

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica

Tesis

**Diseño de un extractor hidráulico para el montaje y  
desmontaje del freno Scoop R1300G**

Yicky Yoel Valle Gaspar

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Mecánico

Huancayo, 2024

Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



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

## INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

**A** : Decano de la Facultad de Ingeniería  
**DE** : Ever Luis Poma Tintaya  
Asesor de trabajo de investigación  
**ASUNTO** : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación  
**FECHA** : 25 de Octubre de 2024

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

**Título:**

DISEÑO DE UN EXTRACTOR HIDRÁULICO PARA EL MONTAJE Y DESMONTAJE DEL FRENO SCOOP R1300G

**Autores:**

1. Yicky Yoel Valle Gaspar – EAP. Ingeniería Mecánica

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 8 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI  NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores SI  NO   
Nº de palabras excluidas (en caso de elegir "SI"):30
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI  NO

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

**ASESOR**

Mg. Ever Luis Poma Tintaya

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica de la Universidad Continental y a mis docentes, quienes me dieron su apoyo y me brindaron sus conocimientos durante mis años de estudio.

Asimismo, quiero expresar mi gratitud infinita a mi asesor, ya que me ha brindado una firme orientación a lo largo de este proceso, contribuyendo significativamente a la consecución de mi objetivo deseado.

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a todas las personas que me motivaron y apoyaron durante esta etapa. A mis padres, por su incondicional amor, su apoyo constante y su paciencia. Gracias por ser mi más grande inspiración y por enseñarme el valor de la perseverancia y el esfuerzo. A mis hermanos, por estar siempre a mi lado, dándome su aliento y apoyo en cada momento. A mis amigos más cercanos, que han sido una constante fuente de motivación y alegría. Gracias a todos por estar conmigo en los momentos más complicados y celebrar conmigo cada pequeño logro.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ASESOR .....	iv
AGRADECIMIENTOS .....	v
DEDICATORIA .....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	vii
ÍNDICE DE TABLAS .....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN .....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN .....	xiv
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	16
1.1. Planteamiento y formulación del problema .....	16
1.1.1. Planteamiento del problema .....	16
1.1.2. Formulación del problema.....	17
1.2. Objetivos .....	18
1.2.1. Objetivo general .....	18
1.2.2. Objetivos específicos.....	18
1.3. Justificación e importancia.....	18
1.3.1. Justificación tecnológica.....	18
1.3.2. Justificación social.....	19
1.3.3. Justificación económica.....	19
1.4. Importancia .....	20
1.5. Limitaciones.....	20
1.6. Delimitación del proyecto .....	20
1.6.1. Espacial.....	20
1.6.2. Temporal .....	20
1.6.3. Conceptual o temática .....	20
2.1. Antecedentes del problema .....	21
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	21
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	22
2.2. Bases teóricas .....	24
2.2.1. Diseño.....	24
2.2.2. Extractor hidráulico .....	24
2.2.3. Scoop Caterpillar R1300G.....	26
2.2.4. Resorte mecánico.....	29
2.2.5. Deflexión de resorte helicoidales .....	30

2.2.5. Centro de gravedad.....	31
2.2.6. Esfuerzo de compresión.....	32
2.2.7. Pernos roscados .....	33
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA .....	36
3.1. Metodología aplicada para el desarrollo de la solución.....	36
3.1.1. Desarrollo de la fase I .....	37
3.1.2. Desarrollo de la fase II.....	39
3.1.3. Desarrollo de la fase III.....	42
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA SOLUCIÓN.....	44
4.1. Identificación de requerimientos.....	44
4.1.1. Lista de exigencias.....	44
4.2. Análisis de la solución .....	46
4.2.1. Black-box .....	46
4.2.2. Estructura de funciones caja blanca.....	47
4.2.3. Matriz morfológica .....	49
4.3. Propuesta de solución.....	52
4.3.1. Solución N°1 .....	52
4.3.2. Solución N°2 .....	52
4.3.3. Solución N°3 .....	53
4.4. Determinación de la solución óptima.....	53
4.4.1. Valorización para hallar el valor técnico .....	53
4.4.2. Comparación de resultados evaluados.....	55
4.4.3. Tomo de decisión.....	55
4.5. Diseño .....	56
4.5.1. Cálculos mecánicos .....	56
CAPÍTULO V: CONSTRUCCIÓN.....	66
5.1. Construcción .....	66
5.1.1. Descripción de los componentes .....	66
5.2. Pruebas y resultados.....	73
5.3. Discusión de resultados.....	83
CONCLUSIONES .....	88
RECOMENDACIONES.....	89
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	90
ANEXOS .....	92



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características del motor Scoop R1300G .....	28
Tabla 2. Sistema de tren de fuerza Scoop R1300G.....	28
Tabla 3. Formato de listas de exigencias .....	38
Tabla 4. Formato de planificación del proyecto .....	39
Tabla 5. Formato de matriz morfológica .....	41
Tabla 6. Formato de evaluación de lista de exigencia .....	42
Tabla 7. Formato de evaluación del valor técnico .....	42
Tabla 8. Formato de evaluación del valor económico .....	42
Tabla 9. Lista de exigencias del extractor mecánico.....	44
Tabla 10. Matriz morfológica del extractor hidráulico .....	51
Tabla 11. Evaluación de concepto de solución técnico.....	54
Tabla 12. Comparación de resultados evaluados .....	55
Tabla 13. Cilindro de simple efecto HSS152.....	71

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Scoop R1300G.....	26
Figura 2. Tren de fuerza posterior de Scoop R1300G Cat.....	29
Figura 3. Tren de fuerza delantero de Scoop R1300G Cat .....	29
Figura 4. Figura helicoidal con carga axial, diagrama de cuerpo libre. ....	30
Figura 5. Constante para estimar la resistencia de tensión mínima de alambre para resortes .	30
Figura 6. Propiedades mecánicas de algunos alambres para resortes .....	31
Figura 7. Esfuerzo de compresión .....	32
Figura 8. Propiedades típicas de materiales seleccionados usados en ingeniería .....	33
Figura 9. Tornillo de cabeza hexagonal.....	34
Figura 10. Tornillo de cabeza hexagonal.....	34
Figura 11. Tornillo de cabeza hexagonal.....	34
Figura 12. Base métrica de tornillo de cabeza hexagonal.....	35
Figura 13. Black-box (caja negra) .....	39
Figura 14. Modelo de estructura de funciones.....	40
Figura 15. Black-box del extractor hidráulico .....	46
Figura 16. Estructura de funciones de caja blanca del extractor hidráulico.....	47
Figura 17. Solución móvil magnético .....	52
Figura 18. Solución accionamiento hidráulico .....	53
Figura 19. Solución neumática .....	53
Figura 20. Diagrama de evaluación técnico-económico .....	55
Figura 21. Placa de fijación .....	66
Figura 22. Placa de compresión.....	67
Figura 23. Placa soporte de cilindro.....	67
Figura 24. Perno roscado medio de sujeción de compresión .....	68
Figura 25. Perno de rosca completo.....	69
Figura 26. Perno de fijación de cilindro de simple efecto.....	69
Figura 27. Tubo soporte y guía de herramienta .....	70
Figura 28. Resultado de tensiones de la simulación 1 .....	73
Figura 29. Resultado de desplazamientos de la simulación 1 .....	74
Figura 30. Resultado de deformaciones unitarias de la simulación 1 .....	75
Figura 31. Resultado de factor de seguridad de la simulación 1.....	76
Figura 32. Resultado de tensiones de la simulación 2 .....	77
Figura 33. Resultado de tensiones de la simulación 3 .....	78
Figura 34. Resultado de desplazamientos de la simulación 3.....	79

Figura 35. Resultado de factor de seguridad, simulación 3 .....	80
Figura 36. Resultado de tensiones de la simulación 3 .....	81
Figura 37. Resultado de desplazamientos de la simulación 3.....	82
Figura 38. Resultado de factor de seguridad, simulación 3 .....	83

## RESUMEN

El mantenimiento eficiente de maquinaria pesada es crucial para garantizar la operatividad y la seguridad en diversos sectores industriales, en particular, para las empresas dedicadas a la extracción de minerales. Para cumplir este objetivo se buscó diseñar un extractor hidráulico para el montaje y desmontaje del freno de Scoop R1300G. El estudio siguió el método científico, fue de tipo tecnológico y de nivel explicativo. La muestra estuvo conformada por el diseño del extractor hidráulico para el montaje y desmontaje del freno SCOOP R1300G. Se aplicó la metodología de diseño en ingeniería mecánica: norma VDI 2221, Verein Deutscher Ingenieure. Los resultados mostraron que los elementos identificados fueron la placa de fijación, placa de compresión, placa soporte de cilindro, perno tirante, perno de compresión, tuerca, perno de fijación de cilindro de simple efecto y el cilindro de simple efecto; además se logró validar el diseño mediante los cálculos matemáticos y la simulación en SolidWorks. Se concluyó que se logró diseñar el mecanismo del extractor hidráulico para el montaje y desmontaje del freno de Scoop R1300G.

**Palabras clave:** diseño de extractor hidráulico, elementos del extractor hidráulico, montaje, desmontaje, freno Scoop R1300G.

## ABSTRACT

Efficient maintenance of heavy machinery is crucial to ensure operability and safety in various industrial sectors. Companies dedicated to mineral extraction. For this purpose, we sought to design a hydraulic extractor for the assembly and disassembly of the Scoop R1300G brake. The study followed the scientific method, was of technological type and of explanatory level. The sample consisted of the design of the hydraulic extractor for the assembly and disassembly of the SCOOP R1300G brake. The mechanical engineering design methodology (VDI 2221, Verein Deutscher Ingenieure) was applied. The results showed that the elements identified were the fixing plate, compression plate, cylinder support plate, tie rod bolt, compression bolt, nut, single-acting cylinder fixing bolt and the single-acting cylinder; in addition, the design was validated by means of mathematical calculations and simulation in SolidWorks. It was concluded that the design of the hydraulic extractor mechanism for the assembly and disassembly of the Scoop R1300G brake was achieved.

**Keywords:** hydraulic extractor design, hydraulic extractor elements, assembly, disassembly, Scoop R1300G brake.

## INTRODUCCIÓN

La investigación se centra en el desarrollo de una herramienta específica para facilitar el mantenimiento de los frenos en el equipo minero Scoop R1300G. Esta investigación puede ayudar significativamente a reducir el tiempo y el esfuerzo necesario para el montaje y desmontaje de los frenos, mejorando así la eficiencia operativa y la seguridad en las minas. Este estudio explora el diseño de extractor hidráulico para la realización de un mejor trabajo de desmontaje del freno Scoop R1300G. El objetivo principal es diseñar un extractor hidráulico para el montaje y desmontaje del freno de Scoop R1300G. Se usa el tipo de investigación tecnológico y de nivel para realizar este diseño. Este método es bueno porque incluye un análisis detallado de los requisitos técnicos del equipo, el diseño conceptual y detallado del extractor, y pruebas prácticas para validar su eficacia y seguridad en el entorno real de trabajo.

A partir de lo antes mencionado se origina la siguiente interrogante: ¿cómo diseñar un extractor hidráulico para el montaje y desmontaje del freno de Scoop R1300G?, por lo que el propósito del estudio es diseñar un extractor hidráulico para el montaje y desmontaje del freno de Scoop R1300G. El estudio siguió el método científico, fue de tipo tecnológico y de nivel explicativo. La muestra estuvo conformada por el diseño del extractor hidráulico para el montaje y desmontaje del freno SCOOP R1300G. Se aplicó la metodología de diseño en ingeniería mecánica: norma VDI 2221, Verein Deutscher Ingenieure.

Un extractor es una herramienta que se emplea para extraer poleas, cojinetes de ejes o engranajes, especialmente cuando estos componentes están muy ajustados o no se pueden retirar con la fuerza de las manos. Esta herramienta es de uso general y resulta muy útil en una amplia variedad de proyectos y aplicaciones mecánicas. Los extractores son indispensables para realizar tareas de mantenimiento en componentes mecánicos. Cuando se necesita desmontar rodamientos de menor tamaño, los extractores de dos brazos son la opción ideal para garantizar una extracción segura que permita volver a utilizar el rodamiento sin daños. Se recomienda el uso de extractores URREA, disponibles para diversas aplicaciones, para prevenir daños en los ejes, alojamientos o lesiones personales (1). La máquina Scoop R1300G, a pesar de su tamaño compacto, posee una fuerza de desprendimiento de 26.504 lb y una potencia del motor de 117 kW (157 hp), lo que asegura un alto nivel de producción en entornos mineros de menor escala. Se logra un incremento en la productividad gracias a su menor radio de giro en comparación con otras máquinas del mercado (2).

Este estudio es importante porque el diseño del extractor hidráulico para el montaje y desmontaje del freno de Scoop R1300G no solo abordó la necesidad de mejorar la seguridad y

eficiencia en las operaciones de mantenimiento, sino que también representa un paso hacia la optimización de recursos y la maximización de la productividad. La estructura del estudio incluirá varios capítulos los cuales están conformados de la siguiente manera:

Capítulo I: En esta parte, se estudia el problema, se dicen las cosas que no se van a tocar y se explica qué se quiere lograr con la investigación.

Capítulo II: en esta parte se plantea el problema y se explica qué se quiere lograr con la investigación.

Capítulo III: en esta sección se detalla el alcance relacionado con los instrumentos y procedimientos para recopilar información, abordando tanto su dimensión global como la particular.

Capítulo IV: en este apartado se detalla la faceta administrativa, abordando la planificación de tareas y la asignación de recursos financieros. Seguidamente se cuenta con las referencias establecidas.

Capítulo V: en esta sección se detalla las conclusiones y recomendaciones que se derivan de la investigación.

Posteriormente, se presenta las fuentes bibliográficas y los anexos

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO**

#### **1.1. Planteamiento y formulación del problema**

##### **1.1.1. Planteamiento del problema**

El mantenimiento eficiente de maquinaria pesada es crucial para garantizar la operatividad y la seguridad en diversos sectores industriales, en particular, para las empresas dedicadas a la extracción de minerales como la Empresa Minera Huarón SA. en Cerro de Pasco, ya que dependen en gran medida de equipos especializados como los Scoop R1300G para llevar a cabo operaciones de carga y transporte de mineral de manera eficiente.

Una cargadora subterránea de Caterpillar conocida por su excepcional potencia y pequeño tamaño es la Scoop R1300G. Con una fuerza de arranque de 12 kg y un motor de 157HP, este equipo de minería garantiza la máxima productividad en entornos de tamaño reducido. Otras ventajas de su diseño incluyen un radio de giro menor que el de sus rivales, lo que aumenta la productividad al facilitar su manejo en lugares reducidos (2).

