación, para el diseño del embolo se considera el bronce de tal forma sería muy fácil procesarlo y maquinarlo dentro del taller de la empresa Mad Machine Sac.

Figura 4.8 Representación a mano alzada de la solución 3



Fuente: Elaboración propia.

4.10 Evaluación Técnico Económico de los Conceptos de Solución.

basado a tres soluciones presentadas, se hace el análisis técnico económico respectivo, las cuales nos permitirán determinar el concepto de solución más óptimo para el futuro diseño, utilizaremos el método de diseño según la norma VDI 2225, que nos ayudara a seleccionar la opción más apropiada en relación a costo/beneficio.

Realizaremos la valoración técnica de las posibles soluciones. Esta se realiza tomando en cuenta 14 criterios de evaluación los cuales se ponderan con distintos pesos ‘g’ según la jerarquía de los mismos con respecto al desarrollo del sistema de elevación. Asimismo, a cada solución se le asigna un puntaje ‘p’ según el criterio siendo 4 el puntaje ideal, se puede observar en la tabla 4.7.

Tabla 4.4 Evaluación técnica

| N° | Criterio de evaluación | Proyecto | | | | | | | | |
|---|------------------------|----------|----|-----------|-----|-----------|-----|------------|----------|-----|
| | | S 1 | | | S 2 | | S 3 | | S. ideal | |
| | G | P | Gp | P | Gp | P | Gp | P | Gp | |
| 1 | Función | 3 | 4 | 12 | 4 | 12 | 4 | 12 | 4 | 12 |
| 2 | Seguridad | 3 | 4 | 12 | 4 | 12 | 4 | 12 | 4 | 12 |
| 3 | Diseño | 3 | 4 | 12 | 4 | 12 | 3 | 9 | 4 | 12 |
| 4 | Forma | 2 | 4 | 8 | 2 | 4 | 3 | 6 | 4 | 8 |
| 5 | Montaje | 3 | 4 | 12 | 3 | 9 | 4 | 12 | 4 | 12 |
| 6 | Manipulación | 3 | 3 | 9 | 3 | 9 | 3 | 9 | 4 | 12 |
| 7 | transporte | 3 | 2 | 6 | 2 | 6 | 2 | 6 | 4 | 12 |
| 8 | Mantenimiento | 3 | 4 | 12 | 4 | 12 | 3 | 9 | 4 | 12 |
| 9 | Uso de energía | 3 | 4 | 12 | 4 | 12 | 3 | 12 | 4 | 12 |
| 10 | Confiabilidad | 3 | 4 | 12 | 4 | 12 | 4 | 12 | 4 | 12 |
| 11 | Estabilidad | 3 | 4 | 12 | 4 | 12 | 4 | 12 | 4 | 12 |
| 12 | Rigidez | 3 | 4 | 12 | 4 | 12 | 4 | 12 | 4 | 12 |
| 13 | Ergonomía | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | 8 |
| 14 | Fabricación | 2 | 3 | 6 | 3 | 6 | 2 | 4 | 4 | 8 |
| | Total | | | 141 | | 134 | | 131 | | 148 |
| Escala de valores p: 4 ideal, 3 muy bien, 2 cumple, 1 cumple regular, 0 no cumple | | | | | | | | | | |
| Escala de valores g: 3 muy importante, 2 importante, 1 poco importante | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

Al final se obtiene un valor para cada solución, estos valores se comparan con el valor de la solución ideal para obtener valores relativos para cada criterio. Con la siguiente formula.

$$x_i = \frac{g_1p_1 + g_2p_2 + \dots + g_n p_n}{(g_1 + g_2 + \dots + g_n)p_{ideal}}$$

A continuación, realizaremos la valoración económica de los tres conceptos de solución, de la misma forma que la evaluación técnica utilizaremos los pesos ponderados. La evaluación económica lo realizaremos en base a cinco criterios como se muestra en la tabla 4.8.

Tabla 4.5 Evaluación económica.

| N° | Criterio de evaluación | Proyecto | | | | | | | | |
|---|------------------------|----------|----|-----------|----|-----------|----|-------------|----|----|
| | | Soluc 1 | | Soluc 2 | | Soluc 3 | | Soluc ideal | | |
| | g | P | gp | P | gp | p | Gp | P | Gp | |
| 1 | Costo de material | 3 | 7 | 21 | 8 | 24 | 10 | 30 | 7 | 21 |
| 2 | Costo de mano de obra | 3 | 7 | 21 | 9 | 27 | 10 | 30 | 7 | 21 |
| 3 | Costo de fabricación | 3 | 7 | 21 | 9 | 27 | 10 | 30 | 7 | 21 |
| 4 | Costo de mantenimiento | 3 | 9 | 27 | 8 | 24 | 8 | 24 | 7 | 21 |
| 5 | Costo de montaje | 2 | 8 | 16 | 8 | 16 | 8 | 16 | 7 | 14 |
| | Total | | | 106 | | 118 | | 130 | | 98 |
| Escala de valores p: 7 ideal, 8 muy bien, 9 cumple, 10 cumple regular, 11 no cumple | | | | | | | | | | |
| Escala de valores g: 3 muy importante, 2 importante, 1 poco importante | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

Obtenemos una puntuación final por cada solución planteada, entonces procedemos a determinar los valores relativos con la siguiente formula.

$$x_i = \frac{(g_1 + g_2 + \dots + g_n)p_{ideal}}{g_1p_1 + g_2p_2 + \dots + g_n p_n}$$

A continuación, se muestran los resultados de los valores relativos obtenidos tanto de la valoración técnica como de la valoración económica, para lo cual consideraremos el valor más alto que 0,6 como aceptable. Tabla 4.9.

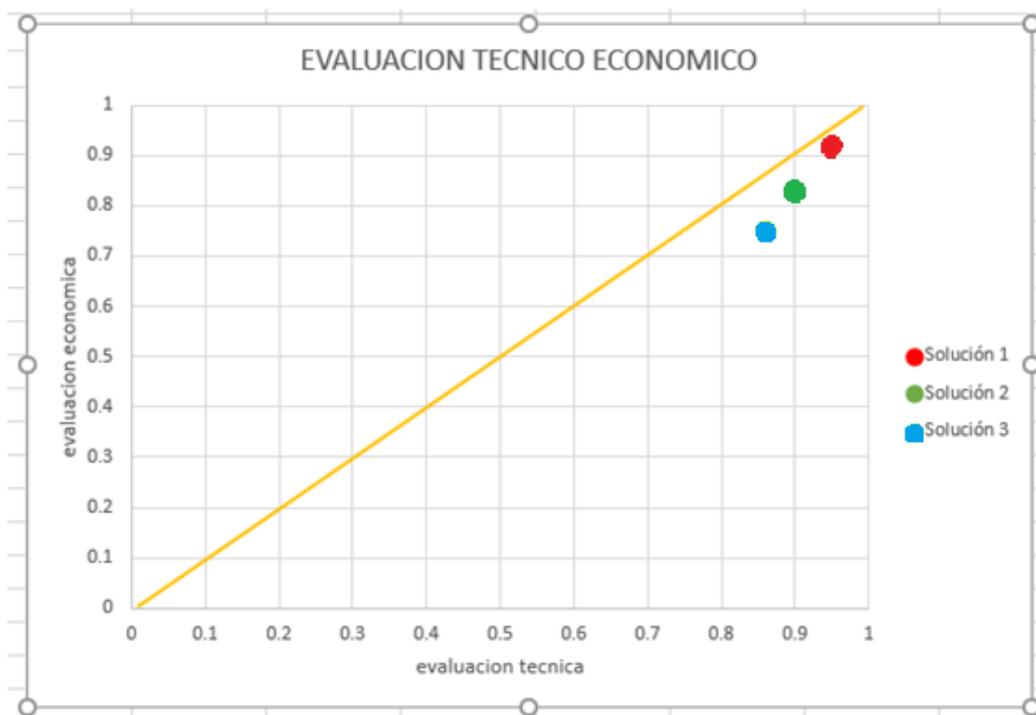
Tabla 4.6 Valores relativos de la evaluación técnica económica.

| | Eje x (evaluación técnica) | Eje y (evaluación económica) |
|------------|----------------------------|------------------------------|
| Solución 1 | 0.90 | 0.83 |
| Solución 2 | 0.95 | 0.92 |
| Solución 3 | 0.86 | 0.75 |

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente se elabora un diagrama de evaluación, dentro de este diagrama ubicaremos las tres posibles soluciones, consideraremos como la solución óptima a aquellos valores por encima de 0.6 como se habían mencionado anteriormente, en caso se diera la posibilidad de que dos o más soluciones cumplan con la balla se aceptara como la solución más óptima a la solución que este más próximo a la recta pendiente de 45° que representará la solución óptima.

Figura 4.9 Cuadro de evaluación técnico económico

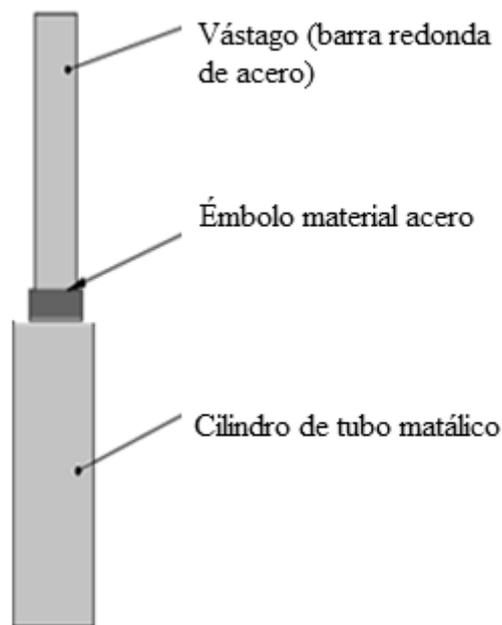


Fuente: Elaboración propia

4.11 Concepto de Solución Óptimo.

Una vez hecho el análisis detallado de las posibles soluciones, el resultado arroja a la alternativa 2 como la solución más óptima viable. vale decir en las circunstancias que nos encontramos en este preciso momento con respecto al equipamiento del taller, conocimientos y experiencia la alternativa 2 es la más viable realizarlo esto quiere decir que nuestro cilindro tendrá una camisa interna fabricado de un tubo PVC, el pistón, estará conformado de un vástago metálico y lo propio con el émbolo. En la figura 4,5 podemos apreciar un dibujo.

Figura 4.10 Representación del cilindro hidráulico.



Fuente: Elaboración propia

4.12 Consideraciones Antes de Proceder con los Cálculos.

- a) Para realizar los cálculos de las fuerzas intervinientes en el sistema de elevación consideraremos un estado estático debido a que la velocidad que se pretende llegar no será mayor a 3 cm por segundo, las vibraciones serán

bastante mínimas por lo que se asume que la influencia hacia la maquina es despreciable.

- b) para poder realizar un cálculo adecuado nos apoyaremos en un software bastante conocido llamado Microsoft Excel, muy funcional y fácil de usarlo, una vez ingresado correctamente una fórmula matemática es muy sencillo realizar cálculos en diferentes puntos de análisis.

4.13 Análisis de sensibilidad.

Dentro de este análisis reconoceremos las variables dependientes e independientes con la finalidad de realizar sus respectivos cálculos y encontrar materiales adecuados para tener un producto final óptimo.

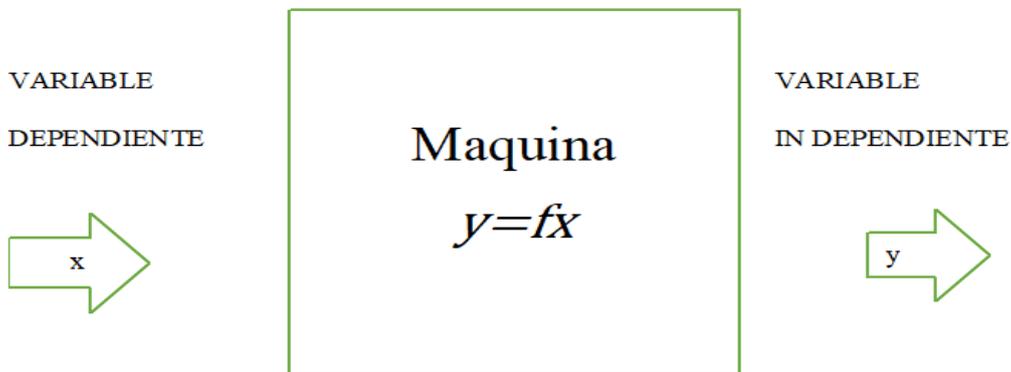


Tabla 4.7 Tabla demostrativa de variables.

| VARIABLE DEPENDIENTE | VARIABLE INDEPENDIENTE |
|------------------------|---|
| Velocidad de recorrido | Capacidad de carga Altura del cilindro Volumen del cilindro |

Fuente: Elaboración propia

4.14 Diseño del Vástago.

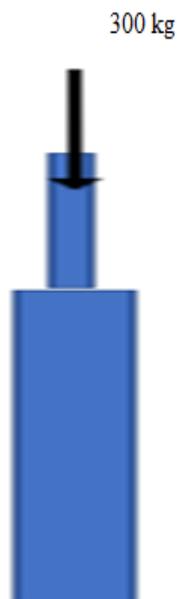
Para poder darle forma a nuestro diseño es necesario tener en cuenta los datos siguientes:

Datos:

| | |
|---------------------------------|---------|
| Masa: | 300 kg |
| Altura del cilindro: | 2 m |
| Altura del vástago: | 1.80 m |
| Esfuerzo de fluencia del acero: | 190 GPa |
| Factor de seguridad: | 4 |

Entonces se procede a realizar el cálculo:

Figura 4.11 Diagrama de cuerpo libre para el cilindro hidráulico.



