

**Licenciatura:** Ingeniería Mecánica.

**Nombre del Proyecto de Integración (PI):** Diseño mecánico de un dispositivo para pruebas de desgaste en sellos para chumacera y vástago de dos pulgadas de diámetro.

**Modalidad:** Proyecto Tecnológico.

**Versión:** Segunda.

**Trimestre Lectivo:** 24-I.

---

---

**Nombre:** Miranda Benítez Yael.

**Matrícula:** 2192000358.

**Correo electrónico:** [al2192000358@azc.uam.mx](mailto:al2192000358@azc.uam.mx).



---

**Firma.**

**Asesor:** Dr. José Luis Ramírez Cruz.

**Categoría:** Asociado.

**Departamento de Energía.**

Teléfono: 5553189068.

Correo electrónico: [rcjl@azc.uam.mx](mailto:rcjl@azc.uam.mx).

**Co-asesor:** Dra. Estela Márquez Ramírez.

**Categoría:** Asociado.

**Departamento de Energía.**

Teléfono: 5553189068.

Correo electrónico: [emr@azc.uam.mx](mailto:emr@azc.uam.mx).

---

**Firma.**

---

**Firma.**

**Fecha:** 09/05/2024

En caso de que el Comité de Estudios de la Licenciatura en Ingeniería Mecánica apruebe la realización de la presente propuesta, otorgamos nuestra autorización para su publicación en la página de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería.

---

Miranda Benítez Yael.

---

Dr. José Luis Ramírez Cruz.

---

Dra. Estela Márquez Ramírez.

# 1. Introducción

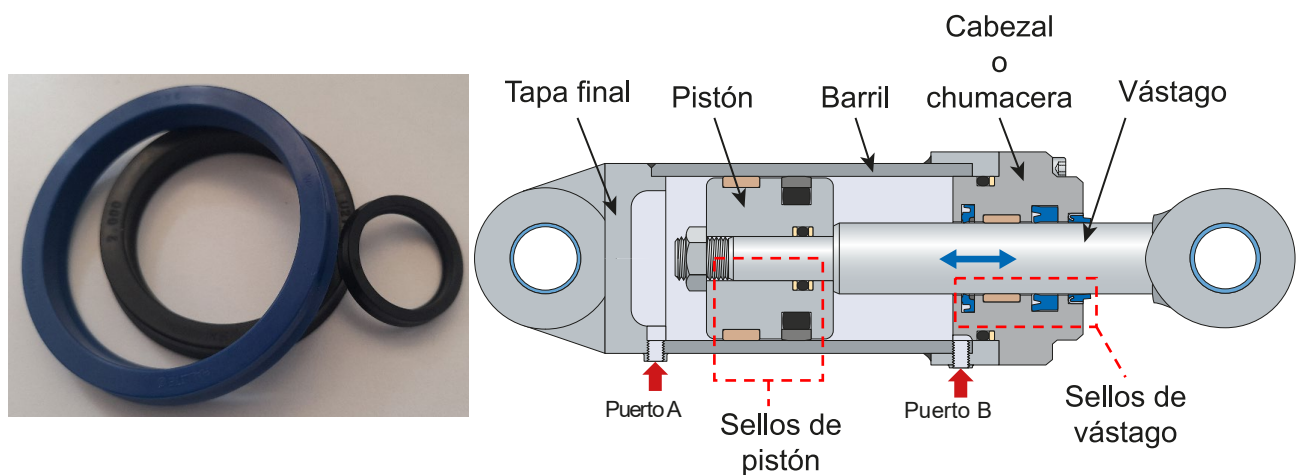
Los sellos hidráulicos son componentes pequeños pero importantes, diseñados para contener y controlar el flujo de fluido hidráulico dentro de un sistema. Son responsables de evitar fugas, proteger los componentes internos de la contaminación y garantizar un sellado hermético en entornos de alta presión. Sin estos sellos esenciales, los sistemas hidráulicos serían susceptibles a la pérdida de fluido, lo que se traduciría en una disminución de la eficiencia, reparaciones costosas y riesgos potenciales para la seguridad.

Los sellos hidráulicos se fabrican generalmente con diversos materiales, como caucho, teflón y poliuretano como se muestra en la figura 1-a. La compatibilidad de los materiales se decide en función del medio donde funcionará o de las condiciones debidas a la presión, el tipo de fluido, la temperatura o la compatibilidad química.