Sin embargo, uno de los desafíos principales que enfrentan estas empresas es la falta de herramientas adecuadas para el mantenimiento y reparación de estos equipos, lo que puede resultar en tiempos prolongados de inactividad y riesgos para el personal. La necesidad de intervenir y reparar los sistemas de frenos de los Scoop R1300G es una tarea crítica para garantizar la seguridad y el rendimiento óptimo de estos equipos.

Dentro de este contexto, la Empresa Minera Huarón S.cA. - Cerro de Pasco, dedicada a la extracción de minerales, utiliza una flota de equipos Diesel, como los Scoop R1300G para la carga de minerales. Sin embargo, realizar la reparación, mantenimiento de los sistemas de frenos de estos equipos enfrenta desafíos. Actualmente, el proceso de reparación de los sistemas



de frenos implica un tiempo considerable, con una duración promedio de 8 horas por paquete de freno. Además, el uso de herramientas improvisadas y adaptadas, conocidas como “herramientas hechizas”, expone al personal a riesgos considerables de accidentes y lesiones.

Según Ferreyros Perú, distribuidor autorizado de Caterpillar y proveedor líder de servicios y repuestos para equipos pesados en el Perú, la optimización del tiempo de servicio y la seguridad del personal son aspectos fundamentales para mejorar la productividad y la eficiencia en la operación de maquinaria pesada (3). Esta afirmación respalda la necesidad de desarrollar una solución que permita disminuir los periodos del proceso de reparación de los sistemas de frenos de los Scoop R1300G y garantizar condiciones de trabajo seguras para el personal.

El diseño de un extractor hidráulico especializado para el montaje y desmontaje del freno de los Scoop R1300G surge como una respuesta a esta necesidad crítica. Además, el diseño mecánico es una parte fundamental del avance tecnológico de un país, ya que impulsa la creatividad y el desarrollo tecnológico. Hoy en día, las naciones más avanzadas confían en la tecnología más moderna para sobresalir en la competencia internacional (4). El diseño mecánico no solo se limita a la creación de nuevas máquinas para facilitar la vida cotidiana, sino que también se extiende al diseño de máquinas que fabrican otras máquinas, lo que ayuda a avanzar constantemente en cada fase del proceso de fabricación (5).

Al proporcionar una herramienta específicamente diseñada para esta tarea de montaje y desmontaje de los frenos Scoop R1300G, se espera mejorar considerablemente la eficiencia del proceso de mantenimiento, reducir los tiempos de inactividad y, lo más importante, mitigar los riesgos de accidentes laborales asociados con el uso de herramientas improvisadas.

En este marco, el proyecto tiene como propósito diseñar un extractor hidráulico que satisfaga las especificaciones técnicas y de seguridad requeridas para el efectivo montaje y desmontaje de los frenos Scoop R1300G. Al implementar esta solución, se espera contribuir no solo a la mejora de la operatividad y la seguridad en la Empresa Minera Huarón SA., sino también a establecer un estándar de buenas prácticas en el mantenimiento de frenos de dichas maquinarias.

## **1.1.2. Formulación del problema**

### **a) Problema general**

¿Cómo diseñar un extractor hidráulico para el montaje y desmontaje del freno de Scoop R1300G?

## **b) Problemas específicos**

- ¿Cómo diseñar el mecanismo del extractor hidráulico para el montaje y desmontaje del freno de Scoop R1300G?
- ¿Cómo diseñar los elementos del extractor hidráulico para el montaje y desmontaje del freno de Scoop R1300G?
- ¿Cómo validar el diseño del extractor hidráulico para el montaje y desmontaje del freno de Scoop R1300G?

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general**

Diseñar un extractor hidráulico para el montaje y desmontaje del freno de Scoop R1300G.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Diseñar el mecanismo del extractor hidráulico para el montaje y desmontaje del freno de Scoop R1300G.
- Diseñar los elementos del extractor hidráulico para el montaje y desmontaje del freno de Scoop R1300G.
- Validar el diseño del extractor hidráulico para el montaje y desmontaje del freno de Scoop R1300G utilizando el software SolidWorks.

## **1.3. Justificación e importancia**

### **1.3.1. Justificación tecnológica**

La justificación tecnológica se fundamenta en el empleo de herramientas y técnicas avanzadas de ingeniería que garantizan su eficacia y rendimiento óptimo. El uso de elementos finitos a través del software SolidWorks permite realizar un análisis del diseño, evaluando su comportamiento bajo diferentes condiciones de carga y operación. Este análisis de fatiga permite identificar y mitigar posibles puntos de debilidad en el extractor hidráulico, asegurando su durabilidad y confiabilidad a lo largo del tiempo.

El diseño de los mecanismos que conforman el extractor se enfocó en lograr la máxima seguridad operativa, minimizando riesgos para el personal y garantizando la integridad de los equipos durante las operaciones de mantenimiento. Asimismo, se buscó alcanzar la máxima

eficiencia en los procesos de reparación de los frenos, reduciendo los tiempos de inactividad y optimizando los recursos de la empresa.

La información generada a partir de este proyecto no solo fue invaluable para la implementación del extractor hidráulico en la Empresa Minera Huarón SA. - Cerro de Pasco en el corto plazo, sino que también sirvió de base para futuros proyectos de diseño en el campo de la mecánica. Esta experiencia se constituye como referencia para instituciones similares que enfrenten desafíos similares en el diseño y desarrollo de herramientas especializadas para aplicaciones industriales específicas.

### **1.3.2. Justificación social**

El diseño del extractor hidráulico para el montaje y desmontaje del freno de Scoop R1300G tuvo un impacto directo en la seguridad y eficiencia de los colaboradores que realizan mantenimiento de los frenos de los Scoop R1300G en la Minera Huarón S.A. - Cerro de Pasco. Al evitar la exposición del personal a riesgos de accidentes durante las intervenciones en los frenos, esta herramienta proporcionó una solución práctica y segura para un problema real en el entorno laboral. Además, la implementación de este extractor hidráulico se alineó con la legislación vigente y las políticas de seguridad establecidas en la unidad minera, lo que garantiza el cumplimiento de los estándares de seguridad ocupacional y protección del personal.

Es importante destacar que, dado que no existe en el mercado un extractor hidráulico que cumpla con la misma función específica, el diseño propuesto permite llenar un vacío en el mercado. Esto no solo beneficia a la Empresa Minera Huarón S.A. - Cerro de Pasco, sino también a otras empresas de servicios y al fabricante de los equipos, quienes pueden acceder a esta herramienta para mejorar la seguridad y aumentar la productividad en sus operaciones de mantenimiento.

### **1.3.3. Justificación económica**

Al disminuir las horas requeridas para la reparación de los sistemas de frenos, se aumentó la accesibilidad de los equipos utilizados para la carga de mineral en la Empresa Minera Huarón SA. - Cerro de Pasco. Este incremento de la accesibilidad de los equipos permitió aumentar la productividad y eficiencia de las operaciones mineras, lo que a su vez generó mayores ingresos para la empresa. La reducción del tiempo de inactividad de los equipos también contribuyó a optimizar los recursos y maximizar la rentabilidad de la unidad minera.

Asimismo, el diseño del extractor hidráulico contribuyó a prevenir accidentes laborales durante las operaciones de mantenimiento de los frenos. La prevención de accidentes no solo protege la integridad física y la seguridad del personal, sino que también evita posibles penalidades económicas asociadas a incidentes laborales, como multas, compensaciones por lesiones y pérdidas de productividad debido a ausencias laborales.

#### **1.4. Importancia**

El diseño del extractor hidráulico para el montaje y desmontaje del freno de Scoop R1300G no solo abordó la necesidad de mejorar la seguridad y eficiencia en las operaciones de mantenimiento, sino que también representa un paso hacia la optimización de recursos y la maximización de la productividad. Los equipos utilizados en la extracción de minerales estuvieron más disponibles a medida que se redujeron los tiempos de reparación del sistema de frenos, lo que se tradujo en un incremento en la eficiencia operativa y en mayores ingresos para la empresa. Además, al prevenir accidentes laborales y sus costos asociados, se promueve un entorno laboral seguro y se garantiza la continuidad de las operaciones mineras. En este sentido, el estudio no solo tiene un impacto inmediato en la unidad minera, sino que también sienta las bases para prácticas seguras y eficientes en el mantenimiento de equipos pesados, beneficiando tanto a la empresa como a la industria en su conjunto.

#### **1.5. Limitaciones**

Una de las limitaciones que se presentó es la escasa información disponible acerca del tema o diseño de tesis de otros mecanismos extractores parecidos.

#### **1.6. Delimitación del proyecto**

##### **1.6.1. Espacial**

Este estudio tuvo lugar en la Empresa Minera Huarón SA., que se encuentra ubicada en el distrito de Huayllay, provincia de Pasco, departamento de Cerro de Pasco.

##### **1.6.2. Temporal**

Este estudio se ejecutó en un periodo de 6 meses, desde el mes de abril hasta el mes de octubre del 2024.

##### **1.6.3. Conceptual o temática**

Este estudio estuvo teóricamente enmarcado en el diseño de un extractor hidráulico, en el Soop Caterpillar R 1300G, y los criterios para evaluar el esfuerzo, por lo que se tomó en cuenta la información teórica planteada por Budynas (6), GLS Industrias (1), entre otros

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes del problema**

##### **2.1.1. Antecedentes internacionales**

Ovallos y Palomino en su tesis titulada: “Diseño de un extractor hidráulico manual tipo “C” para el desmonte de pines de oruga en la empresa All Machines SAS” diseñó un extractor hidráulico manual portátil tipo "C" para el desmonte de orugas con capacidad de 50 toneladas. Para lo cual empleó un estudio cuantitativo y te tipo tecnológico. La muestra consistió en los trenes de rodaje de diversas marcas que necesitan reparación. El resultado fue la creación de una prensa hidráulica en C, fabricada en fundición dúctil y acoplada a un cilindro hidráulico de simple efecto de 150 mm de carrera y 79 mm de diámetro de vástago para una fuerza de 50 toneladas, alimentada por una bomba hidráulica de 10000 PSI, y una mesa sobre ruedas con sistema de elevación por tijera. El diseño cumplió con todos los requerimientos técnicos de la empresa, siendo aplicable a una variedad de máquinas con pasadores de diámetro entre 33 mm y 50.1 mm, y longitudes de entre 150 mm a 290 mm. La simulación por software CAD arrojó un margen de seguridad de 1.872. En conclusión, el diseño del extractor hidráulico manual portátil tipo "C" representó una solución efectiva y competitiva para las necesidades de desmonte de orugas en la empresa en mención (7).

Chilig en su tesis titulada: “Diseño de un sistema semiautomático para remachar zapatas de freno para tracto camiones con modelos de serie 4515 y 4709” completó el diseño y construcción de un prototipo de máquina semiautomática para las zapatas de freno de camión tractor tipos 4515 y 4709. Realizó un estudio tecnológico en el desarrollo del proyecto, utilizando el modelo V como enfoque. El sistema ideado estaba mayormente conformado por una zona de perforación neumática y un mecanismo de soporte de zapata. Se utilizaron una viga UPN de 20cm, perfiles de acero de ángulo de 10cm x 0.3 cm, un cilindro neumático de doble

efecto con un diámetro de 16cm, 1/8 Hp y dos rodamientos de 6 mm de diámetro interno. Como conclusión, logró reducir el tiempo del proceso de remachado en un 30% en comparación con el promedio del tiempo manual (8).

Guevara y Pilco en su tesis titulada: “Diseño de un módulo destinado a facilitar el montaje y desmontaje del rodamiento de bolas a rótula 1208k en el laboratorio de mantenimiento correctivo de la facultad de Mecánica” diseñaron un módulo para el montaje y desmontaje de rodamientos de bolas a rótula, empleando la metodología QFD (Quality Function Deployment). Se investigaron las características y especificaciones de los rodamientos más comunes, con diámetros entre 80 y 200 mm. Los numerosos componentes mecánicos del módulo como la palanca operativa, el módulo hexagonal y la estructura del marco tenían dibujos hechos para ellos. Se evaluaron las opciones para construir el prototipo y se realizaron experimentos utilizando el método del ángulo de apriete en el módulo terminado. Los hallazgos mostraron qué tan bien funcionó el módulo y qué tan bien permitió la construcción y remoción eficiente de cojinetes, al mismo tiempo que ayudó a los estudiantes a mejorar sus habilidades prácticas. En conclusión, el estudio proporcionó una solución práctica y útil para la manipulación de rodamientos de bolas a rótula en el ámbito educativo y de mantenimiento industrial (9).

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

Gómez en su tesis titulada: “Diseño del soporte de un extractor para desmontaje de pines de cadenas de oruga en la Empresa Aguara Ingenieros” diseñó el soporte del extractor para desmontar los pasadores de la cadena de la maquinaria oruga. Para lo que realizó un estudio descriptivo generalizado de la metodología de diseño VDI 2222-2225. Los diseños de fabricación incluyeron un diseño integral del soporte extractor que sirvió como muestra del estudio. Los hallazgos demostraron que, con una resistencia a la tracción de 465 MPa, más allá del valor mínimo necesario de 448,8 MPa, la estructura de soporte planificada cumplía los criterios de resistencia. Además, el soporte pesaba menos de 30 kg, lo que simplificó su manipulación y redujo los gastos de producción. Se destacó la facilidad de montaje y fabricación de los componentes, lo que permitía acortar los intervalos en el proceso de mantenimiento. En conclusión, el diseño del soporte cumplió con los requisitos de resistencia y facilidad de manipulación, lo que lo hace adecuado para su aplicación en el desmontaje de pines (10).

Santisteban en su tesis titulada: “Diseño de un extractor de pines para reducir el tiempo de operación en los trabajos del tren de rodaje de excavadora CAT 320” creó un dispositivo para extraer pines con la finalidad de disminuir el tiempo de operación durante las tareas de mantenimiento del tren de rodaje de una excavadora. Para ello empleó un enfoque aplicado,

utilizando un diseño cuasiexperimental. La muestra consistió en los trenes de rodaje de la excavadora CAT 320. La tarea se completó eficazmente, como lo demostraron los datos, experimentó una deformación de 0.01 mm al aplicar una carga de 6.32 ton. Para el diseño, se establecieron exigencias, destacando la necesidad de un extractor ligero, cuya cinética dependiera de la presión operativa. Se determinó que el material del extractor debía ser acero estructural (ASTM-A36) para evitar la corrosión y garantizar una larga vida útil. Permitiendo que el mecanismo permitió un desmontaje rápido y eficiente para el mantenimiento. Además, tras realizar cálculos y un análisis de elementos finitos, se confirmó la idoneidad del diseño propuesto. En conclusión, el estudio arrojó un diseño de extractor de pasadores que satisfacía las necesidades de mantenimiento eficientes para las reparaciones del tren de rodaje de la maquinaria (11).