Fuente: Elaboración propia

Resolviendo tenemos:

$$F = m \times a \quad \text{Formula (1)}$$

Donde:

$$F = \text{Fuerza (N)}$$

$$m = \text{Masa (kg)}$$

$$a = \text{Aceleración de la gravedad (m / s}^2\text{)}$$

Remplazando en la formula (1)

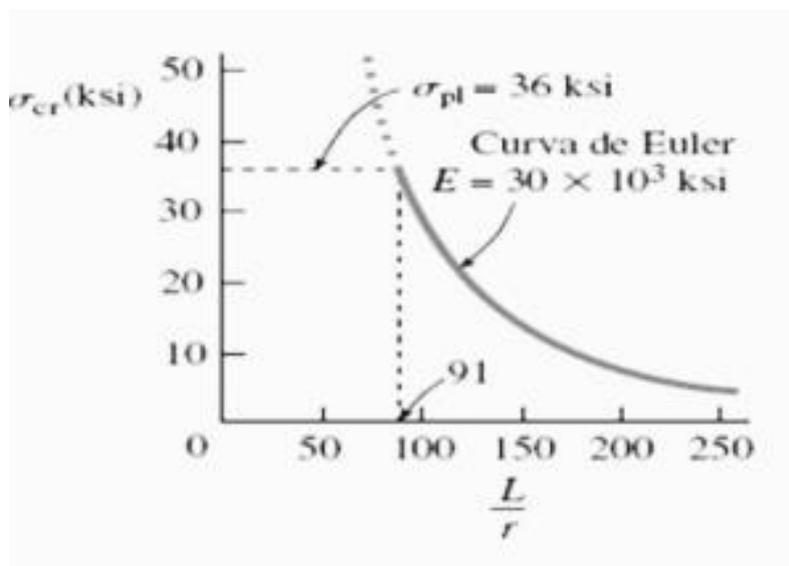
$$F = m \times a$$

$$F = 300 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m / s}^2$$

$$F = 2940 \text{ N}$$

Ya teniendo la fuerza del sistema procedemos al diseño del vástago, el cual lo analizaremos como si fuera una columna empotrada en un extremo y libre al otro extremo, este elemento podría fallar por compresión o por pandeo para ello debemos analizar mediante la hipérbola de Euler.

Figura 4.12 Representación de la gráfica de Euler



Fuente: Recuperado de <https://es.slideshare.net/willyhernandez925/formula-de-euler-para>.

Donde podremos comparar el valor de la esbeltez frente al valor del esfuerzo, si la esbeltez llegara su valor a mayor de 89 entonces nuestro vástago fallara por pandeo y si el valor llega a ser menor entonces fallara por compresión.

Hallando el valor de la esbeltez:

$$E = \frac{Le}{r} \quad \text{Fórmula (2)}$$

Donde:

E = Esbeltez

Le = Longitud equivalente de la columna (m)

r = Radio de giro

como no se tiene el valor del radio de giro nos apoyamos en la siguiente formula.

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}} \quad \text{Fórmula (3)}$$

Donde:

I = Momento de inercia (m^4) $I = \frac{\pi x D^4}{64}$

A = Área (m^2) $A = \frac{\pi x D^2}{4}$

D = Diámetro (m)

Reemplazando en la fórmula (3) tenemos:

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

$$r = \sqrt{\frac{\frac{\pi x D^4}{64}}{\frac{\pi x D^2}{4}}} \text{ entonces: } r = \sqrt{\frac{3.1415 x D^4}{64} \cdot \frac{4}{3.1415 x D^2}}$$

Resolviendo tenemos

$$r = \sqrt{\frac{3.1415 x D^2}{16}} = 0.44 x D$$

Ahora reemplazaremos en la fórmula (2)

$$E = \frac{Le}{r} \quad E = \frac{Le}{0.44 \times D}$$

Para hacer este cálculo recurriremos al software de Microsoft Excel introduciremos la fórmula correspondiente y colocaremos valores diferentes en D (diámetro del eje o columna), como se muestra en la tabla 4.11, entonces obtendremos valores de esbeltez que nos indica con que diámetros de acero debemos de considerar un análisis a compresión o un análisis de flexión.

Tabla 4.8 Cálculo de esbeltez demostrativo realizado en una hoja de Excel.

| Esbeltez (valor) | Longitud de la columna (m) | Constante K tipo de columna | Diámetro calculado de la columna (m) |
|------------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|
| 90.909 | 2 | 2 | 0.1 |
| 129.870 | 2 | 2 | 0.07 |
| 181.818 | 2 | 2 | 0.05 |
| 303.030 | 2 | 2 | 0.03 |
| 454.545 | 2 | 2 | 0.02 |

Fuente: Elaboración propia.

De los resultados obtenidos en la tabla 4.11 podemos deducir que si escogemos una barra redonda mayor a 10 cm entonces nuestro análisis estará dirigida a un análisis por compresión y si la barra que escogeremos es menor a 10 cm entonces lo analizaremos por pandeo o flexión.

Como el estudio está dirigido a un tema de economizar en materiales escogeremos un rango menor a 10 cm, por lo tanto, nuestros cálculos estarán dirigidos a un análisis por pandeo.

4.14.1 Selección de material del vástago.

Para una selección efectiva nos apoyaremos con la fórmula de carga crítica de Euler.

Fórmula de Euler.

$$Prc = \frac{\pi^2 x E x I}{L^2} \quad \text{fórmula (3)}$$

Donde:

Prc = Carga crítica

E = Módulo de elasticidad del acero

I = Momento de inercia

L = Longitud equivalente de la viga

Solución:

De la fórmula: (3)

$$Prc = \frac{\pi^2 x E x I}{L^2}$$

Despejamos I: con la finalidad de conocer las propiedades físicas de nuestro material.

Entonces tenemos:

$$I = \frac{L^2 x Prc}{\pi^2 x E}$$

Reemplazando valores.

Necesitamos el valor de Prc.

Prc = Masa x gravedad x factor de seguridad

Prc = 300x10x2.5

Entonces Prc = 7500 N

$$I = \frac{(4m)^2 x 7500 N}{3,1416^2 x 190 x 10^9 Pa}$$

$$I = \frac{120000Nm^2}{1.88 \times 10^{12}N/m^2}$$

$$I = 6.38 \times 10^{-8}m^4$$

Entonces el momento de inercia vale $I = 6.38 \times 10^{-8}m^4$

Sabemos que I es igual a:

$$I = \frac{\pi d^4}{64}$$

De esta fórmula podemos despejar “d” y obtendremos el valor del diámetro.

$$d^4 = \frac{64 \times I}{\pi}$$

Reemplazando valores:

$$d^4 = \frac{64 \times 6.38 \times 10^{-8}m^4}{3.1416}$$

$$d^4 = \frac{4.08 \times 10^{-6}m^4}{3.1416}$$

$$d^4 = 0.00000130 m^4$$

$$d = \sqrt[4]{0.00000130 m^4}$$

$$d = 0.034 m$$

Tenemos el diámetro de nuestra barra circular ahora calcularemos el área.

$$A = \frac{\pi d^2}{4}$$

Remplazando tenemos:

$$A = \frac{3,1416 \times (0.034 \text{ m})^2}{4}$$

$$A = 0.00091 \text{ m}^2$$

Con este resultado ya podemos buscar nuestro material adecuado.

De la tabla 4.12 donde se describe las dimensiones de un acero redondo liso que nos da Aceros Arequipa.

Tabla 4.9 Dimensiones de una barra de acero redonda.

| Diámetro nominal En Pulgadas | Diámetro nominal En metros | Sección En metros cuadrados |
|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| 3/8 | 0.0095 | 0.000071 |
| 1/2 | 0.0127 | 0.0001.27 |
| 5/8 | 0.0159 | 0.000198 |
| 3/4 | 0.0191 | 0.000286 |
| 7/8 | 0.0222 | 0.000387 |
| 1 | 0.0254 | 0.000507 |
| 13/8 | 0.0413 | 0.00134 |
| 2 | 0.0508 | 0.00203 |

Fuente: Recuperado de

<https://www.acerosarequipa.com/sites/default/files/fichas/2020-09/hoja-tecnica-redonda>.

De acuerdo al valor obtenido, elegimos el adecuado: que sería acero redondo liso de 13/8" de diámetro.

4.14.2 Cálculo del Cilindro.

Ahora aremos la misma secuencia de cálculos para el cilindro. También lo calcularemos como una columna solo que esta tendrá la particularidad de tener un apoyo en ambos extremos.

Figura 4.13 Diagrama de cuerpo libre para hallar el cilindro hidráulico.



Fuente: Elaboración propia

Valor de la masa de la carga = 300 kg

Masa del vástago = 24 kg

Entonces tenemos:

Masa total = masa vástago + masa 1

Masa total = 300 + 24

Masa total = 324 kg

La masa lo convertimos a peso.

$$\text{Peso} = \text{Masa} \times \text{aceleración de la gravedad (10m/s}^2)$$

$$\text{Peso} = 324 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2$$

$$\text{Peso} = 3240 \text{ N}$$

Datos:

$$\text{Peso:} \quad 3240 \text{ kg}$$

$$\text{Altura del cilindro:} \quad 2.20 \text{ metros}$$

$$\text{Esfuerzo de fluencia del acero:} \quad 240 \text{ Mpa}$$

$$\text{Módulo de elasticidad} \quad 190 \text{ Gpa}$$

$$\text{Factor de seguridad} \quad 2.5$$

Formula de Euler.

$$P_{rc} = \frac{\pi^2 \times E \times I}{L^2}$$

Podemos observar que el cilindro en si está sujeto tanto en la base como en la parte final de su estructura, por lo tanto, esta columna tiene ambos extremos fijos entonces.

$$L = 0.5L$$

Solución:

De la fórmula:

$$P_{rc} = \frac{\pi^2 \times E \times I}{L^2}$$

Despejamos I: con la finalidad de conocer las propiedades físicas de nuestro material.

Entonces tenemos:

$$I = \frac{L^2 \times P_{rc}}{\pi^2 \times E}$$

Reemplazando valores

Necesitamos el valor de Prc.

Prc = masa x gravedad x factor de seguridad

$$\text{Prc} = 300 \times 10 \times 2.5$$

Entonces Prc = 7500 N

$$I = \frac{(0.5 \times 2.20\text{m})^2 \times 7500 \text{ N}}{3,1416^2 \times 190 \times 10^9 \text{ Pa}}$$

$$I = \frac{9075 \text{ Nm}^2}{1.87 \times 10^{12} \text{ N/m}^2}$$

$$I = 4.85 \times 10^{-9} \text{ m}^4$$

Entonces el momento de inercia vale. $I = 4.85 \times 10^{-9} \text{ m}^4$

Sabemos que I es igual a:

$$I = \frac{\pi d^4}{64}$$

De esta fórmula podemos despejar “d” y obtendremos el valor del diámetro.

$$d^4 = \frac{64 \times I}{\pi}$$

Reemplazando valores:

$$d^4 = \frac{64 \times 4.85 \times 10^{-9} \text{ m}^4}{3.1416}$$

$$d^4 = \frac{3.104 \times 10^{-7} \text{ m}^4}{3.1416}$$

$$d^4 = 0.000000099 \text{ m}^4$$

$$d = \sqrt[4]{0.000000099 \text{ m}^4}$$

$$d = 0.0177 \text{ m}$$

Tenemos el diámetro de nuestro tubo circular ahora calcularemos el área.

$$A = \frac{\pi d^2}{4}$$

Remplazando tenemos:

$$A = \frac{3,1416 \times (0.0177 \text{ m})^2}{4}$$

$$A = 0.000246 \text{ m}^2$$

Con este resultado ya podemos buscar nuestro material adecuado.

Conociendo las dimensiones de nuestro pistón podemos asumir que nuestro cilindro debe tener un diámetro mayor que pueda alojar el embolo y sus partes.

Entonces tenemos como dato:

Área calculada 0.000246 m²

Para ello tenemos:

Entonces:

$$A = \pi \frac{D^2 - d^2}{4}$$

$$\text{Despejando: } D^2 - d^2 = \frac{A \times 4}{\pi}$$

Reemplazando: experimentaremos con un tubo de 3 pulg.

$$(88.90 \text{ mm})^2 - d^2 = \frac{0.000246 \text{ m}^2 \times 4}{\pi}$$

$$7903.21\text{mm}^2 - d^2 = \frac{246 \times 4}{3.1416}$$

$$-d^2 = \frac{246 \times 4}{3.1416} - 7903.21$$

$$-d^2 = -7589.99\text{mm}^2$$

$$d = \sqrt[2]{7589.99\text{mm}^2}$$

$$d = 87.12\text{mm}$$

Por lo tanto.