Los sellos hidráulicos dinámicos son sellos para vástago y sellos para pistón (figura 1-b). Los sellos de vástago están expuestos al movimiento en el diámetro interior de la chumacera a lo largo del vástago. Sin embargo, los sellos de pistón están expuestos al movimiento en su diámetro exterior a lo largo del tubo de un cilindro hidráulico.

En sistemas como los cilindros hidráulicos, los principales problemas relacionados con los sellos son la cedencia, el desgaste y la erosión del material del que están fabricados. Este enfoque de pruebas que estaremos implementando en el diseño de nuestro dispositivo ayudará a optimizar tanto la selección como el diseño de los sellos, mejorando así la durabilidad y eficiencia de los sistemas hidráulicos.

La utilidad de diseñar un dispositivo de pruebas es que se podría someter a sellos nuevos a las condiciones de trabajo para verificar el desgaste al deslizarse en dos tipos de superficies: cromadas y nitruradas. Gracias a esto se podría validar la calidad de un producto y un funcionamiento adecuado de este, en un vástago y chumacera de cilindros hidráulicos.



a) Sellos para vástagos.

b) Partes de un cilindro hidráulico de doble efecto [1].

Figura 1. Componentes, accesorios y partes básicas de un cilindro hidráulico.

## 2. Antecedentes

Christian L. Mendoza desarrolló la tesina "Selección de sellos para un mejor rendimiento en cilindros oleohidráulicos" en 2014 [2], aquí se define un procedimiento para la elección adecuada de los sellos, este trabajo servirá para tener un panorama general de la selección y funcionamiento de los sellos hidráulicos. Otro tema importante tratado aquí son las principales fallas en los sellos y una breve descripción de cómo prevenirlas.

Kevin Galarza C., en su tesis "Cálculo, diseño y fabricación de un cilindro hidráulico enfocado al ámbito industrial" publicada en 2023 [3], se describe el proceso de diseño y fabricación de un cilindro hidráulico. Este cilindro se realizó en cumplimiento con las especificaciones de calidad y siguiendo la normativa vigente, además de respetar los requerimientos propuestos por el cliente. De este trabajo se analizará y tomará como referencia los alojamientos del vástago y la chumacera para considerarlo en el diseño del dispositivo de prueba.

Azarías Isidro C. en su Proyecto de integración "Diseño y construcción de un dispositivo de sellado para una bomba centrífuga de aceite" realizado en la UAM Azcapotzalco en 2019 [4], describe el problema del sistema del sellado en una bomba centrífuga de aceite térmico utilizada en la industria cafetalera principalmente para mantener caramelo en fase líquida. Dicha bomba es fabricada originalmente con una aplicación de sellado por retenes montados en la flecha. En un periodo de un mes existió desgaste considerable y formación de surcos debido a la rotación y el roce de estos por los que hubo pérdida del producto, teniendo que ser reemplazados constantemente. De este trabajo se considerará el método propuesto para la mejora en el sellado.

### 3. Justificación

El proyecto "Diseño mecánico de un dispositivo para pruebas de desgaste en sellos para chumacera y vástago de dos pulgadas de diámetro" aborda la necesidad crítica de evaluar la durabilidad de los sellos en entornos industriales bajo condiciones reales. Al desarrollar un dispositivo que simula el entorno operativo de cilindros hidráulicos, aplicaremos presiones de hasta 2500 psi para ensayar sellos en superficies cromadas y nitruradas, permitiendo verificar el desgaste y validar la calidad de los productos. Este enfoque no solo facilita una comparación directa entre diversas configuraciones de sellos, sino que también contribuye a la optimización en la selección y diseño de estos, mejorando la eficiencia y reduciendo fallos operativos. Permite abordar problemas comunes como la cedencia, el desgaste y la erosión del material de los sellos, los cuales podrían prevenirse con pruebas adecuadas.

Hemos seleccionado un diámetro de vástago de 2 pulgadas, basándonos en las dimensiones del cilindro hidráulico que tenemos disponible.

## 4. Objetivos

### **Objetivo general.**

Diseñar un dispositivo de pruebas de desgaste para sellos de cilindros hidráulicos de doble efecto de 2 pulgadas de diámetro de vástago para presiones de 2500 psi.