Choquehuayta realizó el estudio titulado: “Diseño de mecanismo extractor de pines de brazo de un rompe rocas, Arequipa, 2019”. El propósito de este estudio fue diseñar una herramienta que extraía los pines del brazo de un equipo. Para ello empleó un estudio tecnológico, además únicamente la máquina a la que se destinaba el mecanismo extractor consistió la muestra. Los resultados incluyeron el diseño de piezas mecánicas como los soportes hidráulicos, la base del extractor, así como la selección de un sistema hidráulico adecuado, con un presupuesto de S/8092.00. Los materiales utilizados incluyeron acero ASTM A36 de dimensiones 500 mm x 350 mm x 25.4 mm y platinas de acero ASTM A36 de dimensiones 440 mm x 25 mm x 12.7 mm, junto con bomba manual de dimensiones 200 mm de largo y 88 mm de diámetro de base. En conclusión, la propuesta de diseño para retirar el pasador que conecta el brazo al cilindro hidráulico de la maquinaria para romper rocas era factible. Esto acortaría los lapsos de mantenimiento y mantendría seguros a los trabajadores (12).

Llamo realizó el estudio titulado: “Diseño de un extractor hidráulico de ruedas de buses y camiones para disminuir el tiempo de extracción en el servicio en la Empresa SCANIA – Lambayeque 2019”, en ella diseñó un extractor de ruedas hidráulico para camiones y autobuses para reducir la cantidad de tiempo necesario para el servicio de ruedas en Scania. Realizó un estudio tecnológico, donde la muestra fueron camiones y buses atendidos por la empresa. Los resultados fueron que la estructura del extractor diseñado soportó un esfuerzo de tracción por flexión de 187.7 MPa, siendo capaz de soportar el esfuerzo normal calculado. Se determinó que la mayor fuerza de extracción registrada fue de 7105 N en la rueda 2 del eje posterior del camión Scania Serie 410, lo que se utilizó como referencia para el diseño del extractor. Además, se diagnosticó que el tiempo máximo de extracción de una rueda era de 25 minutos y se determinó que la mayor fuerza de extracción necesaria fue de 7105 Newton. En conclusión, el diseño del

extractor hidráulico cumplía los requisitos técnicos necesarios, además de reducir el tiempo de extracción de la rueda (13).

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Diseño**

Crear una estrategia para abordar un problema particular o satisfacer una demanda específica se conoce como diseño. En caso de que el plan se cumpla y se produzca un producto tangible, debe ser comercializable, competitivo, seguro, confiable y capaz de producirse (6).

Los diseños mecánicos, fundamentales en la producción de ingeniería, se han adaptado plenamente a las nuevas exigencias legislativas, abarcando diversas técnicas de producción. En término "diseño" implica cualquier actividad capaz de transformar la realidad existente hacia condiciones más deseables. Dentro de la esfera tecnológica, este proceso se convierte en una gestión organizativa de recursos humanos y de la información acumulada, especialmente en el caso de productos industriales físicos, donde el diseño se traduce en la transformación de diversos recursos en requisitos funcionales para ofrecer soluciones físicas concretas (productos y sistemas) (14).

Aunque el diseño industrial, que abarca aspectos como el patrón, color y textura, junto con el atractivo para el consumidor, es esencial, el diseño mecánico se fundamenta en los principios físicos para garantizar el correcto funcionamiento y la eficiente producción de sistemas mecánicos. Es crucial reconocer que el proceso de desarrollo de productos inicia con un sólido diseño mecánico, donde la selección cuidadosa de materiales y procesos desempeña un papel integral en su éxito. Esto implica que, si bien la estética y la atracción visual son factores importantes, la base óptima para el desarrollo de productos radica en un diseño mecánico robusto que sienta las bases para la posterior integración de aspectos estéticos y de diseño industrial (15).

Es crucial enfatizar que el diseño de un mecanismo debe satisfacer las demandas de un cierto conjunto de individuos para poder abordar un problema particular; si este es el caso, el mecanismo también debe ser confiable y funcional para poder ser producido y vendido (6).

### **2.2.2. Extractor hidráulico**

Un extractor es una herramienta que se emplea para extraer poleas, cojinetes de ejes o engranajes, especialmente cuando estos componentes están muy ajustados o no se pueden retirar con la fuerza de las manos. Esta herramienta es de uso general y resulta muy útil en una amplia variedad de proyectos y aplicaciones mecánicas (1).



Los extractores son indispensables para realizar tareas de mantenimiento en componentes mecánicos. Cuando se necesita desmontar rodamientos de menor tamaño, los extractores de 2 brazos son la opción ideal para garantizar una extracción segura que permita volver a utilizar el rodamiento sin daños. Se recomienda el uso de extractores URREA, disponibles para diversas aplicaciones, para prevenir daños en los ejes, alojamientos o lesiones personales (1).

Los extractores hidráulicos son útiles para retirar rodamientos de mayor tamaño del eje, ya que permiten aplicar fuerzas de desmontaje elevadas de manera eficiente. Se recomienda el uso de un extractor de 3 brazos que se pueda atornillar detrás del rodamiento para posicionar correctamente el extractor hidráulico. Si el rodamiento está firmemente sujeto en su asiento, se aconseja utilizar un extractor URREA específico, diseñado con brazos moldeados para adaptarse a la geometría del rodamiento y permitir su reutilización después de la extracción (1).

a) Tipos de extractores

- Extractor de terminales: esta herramienta se emplea para quitar brazos de pitman, terminales o rótulas. Por ejemplo, se pueden utilizar en automóviles antiguos donde las terminales pueden estar corroídas y ser difíciles de quitar. Estos extractores suelen estar fabricados en fundición de una sola pieza con una forma en U. Cuentan con un eslabón de arrastre que se cierra y un tubo central que se enrosca para aplicar presión (1).
- Extractor de tres garras: este extractor tiene tres garras con brazos articulados que contienen ganchos internos y externos. Se utiliza para quitar poleas, engranajes y otras piezas que son difíciles de retirar.
- Extractor de balaceo: diseñado específicamente para automóviles de último modelo que tienen cigüeñal y amortiguadores (1).
- Extractor de dos garras: funciona de manera similar al extractor de tres garras, pero debido a su tamaño más reducido, puede ser introducido en espacios más estrechos (1).
- Extractor de volante: es utilizado para extraer el volante automotriz. Cuenta con cuatro orificios ranurados que se adaptan a volantes con 2 o 3 pernos, además de un perno central con un husillo de giro libre (1).
- Extractor de polea: se utiliza para las bombas de dirección. Cuenta con un anillo con muescas y un anillo excéntrico, y agarra la polea con un perno central (1).

- Extractores de garras estándares: son utilizados para desmontar rodamientos pequeños de manera segura, evitando daños al rodamiento durante el proceso (1).
- Extractores de garras reversibles: Sirven para extracción interna y externa y pueden adaptarse a una amplia gama de tamaños de piezas.
- Extractores de rodamientos rígidos de bolas: están diseñados para el desmontaje fácil de rodamientos rígidos de bolas con ajuste en ambos aros. Son útiles para soportes ciegos y aplicaciones con ejes (1).

### **2.2.3. Scoop Caterpillar R1300G**

La máquina Scoop R1300G, a pesar de su tamaño compacto, posee una fuerza de desprendimiento de 26.504 lb y una potencia del motor de 117 kW (157 hp), lo que asegura un alto nivel de producción en entornos mineros de menor escala. Se logra un incremento en la productividad gracias a su menor radio de giro en comparación con otras máquinas del mercado. Este modelo cuenta con un tanque de combustible ampliado que prolonga su autonomía operativa entre recargas, así como una capacidad de carga y descarga superiores en el cucharón, lo que facilita su manipulación y vaciado de manera más eficiente (2).



*Figura 1. Scoop R1300G  
Tomada de Caterpillar, 2024*

La imagen muestra el modelo R1300G, que es la opción más popular entre los operadores debido a su excelente control de amortiguación, suspensión del asiento y distribución del peso cargado, todo lo cual contribuye a una experiencia de conducción segura y agradable. Además,

tiene la opción de agregar un filtro de partículas diésel al R1300G si desea mejorar la calidad del aire de la mina. Esta opción lo convierte en la elección ideal para complementar al Camión Cat AD22 y alcanzar niveles superiores de eficiencia y rendimiento en sus operaciones mineras (2).

El desarrollo de equipos de carga para minería subterránea ha dado como resultado la creación del cargador frontal, también conocido como scoop, el cual fue creado utilizando la metodología de carga, transporte y descarga. Esta idea ha demostrado ser la forma más exitosa de lograr un equilibrio entre los importantes factores de rendimiento, capacidad y maniobrabilidad, especialmente en situaciones en las que es necesario limitar el desarrollo de infraestructura para reducir los costos involucrados en la construcción de accesos subterráneos (16).

Reemplazaron a sus antecesores, las cargadoras de ruedas y las autocargadoras, cuando surgieron por primera vez a principios de la década de 1960, satisfaciendo las demandas de rendimiento y versatilidad sin excluirse de la competencia. Con la ayuda de este equipo, puede completar el ciclo de carga, mover objetos a distancias más largas (de 200 a 250 m a 300 m) y descargarlos más rápidamente, todo lo cual contribuye a un mayor rendimiento laboral (16).

Se puede caracterizar como un cargador frontal de perfil bajo y mayor capacidad o una pala auto cargable de gran capacidad. Se trata de un dispositivo que cuenta con un gran cubo que posibilita el transporte de material (tolva), y está articulado centralmente para que pueda girar en radios minúsculos, ahorrando en la construcción de galerías. Está equipado con dispositivos hidráulicos. Uno o dos cilindros ubicados en el centro del equipo posibilitan la rotación del cucharón, y para levantar se utilizan dos cilindros debajo de los dos brazos, a veces conocidos como horquillas o plumas (16).

Tanto los camiones estándar como los camiones de perfil bajo con altura suficiente se pueden cargar utilizando el Scoop o el LHD. Además, se puede descargar directamente al suelo o en fosos de transferencia, liberando otros equipos para realizar el procedimiento de carga. El Scoop o LHD puede funcionar de manera más efectiva en lugares reducidos debido a su altura y ancho más compactos en comparación con otros equipos con capacidad equivalente (16).

#### a) Especificaciones Scoop Caterpillar R1300G

Con un peso de 13 toneladas métricas, presentamos nuestro modelo más compacto de LHD (carga, acarreo y descarga). A pesar de su tamaño reducido, este equipo proporciona una

impresionante fuerza de trabajo de 12.000 kg y cuenta con un motor de 123 kW de potencia, asegurando así un rendimiento óptimo en operaciones mineras de menor escala (2).

b) Características Scoop R1300G

Tabla 1. Características del motor Scoop R1300G

Tipo de motor	Las condiciones del suministro de aire, que pueden ser presión barométrica o sobrealimentado, con turbocompresor y un sistema de pos-enfriamiento, son la base de las clasificaciones. La temperatura exterior de 30 °C, la fuerza de ingreso a 14 PSI del aire comprimido y el tipo de combustible con el que funciona el motor afectan la potencia.
Combustible	115 litros
Aceite	Cárter del motor: con filtro 25 litros
Sistema de refrigeración	67 litros

*Tomada de Caterpillar, 2024*

Tabla 2. Sistema de tren de fuerza Scoop R1300G

Servo transmisión	El motor diésel 3306 funciona en conjunto con el servo transmisión de cuatro velocidades para proporcionar potencia constante y una amplia capacidad de respuesta a velocidades de operación.
Fabricación sólida	El SCOOP está construido con una construcción robusta que lo hace resistente a todo tipo de accidentes, incluidos aplastamientos y golpes, que pueden ocurrir en la minería profunda. La longevidad superior de la caja de cambios está diseñada para soportar períodos prolongados de operación entre mantenimiento.
Dispositivo de transmisión de par	Para una mayor eficiencia del tren de potencia, el convertidor de par de alta capacidad envía más potencia a las ruedas.
Transmisión automática electrónica	Se mejora el desempeño de la máquina y se aumenta la eficiencia operativa del operador mediante el cambio automático electrónico. Hay dos modos de operación disponibles para el operador: cambio automático y cambio manual.
Neutralizador de la caja de transmisión	El operador puede neutralizar la caja de transmisión y frenar el freno de servicio presionando el pedal neutralizador de la caja/freno izquierdo. Este beneficio maximiza el flujo de la bomba hidráulica al utilizar los rpm del motor, lo que mejora el rendimiento de los demás componentes del accionamiento hidráulico.
Mandos finales	El eje de corona central suministra energía a las transmisiones finales, que emplean su estructura para proporcionar la máxima potencia al terreno. Para reducir aún más el estrés del tren motriz, los mandos finales ofrecen una fuerte multiplicación del par. Estos pueden soportar pares importantes en cualquier tipo de terreno.
Eje diferencial posterior oscilante	Incluso en circunstancias difíciles, el eje trasero oscilante garantiza que las cuatro ruedas estén siempre en contacto con el suelo, lo que da como resultado la mejor tracción y estabilidad posibles.
Diferencial	El diferencial trasero antideslizante maximiza la tracción en terrenos accidentados al tiempo que disminuye el deterioro anticipado de los frenos.

*Tomada de Caterpillar, 2024*



*Figura 2. Tren de fuerza posterior de Scoop R1300G Cat  
Tomada de Caterpillar, 2024*



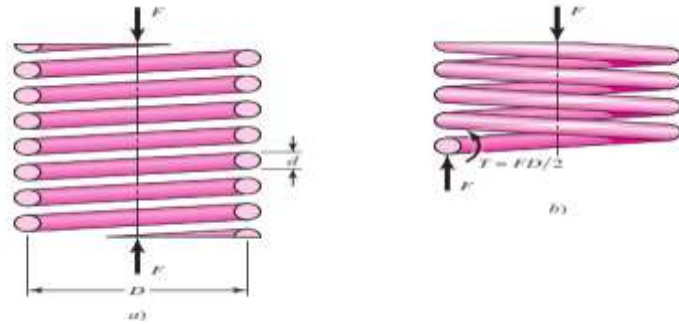
*Figura 3. Tren de fuerza delantero de Scoop R1300G Cat  
Tomada de Caterpillar, 2024*

#### **2.2.4. Resorte mecánico**

Los resortes se pueden agrupar en varias categorías principales: resortes de alambre, resortes planos y resortes con formas especiales, cada una con sus propias variaciones internas. Los resortes de alambre abarcan tanto los helicoidales de alambre redondo como los cuadrados, diseñados para resistir cargas tanto de tensión como de compresión, además de cargas de torsión. Dentro de los resortes planos se encuentran tipos como los de voladizo y los elípticos, así como variantes específicas como los resortes enrollados para motores y relojes, y las arandelas planas de resorte, conocidas comúnmente como resortes Belleville (17)

**Figura 10-1**

a) Resorte helicoidal con carga axial; b) diagrama de cuerpo libre donde se muestra que el alambre está sometido a cortante directo y a cortante por torsión.