Diámetro interior del cilindro 87.12 mm

4.14.3 Diseño del Embolo:

Para el diseño del embolo tenemos los siguientes datos:

Diámetro exterior del vástago: 41.30mm

Diámetro interior del cilindro: 87.12mm

Con estos datos podemos concluir que el embolo debe tener una medida en su diámetro de 86.12 mm quedando 1mm de espacio para ser compensado con sus respectivos o-rings y la deformación que vaya a sufrir nuestro material. El material que se utilizará será un SAE 1045.

Figura 4.14 Diagrama de cuerpo libre del émbolo

$$F1 = 3240\text{ N}$$



Fuente: Elaboración propia

DATOS:

$$\begin{aligned}F_1 &= 3240 \text{ N} \\D &= 86.12 \text{ mm} \\F_s &= 2.5 \\F_2 &= \text{¿?} \\Área &= 5824.9 \text{ mm}^2 \\I &= 1319170.4 \text{ mm}^4 \\E &= 200 \text{ GPas}\end{aligned}$$

Desarrollando.

$$\sum f_y = 0$$

$$F_1 \times F_s = F_2$$

$$3240 \times 2.5 = F_2$$

Entonces:

$$F_2 = 8100 \text{ N}$$

Hallando deformación

$$\delta = \frac{P \times L}{A \times E}$$

Entonces tenemos: probamos con una longitud de 20 cm.

$$\delta = \frac{8100 \text{ N} \times 0.0002 \text{ m}}{0.0058 \text{ m} \times 200000000000 \text{ N/m}^2}$$

$$\delta = 0.000000014 \text{ m}$$

$$\delta = 0.0000014 \text{ mm}$$

Por los resultados que se obtuvo para un embolo de 20 cm, nuestra deformación es mínima.

Ahora probaremos con un embolo de 10 cm.

$$\delta = \frac{8100 \text{ N} \times 0.0001 \text{ m}}{0.0058 \text{ m} \times 20000000000 \text{ N/m}^2}$$

$$\delta = 0.000000007 \text{ m}$$

$$\delta = 0.0000007 \text{ mm}$$

Por lo tanto, tomamos 10 cm como valido para nuestro diseño.

4.14.4 Selección de O´rings.

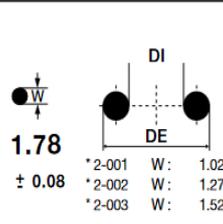
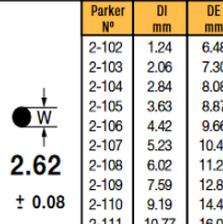
Para el sellado respectivo de la presión que generará el fluido dentro del cilindro necesitamos de o´rings, recurriremos al catálogo que nos brindan los fabricantes y escogeremos el más adecuado.

Figura 4.15 Forma física de un o´ring.



Fuente: Recuperado de <https://www.dlscomercial.com/productos/oring/>

Tabla 4.10 Catálogo de o’rings,

|  1.78 ± 0.08 | Parker Nº | DI mm | DE mm | Parker Nº | DI mm | DE mm | Parker Nº | DI mm | DE mm | Parker Nº | DI mm | DE mm | Parker Nº | DI mm | DE mm |
|---|---|--------|-------|-----------|-------|-------|-----------|-------|-------|-----------|-------|-------|-----------|--------|--------|
| |  2.62 ± 0.08 | 2-001* | 0.74 | 2.78 | 2-011 | 7.65 | 11.21 | 2-021 | 23.52 | 27.08 | 2-031 | 44.17 | 47.73 | 2-041 | 75.92 |
| | 2-002* | 1.07 | 3.61 | 2-012 | 9.25 | 12.81 | 2-022 | 25.12 | 28.68 | 2-032 | 47.35 | 50.91 | 2-042 | 82.27 | 85.83 |
| | 2-003* | 1.42 | 4.46 | 2-013 | 10.82 | 14.38 | 2-023 | 26.70 | 30.26 | 2-033 | 50.52 | 54.08 | 2-043 | 88.62 | 92.18 |
| | 2-004 | 1.78 | 5.34 | 2-014 | 12.42 | 15.98 | 2-024 | 28.30 | 31.86 | 2-034 | 53.70 | 57.26 | 2-044 | 94.97 | 98.53 |
| | 2-005 | 2.57 | 6.13 | 2-015 | 14.00 | 17.56 | 2-025 | 29.87 | 33.43 | 2-035 | 56.87 | 60.43 | 2-045 | 101.32 | 104.88 |
| | 2-006 | 2.90 | 6.46 | 2-016 | 15.60 | 19.16 | 2-026 | 31.47 | 35.03 | 2-036 | 60.05 | 63.61 | 2-046 | 107.67 | 111.23 |
| | 2-007 | 3.68 | 7.24 | 2-017 | 17.17 | 20.73 | 2-027 | 33.05 | 36.61 | 2-037 | 63.22 | 66.78 | 2-047 | 114.02 | 117.58 |
| | 2-008 | 4.47 | 8.03 | 2-018 | 18.77 | 22.33 | 2-028 | 34.65 | 38.21 | 2-038 | 66.40 | 69.96 | 2-048 | 120.37 | 123.93 |
| | 2-009 | 5.28 | 8.84 | 2-019 | 20.35 | 23.91 | 2-028 | 37.82 | 42.38 | 2-039 | 69.57 | 73.13 | 2-049 | 126.72 | 130.28 |
| | 2-010 | 6.07 | 9.63 | 2-020 | 21.95 | 25.51 | 2-030 | 41.00 | 44.56 | 2-040 | 72.75 | 76.31 | 2-050 | 133.07 | 136.63 |
| | 2-102 | 1.24 | 6.48 | 2-115 | 17.12 | 22.36 | 2-128 | 37.77 | 43.01 | 2-141 | 58.42 | 63.66 | 2-154 | 94.92 | 100.16 |
| | 2-103 | 2.06 | 7.30 | 2-116 | 18.72 | 23.96 | 2-129 | 39.34 | 44.58 | 2-142 | 59.99 | 65.23 | 2-155 | 101.27 | 106.51 |
| | 2-104 | 2.84 | 8.08 | 2-117 | 20.30 | 25.54 | 2-130 | 40.94 | 46.18 | 2-143 | 61.60 | 66.84 | 2-156 | 107.62 | 112.86 |
| | 2-105 | 3.63 | 8.87 | 2-118 | 21.89 | 27.13 | 2-131 | 42.52 | 47.76 | 2-144 | 63.17 | 68.41 | 2-157 | 113.97 | 119.21 |
| | 2-106 | 4.42 | 9.66 | 2-119 | 23.47 | 28.71 | 2-132 | 44.12 | 49.36 | 2-145 | 64.77 | 70.01 | 2-158 | 120.32 | 125.56 |
| | 2-107 | 5.23 | 10.47 | 2-120 | 25.07 | 30.31 | 2-133 | 45.69 | 50.93 | 2-146 | 66.34 | 71.58 | 2-159 | 126.67 | 131.91 |
| | 2-108 | 6.02 | 11.26 | 2-121 | 26.64 | 31.88 | 2-134 | 47.29 | 52.53 | 2-147 | 67.95 | 73.19 | 2-160 | 133.02 | 138.26 |
| | 2-109 | 7.59 | 12.83 | 2-122 | 28.24 | 33.48 | 2-135 | 48.90 | 54.14 | 2-148 | 69.52 | 74.76 | 2-161 | 139.37 | 144.61 |
| | 2-110 | 9.19 | 14.43 | 2-123 | 29.82 | 35.06 | 2-136 | 50.47 | 55.71 | 2-149 | 71.12 | 76.36 | 2-162 | 145.72 | 150.96 |
| | 2-111 | 10.77 | 16.01 | 2-124 | 31.42 | 36.66 | 2-137 | 52.07 | 57.31 | 2-150 | 72.69 | 77.93 | 2-163 | 155.07 | 157.31 |
| | 2-112 | 12.37 | 17.61 | 2-125 | 32.99 | 38.23 | 2-138 | 53.64 | 58.88 | 2-151 | 75.87 | 81.11 | 2-164 | 158.42 | 163.66 |
| | 2-113 | 13.94 | 19.18 | 2-126 | 34.59 | 39.83 | 2-139 | 55.25 | 60.49 | 2-152 | 82.22 | 87.46 | 2-165 | 164.77 | 170.01 |
| | 2-114 | 15.54 | 20.78 | 2-127 | 36.17 | 41.41 | 2-140 | 56.82 | 62.06 | 2-153 | 88.57 | 93.81 | 2-166 | 171.12 | 176.36 |

|  | 2-002* | 1.07 | 3.61 | 2-012 | 9.25 | 12.81 | 2-022 |
|--|--------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| | 2-003* | 1.42 | 4.46 | 2-013 | 10.82 | 14.38 | 2-023 |
| | 2-004 | 1.78 | 5.34 | 2-014 | 12.42 | 15.98 | 2-024 |
| | 2-005 | 2.57 | 6.13 | 2-015 | 14.00 | 17.56 | 2-025 |
| | 2-006 | 2.90 | 6.46 | 2-016 | 15.60 | 19.16 | 2-026 |
| | 2-007 | 3.68 | 7.24 | 2-017 | 17.17 | 20.73 | 2-027 |
| | 2-008 | 4.47 | 8.03 | 2-018 | 18.77 | 22.33 | 2-028 |
| | 2-009 | 5.28 | 8.84 | 2-019 | 20.35 | 23.91 | 2-028 |

Fuente: Recuperado de https://www.parker.com/literature/o_ring.pdf

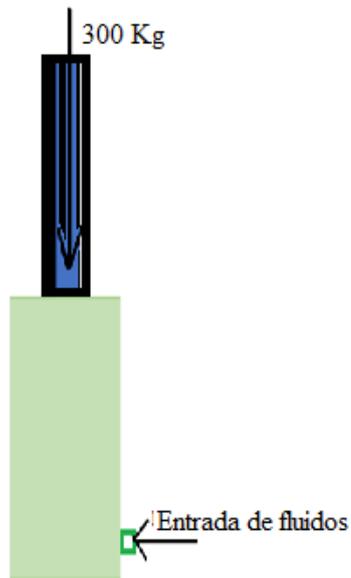
De la tabla el o ‘ring conveniente para nuestro diseño es el 2-007 cuyo diámetro interior es de 36.6mm y el exterior es de 72.4mm.

4.14.5 Diseño de boquilla para la entrada del fluido.

En la base del cilindro debe existir una entrada de fluido con una presión adecuada capaz de mover el pistón hacia la altura deseada, de la misma forma esta boquilla será la encargada de evacuar el fluido una vez que se desee perder altura.

Hacemos un diagrama de cuerpo libre para nuestro cilindro hidráulico.

Figura 4.16 Diagrama de cuerpo libre



Fuente: Elaboración propia.

Cálculo de volumen:

$$V = Axh$$

Donde:

V = Volumen

A = Área

h = Altura

$$V = 0.0041 \text{ m}^2 \times 2.20\text{m}$$

$$V = 9.02 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

Necesitamos llenar este cilindro en un tiempo de 10 segundos, entonces:

Q= volumen / tiempo

$$Q = \frac{9.02 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{10 \text{ s}}$$

$$Q = 9.02 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

Entonces se elige una entrada de 127 mm de diámetro para este fin.

4.15 Análisis de Simplificación.

Tenemos todo el accesorio como para poder armar el cilindro hidráulico, toca hacer un análisis de simplificación, este análisis consiste en hacer un recuento de todo lo que se tenga y que todo sea compatible. Pero lo más importante de este análisis es tal vez encontrar de alguna forma simplificar, mejorar, disminuir algunos componentes que se podrían haberse tomado en cuenta.

Cilindro

Vástago

Embolo

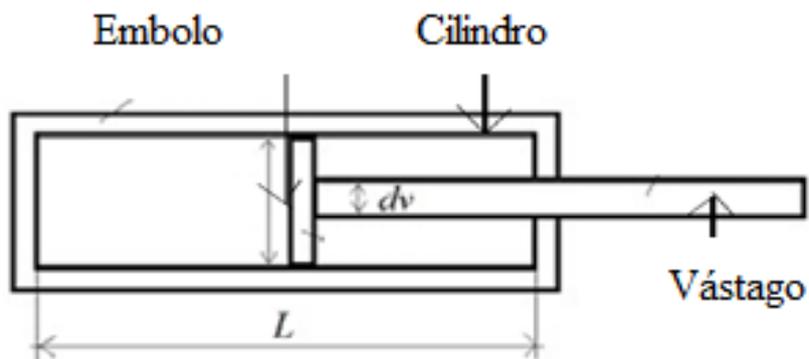
O´rings

Por tratarse de un diseño de pocos elementos concluimos que todo es correcto y útil para su ensamblado.