### **Objetivos particulares.**

Analizar las condiciones de funcionamiento y de espaciado de los sellos en la chumacera para vástago de 2 pulgadas.

Establecer tres alternativas de diseño del dispositivo con base en la funcionalidad y limitantes para su fabricación.

Seleccionar una configuración del dispositivo de pruebas que contenga un mecanismo que permita un movimiento rectilíneo para desgastar los sellos.

Verificar por simulación el funcionamiento del ensamble del diseño propuesto.

## 5. Descripción técnica

El dispositivo contará con un mecanismo diseñado para mover linealmente un cilindro (vástago) de 2 [pulgadas] de diámetro a una velocidad aproximada de 0.5 [m/s] dentro de una cámara sellada, con aceite hidráulico a 2500 [psi] como se muestra en la figura 2. Las chumaceras del dispositivo serán intercambiables para poder ensayar sellos de diferentes medidas a 2 pulgadas y diferentes materiales. El dispositivo simulará una operación de 15 ciclos/minuto, en superficies cromadas y nitruradas para sellos de estanqueidad estática.

Se podrá comprobar que el dispositivo funciona mediante la simulación del mecanismo propuesto al mover linealmente el vástago; esto nos asegura que habrá fricción entre el sello y el vástago. Es importante destacar que esta propuesta es únicamente de diseño. Este diseño se ajustará a una mesa de dimensiones 1.5 m x 1.3 m x 1 m.