**Figura 4. Figura helicoidal con carga axial, diagrama de cuerpo libre. Tomada de Diseño en ingeniería mecánica**

### 2.2.5. Deflexión de resorte helicoidales

La deflexión de los resortes helicoidales según el método propuesto se refiere a un enfoque para calcular la deflexión o la deformación de un resorte helicoidal bajo carga. Este método es especialmente útil cuando se trata de resortes de compresión, es decir, aquellos que se comprimen cuando se les aplica una carga axial. (17).

**Tabla 10-4**

Constantes  $A$  y  $m$  de  $S_u = A/d^m$  para estimar la resistencia de tensión mínima de alambres para fabricar resortes comunes

Fuente: De Design Handbook, 1987, p. 19. Cortesía de Associated Spring.

Material	ASTM núm.	Exponente $m$	Diámetro, pulg	$A$ , kpsi · pulg <sup><math>m</math></sup>	Diámetro, mm	$A$ , MPa · mm <sup><math>m</math></sup>	Costo relativo del alambre
Alambre de piano*	A228	0.145	0.004-0.256	201	0.10-6.5	2 211	2.6
Alambre T y R en aceite†	A229	0.187	0.020-0.500	147	0.5-12.7	1 855	1.3
Alambre estirado duro‡	A227	0.190	0.028-0.500	140	0.7-12.7	1 783	1.0
Alambre al cromo vanadio§	A232	0.168	0.032-0.437	169	0.8-11.1	2 005	3.1
Alambre al cromo silicio¶	A401	0.108	0.063-0.375	202	1.6-9.5	1 974	4.0
Alambre inoxidable 302#	A313	0.146	0.013-0.10	169	0.3-2.5	1 867	7.6-11
		0.263	0.10-0.20	128	2.5-5	2 065	
		0.478	0.20-0.40	90	5-10	2 911	
Alambre de bronce fosforado**	B159	0	0.004-0.022	145	0.1-0.6	1 000	8.0
		0.028	0.022-0.075	121	0.6-2	913	
		0.064	0.075-0.30	110	2-7.5	932	

**Figura 5. Constante para estimar la resistencia de tensión mínima de alambre para resortes Tomada de Diseño en ingeniería mecánica (p. 507), por Shigley octava edición**



**Tabla 10-5**

Propiedades mecánicas de algunos alambres para resorte

Material	Límite elástico, porcentaje de $S_{ult}$ tensión, torsión		Diámetro $d$ , pulg	E		G	
				Mpsi	GPa	Mpsi	GPa
Alambre de piano A228	65-75	45-60	<0.032	29.5	203.4	12.0	82.7
			0.033-0.063	29.0	200	11.85	81.7
			0.064-0.125	28.5	196.5	11.75	81.0
			>0.125	28.0	193	11.6	80.0
Resorte estirado duro A227	60-70	45-55	<0.032	28.8	198.6	11.7	80.7
			0.033-0.063	28.7	197.9	11.6	80.0
			0.064-0.125	28.6	197.2	11.5	79.3
			>0.125	28.5	196.5	11.4	78.6
Templado en aceite A239	85-90	45-50		28.5	196.5	11.2	77.2
Resorte de válvula A230	85-90	50-60		29.5	203.4	11.2	77.2
Cromo vanadio A231	88-93	65-75		29.5	203.4	11.2	77.2
A232	88-93			29.5	203.4	11.2	77.2
Cromo silicio A401	85-93	65-75		29.5	203.4	11.2	77.2
Aceros inoxidables							
A313*	65-75	45-55		28	193	10	69.0
17-7PH	75-80	55-60		29.5	208.4	11	75.8
414	65-70	42-55		29	200	11.2	77.2
420	65-75	45-55		29	200	11.2	77.2
431	72-76	50-55		30	206	11.5	79.3
Bronce fosforado B159	75-80	45-50		15	103.4	6	41.4
Cobre al berilio B197	70	50		17	117.2	6.5	44.8
	75	50-55		19	131	7.3	50.3
Aleación Inconel X-750	65-70	40-45		31	213.7	11.2	77.2

**Figura 6. Propiedades mecánicas de algunos alambres para resortes**  
**Tomada de Diseño en ingeniería mecánica (p. 507), por Shigley octava edición**

La razón del resorte “k”, se puede calcular mediante,  $k = F/y$ , por lo tanto:

$$k = \frac{d^4 G}{8D^3 N}$$

### 2.2.5. Centro de gravedad

El centro de gravedad de un cuerpo es el punto donde se concentra la resultante de todas las fuerzas de gravedad que actúan sobre sus partes materiales, de manera que el momento respecto a cualquier punto es equivalente al producido por los pesos de todas las masas que componen el cuerpo. En resumen, es el punto donde las fuerzas gravitacionales ejercidas sobre las distintas partes del cuerpo generan un momento total de cero (18).

Los ejes centroides de una figura plana vienen dados por la siguientes formulas.

$$X_{\text{centroide}} = \frac{A_1 * X_1 + A_2 * X_2 + A_3 * X_3 + \dots + A_n * X_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n}$$

$$y_{\text{centroide}} = \frac{A_1 * X_1 + A_2 * X_2 + A_3 * X_3 + \dots + A_n * X_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n}$$

### 2.2.6. Esfuerzo de compresión

Este esfuerzo normal, representa un esfuerzo de tracción (tensión) cuando la fuerza está dirigida hacia la sesión tratando de oprimir el elemento analizado, esto indica que una distribución uniforme de la carga es factible solo si la línea de acción de las cargas concentradas P pasa directamente por el centro de la sección que estamos considerando (17).

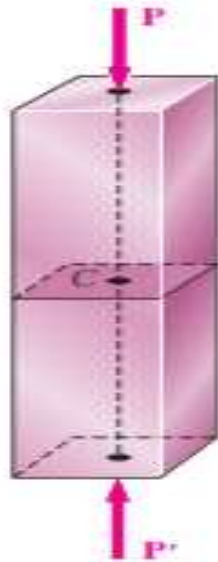


Figura 1.13

*Figura 7. Esfuerzo de compresión  
Tomada de Mecánica de materiales (p.35), por Beer quinta edición*

Es preciso advertir que, en la fórmula,  $\sigma$  se obtiene al dividir la magnitud P de la resultante de las fuerzas internas distribuidas en la sección transversal entre el área A de la sección transversal

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

$\sigma$ = Esfuerzo unitario normal o axial dado en lb/in<sup>2</sup>, N/m<sup>2</sup>,Pascal

P= Fuerza o carga aplicada,dado en lb(libra) o N(Newton)

A= área de sección donde se aplica fuerza o carga dado en in<sup>2</sup>(pulgada cuadrada),  
m<sup>2</sup>(metro cuadrado) o cm<sup>2</sup>(centrimetro cuadrado)



Figura

8.

Material	Densidad, kg/m <sup>3</sup>	Resistencia última			Cedencia <sup>1</sup>		Módulo de elasticidad, GPa	Módulo de rigidez, GPa	Coeficiente de expansión térmica, 10 <sup>-6</sup> /°C	Ductilidad, porcentaje de elongación en 50 mm
		Tensión, MPa	Compresión, <sup>2</sup> MPa	Corriente, MPa	Tensión, MPa	Corriente, MPa				
<b>Acero</b>										
Estructural (ASTM-A36)	7 860	400			250	145	200	77.2	11.7	21
Alta resistencia-aleación baja										
ASTM-A709 Grado 345	7 860	450			345		200	77.2	11.7	21
ASTM-A913 Grado 450	7 860	550			450		200	77.2	11.7	17
ASTM-A992 Grado 345	7 860	450			345		200	77.2	11.7	21
Templado										
ASTM-A709 Grado 690	7 860	760			690		200	77.2	11.7	18
<b>Inoxidable, AISI 302</b>										
Laminado en frío	7 920	860			520		190	75	17.3	12
Recocido	7 920	655			260	150	190	75	17.3	50
Acero de refuerzo										
Resistencia media	7 860	480			275		200	77	11.7	
Alta resistencia	7 860	620			415		200	77	11.7	
<b>Fundición</b>										
Fundición gris										
4.5% C, ASTM A-48	7 200	170	655	240			69	28	12.1	0.5
Hierro fundido										
2% C, 1% Si, ASTM A-47	7 300	345	620	330	230		165	65	12.1	10
<b>Aluminio</b>										
Aleación 1100-H14 (99% Al)										
	2 710	110		70	95	55	70	26	23.6	9
Aleación 2014-T6										
	2 800	455		275	400	230	75	27	23.0	13
Aleación 2024-T4										
	2 800	470		280	325		73		23.2	19
Aleación 5456-H116										
	2 630	315		185	230	130	72		23.9	16
Aleación 6061-T6										
	2 710	260		165	240	140	70	26	23.6	17
Aleación 7075-T6										
	2 800	570		330	500		72	28	23.6	11
<b>Cobre</b>										
Libre de oxígeno (99.9% Cu)										
Recocido	8 910	220		150	70		120	44	16.9	45
Endurecido	8 910	390		200	265		120	44	16.9	4

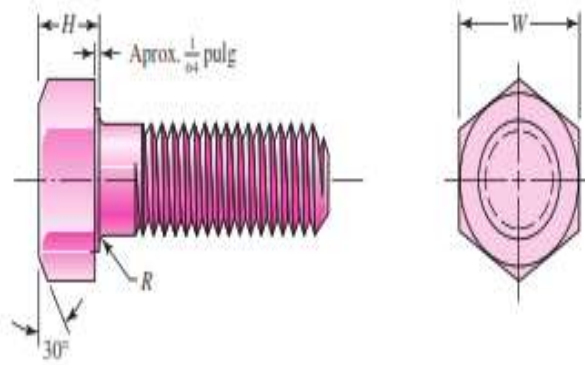
Propiedades típicas de materiales seleccionados usados en ingeniería  
Tomada de Mecánica de materiales (p.35), por Beer quinta edición

### 2.2.7. Pernos roscados

Al estudiar las secciones sobre sujetadores roscados y su aplicación, es importante reconocer la combinación de enfoques probabilísticos y deterministas. En la mayoría de los casos, el riesgo principal es la sobrecarga de los sujetadores, lo cual se gestiona de manera óptima mediante métodos estadísticos. Por otro lado, la amenaza de fatiga es menor y los métodos deterministas podrían ser adecuados. En la figura 8-9 se muestra un dibujo de un perno estándar con cabeza hexagonal. Los puntos críticos de concentración de esfuerzos se localizan en los filetes, especialmente al inicio y al final de las roscas, así como en la raíz del filete de la tuerca, en el plano correspondiente. Para dimensiones específicas, se puede consultar la tabla A-29. El diámetro de la cara de la arandela coincide con la distancia entre las caras planas de la cabeza hexagonal. La longitud de la rosca para tornillos de serie en pulgadas, donde 'd' es el diámetro nominal, se expresa de la (17).

**Figura 8-9**

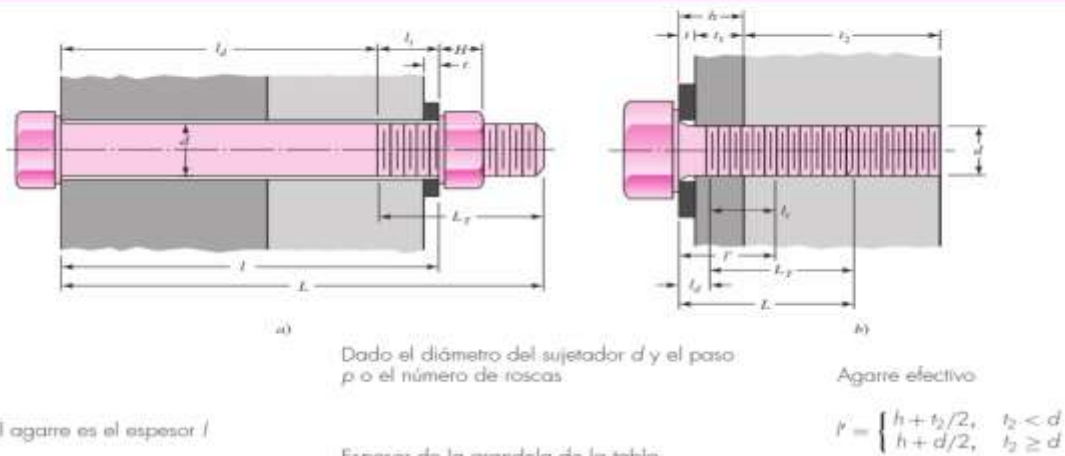
Tornillo de cabeza hexagonal; observe la cara de la arandela, el filete debajo de la cabeza, el inicio de las roscas y el bisel en ambos extremos. La longitud de los tornillos siempre se mide desde la parte inferior de la cabeza.