4.16 Detalle de Partes.

A continuación, detallaremos sus partes del cilindro hidráulico tal y cual fue diseñado.

Figura 4.17 Partes de un cilindro hidráulico.



Fuente: Elaboración propia.

Vástago:

Elemento móvil del cilindro hidráulico, estará formado de un tubo de acero hueco de 60.30 mm de diámetro con un espesor de 5mm, propiedades, dimensiones y peso según norma SAE 1040. Pulido en su conjunto para aminorar la fricción entre cuerpos.

Cilindro:

Elemento estático del conjunto soportará la presión del fluido y permitirá el recorrido lineal del embolo su interior estará compuesta de un tubo PVC, para agua fría, y su exterior estará compuesto de un tubo redondo metálico de diámetro 87.12mm con un espesor de 2mm, sus propiedades, dimensiones y peso según norma SAE 1040.

Embolo:

Parte móvil dentro del cilindro, sus dimensiones son de 72mm de diámetro con una altura de 100mm llevará consigo 02 o'rings, y su material será el aluminio, sus propiedades, dimensiones y peso según norma UNE -EN 573-3.

Tapas:

Las tapas son componentes que sirven para hermetizar el interior del cilindro hidráulico, proteger de las impurezas que hay en el medio ambiente.

Requerimiento de herramientas:

- | | |
|-----------------------|----------------------|
| - Torno | - Taladro de pie |
| - Tronzadora de metal | - Máquina de soldar |
| - Escuadras | - Un taller adecuado |

Se cuenta con la disponibilidad inmediata de personal y herramientas para su ejecución en el menor tiempo posible.

CAPÍTULO V

COSTO DE PRODUCCIÓN

El presente capítulo tendrá como alcance obtener los precios reales para la construcción de un cilindro hidráulico, para este fin en numeraremos el costo de materiales que han de ser adquiridos, costos de materiales que han de ser manufacturados, costos de mano de obra y costos de energía eléctrica y otros.

5.1 Cotización de elementos normalizados.

Tabla 5.1 Costo de materiales normalizados.

| N° | Descripción | Material | Cantidad | Unidad | Precio C/U | Sub total |
|----|--|----------|----------|--------|------------|-----------|
| 1 | Perno M10 x 40 x 1.25 | Grado 5 | 8 | Piezas | 0.30 | 2.40 |
| 2 | Tubo redondo de 4 pulgadas diámetro exterior espesor de 4mm SAE 1045 pulido interior | SAE 1045 | 2 | Metros | 200.00 | 400.00 |
| 3 | Barra redonda de 2.5 pulgadas de diámetro SAE 1045 pulido exterior | SAE 1045 | 2 | Metros | 300.00 | 600.00 |
| 4 | Barra redonda de 3.5 pulgadas de diámetro SAE 1045 | SAE 1045 | 20 | Cm | 6.00 | 120.00 |
| 5 | Tapas tipo brida redonda con cuatro huecos pasantes | SAE 1045 | 2 | Pieza | 85.00 | 175.00 |
| 6 | O´rings | | 5 | Pieza | 4 | 20.00 |
| | | Total | | | | 1317.40 |

Fuente: Cotización en diferentes tiendas.

5.2 Costo de diseño, maquinado y ensamble.

Tabla 5.2 Costo de diseño.

| N° | Descripción | cantidad | Precio unitario | Tiempo Meses | Precio parcial |
|----|------------------|----------|-----------------|--------------|----------------|
| 1 | Ingeniero junior | 1 | 800.00 | 1 | 800.00 |

Fuente: Elaboración propia

5.2.1 Costo de manufactura de elementos.

Tabla 5.3 Detalle de costo de manufactura de elementos.

| N° | Elemento | Proceso de manufactura | Material | Observaciones | Cantidad | Precio |
|----|----------|-----------------------------|----------------|--|----------|--------|
| 1 | Vástago | Roscado en un extremo | Acero SAE 1045 | Rugosidad N5 | 1 | 70.00 |
| 2 | Cilindro | Corte y refrentado en torno | Acero SAE 1045 | 0.005 de tolerancia | 1 | 50.00 |
| 3 | Embolo | Torneado, roscado. | Acero SAE 1045 | Rugosidad en el alojamiento de los o-rings de N5 | 1 | 180.00 |
| | | | total | | | 300.00 |

Fuente: Elaboración propia.

5.2.2 Resumen de costos.

Tabla 5.4 Detalle de costos finales.

| N° | Denominación | Precio parcial |
|----|-----------------------------------|----------------|
| 1 | Costo de compra de materiales | 1315.00 |
| 2 | Costo de diseño | 800.00 |
| 3 | Costo de manufactura de elementos | 600.00 |
| 4 | Costo de montaje | 500.00 |
| 5 | Total, costos | 3215.00 |

Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

1. La realización del presente estudio de “Diseño de un cilindro Hidráulico para la construcción de elevadores de carga” demuestra que si es posible optimizar costos tanto en la fabricación como en un futuro mantenimiento.
2. El diseño considera un factor de seguridad de dos veces y medio de la carga nominal, garantizando su buen funcionamiento a lo largo del tiempo.
3. Al tener en el mercado un producto totalmente listo para la producción de cilindros hidráulicos se optó por comprarlos en bruto y en cantidad para luego transformarlo en medidas a la necesidad de la empresa.
4. La búsqueda de una solución óptima se basó al método VDI 2221 de la norma Alemana de diseño mecánico, el cual ayudo a una oportuna toma de decisiones.
5. Al realizar los cálculos correspondientes se tuvo mejor entendimiento de los materiales que se tiene al alcance dentro del mercado local y nacional.
6. Finalmente, la industria nos provee materiales en bruto con las características adecuadas para la manufactura de equipos ello ayuda a disminuir buena cantidad de tiempo y maquinaria precisa lo cual al final se traduce en eficiencia y producción en masa.

Trabajos futuros

- 1 Realizar un prototipo del cilindro hidráulico para someterlo a diferentes pruebas.
- 2 Realizar montajes y desmontajes para encontrar puntos débiles que pueda tener el diseño.
- 3 Someterlo a pruebas de velocidad y presiones de trabajo máximo por varios ciclos, para encontrar posibles falencias dentro del diseño.
- 4 Una vez teniendo los resultados de campo sometidos a pruebas reales masificar su construcción.

Referencias bibliográficas

1. J. Edwar Shingley. Diseño de elementos de máquinas Shigley. Novena edición. 2008, 2012.
2. Apolinario. (2015), tesis “diseño de una prensa hidráulica de 100 toneladas para el conformado de calaminas de fibrocemento de 1,2 x 0,5 m”.
3. Ccarita, (2020), tesis “diseño de compuerta hidráulica con cierre automático de emergencia mediante el uso de acumuladores hidráulicos para descarga de mineral del ore bin de 3000 tn, minería Barrick.
4. Del Ángel Hernández, Hidráulica. Primera edición. 2014.
5. José de la Cera Alonso. Diseño de estructuras de Acero. Versión en español Editorial Alfa Omega. México 1991
6. M. Robert L. Diseño de elementos de máquinas. Cuarta edición. Mxico 2006 ISBN 970-26-0812-0.
7. Carazo Lopez M. Maquinas herramientas apuntes de taller . Madrid España. 2003 ISBN 84-8301-698-2.

Anexos

Anexo 1. Matriz de consistencia.

| Definición del problema | Objetivos | variables | metodología |
|---|--|---|--|
| <p><u>Problema general</u> ¿Cómo diseñar un cilindro hidráulico que optimice los costos de adquisición y mantenimiento?</p> <p><u>Problemas específicos.</u> ¿Cómo determinar las exigencias y necesidades del cilindro hidráulico? ¿Cómo establecer funciones y su estructura para el diseño de un cilindro hidráulico? ¿Qué conceptos de solución adecuados se debe buscar para el diseño de un cilindro hidráulico? ¿Cómo encontrar la mejor alternativa se solución para el diseño de un cilindro hidráulico? ¿Cómo diseñar componentes del cilindro hidráulico? ¿Cómo elaborar los planos correspondientes?</p> | <p><u>Objetivo general</u> Optimizar el costo y mantenimiento con el diseño de un cilindro hidráulico</p> <p><u>Objetivos específicos.</u> -Determinar las exigencias y necesidades del cilindro hidráulico. -Establecer funciones y su estructura para el diseño del cilindro hidráulico. -Buscar conceptos de solución adecuados para las necesidades del cilindro hidráulico. -Seleccionar la mejor alternativa de solución para el diseño del cilindro hidráulico. -Realizar cálculos que sustenten el diseño de componentes del cilindro hidráulico. -Elaborar planos de fabricación y montaje</p> | <p><u>Variables independientes</u> - Capacidad de carga. - Altura del cilindro. -Volumen del cilindro</p> <p><u>Variables dependientes</u> -Velocidad de recorrido.</p> | <p><u>Metodología de investigación</u> Experimental</p> <p><u>Tipo de investigación</u> Investigación tecnológica</p> <p><u>Nivel de investigación.</u> Exploratoria</p> <p><u>Metodología del diseño</u> Concepto de solución óptima aplicando la norma Alemana VDI 2221.</p> |

Anexo 2. Catálogo de barras lisas calidad SAE 1045 Aceros Arequipa.

DENOMINACIONES:

REDO LISO A36; REDO LISO SAE1045.
REDO PULI A36; REDO PULI SAE1045.

DESCRIPCIÓN:

Producto laminado en caliente de sección circular, de superficie lisa y pulida (según requerimiento).

USOS:

| CALIDAD | USOS |
|----------|--|
| ASTM A36 | Estructuras metálicas, puertas, ventanas, rejas, cercos, barras de transferencia para pavimento rígido, etc. También para recalado y mecanizado. |
| SAE 1045 | Pernos y tuercas por recalado en caliente o mecanizado, ejes, pines, pasadores, etc. |

NORMAS TÉCNICAS:

• Composición Química y Propiedades Mecánicas:
SAE J403 (1045), ASTM A36 / A36M, y NTP 350.400

TOLERANCIAS DIMENSIONALES:

• Barras de diámetros \leq a 1 1/8": ISO 1035/4 y NTP 241.105
• Barras de diámetros $>$ a 1 1/8": ASTM A6 y NTP 241.105

PRESENTACIÓN:

- Se comercializa en longitudes de 6 metros. En otras longitudes solo a pedido del cliente.
- Las barras de diámetros mayores a 1", son suministradas en estado laminado en caliente y posteriormente pulidas (según requerimiento del cliente).
- Se suministran en paquetes de 1 t.
- La calidad 1045 se identifica en los extremos, pintando la mitad de la sección con color negro.
- La calidad A36 se identifica en los extremos, pintando la mitad de la sección con color verde y la otra mitad con color negro.

DIMENSIONES Y PESOS NOMINALES en Kg/m:

REDO LISO:

| DIÁMETRO NOMINAL (pulg.) | PESO MÉTRICO kg/m | PESO DE LA BARRA kg/Gm |
|--------------------------|-------------------|------------------------|
| 3/8 | 0.56 | 3.36 |
| 1/2 | 0.99 | 5.97 |
| 5/8 | 1.55 | 9.32 |
| 3/4 | 2.24 | 13.43 |
| 7/8 | 3.05 | 18.27 |

| DIÁMETRO NOMINAL (pulg.) | PESO MÉTRICO kg/m | PESO DE LA BARRA kg/Gm |
|--------------------------|-------------------|------------------------|
| 1 | 3.98 | 23.87 |
| 1 1/4 | 6.22 | 37.29 |
| 1 3/8 | 7.52 | 45.12 |
| 2 | 15.91 | 95.46 |
| 2 1/4 | 20.14 | 120.82 |

REDO PULIDO:

| DIÁMETRO NOMINAL (pulg.) | PESO MÉTRICO kg/m | PESO DE LA BARRA kg/Gm |
|--------------------------|-------------------|------------------------|
| 1 1/8 | 5.03 | 30.21 |
| 1 1/4 | 6.22 | 37.29 |
| 1 1/2 | 8.95 | 53.70 |
| 1 3/4 | 12.18 | 73.09 |
| 2 | 15.91 | 95.46 |
| 2 1/2 | 24.86 | 149.16 |

COMPOSICIÓN QUÍMICA EN LA CUCHARA (%):

| NORMA | %C máx. | %Mn | %Si máx. | %P máx. | %S máx. |
|----------|-------------|----------------------------|----------|---------|---------|
| ASTM A36 | 0.26 | 0.60 - 0.90 ^(*) | 0.40. | 0.04 | 0.05 |
| SAE 1045 | 0.43 - 0.50 | 0.60 - 0.90 | - | 0.030 | 0.050 |

(*) Para diámetros mayores que 3/4".