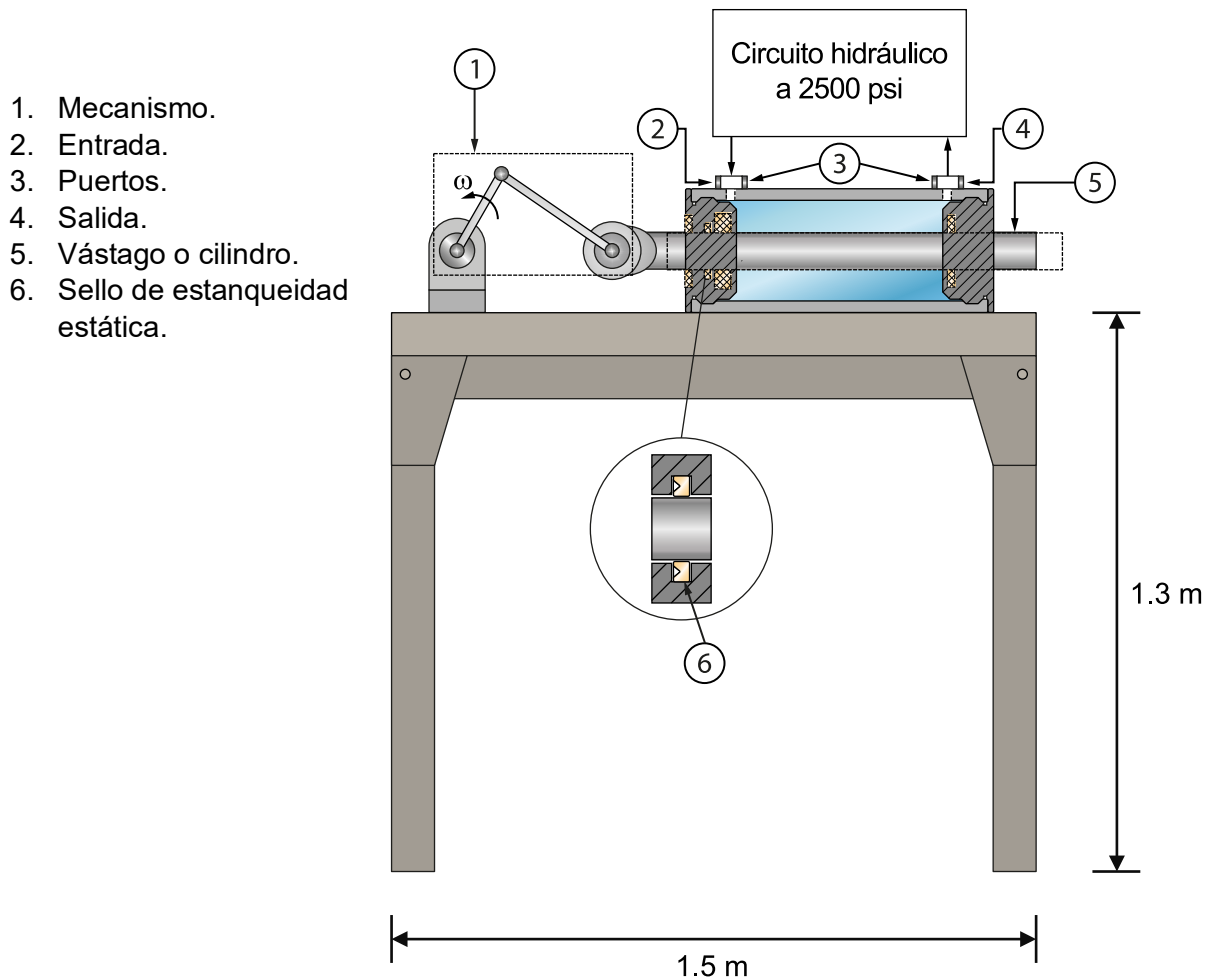


Figura 2. Dispositivo para pruebas de sellos

## 6. Normatividad

**ISO 4413:1998 Hydraulic fluid power — General rules relating to systems:** Establece requisitos para diseñar sistemas hidráulicos seguros, minimizando riesgos para operadores y personal de mantenimiento mediante la selección adecuada y ubicación de componentes [5].

**ASME Y14.5-2018 Dimensionamiento y tolerancias:** Define un lenguaje de símbolos para comunicar requisitos geométricos de piezas y ensamblajes de manera precisa, utilizando el lenguaje de diseño, dimensionamiento geométrico y tolerancia GD&T [6].

**ISO 3601-1:2012 Fluid power systems O-rings Part 1:** Determina diámetros internos, secciones transversales, tolerancias y códigos para sellos O-Ring en sistemas de potencia fluida, crucial para el diseño efectivo y prevención de fugas [7].

**ISO 3601-2:2016 Fluid power systems O-rings Part 2** Especifica dimensiones de alojamientos para sellos O-Ring Clase A y B en aplicaciones industriales y de hardware con dimensiones métricas, como cavidades de cilindros y varillas de pistones [8].

**ISO 3601-3:2005 Fluid power systems O-rings Part 3:** Define criterios de aceptación de calidad para sellos O-Ring, incluyendo la clasificación de imperfecciones superficiales y los límites aceptables de estas, aplicable también en la construcción [9].

**ISO 4413:2010 Hydraulic fluid power General rules and safety requirements for systems and their components:** Establece reglas y requisitos de seguridad para sistemas hidráulicos y sus componentes, asegurando la operación segura y eficiente en maquinaria y equipos industriales [10].

**ISO 3321:1975 Fluid power systems and components—Cylinder bores and piston rod diameters- Inch series:** Define series en pulgadas para diámetros de cilindros y vástagos, listando medidas desde 3/4 hasta 14 pulgadas para cilindros y de 1/4 hasta 10 pulgadas para vástagos, facilitando la identificación y selección estándar en sistemas hidráulicos y neumáticos [11].

**ISO 3320:2013: Fluid power systems and components—Cylinder bores and piston rod diameters and area ratios- Metric series:** Establece una serie métrica de diámetros de cilindros y vástagos para cilindros hidráulicos y neumáticos, especificando relaciones estándar entre áreas útiles, aplicables únicamente a aspectos dimensionales de los productos [12].



## 7. Cronograma de actividades

UEA para la que se solicita autorización:

- Proyecto de Integración en Ingeniería Mecánica I.

	Actividades del trimestre 24P	Semana											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Analizar condiciones operativas de los sellos en cilindros hidráulicos.	■	■	■	■								
2	Proponer de tres alternativas de diseño para el dispositivo.			■	■	■							
3	Seleccionar solo una alternativa.				■	■							
4	Seleccionar sellos de estanqueidad estática					■	■						
5	Desarrollar diseño con dimensiones y materiales.					■	■	■	■				
6	Modelar y simular el funcionamiento del dispositivo en Autodesk Inventor Pro-2024.						■	■	■	■			
7	Evaluar simulación y ajustar diseño							■	■	■	■	■	
8	Realizar y entregar reporte final	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

## 8. Entregables

Dibujos y el ensamble virtual del dispositivo.