**Figura 9. Tornillo de cabeza hexagonal**  
*Tomada de Mecánica de materiales (p.35), por Beer quinta edición*

**Tabla 8-7**

Procedimiento sugerido para determinar la rigidez del sujetador

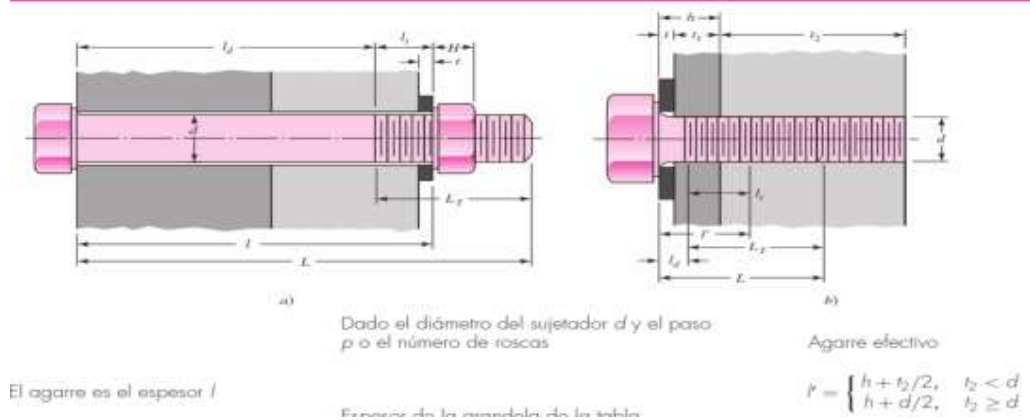


**Figura 10. Tornillo de cabeza hexagonal**  
*Tomada de Mecánica de materiales (p.35), por Beer quinta edición*

$$l = \frac{d}{2}$$

**Tabla 8-7**

Procedimiento sugerido para determinar la rigidez del sujetador



**Figura 11. Tornillo de cabeza hexagonal**  
*Tomada de Mecánica de materiales (p.35), por Beer quinta edición*

**Tabla 8-11**

Clases métricas de propiedad mecánica de pernos, tornillos y birlos de acero\*

Clase de propiedad	Intervalo de tamaños, inclusive	Resistencia de prueba mínima, <sup>†</sup> MPa	Resistencia mínima a la tensión, <sup>†</sup> MPa	Resistencia mínima a la fluencia, <sup>†</sup> MPa	Material	Marca en la cabeza
4.6	M5-M36	225	400	240	Acero de bajo o medio carbono	
4.8	M1.6-M16	310	420	340	Acero de bajo o medio carbono	
5.8	M5-M24	380	520	420	Acero de bajo o medio carbono	
8.8	M16-M36	600	830	660	Acero de medio carbono, T y R	
9.8	M1.6-M16	650	900	720	Acero de medio carbono, T y R	
10.9	M5-M36	830	1 040	940	Acero martensítico de bajo carbono, T y R	
12.9	M1.6-M36	970	1 220	1 100	Acero aleado, T y R	

**Figura 12. Base métrica de tornillo de cabeza hexagonal**  
**Tomada de Mecánica de materiales (p.35), por Beer quinta edición**

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. Metodología aplicada para el desarrollo de la solución**

La metodología de diseño en ingeniería mecánica: norma VDI 2221, Verein Deutscher Ingenieure sirvió como modelo para el desarrollo de este proyecto. En consecuencia, se eligió la estructura del modelo metodológico porque ofrece la facilidad de prescindir de la pericia del diseñador, incentivándolo a buscar criterios que mejoren la eficiencia de los recursos. Además, esta metodología cuenta con etapas y fases debidamente ordenadas y jerarquizadas que llevó a cumplir con los objetivos propuestos (20).

Las pautas alemanas acerca del diseño fundamentado en la organización de procedimientos afirman que el uso de distintas metodologías de diseño ha avanzado considerablemente en los últimos años. Esta evolución se atribuye a la creciente importancia que se concede al diseño en muchas industrias. En ese sentido, las normas alemanas VDI 2221, 2222 y 2225 establecen diferentes fases esenciales de diversos sistemas tecnológicos basándose en conceptos de la teoría del diseño. Este enfoque se aplica sobre todo en varios campos de la mecánica, como el desarrollo de software, el control de procesos y los cálculos de ingeniería de precisión (21). Estas fases del diseño fueron definidas por la normativa mencionada, tal como se observa en la referencia (21).

- La primera etapa del proceso de desarrollo de un producto es la ideación, durante la cual se reconoce un problema que debe resolverse y se establecen las especificaciones que el producto debe satisfacer para abordarlo.
  
- A lo largo de las fases de desarrollo conceptual y básico se crearon numerosas soluciones funcionales de producto mediante diversas actividades que permitieron examinar y comparar cuidadosamente las posibilidades disponibles.

- Todos los pasos necesarios se toman en el desarrollo avanzado para adquirir varios registros minuciosos analizados por ingeniería, que son cruciales para la construcción del producto terminado.

El diseño del producto se evalúa utilizando las etapas de la normativa VDI2221 para encontrar oportunidades de mejora que puedan utilizarse en iteraciones posteriores del proceso de desarrollo.

### **3.1.1. Desarrollo de la fase I**

En esta fase se consideran los distintos datos técnicos que satisfacen los requisitos establecidos.

#### a) Estado de la tecnología

El acto de recopilar datos pertinentes para tenerlos en cuenta a la hora de desarrollar el diseño de un proceso o producto técnico se conoce como estado de la tecnología. Este conocimiento puede encontrarse en una variedad de fuentes que son específicamente relevantes para la noción de crear una máquina o crear un proceso técnico, incluyendo libros, revistas, patentes, tesis y catálogos.

#### b) Listas de exigencias

La recolección de información a partir de las demandas indicadas por la empresa u organización y la adición de los datos teóricos pertinentes completan la lista de requisitos. Con la ayuda de esta lista, se puede identificar con precisión las condiciones y especificaciones que debe satisfacer el diseño para garantizar un funcionamiento correcto y cumplir los objetivos fijados para la máquina o el proceso en cuestión.

Normalmente, se utiliza una lista de especificaciones completos o una descripción de un escenario desafiante para iniciar la etapa de diseño. Ahora, el objetivo es convertir esa petición en un pedido formal de una solución tecnológica, con cada demanda debidamente categorizada y medida.

La elaboración de la lista de exigencias consideró los siguientes elementos:

- Abordar críticamente el problema: esta fase permitió evitar malentendidos, duplicidades de trabajo y retrasos en la entrega, así como evitar posibles repercusiones legales por información inexacta.
- Investigar el estado de la tecnología: para comprender completamente el problema, fue necesario clasificar y examinar todos los datos recogidos. La calidad y la eficacia de la

solución pueden depender en gran medida del nivel de conocimiento técnico que posea y procese el diseñador.

- Analizar el entorno en el que se plantea el problema: el diseñador podría aprender mucho sobre las posibilidades y limitaciones del proyecto a partir de las experiencias previas del solicitante. El diseñador puede definir mejor las prioridades y técnicas de diseño adecuadas con el uso de este conocimiento.
- Evaluar la viabilidad de la realización: esta evaluación se basa en consideraciones técnicas y económicas. Por un lado, se evalúa la capacidad técnica y el conocimiento científico y tecnológico necesarios, y, por otro lado, se analiza la disponibilidad de recursos humanos y materiales para lograr resultados exitosos.
- Completar, ordenar y cuantificar las exigencias: durante esta fase, se detallan y organizan los requisitos del diseño según su importancia y relevancia. Las exigencias deben ser formuladas de manera neutral, sin predeterminedar la solución al problema, y deben priorizarse según la función y los datos clave del objeto de diseño.
- Detallar la lista de requerimientos o exigencias: el producto final es una extensa lista de necesidades categorizadas y ordenadas. Esta lista se redacta en formularios y en ella contribuyen todas las partes relevantes, incluido el cliente en caso de un pedido externo y las personas que participan en el proyecto.

**Tabla 3. Formato de listas de exigencias**

Proyecto		Fecha	Autor
Características	Exigencias	Descripción	Responsable



- Preparar, planificar y organizar el desarrollo del problema:  
 Crear un plan de trabajo basado en el proceso de diseño, las circunstancias únicas de la oficina de diseño (desarrollo), la complejidad del reto y sus necesidades es el propósito de esta fase. Se trata de dividir y asignar los recursos materiales y humanos de forma eficiente para llevar a cabo el diseño.

c) Planificación del desarrollo del proyecto

En esta fase se elabora un minucioso plan de trabajo que incluye todas las tareas necesarias para avanzar en el desarrollo del proyecto, junto con plazos semanales.

**Tabla 4. Formato de planificación del proyecto**

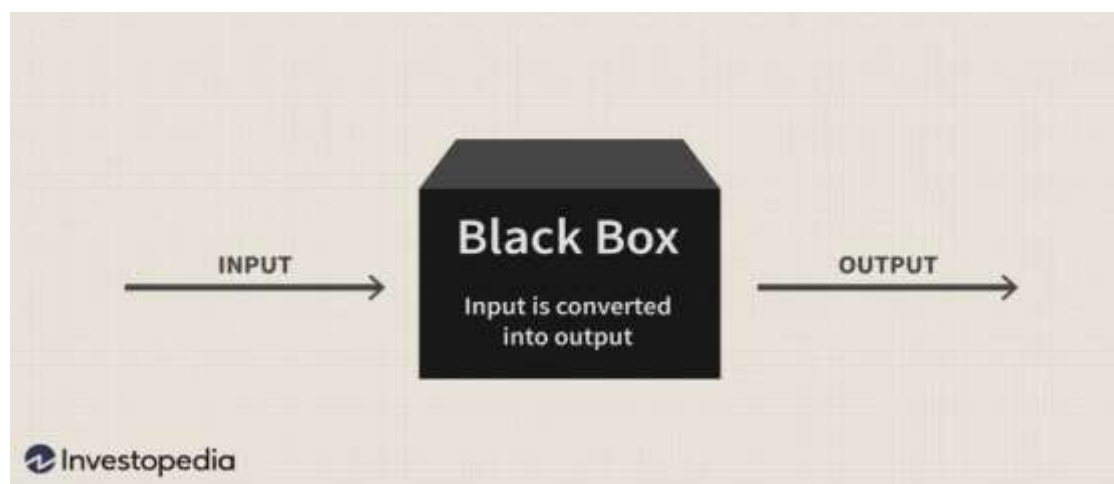
Actividades	Semanas							Tiempo
	SEM1	SEM2	SEM3	SEM4	SEM5	.	..	
Actividad 1	■							
Actividad 2		■	■	■	■	■	■	■
.....			■					
.....	■	■	■	■	■	■	■	■
.....								
Total								

**3.1.2. Desarrollo de la fase II**

Esta etapa se centra en la definición de los requisitos y características del producto a desarrollar. Esto implica especificar de manera precisa las funciones y características que debe cumplir el producto para satisfacer las necesidades del usuario y los objetivos del diseño.

a) Black-box o caja negra

Esta etapa consiste en convertir las variables de acuerdo con el papel que debe desempeñar el diseño. Normalmente, al evaluar este paso se tienen en cuenta tres componentes: materia, energía y señal. Se examinan las entradas, a veces denominadas variable A, que es lo que representa el punto de partida del estudio y se combina para producir la variable B, o salida, que indica la dirección del estudio (22).

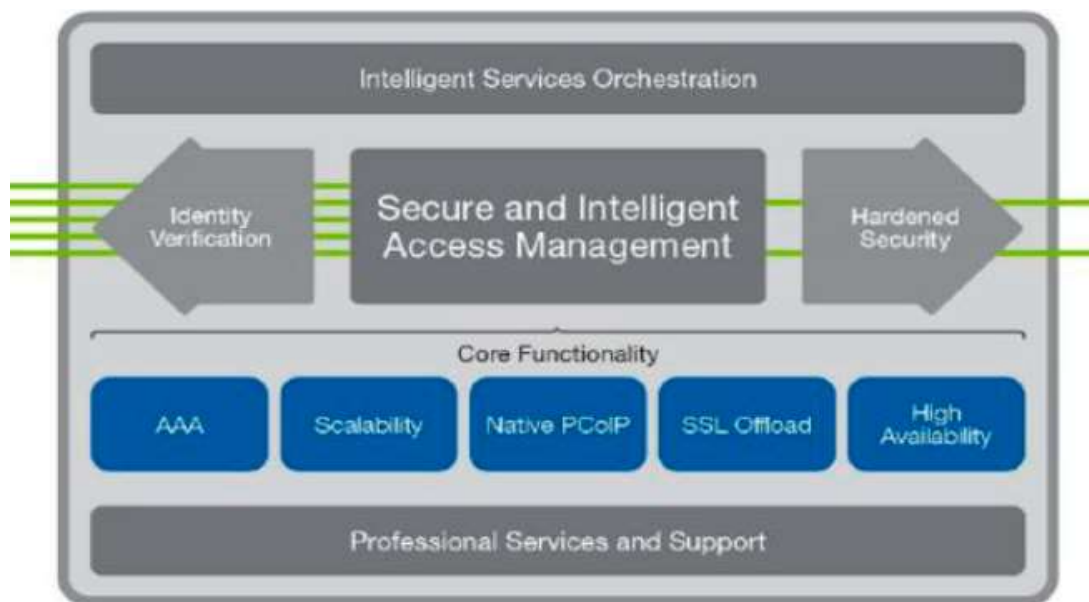


**Figura 13. Black-box (caja negra)**  
Tomado de Investopedia, 2019

Es necesario reconocer los componentes del proceso tecnológico, a veces denominados insumos y modos de acción, tanto en sus insumos como en sus resultados. Es vital considerar los materiales auxiliares, la energía y otros recursos necesarios para completar el procedimiento especificado. Además, para lograr la transformación de la entrada, se producen efectos secundarios, que incluyen calor, vibraciones, ruido, humo y otros materiales. A estos componentes adicionales son denominados entradas o salidas adicionales (22).

b) Estructura de funciones

El sistema en el que las funciones se disponen en una secuencia basada en cómo se utilizan a lo largo del proceso se conoce como estructura de funciones, colaborando en establecer la secuencia y orden en que cada función se presenta. Este proceso se puede ver en la Figura 9, comenzando con el paquete de freno sin reparar, que luego sigue una secuencia de pasos para finalmente resultar en un paquete de freno reparado.



*Figura 14. Modelo de estructura de funciones*

c) Matriz morfológica

La matriz morfológica es una herramienta que se utiliza en el diseño para explorar y organizar diferentes sistemas, mecanismos o elementos que podrían aplicarse según las funciones que deben cumplir. Por lo general, las funciones totales se pueden subdividir en funciones parciales, y estas a su vez pueden desglosarse aún más en funciones parciales secundarias.

Cuando una función completa se divide en funciones componentes, se aplica el enfoque de matriz morfológica. Es un método sencillo: se encuentran e investigan todas las piezas o



componentes potenciales que podrían realizar cada una de las funciones parciales indicadas en la primera columna.

La búsqueda en la matriz morfológica debe ser precisa y dirigida. Un especialista o diseñador capacitado se enfocaría en encontrar soluciones que cumplan con ciertas reglas básicas desde el principio. Estas reglas podrían incluir requisitos técnicos, consideraciones de eficiencia, limitaciones de costos o cualquier otro factor relevante para el proyecto en cuestión.