PROPIEDADES MECÁNICAS:

| NORMA | LÍMITE DE FLUENCIA MPa (kg/cm ²) | RESISTENCIA A LA TRACCIÓN MPa (kg/cm ²) | ALARGAMIENTO EN 200 mm mín. (%) |
|-------------------------|--|---|---------------------------------|
| ASTM A36 | 250 (2,500) | 400 - 550 (4,000 - 5,620) | 20.0 |
| SAE 1045 ^(*) | 390 - 540 (4,000 - 5,500) | 650 - 800 (6,700 - 8,200) | 12.0 |

(*) Valores Típicos

TOLERANCIAS DIMENSIONALES:

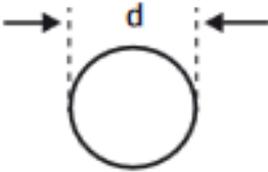
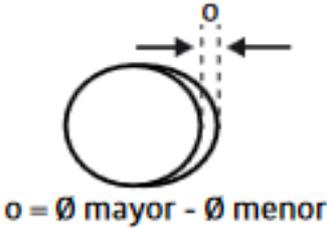
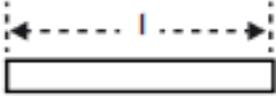
Barras de diámetro $>$ 1" ASTM A 6/A 6M.

| NORMA TÉCNICA | DIÁMETRO NOMINAL (d) | DIÁMETRO (d - mm) | OVALIZACIÓN (o - mm) máx. | DESVIACIÓN DE MÁXIMA DE RECTITUD (f - mm/m) | LONGITUD (L - mm) (*) |
|---------------|----------------------------|-------------------|---------------------------|---|-----------------------|
| ASTM A6 | 1" $<$ d \leq 1 1/8" | +0.25 | 0.38 | 4.16 | + 50 - 0 |
| | 1 1/8" $<$ d \leq 1 1/4" | +0.28 | 0.41 | | |
| | 1 1/4" $<$ d \leq 1 3/8" | +0.30 | 0.46 | | |
| | 1 3/8" $<$ d \leq 1 1/2" | +0.36 | 0.53 | | |
| | 1 1/2" $<$ d \leq 2" | +0.40 | 0.58 | | |
| | 2" $<$ d \leq 2 1/2" | +0.79/-0.0 | 0.58 | | |

OCQA01-F106/06/SEP 20 - OCQA01-F134/03/SEP 20

Reservados todos los derechos. No se permite la explotación económica ni la transformación de esta obra. Queda permitida la impresión en su totalidad.

Barras de diámetro $\leq 1"$

| CARACTERÍSTICA DE CALIDAD | GRÁFICOS |
|-------------------------------------|--|
| DIMENSIÓN NOMINAL (d) |  |
| OVALIDAD (o) |  <p>$o = \text{Ø mayor} - \text{Ø menor}$</p> |
| LONGITUD DE BARRA (l)* |  |
| DESVIACIÓN MÁXIMA DE RECTITUD (f)** |  |

(*) Para longitudes no estándar, la tolerancia de longitud se acuerda con el cliente.

(**) No incluye puntas dobladas.

Anexo 3. Catálogo de o-ring Parker.

INFORMACION TECNICA

Un O-Ring es el elemento más accesible y eficaz para prevenir la fuga de fluidos bajo distintas condiciones de servicio.

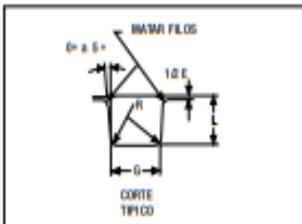
Sus principales ventajas son:

- Puede ser utilizado como sello estático, cuando las piezas no tienen movimiento y también en uso dinámico de vaivén, oscilante o rotativo.
- Permite el sellado en todas las direcciones, radial, axial u oblicua.
- El fluido puede ser líquido o gaseoso.
- Disponible en medidas y tolerancias normalizadas internacionalmente.
- Se dispone de una amplia variedad de dimensiones y compuestos.
- Son de bajo precio relativo.
- En muchos casos permiten su desarme y reutilización.
- Cierran en un amplio rango de presiones, temperaturas y tolerancias.
- Una vez instalados no requieren de ajustes durante su tiempo de vida útil.
- Son de peso reducido y requieren muy poco espacio, permitiendo un diseño muy compacto

DISEÑO DEL ALOJAMIENTO

La acción de sellado del O-Ring se materializa mediante la deformación de su sección "W", obtenida a través de un correcto diseño de su alojamiento.

Las dimensiones de ranura "L" y "G" pueden obtenerse de la tabla de diseño.



Para uso estático, el aplastamiento varía del 12% al 25%.

En uso dinámico la deformación debe ser del 8% al 20%.

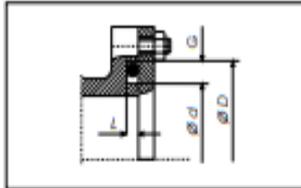
En alojamientos existentes, la cota "L" debe garantizar una deformación de la sección "W" no inferior a 0.25 mm en valor absoluto. La terminación superficial del alojamiento debe ser de 32 μ inches para superficies estáticas y de 16 μ inches para superficies dinámicas.

| Secc. "W" | TABLA DE DISEÑO | | | Radio "R" |
|-----------|----------------------------|----------|-----------------|-----------|
| | Dimensiones de Alojamiento | | | |
| | Profundidad "L" | | Ancho "G" ± 0.1 | |
| | Estático | Dinámico | | |
| 1.78 | 1.25 | 1.40 | 2.5 | 0.1 |
| | 1.35 | 1.45 | | 0.4 |
| 2.62 | 2.05 | 2.25 | 3.7 | 0.1 |
| | 2.15 | 2.30 | | 0.4 |
| 3.53 | 2.80 | 3.05 | 4.9 | 0.2 |
| | 2.95 | 3.10 | | 0.6 |
| 5.33 | 4.30 | 4.65 | 7.3 | 0.5 |
| | 4.50 | 4.75 | | 1.0 |
| 6.99 | 5.75 | 6.00 | 9.7 | 0.5 |
| | 5.95 | 6.10 | | 1.0 |

Para la correcta selección del O-Ring conviene observar las siguientes recomendaciones:

Sello de brida- Deformación axial ó frontal

En caso de presión interna, el diámetro exterior del O-Ring "D.E", deberá respaldarse sobre el diámetro de ranura "D". Si la presión es externa, el diámetro interior del O-Ring deberá estar en contacto con el diámetro de ranura "d".



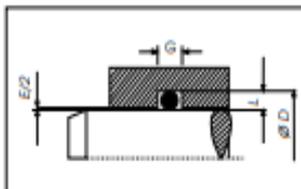
Sello de pistón- Deformación radial

El diámetro interior del O-Ring "D.I", deberá ser igual o menor a "d". Estramiento máximo: 7%.



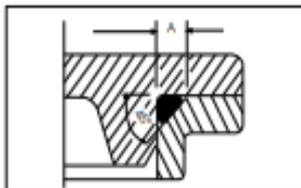
Sello de vástago- Deformación radial

Se deberá elegir un O-Ring cuyo diámetro exterior "D.E", sea igual o mayor que "D". Discrepancia máxima: 3%



Sellado en diagonal

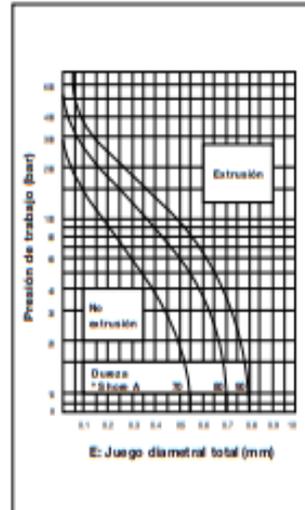
Se materializa con la deformación del O-Ring a través de un alojamiento a 45°. La longitud del chaflán "A", debe ser un 30/35% superior a la sección "W".



EXTRUSION

Es el daño que experimenta el O-Ring sometido a elevadas presiones y/o huelgos considerables.

Para predecir este fallo puede recurrirse a la utilización del gráfico donde se delimita las zona de trabajo de los distintos compuestos en función de la dureza, presión y holgura "E", del alojamiento.



ALMACENAMIENTO

Para una mejor retención de las propiedades físicas originales de los productos de caucho, conviene observar las siguientes recomendaciones:

El almacén debe ser fresco, seco, sin polvo ni corrientes de aire.

Deberá evitarse la proximidad de tubos fluorescentes y toda fuente de luz emisora de rayos ultravioleta.

Los motores y tableros eléctricos son considerados perjudiciales por ser potenciales generadores de ozono.

La temperatura ideal debería estar comprendida entre -10°C y +20°C con una humedad óptima del 65%.

Las fuentes de calor deben ser indirectas y estar situadas a no menos de un metro.

Los combustibles, lubricantes, ácidos, disolventes y productos químicos en general deben ser almacenados en otro sitio.

La provisión de los O-Rings en cajas, dentro de bolsas de polietileno termoselladas, garantizan una buena protección contra la luz, polvo y otros agentes externos.

El hecho de mantener las piezas dentro de su envase original, no solo preserva al material, sino que asegura su rastreabilidad y una adecuada rotación del stock.

NORMAS DE MONTAJE

Verificar que las dimensiones del O-Ring y el compuesto sean las correctas.

Eliminar toda arista viva.

Facilitar la deformación e introducción del O-Ring mediante un chaflán de 15/20°.

Asegurar una correcta limpieza del alojamiento y de los útiles de montaje.

Proveer una adecuada lubricación inicial.

El O-Ring puede ser estrado hasta un 50% de su diámetro interior para facilitar su colocación. En el caso de los O-Rings de menor diámetro pueden requerirse estramiento aún mayores.

Se deberá evitar el clásico retorcimiento del O-Ring que generalmente se produce al finalizar su montaje dentro de la ranura.

Nunca deberá forzarse su colocación sin haber observado todas las recomendaciones anteriores.