Simulación del funcionamiento del dispositivo bajo las condiciones operativas definidas.

Reporte final del proyecto.

## 9. Referencias bibliográficas

- [1] SKF Group, 2014, "SKF Hydraulic Seals – General Technical Information," PUB SE/P1 12393/2 EN, SKF Group, agosto 2014.
- [2] Mendoza Jiménez, C.L., 2014, "Selección de sellos para un mejor rendimiento en cilindros oleohidráulicos," Monografía para optar el Título de Ingeniero Mecánico de Fluidos, Facultad de Ciencias Físicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- [3] Galarza Coronel, K.A., 2023, "Cálculo, diseño y fabricación de un cilindro hidráulico enfocado al ámbito industrial, partiendo de datos iniciales proporcionados por el cliente," Trabajo Fin de Grado, Grado en Ingeniería Mecánica, Escuela Politécnica Superior de Alcoy, Universitat Politècnica de València, Valencia, España.
- [4] Calixto, A.I., 2019, "Diseño y Construcción de un Dispositivo de Sellado para una Bomba Centrífuga de Aceite," Proyecto de Integración en Ingeniería Mecánica I, División de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Autónoma Metropolitana, Ciudad de México.
- [5] ISO, 1998, "Hydraulic fluid power — General rules relating to systems", ISO 4413:1998.
- [6] ASME, 2018, "Dimensionamiento y tolerancias", ASME Y14.5-2018.
- [7] ISO, 2012, "Fluid power systems O-rings Part 1: Inside diameters, cross-sections, tolerances and designation codes", ISO 3601-1:2012.
- [8] ISO, 2016, "Fluid power systems O-rings Part 2: Housing dimensions for general applications", ISO 3601-2:2016.
- [9] ISO, 2005, "Fluid power systems O-rings Part 3: Quality acceptance criterio", ISO 3601-3:2005.
- [10] ISO, 2010, "Hydraulic fluid power General rules and safety requirements for systems and their components", ISO 4413:2010.
- [11] ISO, 1975, "Fluid power systems and components—Cylinder bores and pistón rod diameters-Inch series", ISO 3321:1975.
- [12] ISO, 2013, "Fluid power systems and components—Cylinder bores and pistón rod diameters and area ratios- Metric series", ISO 3320:2013.

## 10. Terminología

No es necesaria.

## 11. Infraestructura

Software CAD Autodesk Inventor Pro-2024.

## 12. Asesoría complementaria

No es necesaria.

## 13. Publicación o difusión de los resultados

No se tiene la intención de publicar.

**DISEÑO MECÁNICO DE UN DISPOSITIVO PARA PRUEBAS DE DESGASTE EN SELLOS  
PARA CHUMACERA Y VÁSTAGO DE DOS PULGADAS DE DIÁMETRO.**

<b>Página</b>	<b>COMENTARIO DEL CEIM</b>	<b>Página</b>	<b>ACCIÓN REALIZADA EN LA PPI</b>
1	Agregar al final del título del proyecto “de diámetro”.	1	Se agregó la palabra “de diámetro” al final de título del proyecto para una mejor comprensión.
3	Corrección de ortografía.	3	Se corrigió la ortografía.
3	Párrafo: Orientar la redacción a como va a apoyar el proyecto.	3	Se orientó la redacción para explicar cómo va a apoyar el proyecto.
3	Colocar una imagen que muestre los sellos de vástago y pistón, además de la chumacera.	3	Se colocó una imagen donde se muestran las partes básicas de un cilindro hidráulico.
5	¿Por qué solo dos pulgadas?	5	Se justificó por qué un diámetro de dos pulgadas.
7	Corrección de la palabra “tubo” por “cilindro”.	7	Se corrigió la palabra a “cilindro”.
7	Corrección de ortografía.	7	Se corrigió la ortografía.
7	¿Es posible utilizar otras dimensiones de sellos o diferentes materiales, o intercambiar estos componentes que están en la chumacera o ella misma?	7	Se aclararon las posibilidades de intercambio de materiales y dimensiones de los sellos en el diseño.
7	Al final de tu diseño, ¿cómo sabrás que tu dispositivo ha desgastado los sellos?	7	Se describió el método de simulación que confirmará el desgaste de los sellos.
9	¿Necesita seleccionar accesorios o componentes?	9	Se agregó una actividad más al cronograma de actividades.