**Tabla 5. Formato de matriz morfológica**

Funciones parciales o elementos	Alternativas				
	De efecto, de portadores, de principios de solución, de forma, de grupos funcionales, de bloques funcionales				
	1	2	3	4	n
1	s11	s12	s13	s14	s1 n
2	s21	s22	s23	s24	s2 n
3	s31	s32	s33	s34	s3 n
4	s41	s42	s43	s44	
n	n	n	n	n	n

d) Concepto de la solución

Una propuesta (o varias propuestas) que toman la forma de máquinas, sistemas o prototipos conforman la idea de solución. Son el resultado de elegir varias opciones que aparecen en la matriz morfológica porque permiten que la máquina realice una determinada función. Puede haber dos o más propuestas que satisfagan tanto los requisitos de la lista de requisitos como el objetivo.

e) Concepto de la solución óptimo

La idea de una solución óptima consiste en elegir la mejor opción entre las que se han evaluado técnica y económicamente para alcanzar un equilibrio rentable y eficiente. Para encontrar la solución óptima, la técnica descrita en VDI 2225 recomienda asignar criterios de ponderación del 1 al 4 en orden creciente, siendo 4 el valor óptimo o máximo para una solución ideal (13).

En primer lugar, la lista de criterios sirve de base para la evaluación. A continuación, basándose en las diferencias de los resultados, se selecciona la solución adecuada. Por lo tanto, se evalúa el criterio técnico del diseño y, por último, el criterio económico. Con variables que indican los puntos donde se superponen las evaluaciones técnicas y económicas, la evaluación se muestra como un diagrama de dispersión lineal. Este estudio permite identificar y seleccionar la opción óptima, a menudo denominada solución óptima (13).

**Tabla 6. Formato de evaluación de lista de exigencia**

N°	Criterios técnicos y financieras basadas en la lista de requisitos.	Soluciones			
		Sol.1	Sol. 2	Sol. 3	Sol. ideal
1					
2					
3					
...	....	...	...	...	..
n					
Total					n*4
Evaluación (%)					1

**Tabla 7. Formato de evaluación del valor técnico**

Variantes de concepto/Proyecto		Sol. 1		Sol. 2		Sol. 3		Sol. Ideal		
N°	Estándares de evaluación.	g	p	gp	p	gp	p	gp	p	gp
1									4	
2									4	
3									4	
....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....
n									4	
Puntaje $\sum_{i=1}^n gp$										
Valor técnico										

**Tabla 8. Formato de evaluación del valor económico**

Variantes de concepto/Proyecto			Solución 1		Solución 2		Solución 3		Sol. Ideal	
N°	Criterios de evaluación	g	S1		S2		S3		S Ideal	
			p	gp	p	gp	p	gp	p	gp
1									4	
2									4	
3									4	
....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....
n									4	
Puntaje $\sum gp$										

### 3.1.3. Desarrollo de la fase III

#### a) Proyecto preliminar

En la fase inicial del funcionamiento de la máquina, conocida como diseño preliminar, es cuando se realizan los cálculos básicos. Aquí se eligen algunos materiales necesarios sin

dependen totalmente de intrincados cálculos técnicos, basándose en referencias de trabajos anteriores realizados con éxito o en la experiencia previa.

- Establecer las dimensiones fundamentales
- Investigar las interacciones espaciales
- Evaluar las dimensiones de los componentes
- Establecer los métodos de producción
- Evaluar y escoger las mejores ideas
- Escoger los materiales adecuados
- Identificar las partes que se deben comprar.
- Restricciones técnicas: peso, volumen, lubricación, seguridad, uso de elementos normalizados

#### b) Proyecto definitivo

El proyecto definitivo es la fase en la que se consolida y completa el trabajo realizado en el proyecto preliminar. Aquí se definen aspectos clave como los materiales a utilizar, las tolerancias requeridas, los procesos de fabricación a emplear, los acabados superficiales deseados y las medidas de seguridad necesarias para garantizar el funcionamiento óptimo y seguro del producto final. En esta etapa, se afinan los detalles y se toman decisiones específicas que permiten avanzar hacia la ejecución del diseño de manera concreta y precisa.

#### c) Cálculos definitivos

En esta sección se realizan los cálculos definitivos en base a la ingeniería como esfuerzos, deformaciones, fatiga a los cuales estarán sometidos la máquina. También se realizan las simulaciones cinemáticas, dinámicas, análisis por elementos finitos en softwares.

#### d) Planos de ensamble

Puesto que se puede ver dónde irá cada elemento, los planos de montaje también son muy importantes para el ensamblaje. Hace evidentes las relaciones y proporciones entre las muchas piezas que se van a emplear en un proyecto, así como los diversos subconjuntos o dibujos (20).

#### e) Lista de piezas

Una tabla con detalles sobre cada componente mostrado en un diseño de ensamblaje se denomina lista de despiece. En el cuadro de etiquetado se escriben tantas líneas como componentes tenga el conjunto, lo que representa el número de piezas de la lista de despiece (20).

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA SOLUCIÓN

#### 4.1. Identificación de requerimientos

##### 4.1.1. Lista de exigencias

La lista de exigencia es desarrollada en base a los antecedentes del problema planteado y teniendo en cuenta las necesidades y exigencias para poder reducir el tiempo de reparación y con total seguridad de riesgos de accidentes y poder mejorar la calidad de trabajo final y con ello proponer y determinar la solución óptimo.

**Tabla 9. Lista de exigencias del extractor mecánico**

Lista de exigencias		Universidad Continental	Pág. 1-3
Diseño de un extractor mecánico para el montaje y desmontaje del freno de Scoop R1300G		Facultad de ingeniería	Fecha:
		E.A.P. Ingeniería Mecánica	Autor:
		Área de diseño	Valle Gaspar Yicky Yoel
Características	Deseo o exigencia	Descripción	Responsable
Función	E	La herramienta debe fijar y comprimir los pistones y resortes del paquete de freno	Y. Valle
Función	E	La herramienta debe sujetar el pistón del paquete de freno de forma segura y no obstruir el desmontaje de los pernos de sujeción	Y. Valle
Geometría	E	La herramienta para montaje y desmontaje debe ocupar el menor espacio posible no debe exceder 0.60 m de ancho y 0.50 m de alto para su manipulación y traslado simple	Y. Valle
Geometría	D	La herramienta debe ser estructura sólida y compacta	Y. Valle

Productividad	E	El desmontaje y montaje del freno debe mejorar en reducción del tiempo para su reparación	Y. Valle
Fuerza	E	La estructura de la herramienta debe tener rigidez al momento de desarmar el freno	Y. Valle
Energía	E	La energía para poder comprimir el paquete de freno debe ser hidráulico por medio de un cilindro de simple efecto	Y. Valle
Uso	E	La herramienta que se pueda operar debe ser de fácil acoplamiento a la instalación	Y. Valle
Seguridad	E	El diseño garantiza la seguridad del operario y evitara los accidentes a futuro	Y. Valle
Ergonomía	E	El diseño brindará la postura de trabajo y comodidad al que lo manipule durante el desmontaje y montaje de freno, evitando el sobre esfuerzo	Y. Valle
Ergonomía	E	La interacción entre humano- herramienta y ambiente no debe causar fatiga física y mental al que lo manipule	Y. Valle
Seguridad	E	Protección de los componentes a reparar con el diseño adecuado evitando causar daños al que lo manipule	Y. Valle
Seguridad	E	La herramienta tendrá el diseño para que se pueda opera sin generar ruidos y causar molestias en el ambiente te de trabajo	Y. Valle
Montaje	E	Diseño de los componentes de la herramienta de fácil ensamblaje	Y. Valle
Mantenimiento	D	Manual o planos de ensamble y manipulación	Y. Valle
Fabricación	D	La herramienta de montaje y desmontaje podrá ser construido en talleres locales y los materiales para su construcción deben estar disponibles en el mercado local	Y. Valle
Costos	D	Los costos de fabricación de los componentes de la herramienta ser mínimos y rentables	Y. Valle
Materia prima	E	El eje diferencial debe estar desmontado para la instalación de la herramienta para el desmontaje de freno	Y. Valle
Material	E	Los materiales de fabricación de los componentes de la herramienta deben ser de A cero AIS 1045	Y. Valle

## 4.2. Análisis de la solución

### 4.2.1. Black-box

Se desarrollará la abstracción de la caja negra también conocido como “Black Box”, se determina las entradas específicas como energía, materia y señal para obtener como salida los resultados de cada una de las entradas y se realizará según las especificaciones de la lista de exigencias.

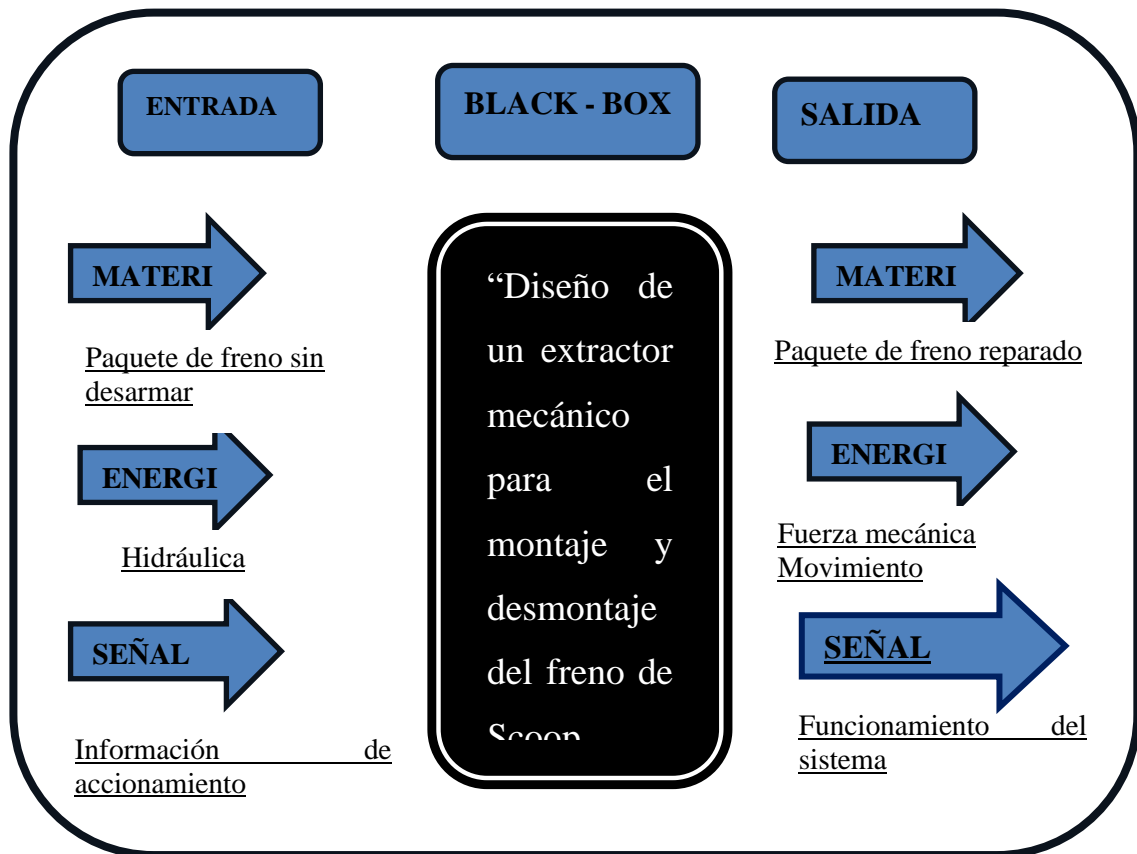


Figura 15. Black-box del extractor hidráulico

#### ➤ Parámetro de entrada

Materia. Paquete de freno sin reparar.

Energía. Energía mecánica para realizar la fijación y compresión del paquete de freno.

Señal. Información de accionamiento.

#### ➤ Parámetro de salida

Materia. Paquete de freno reparado (cambio de kit de sellos de pistón y resortes), y puesta en prueba de funcionamiento.

Energía. Fuerza mecánica generado por el mecanismo, sin mucho esfuerzo.

Señal. Funcionamiento del sistema.

#### 4.2.2. Estructura de funciones caja blanca

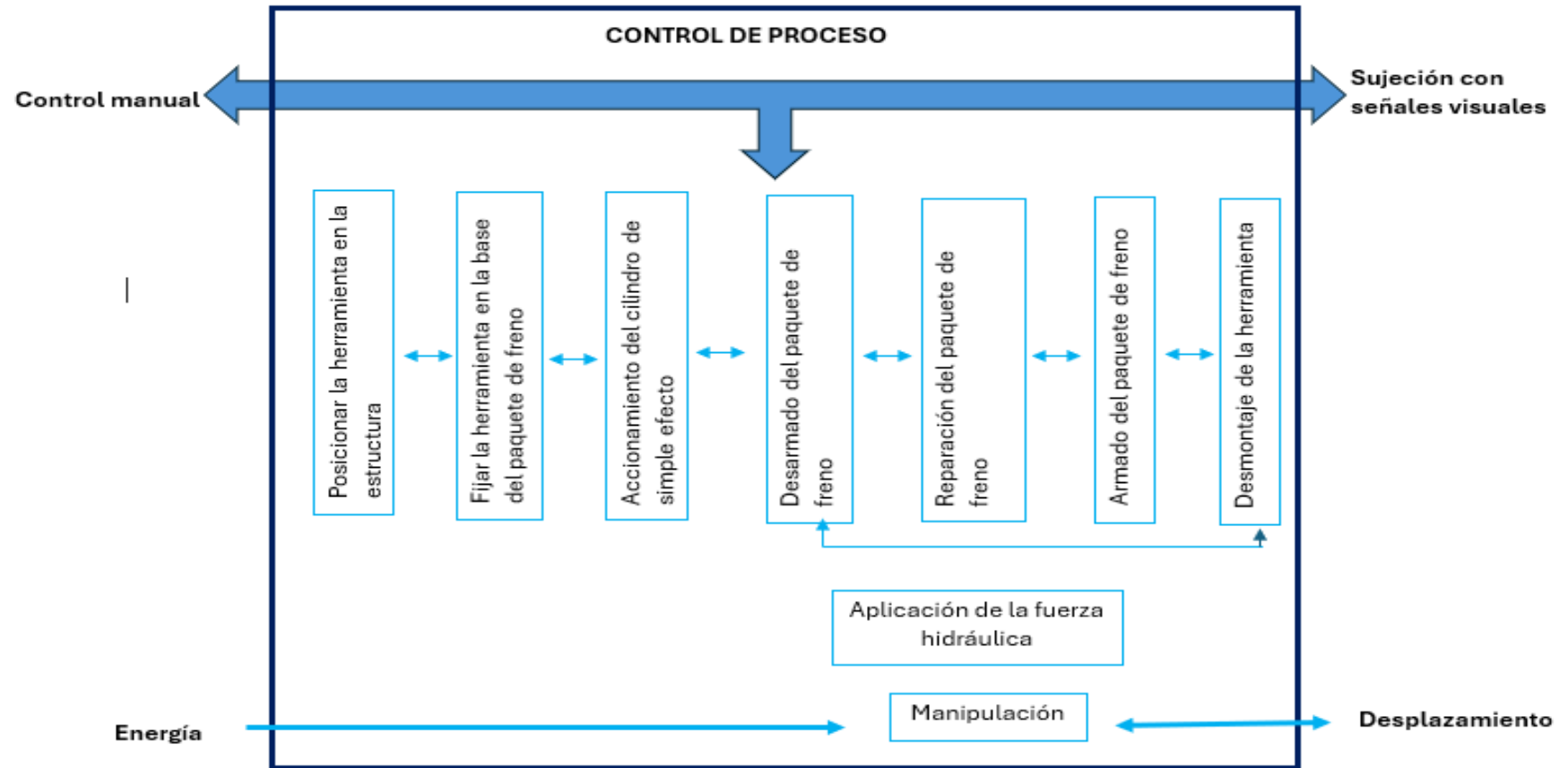


Figura 16. Estructura de funciones de caja blanca del extractor hidráulico

### **1. Entrada de energía y material:**

- ✓ Paquete de freno sin reparar: llega al sistema para iniciar el proceso de reparación.
- ✓ Energía hidráulica: suministra la fuerza necesaria para las operaciones del extractor.