Serie Standard 2-XXX

| | Parker | | | Parker | | | Parker | | | Parker | | | Parker | | | Parker | | |
|--|--|----------|----------|--------|----------|----------|--------|----------|----------|--------|----------|----------|--------|----------|----------|--------|----------|----------|
| | N° | DI mm | DE mm | N° | DI mm | DE mm | N° | DI mm | DE mm | N° | DI mm | DE mm | N° | DI mm | DE mm | N° | DI mm | DE mm |
|  1.78 ± 0.08 | 2-001* | 0.74 | 2.78 | 2-011 | 7.65 | 11.21 | 2-021 | 23.52 | 27.08 | 2-031 | 44.17 | 47.73 | 2-041 | 75.92 | 79.48 | 2-051 | 107.17 | 110.73 |
| | 2-002* | 1.07 | 3.61 | 2-012 | 9.25 | 12.81 | 2-022 | 25.12 | 28.68 | 2-032 | 47.35 | 50.91 | 2-042 | 82.27 | 85.83 | 2-052 | 117.19 | 120.75 |
| | 2-003* | 1.42 | 4.46 | 2-013 | 10.82 | 14.38 | 2-023 | 26.70 | 30.26 | 2-033 | 50.52 | 54.08 | 2-043 | 86.02 | 89.58 | 2-053 | 121.04 | 124.60 |
| | 2-004 | 1.78 | 5.34 | 2-014 | 12.42 | 15.98 | 2-024 | 28.30 | 31.86 | 2-034 | 53.70 | 57.26 | 2-044 | 94.97 | 98.53 | 2-054 | 133.69 | 137.25 |
| | 2-005 | 2.57 | 6.13 | 2-015 | 14.00 | 17.56 | 2-025 | 29.87 | 33.43 | 2-035 | 56.87 | 60.43 | 2-045 | 101.32 | 104.88 | 2-055 | 142.04 | 145.60 |
| | 2-006 | 2.90 | 6.46 | 2-016 | 15.60 | 19.16 | 2-026 | 31.47 | 35.03 | 2-036 | 60.05 | 63.61 | 2-046 | 107.67 | 111.23 | 2-056 | 149.21 | 152.77 |
| | 2-007 | 3.68 | 7.24 | 2-017 | 17.17 | 20.73 | 2-027 | 33.05 | 36.61 | 2-037 | 63.22 | 66.78 | 2-047 | 114.02 | 117.58 | 2-057 | 156.56 | 160.12 |
| | * 2-002 W: | 1.27 | | 2-008 | 4.47 | 8.03 | 2-018 | 18.77 | 22.33 | 2-028 | 34.65 | 38.21 | 2-038 | 66.40 | 69.96 | 2-048 | 120.37 | 123.93 |
| | * 2-003 W: | 1.52 | | 2-009 | 5.28 | 8.84 | 2-019 | 20.35 | 23.91 | 2-029 | 37.82 | 41.38 | 2-039 | 69.57 | 73.13 | 2-049 | 126.72 | 130.28 |
| | | | | 2-010 | 6.07 | 9.63 | 2-020 | 21.95 | 25.51 | 2-030 | 41.00 | 44.56 | 2-040 | 72.75 | 76.31 | 2-050 | 133.07 | 136.63 |
| |  2.62 ± 0.08 | 2-102 | 1.24 | 6.48 | 2-115 | 17.12 | 22.36 | 2-128 | 37.77 | 43.01 | 2-141 | 58.42 | 63.66 | 2-154 | 94.92 | 100.16 | 2-167 | 177.47 |
| 2-103 | | 2.06 | 7.30 | 2-116 | 18.72 | 23.96 | 2-129 | 39.34 | 44.58 | 2-142 | 59.99 | 65.23 | 2-155 | 101.27 | 106.51 | 2-168 | 183.82 | 189.06 |
| 2-104 | | 2.84 | 8.08 | 2-117 | 20.30 | 25.54 | 2-130 | 40.94 | 46.18 | 2-143 | 61.80 | 67.04 | 2-156 | 107.62 | 112.86 | 2-169 | 190.17 | 195.41 |
| 2-105 | | 3.63 | 8.87 | 2-118 | 21.89 | 27.13 | 2-131 | 42.52 | 47.76 | 2-144 | 63.17 | 68.41 | 2-157 | 113.97 | 119.21 | 2-170 | 196.52 | 201.76 |
| 2-106 | | 4.42 | 9.66 | 2-119 | 23.47 | 28.71 | 2-132 | 44.12 | 49.36 | 2-145 | 64.77 | 70.01 | 2-158 | 120.32 | 125.56 | 2-171 | 202.87 | 208.11 |
| 2-107 | | 5.23 | 10.47 | 2-120 | 25.07 | 30.31 | 2-133 | 45.69 | 50.93 | 2-146 | 66.34 | 71.58 | 2-159 | 126.67 | 131.91 | 2-172 | 209.22 | 214.46 |
| 2-108 | | 6.02 | 11.26 | 2-121 | 26.64 | 31.88 | 2-134 | 47.29 | 52.53 | 2-147 | 67.95 | 73.19 | 2-160 | 133.02 | 138.26 | 2-173 | 215.57 | 220.81 |
| 2-109 | | 7.59 | 12.83 | 2-122 | 28.24 | 33.48 | 2-135 | 48.90 | 54.14 | 2-148 | 69.52 | 74.76 | 2-161 | 139.37 | 144.61 | 2-174 | 221.92 | 227.16 |
| 2-110 | | 9.19 | 14.43 | 2-123 | 29.82 | 35.06 | 2-136 | 50.47 | 55.71 | 2-149 | 71.12 | 76.36 | 2-162 | 145.72 | 150.96 | 2-175 | 228.27 | 233.51 |
| 2-111 | | 10.77 | 16.01 | 2-124 | 31.42 | 36.66 | 2-137 | 52.07 | 57.31 | 2-150 | 72.69 | 77.93 | 2-163 | 152.07 | 157.31 | 2-176 | 234.62 | 239.86 |
| 2-112 | | 12.37 | 17.61 | 2-125 | 32.99 | 38.23 | 2-138 | 53.64 | 58.88 | 2-151 | 75.87 | 81.11 | 2-164 | 158.42 | 163.66 | 2-177 | 240.97 | 246.21 |
| 2-113 | 13.94 | 19.18 | 2-126 | 34.59 | 39.83 | 2-139 | 55.25 | 60.49 | 2-152 | 82.22 | 87.46 | 2-165 | 164.77 | 170.01 | 2-178 | 247.32 | 252.56 | |
| 2-114 | 15.54 | 20.78 | 2-127 | 36.17 | 41.41 | 2-140 | 56.82 | 62.06 | 2-153 | 88.57 | 93.81 | 2-166 | 171.12 | 176.36 | | | | |
|  3.53 ± 0.10 | 2-201 | 4.34 | 11.40 | 2-215 | 26.57 | 33.63 | 2-229 | 69.92 | 69.92 | 2-243 | 104.37 | 111.43 | 2-257 | 148.82 | 155.88 | 2-271 | 234.54 | 241.60 |
| | 2-202 | 5.94 | 13.00 | 2-216 | 28.17 | 35.23 | 2-230 | 63.09 | 70.15 | 2-244 | 107.54 | 114.60 | 2-258 | 151.99 | 159.05 | 2-272 | 240.89 | 247.95 |
| | 2-203 | 7.52 | 14.58 | 2-217 | 29.74 | 36.80 | 2-231 | 66.27 | 73.33 | 2-245 | 110.72 | 117.78 | 2-259 | 158.34 | 165.40 | 2-273 | 247.24 | 254.30 |
| | 2-204 | 9.12 | 16.18 | 2-218 | 31.34 | 38.40 | 2-232 | 69.44 | 76.50 | 2-246 | 113.89 | 120.95 | 2-260 | 164.69 | 171.75 | 2-274 | 253.59 | 260.65 |
| | 2-205 | 10.69 | 17.75 | 2-219 | 32.92 | 39.98 | 2-233 | 72.62 | 79.68 | 2-247 | 117.07 | 124.13 | 2-261 | 171.04 | 178.10 | 2-275 | 260.29 | 267.35 |
| | 2-206 | 12.29 | 19.35 | 2-220 | 34.52 | 41.58 | 2-234 | 75.79 | 82.85 | 2-248 | 120.24 | 127.30 | 2-262 | 177.39 | 184.45 | 2-276 | 278.99 | 286.05 |
| | 2-207 | 13.87 | 20.93 | 2-221 | 36.09 | 43.15 | 2-235 | 78.97 | 86.03 | 2-249 | 123.42 | 130.48 | 2-263 | 183.74 | 190.80 | 2-277 | 291.69 | 298.75 |
| | 2-208 | 15.47 | 22.53 | 2-222 | 37.69 | 44.75 | 2-236 | 82.14 | 89.20 | 2-250 | 126.59 | 133.65 | 2-264 | 190.09 | 197.15 | 2-278 | 304.39 | 311.45 |
| | 2-209 | 17.04 | 24.10 | 2-223 | 40.87 | 47.93 | 2-237 | 85.32 | 92.38 | 2-251 | 129.77 | 136.83 | 2-265 | 196.44 | 203.50 | 2-279 | 329.79 | 336.85 |
| | 2-210 | 18.64 | 25.70 | 2-224 | 44.04 | 51.10 | 2-238 | 88.49 | 95.55 | 2-252 | 132.94 | 140.00 | 2-266 | 202.79 | 209.85 | 2-280 | 355.19 | 362.25 |
| | 2-211 | 20.22 | 27.28 | 2-225 | 47.22 | 54.28 | 2-239 | 91.67 | 98.73 | 2-253 | 136.12 | 143.18 | 2-267 | 209.14 | 216.20 | 2-281 | 380.59 | 387.65 |
| 2-212 | 21.82 | 28.88 | 2-226 | 50.39 | 57.45 | 2-240 | 94.84 | 101.90 | 2-254 | 139.29 | 146.35 | 2-268 | 215.49 | 222.55 | 2-282 | 405.26 | 412.32 | |
| 2-213 | 23.39 | 30.45 | 2-227 | 53.57 | 60.63 | 2-241 | 98.02 | 105.08 | 2-255 | 142.47 | 149.53 | 2-269 | 221.84 | 228.90 | 2-283 | 430.66 | 437.72 | |
| 2-214 | 24.99 | 32.05 | 2-228 | 56.74 | 63.80 | 2-242 | 101.19 | 108.25 | 2-256 | 145.64 | 152.70 | 2-270 | 228.19 | 235.25 | 2-284 | 456.06 | 463.12 | |
|  5.33 ± 0.13 | 2-309 | 10.46 | 21.12 | 2-324 | 34.29 | 44.95 | 2-339 | 81.92 | 92.58 | 2-354 | 129.54 | 140.20 | 2-369 | 202.57 | 213.23 | 2-384 | 380.37 | 391.03 |
| | 2-310 | 12.07 | 22.73 | 2-325 | 37.47 | 48.13 | 2-340 | 85.09 | 95.75 | 2-355 | 132.72 | 143.38 | 2-370 | 208.92 | 219.58 | 2-385 | 405.26 | 415.92 |
| | 2-311 | 13.64 | 24.30 | 2-326 | 40.64 | 51.30 | 2-341 | 88.27 | 98.93 | 2-356 | 135.89 | 146.55 | 2-371 | 215.27 | 225.93 | 2-386 | 430.66 | 441.32 |
| | 2-312 | 15.24 | 25.90 | 2-327 | 43.82 | 54.48 | 2-342 | 91.44 | 102.10 | 2-357 | 139.07 | 149.73 | 2-372 | 221.62 | 232.28 | 2-387 | 456.06 | 466.72 |
| | 2-313 | 16.81 | 27.47 | 2-328 | 46.99 | 57.65 | 2-343 | 94.62 | 105.28 | 2-358 | 142.24 | 152.90 | 2-373 | 227.97 | 238.63 | 2-388 | 481.41 | 492.07 |
| | 2-314 | 18.42 | 29.08 | 2-329 | 50.17 | 60.83 | 2-344 | 97.79 | 108.45 | 2-359 | 145.42 | 156.08 | 2-374 | 234.32 | 244.98 | 2-389 | 506.81 | 517.47 |
| | 2-315 | 19.99 | 30.65 | 2-330 | 53.34 | 64.00 | 2-345 | 100.97 | 111.63 | 2-360 | 148.59 | 159.25 | 2-375 | 240.67 | 251.33 | 2-390 | 532.21 | 542.87 |
| | 2-316 | 21.59 | 32.25 | 2-331 | 56.52 | 67.18 | 2-346 | 104.14 | 114.80 | 2-361 | 151.77 | 162.43 | 2-376 | 247.02 | 257.68 | 2-391 | 557.61 | 568.27 |
| | 2-317 | 23.16 | 33.82 | 2-332 | 59.69 | 70.35 | 2-347 | 107.32 | 117.98 | 2-362 | 154.92 | 165.58 | 2-377 | 253.37 | 264.03 | 2-392 | 582.68 | 593.34 |
| | 2-318 | 24.77 | 35.43 | 2-333 | 62.87 | 73.53 | 2-348 | 110.49 | 121.15 | 2-363 | 164.47 | 175.13 | 2-378 | 260.07 | 270.73 | 2-393 | 608.08 | 618.74 |
| | 2-319 | 26.34 | 37.00 | 2-334 | 66.04 | 76.70 | 2-349 | 113.67 | 124.33 | 2-364 | 170.82 | 181.48 | 2-379 | 278.77 | 289.43 | 2-394 | 633.48 | 644.14 |
| 2-320 | 27.94 | 38.60 | 2-335 | 69.22 | 79.88 | 2-350 | 116.84 | 127.50 | 2-365 | 177.17 | 187.83 | 2-380 | 291.47 | 302.13 | 2-395 | 658.88 | 669.54 | |
| 2-321 | 29.51 | 40.17 | 2-336 | 72.39 | 83.05 | 2-351 | 120.02 | 130.68 | 2-366 | 183.52 | 194.18 | 2-381 | 304.17 | 314.83 | | | | |
| 2-322 | 31.12 | 41.78 | 2-337 | 75.57 | 86.23 | 2-352 | 123.19 | 133.85 | 2-367 | 189.87 | 200.53 | 2-382 | 329.57 | 340.23 | | | | |
| 2-323 | 32.69 | 43.35 | 2-338 | 78.74 | 89.40 | 2-353 | 126.37 | 137.03 | 2-368 | 196.22 | 206.88 | 2-383 | 354.97 | 365.63 | | | | |
|  6.99 ± 0.15 | 2-425 | 113.67 | 127.65 | 2-434 | 142.24 | 156.22 | 2-443 | 189.87 | 203.85 | 2-452 | 291.47 | 305.45 | 2-461 | 405.26 | 419.24 | 2-470 | 532.26 | 546.24 |
| | 2-426 | 116.84 | 130.82 | 2-435 | 145.42 | 159.40 | 2-444 | 196.22 | 210.20 | 2-453 | 304.17 | 318.15 | 2-462 | 417.95 | 431.93 | 2-471 | 557.65 | 571.63 |
| | 2-427 | 120.02 | 134.00 | 2-436 | 148.59 | 162.57 | 2-445 | 202.57 | 216.55 | 2-454 | 316.87 | 330.85 | 2-463 | 430.66 | 444.64 | 2-472 | 582.68 | 596.66 |
| | 2-428 | 123.19 | 137.17 | 2-437 | | | | | | | | | | | | | | |

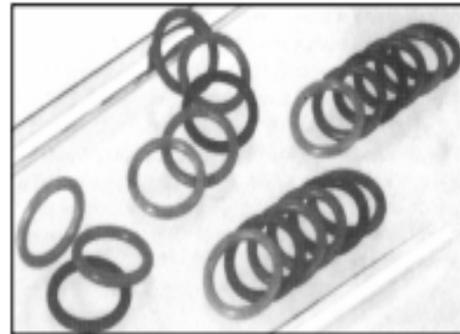
O-Rings milimétricos y especiales

Además de la serie standard 2-XXX y 3-XXX, Parker dispone de herramienta para la fabricación de más de 600 medidas milimétricas y especiales no contenidas en este catálogo.

Esta gran variedad de O-Rings se ve incrementada por la posibilidad de abastecimiento que otorgan las distintas plantas de Parker, en el mundo.

Por tratarse de medidas especiales, solo se proveen bajo pedido.

Favor de contactarse con nuestros distribuidores.



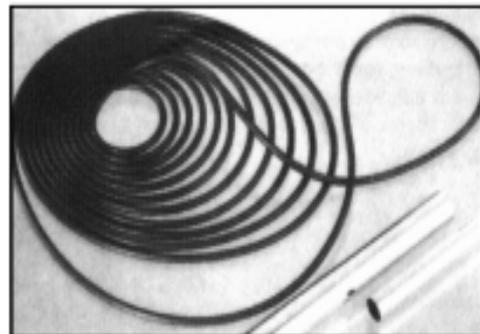
Serie "XL"- O-Rings de gran diámetro

Para evitar los inconvenientes de sellado que se presentan con el uso de O-Rings de gran diámetro obtenidos a partir de un perfil extrudado, Parker desarrolló un sistema de fabricación el cual permite el moldeo de O-Rings de grandes dimensiones, sin línea de unión o pegado.

Por este método, se moldean piezas de diámetro superior a 500 mm sin limitación de su diámetro interior.

En la actualidad se dispone de herramienta para la fabricación de O-Rings de gran diámetro de sección 3.53, 5.33, 6.00, 6.99, 7.25, 8.00, 9.52, 10.65, 12.00 y 22.00 mm. La cantidad a solicitar suele ser reducida y depende del diámetro interior del O-Ring.

Para solicitar estas piezas, deberá especificarse diámetro interior, sección, compuesto y cantidad requerida.



Parbak serie 8-XXX- Respaldos antiextrusión

Son utilizados para prevenir el daño por extrusión de los O-Rings sometidos a elevadas presiones.

Fabricados en compuesto N3232-90 A de alta resistencia a la extrusión, se montan en forma conjunta con el O-Ring.

Su instalación es del lado opuesto a la presión.

Para adoptarlo se requiere incrementar el ancho de ranura.

En caso de recibir la máxima presión de ambos lados, se deberán utilizar dos Parbak.

Sus principales ventajas son:

- No presentan falta de continuidad, o interrupción en su perímetro que posibilite el daño del O-Ring.

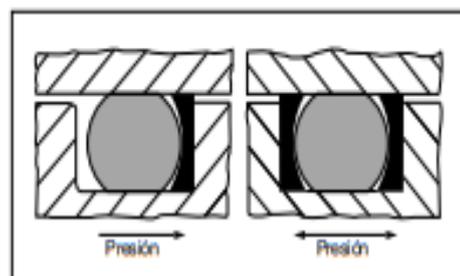
- Fácil instalación.

- Permiten trabajar a mayores presiones, o con huelgos superiores a los admitidos para un O-Ring sin respaldo.

- Son sensitivos, proporcionando un mayor control del huelgo a medida que se incrementa la presión.

- Su codificación se corresponde con los O-Rings de la serie 2-XXX.

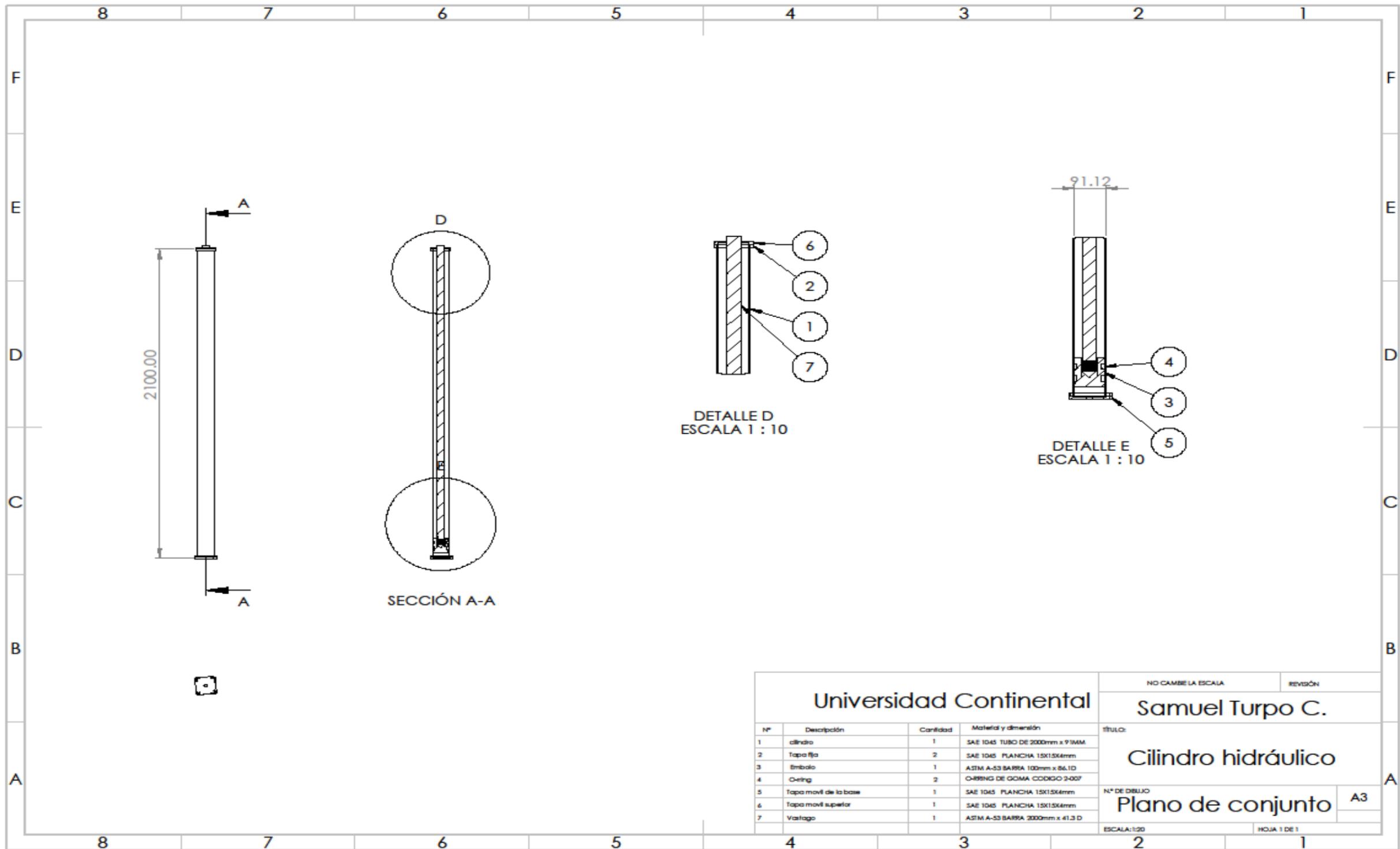
Consúltenos por su disponibilidad.



| O-Ring Sección 'W' | Ancho de ranura "G" = 0.10 | | |
|--------------------------|----------------------------|------------------|-------------------|
| | Sin Parbak | Con un Parbak | Con dos Parbak |
| 1,78 | 2,50 | 3,60 | 4,70 |
| 2,62 | 3,70 | 4,80 | 5,90 |
| 3,53 | 4,90 | 5,90 | 6,90 |
| 5,33 | 7,30 | 8,80 | 10,30 |
| 6,99 | 9,70 | 12,10 | 14,50 |

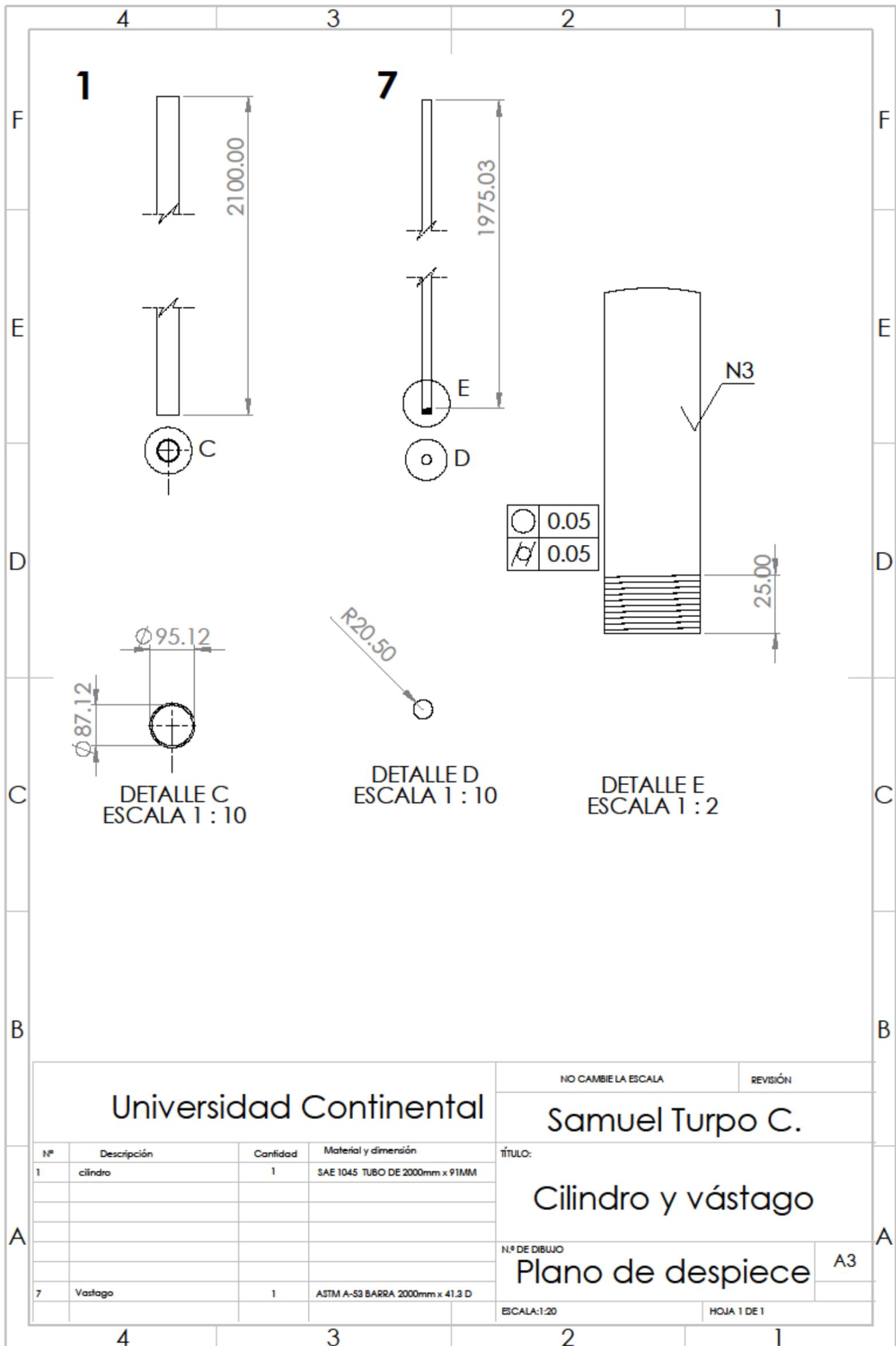
Anexo 4. Planos mecánicos

- Plano de conjunto
- Plano de despiece (Tapa fija)
- Plano de despiece (Cilindro hidraulico)
- Plano de despiece (Tapa movil de Base y Superior)
- Plano de despiece (Cilindro y Vastago)