### **2. Control del proceso:**

- ✓ Control manual y señales visuales: el operador utiliza controles manuales y recibe señales visuales para guiar y supervisar cada etapa del proceso.

### **3. Etapas del proceso:**

- ✓ Sujeción del paquete de freno (montaje de herramienta):
  - Descripción: el paquete de freno se asegura con la herramienta adecuada.
  - Función: preparar el freno para las operaciones subsecuentes.
- ✓ Posicionamiento de la herramienta:
  - Descripción: la herramienta se coloca en la posición correcta para iniciar el desarmado.
  - Función: garantizar que la herramienta esté correctamente alineada con el freno.
- ✓ Desarmado del paquete de freno:
  - Descripción: se desarma el paquete de freno usando la fuerza hidráulica.
  - Función: desmontar el freno para su reparación.
- ✓ Reparación del paquete de freno:
  - Descripción: se llevan a cabo las reparaciones necesarias en el freno.
  - Función: restaurar la funcionalidad del freno.
- ✓ Armado del paquete de freno:
  - Descripción: el paquete de freno se vuelve a ensamblar después de la reparación.
  - Función: preparar el freno para su uso posterior.
- ✓ Desmontaje de la herramienta:
  - Descripción: se retira la herramienta del paquete de freno.
  - Función: finalizar el proceso de reparación.
- ✓ Aplicación de la fuerza mecánica:
  - Descripción: se aplica la fuerza necesaria en varias etapas del proceso para desarmar y armar el paquete de freno.
  - Función: ejecutar las operaciones mecánicas necesarias.
- ✓ Manipulación:
  - Descripción: movimientos y ajustes manuales realizados por el operador.



- Función: asegurar la correcta ejecución del proceso.

#### **4. Salida de energía y material:**

- ✓ Paquete de freno reparado: el freno ya reparado y listo para ser utilizado.
- ✓ Fuerza mecánica, movimiento: fuerza aplicada y movimiento generado durante el proceso.
- ✓ Funcionamiento del sistema: indicación de que el sistema ha operado correctamente y finalizado el proceso.

#### **4.2.3. Matriz morfológica**

Cada etapa del proceso de la caja blanca está asociada con la matriz morfológica. A continuación, se asocian los parámetros relevantes de la matriz morfológica con las etapas del proceso de la caja blanca:

##### **1. Posicionar la herramienta en la estructura.**

- ✓ Tipo manual: la opción manual es ideal por el peso de la herramienta

##### **2. Fijar la herramienta (montaje) en la base del paquete de freno.**

- ✓ **Tipo empernado:** la opción de empernado ajustable o fijo (opción 2 o 1) sería ideal para asegurar el paquete de freno en diferentes posiciones y ángulos durante el proceso de sujeción.

##### **3. Accionar el cilindro de la herramienta**

- ✓ **Hidráulico:** el tipo de accionamiento hidráulico (opción 2) proporciona la fuerza necesaria para desarmar el paquete de freno de manera eficiente y segura.

##### **4. Desarmado del paquete de freno**

- ✓ **Tipo de manual:** el tipo de accionamiento hidráulico (opción 2) proporciona la fuerza necesaria para desarmar el paquete de freno de manera eficiente y segura.

##### **5. Reparación del paquete de freno**

- ✓ **Materiales:** la accesibilidad a los componentes es seguro y libre para manipulación

## **6. Armado del paquete de freno**

- ✓ **Sistema de fijación:** el uso de abrazaderas (opción 2) permite una sujeción firme y segura del paquete de freno mientras se realiza el reensamblaje.

## **7. Desmontaje de la herramienta**

- ✓ **Tipo de empernado:** la opción de empernado ajustable (opción 2) facilita el desmontaje de la herramienta después de completar el proceso de reparación y reensamblaje.

## **8. Aplicación de la fuerza mecánica**







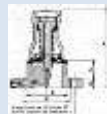
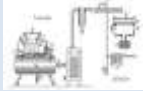










- ✓ **Tipo de accionamiento:** el accionamiento hidráulico (opción 2) asegura la aplicación precisa y controlada de la fuerza necesaria en varias etapas del proceso.

## **9. Manipulación**

- ✓ **Portabilidad:** la portabilidad móvil (opción 1) podría ser beneficiosa durante la manipulación inicial y final del paquete de freno, permitiendo movimientos flexibles y ajustables.

**Tabla 10. Matriz morfológica del extractor hidráulico**  
Matriz morfológica

"Diseño de un extractor hidráulico para el montaje y desmontaje del freno Scoop R1300G"

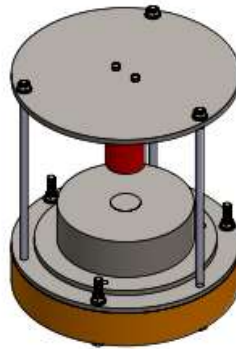
Parámetro	Opción 1	Opción 2	Opción 3
Posicionar la herramienta en la estructura	Manual 	Puente grúa 	Pluma hidráulica 
Fijar la herramienta en la base del paquete de freno	Fijo 	Empernado 	Abrazadera 
Accionamiento del cilindro de simple efecto	Manual	hidráulico 	Neumático 
Desarmado de paquete de freno		Manual 	
Reparación del paquete de freno	Automático 	Manual 	Semi automático 
Armado del paquete de freno	Manual 	Automático 	Semi Automático 
Desmontaje de la herramienta	Puente grúa 	Manual 	Pluma hidráulica 

### 4.3. Propuesta de solución

Se presenta las propuestas extraído de la matriz morfológica, es el diseño de acorde a la realidad y la disposición de las funciones que va a realizar, de manera más detallada y de ese modo se alcanzará la solución óptima.

#### 4.3.1. Solución N°1

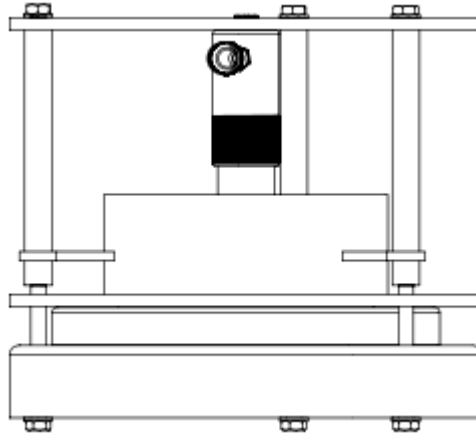
La primera alternativa de solución es propulsado manualmente y fija que transmite la fuerza al plato de compresión y a su vez al pistón del paquete de freno, de material aluminio, pequeño y de fijación magnética siendo móvil, el uso de esta herramienta no podrá facilitar el desarmado y armado y en el aspecto de seguridad y precisión debido a su diseño que no permite la facilidad de operación al momento de realizar el trabajo, el operario este en contacto directo con la herramienta y paquete de freno.



*Figura 17. Solución móvil magnético*

#### 4.3.2. Solución N°2

La segunda alternativa de solución es ajustable, atornillado y mediano, propulsado por la fuerza humana que transmite a un actuador de simple con una energía hidráulica y transmite la fuerza al plato de compresión y a su vez al pistón del paquete de freno manteniendo una fuerza uniforme y distribuida considerando que el fluido hidráulico no es compresible. El uso de esta herramienta podrá facilitar el desarmado y armado y en el aspecto de seguridad y precisión debido a su diseño que permite la facilidad de operación, mayor eficiencia y traslado, al momento de realizar el trabajo, evitando que el operario este en contacto directo con la herramienta y paquete de freno.



*Figura 18. Solución accionamiento hidráulico*

### **4.3.3. Solución N°3**

En la tercera alternativa de solución se plantea una herramienta de accionamiento neumático, para su funcionamiento se utilizará un sistema neumático, se empleará mangueras neumáticas y una instalación que alimenta desde una compresora estacionaria, lo que sería depender de una instalación a larga distancia y un compresor resaltando el incremento del costo para su instalación. Considerando que el fluido es compresible.



*Figura 19. Solución neumática*

## **4.4. Determinación de la solución óptima**

### **4.4.1. Valorización para hallar el valor técnico**

La tabla de la lista de exigencia explicada es valorizada de acorde con los resultados obtenidos de la matriz morfológica, para ello se desarrolla la tabla de evaluación por la metodología VDI 2221, con un ponderado de 1 a 4, siendo 4 la óptima calificación.

**Tabla 11. Evaluación de concepto de solución técnico**

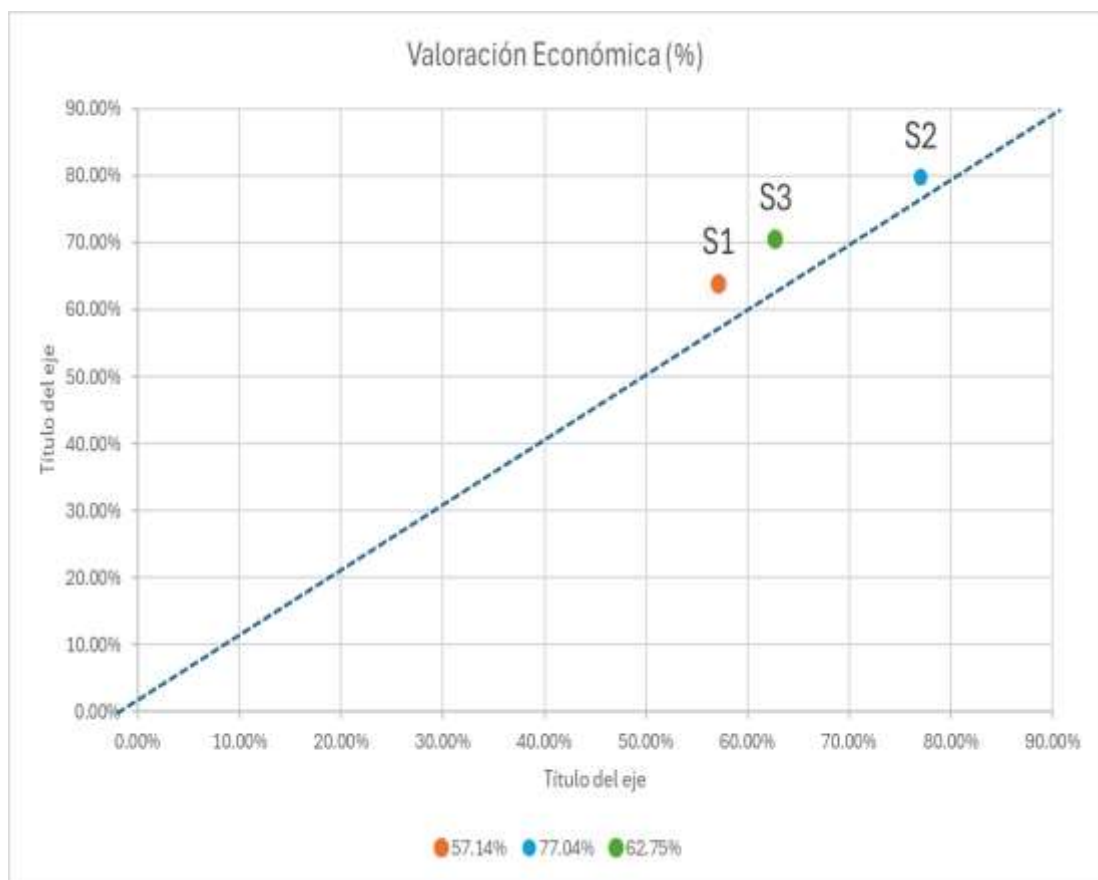
Diseño mecánico – Evaluación de proyecto – Valor técnico										U.C	
(Xi)										Y.Y.V.G.	
Proyecto: Diseño de un extractor mecánico para el montaje y desmontaje del freno de Scoop R1300G											
P = puntaje de 0 a 4 (escala de valores según la VDI 2221)											
0 = No satisface 1 = poco aceptable 2 = Suficiente 3 = Bien 4 = Muy bien (Ideal)											
g = Es el peso ponderado y se da en función a la importancia de cada criterio a evaluar											
Criterios de evaluación para diseños en fase de conceptos o proyectos											
Variantes de conceptos/ proyectos		Solución 1		Solución 2		Solución 3		Sol. Ideal			
		S1		S2		S3		S Ideal			
N.º	Criterios de evaluación	g	p	g p	p	g p	p	g p	p	g p	
1	Función	8	3	24	3	24	3	24	4	32	
2	Geometría	6	1	6	3	18	3	18	4	24	
3	Eficiencia	10	1	10	3	30	2	20	4	40	
4	Ergonomía	7	2	14	3	21	3	21	4	28	
5	Rapidez	8	2	16	4	32	2	16	4	32	
6	Fabricación	8	3	24	3	24	3	24	4	32	
7	Montaje	8	3	24	3	24	3	24	4	32	
8	Mantenimiento	8	3	24	3	24	3	24	4	32	
9	Transportabilidad	7	2	14	3	21	3	21	4	28	
10	Seguridad	8	1	8	3	24	1	8	4	32	
11	Estabilidad	7	3	21	3	21	2	14	4	28	
12	Fácil de manejo	7	3	21	3	21	2	14	4	28	
13	Complejidad	6	3	18	3	18	3	18	4	24	
Puntaje Máximo				30	224	40	302	33	246	52	392
Valor técnico (%)				57.14%		77.04%		62.75%		100.00%	
Diseño mecánico – Evaluación de proyecto – Valor técnico										U.C	
(Yi)										Y.Y.V.G.	
Proyecto: Diseño de un extractor mecánico para el montaje y desmontaje del freno de Scoop R1300G											
P = puntaje de 0 a 4 (escala de valores según la VDI 2221)											
0 = No satisface 1 = poco aceptable 2 = Suficiente 3 = Bien 4 = Muy bien (Ideal)											
g = Es el peso ponderado y se da en función a la importancia de cada criterio a evaluar											
Criterios de evaluación para diseños en fase de conceptos o proyectos											
Variantes de conceptos/ proyectos		Solución 1		Solución 2		Solución 3		Sol. Ideal			
		S1		S2		S3		S Ideal			
N.º	Criterios de evaluación	g	p	g p	p	g p	p	g p	p	g p	
1	Número de piezas	6	3	18	3	18	3	18	4	24	
2	Fácil adquisición de materiales	9	2	18	3	27	3	27	4	36	
3	Fácil montaje	8	2	16	3	24	3	24	4	32	
4	Facilidad de mantenimiento	7	3	21	4	28	2	14	4	28	
5	Costos de materiales	8	3	24	3	24	3	24	4	32	
Puntaje Máximo				13	97	16	121	14	107	20	152
Valor técnico (%)				63.82%		79.60%		70.39%		100.00%	

#### 4.4.2. Comparación de resultados evaluados

**Tabla 12. Comparación de resultados evaluados**

Descripción	Valoración Técnica (%)	Valoración Económica (%)
Solución 1	57.14%	63.82%
Solución 2	77.04%	79.60%
Solución 3	62.75%	70.39%

#### 4.4.3. Tomo de decisión



**Figura 20. Diagrama de evaluación técnico-económico**

Del diagrama de evaluación técnico-económico según la metodología VDI 2221 de la figura, se determina la alternativa más cercana a la ideal que cumple con los requisitos del diseño de la herramienta para el montaje y desmontaje de freno de Scoop R1300G que se estableció en la lista de exigencia es la solución N.º2, se considera la solución más óptima

## 4.5. Diseño

### 4.5.1. Cálculos mecánicos

Los cálculos se realizaron considerando las siguientes especificaciones:

- Dimensiones específicas: las dimensiones de cada componente se asumen según las especificaciones típicas para piezas similares en máquinas de desmontaje de freno.