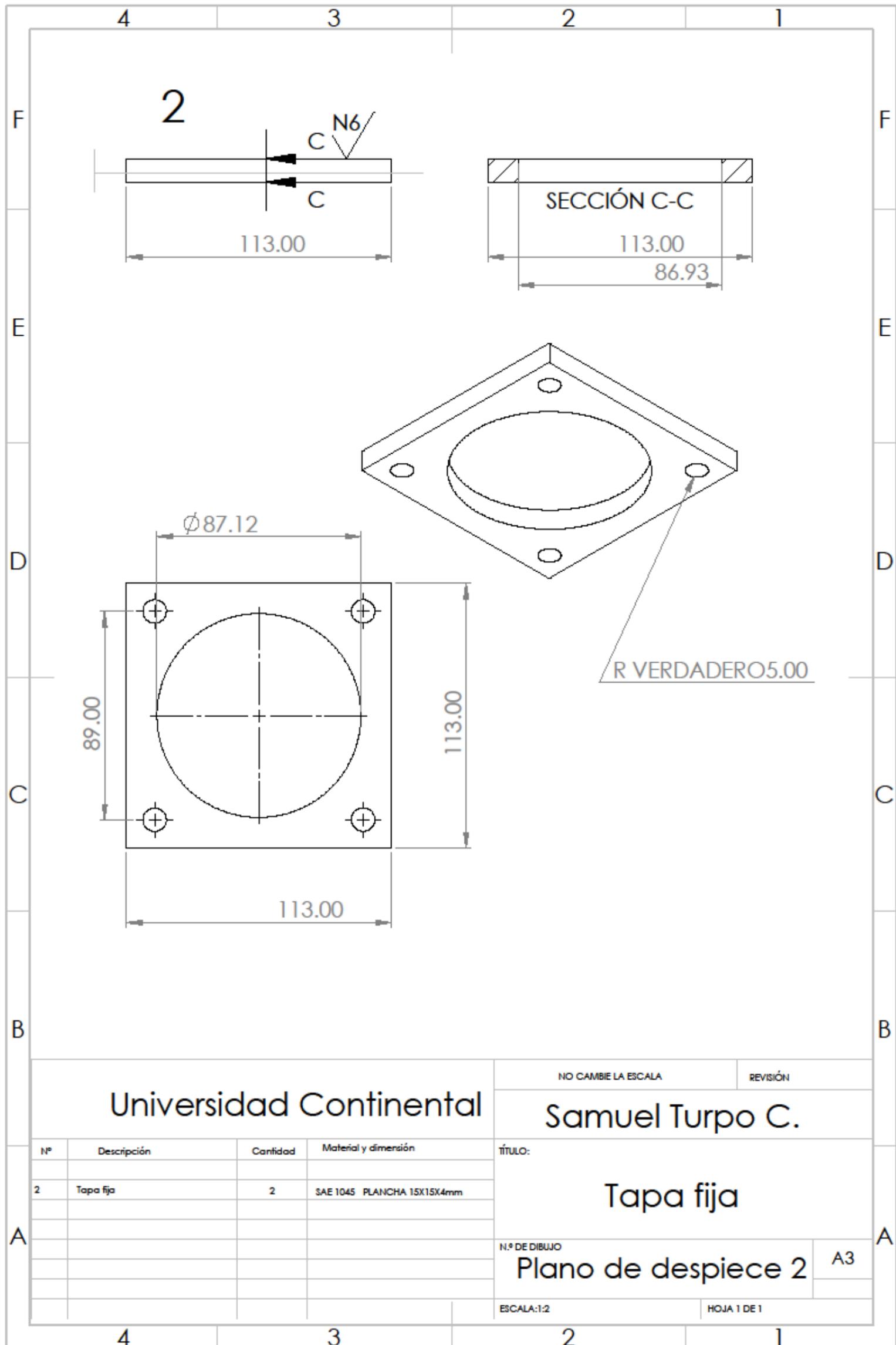


| | | | | | |
|--------------------------------|--|--|--|----------------------------|----------|
| Universidad Continental | | | | NO CAMBIE LA ESCALA | REVISIÓN |
| | | | | Samuel Turpo C. | |
| | | | | TÍTULO: | |
| | | | | Cilindro hidráulico | |
| | | | | N° DE DISEÑO | |
| | | | | Plano de conjunto | |
| | | | | A3 | |
| | | | | ESCALA: 1:20 | |
| | | | | HOJA 1 DE 1 | |

| N° | Descripción | Cantidad | Materia y dimensión |
|----|-----------------------|----------|---------------------------------|
| 1 | Cilindro | 1 | SAE 1045 TUBO DE 2000mm x 91MM |
| 2 | Tapo fijo | 2 | SAE 1045 PLANCHAS 15X154mm |
| 3 | Embudo | 1 | ASTM A-53 BARRA 100mm x 86.1D |
| 4 | O-ring | 2 | O-RING DE GOMA CODIGO 2-007 |
| 5 | Tapo móvil de la base | 1 | SAE 1045 PLANCHAS 15X154mm |
| 6 | Tapo móvil superior | 1 | SAE 1045 PLANCHAS 15X154mm |
| 7 | Varilago | 1 | ASTM A-53 BARRA 2000mm x 41.3 D |



| Universidad Continental | | | | NO CAMBIE LA ESCALA | | REVISIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------|----------|---------------------------------|--------------------------|-------------|-------------|----------------------|---|----------|---|--------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|---------|---|---------------------------------|--------------------------------------|--|--|
| | | | | Samuel Turpo C. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>Nº</th> <th>Descripción</th> <th>Cantidad</th> <th>Material y dimensión</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>cilindro</td> <td>1</td> <td>SAE 1045 TUBO DE 2000mm x 91MM</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Vástago</td> <td>1</td> <td>ASTM A-53 BARRA 2000mm x 41.3 D</td> </tr> </tbody> </table> | | | | Nº | Descripción | Cantidad | Material y dimensión | 1 | cilindro | 1 | SAE 1045 TUBO DE 2000mm x 91MM | | | | | | | | | | | | | 7 | Vástago | 1 | ASTM A-53 BARRA 2000mm x 41.3 D | TÍTULO: Cilindro y vástago | | |
| Nº | Descripción | Cantidad | Material y dimensión | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | cilindro | 1 | SAE 1045 TUBO DE 2000mm x 91MM | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Vástago | 1 | ASTM A-53 BARRA 2000mm x 41.3 D | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | N.º DE DIBUJO | | A3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Plano de despiece | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | ESCALA: 1:20 | | HOJA 1 DE 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |



Universidad Continental

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

Samuel Turpo C.

| Nº | Descripción | Cantidad | Material y dimensión |
|----|-------------|----------|----------------------------|
| 2 | Tapa fija | 2 | SAE 1045 PLANCHA 15X15X4mm |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

TÍTULO:

Tapa fija

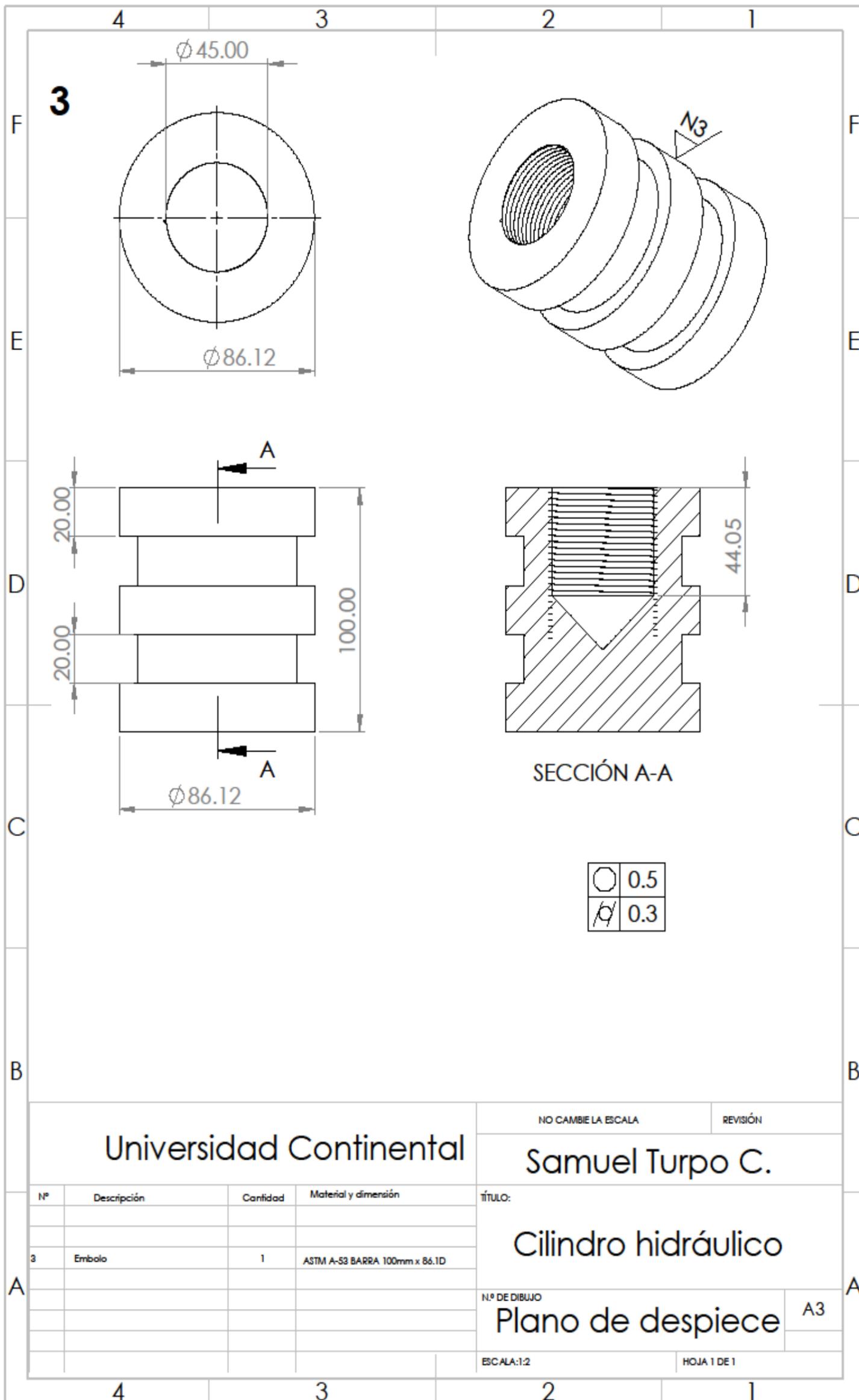
N.º DE DIBUJO

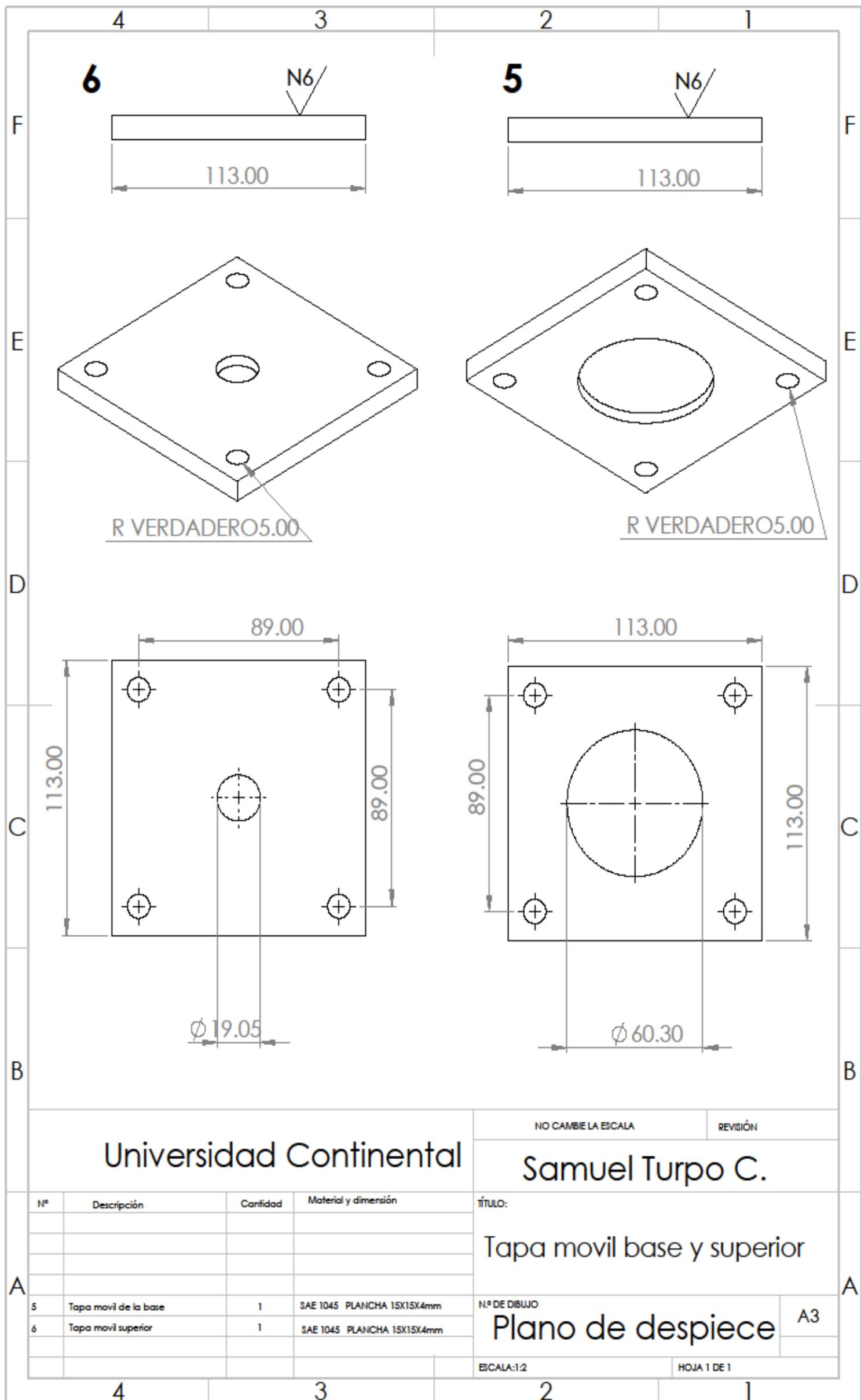
Plano de despiece 2

A3

ESCALA:1:2

HOJA 1 DE 1





Universidad Continental

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

Samuel Turpo C.

| Nº | Descripción | Cantidad | Material y dimensión |
|----|-------------|----------|----------------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

TÍTULO:

Tapa movil base y superior

Nº DE DIBUJO

Plano de despiece

A3

ESCALA:1:2

HOJA 1 DE 1