#### ➤ Hallar la constante “k” del resorte a compresión

Se tiene en cuenta el diámetro de espira según tabla 10-4 de Shigley

Para un resorte de compresión al cromo vanadio A232

$$D = 3.7\text{cm} ; d = 0.9\text{cm} ; G = 77.2\text{Gpa}$$

$$k = \frac{d^4 G}{8D^3 N} = \frac{(0.9 * 10^{-2}\text{m})^4 * 77.2 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} * 10^9}{8(3.7 * 10^{-2}\text{m})^3 * 8}$$

$$k = 156243,5868\text{N/m}$$

#### ➤ Hallar el centro de gravedad de la plancha

$$x_{c1} = 7.31\text{cm} ; x_{c2} = 21.12\text{cm} ; x_{c3} = 46.57\text{cm} ; x_{c4} = 25\text{cm}$$

$$y_{c1} = 10.31\text{cm} ; y_{c2} = 47.67\text{cm} ; y_{c3} = 17.02\text{cm} ; y_{c4} = 25\text{cm}$$

En el eje “x”

$$X_{ca} = \frac{-2.01\text{cm}^2(7.31\text{cm} + 21.12\text{cm} + 46.57\text{cm}) + 25\text{cm}^2 * 490.87\text{cm}}{490.87\text{cm} - 3(2.01\text{cm}^2)}$$

$$X_{ca} = 25\text{cm}$$

En el eje “y”

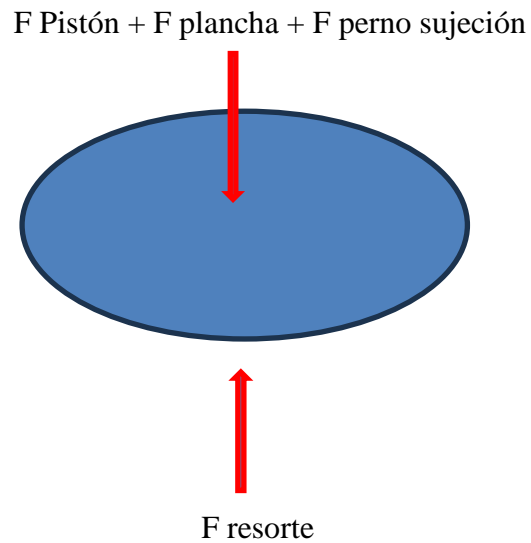
$$Y_{ca} = \frac{-2.01\text{cm}^2(10.31\text{cm} + 47.67\text{cm} + 17.02\text{cm}) + 25\text{cm}^2 * 490.87\text{cm}}{490.87\text{cm} - 3(2.01\text{cm}^2)}$$

$$Y_{ca} = 25\text{cm}$$

Por lo tanto, el centro de gravedad (X=0,25; Y= 0,25)



- **Hallar la fuerza del resorte y perno de sujeción.**



- a. Fuerza del pistón (24.4 kg) 142,25N
- b. Fuerza de la plancha (14.5kg) 239,36N
- c. Constante “k” 156243,5838N/m

$$Fret_{max} = (y_{max} * k)N^{\circ} \text{ deresortes}$$

$$Fret_{max} = (3.48 * 10^{-2} * 156243,5838N/m)14$$

$$Fret_{max} = 76121,8740N$$

**Fuerza que absorbe los pernos**

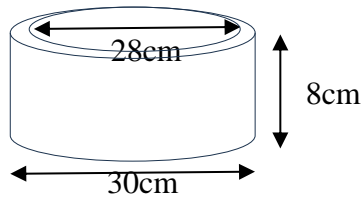
$$Fpe = 76121,8740N - 142,25N - 239,36N$$

$$Fpe = 75741,2640N$$

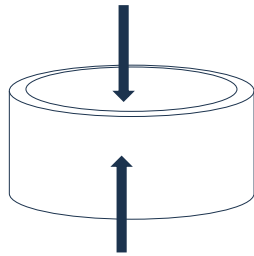
- **Hallar el esfuerzo de compresión del sombrero.**

Material: fundición gris 4.5%C. ASTM A-48

Tensión = 170Mpa    Compresión= 655Mpa    Constante =240Mpa



- **Análisis del material en compresión**



$$A = \frac{\pi}{4} (0.3^2 - 0.28^2) = 0.0091m^2$$

$$P = 75741,2640N * fs$$

$$P$$

$$= 75741,2640N * 1.5$$

$$P = 113611,8960N$$

**Esfuerzo de compresión**

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

$$\sigma = \frac{113611,890N}{0.0091m^2}$$

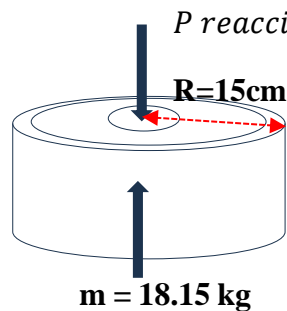
$$\sigma = 12484823,74 \frac{N}{m^2}$$

Factor de seguridad del material

$$\frac{\sigma_{ult}}{\sigma_{com}} = \frac{240Mpa}{12.5Mpa}$$

$$fs = 52.4$$

- **Análisis del componente en compresión**



$P$  reacción cilindro

$$P - Prc = mg$$

$$Prc = 113611,8960N - 178,0515N$$

$$Prc = 113433,8445N$$

$$\sigma_2 = W * W_0 \quad \rightarrow \quad W = \text{carga de presi6; } W_0 = \text{carga de fluencia}$$

$$W_0 = 1 - \left[ \frac{1}{1 + \left(\frac{r}{z}\right)^2} \right]^{3/2}$$

- **Área de contacto**

$$W = \frac{Pr_c}{A} \rightarrow \frac{113433,8445N}{559,34 * 10^{-6}m^2}$$

$$W = 202,7995Mpa$$

- **Esfuerzo vertical para carga circular ( $\sigma_2$ )**

$$r = 0.15m; z = 0.02m$$

$$\sigma_2 = 202,7995Mpa * W_0$$

$$\sigma_2 = 202,7995Mpa * \left( 1 - \left[ \frac{1}{1 + \left(\frac{0.15m}{0.02m}\right)^2} \right]^{3/2} \right)$$

$$\sigma_2 = 202,3313Mpa$$

- **Factor de seguridad**

$$fs = \frac{\sigma_{ultimo}}{\sigma_2} \quad \rightarrow \quad fs = \frac{655Mpa}{202,33Mpa}$$

$$fs = 3,237$$

- **Unión entre plancha y cilindro hidráulico (M10-DIN9319)**

$$l = h + \frac{d}{2} \quad \rightarrow \quad l = (1.27 + 0.2) + \frac{0.1}{2}$$

$$l = 1.97cm$$

$$l > h + 1.5d \quad \rightarrow \quad L > 1.47cm + 1.5(1cm)$$

$$L > 2.97cm \quad \therefore \quad L = 3cm$$

$$LT = 200mm + 6mm = 2.6cm$$

$$ld = L - LT \rightarrow ld = 3cm - 2,6cm = 0.4cm$$

$$lt = l - ld \quad \rightarrow \quad lt = 1.97cm - 0.4cm \\ = 1.57cm$$

$$Ad = \frac{\pi}{4} (10 * 10^{-3})^2 = 78.54 * 10^{-6} m^2$$

$$At \rightarrow \text{tabla}(8 - 1); At = 58 * 10^{-6} m^2$$

- Esfuerzo de tensión en el perno

- ✓ Constante de rigidez

$$\sigma = \frac{Cp + F1}{At} \quad C = \frac{kb(\text{rigidez de sujetador})}{kb + km}$$

$$F1 = 0.75FP$$

$$FP = At * sp$$

$$sp = 970 \text{ Mpa}$$

$$E = 1100 \text{ Mpa}$$

$$kb = \frac{Ad * At * E}{Ad * Lt + Ad * ld}$$

$$\frac{km}{Ed} = A^{(B * \frac{d}{l})}$$

$$A = 0,78715; B = 0.62873$$

$$\frac{d}{l} = 0.5; E = 207 * 10^9 \text{ pa}$$

- ✓ Perno M10 clase de propiedad 12,9 (tabla 8-11)

$$kb = \frac{(78.54 * 10^{-6}) m^2 * (58 * 10^{-6}) m^2 * (207 + 10^9) N/m^2}{(78.54 * 10^{-6}) m^2 * (1.57 * 10^{-2}) m + (58 * 10^{-6}) m^2 * (0.4 * 10^{-2}) m}$$

$$kb = 643 * 10^6 N/m$$

$$\frac{km}{(207 * 10^9) * 10 * 10^{-3}} = 0.78715^{(0.62873 * 0.5)}$$

$$km = 2231 * 10^6 N/m$$

$$C = \frac{634 * 10^6}{634 * 10^6 + 2231 * 10^6}$$

$$C = 0.22$$

$$FP = \frac{(970 * 10^6) N}{m^2} * (58 * 10^{-6}) m^2$$

$$FP = 5.626 * 10^4 N$$

$$F1 = 0.75 * 5.626 * 10^4 N$$

$$F1 = 4.2195 * 10^4 N$$

$$P = \frac{Prp}{\text{numero de pernos}} \quad P = \frac{113400.5N}{2} \quad \boxed{P = 56700.25 N}$$

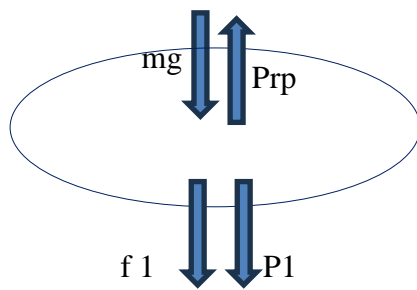
$$\sigma = \frac{0.22 * 56700.25N + 42195N}{(50 * 10^{-6})m^2} \quad \sigma = 942.57 * 10^6 pa$$

$$\boxed{\sigma = 942.57 Mpa}$$

- Factor de seguridad

$$fs = \frac{1220Mpa}{942.57Mpa} \quad \boxed{fs = 1.29}$$

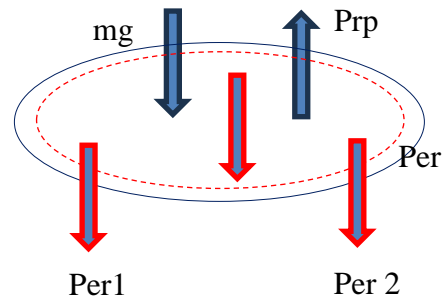
- ✓ Cálculo para la plancha superior ASTM A-36, que soportara dos sistemas



$$2P1 + mg = Pcp$$

$$2P1 + \left(19.5kg * 9.81 \frac{m}{s^2}\right) = 113400.5 N$$

$$\boxed{P1 = 56604.6025 N}$$

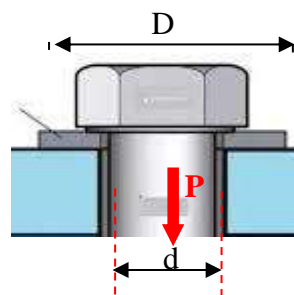


$$3P2 + mg = Prp$$

$$3P2 + \left(9.81 \frac{m}{s^2} * 19.5kg\right) = 113400.5 N$$

$$\boxed{P2 = 37736.4016 N}$$

- ✓ Arandela M10-DIN 125



$$D = 10.5mm$$

$$d = 20mm$$

$$\text{area de contacto} = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2)$$

$$A_{c1} = \frac{\pi}{4} [(20 * 10^{-3})^2 - (10.5 * 10^{-3})^2]$$

$$A_{C1} = 227.57 * 10^{-6} m^2$$

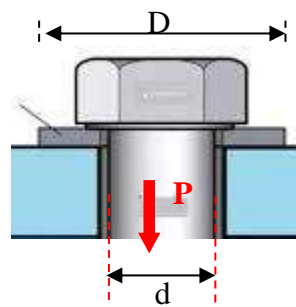
$$\sigma = \frac{P1}{A_{C1}}$$
$$\sigma = \frac{56604.6025 N}{227.57 * 10^{-6} m^2}$$

$$\sigma = 248.74 Mpa$$

$$fs = \frac{400 Mpa}{248.74 Mpa}$$

$$fs = 1.61$$

✓ Arandela M16-DIN 125



$$D = 17mm$$

$$d = 30mm$$

$$\text{area de contacto} = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2)$$

$$A_{C2} = \frac{\pi}{4} [(30 * 10^{-3})^2 - (17 * 10^{-3})^2]$$

$$A_{C2} = 479.88 * 10^{-6} m^2$$

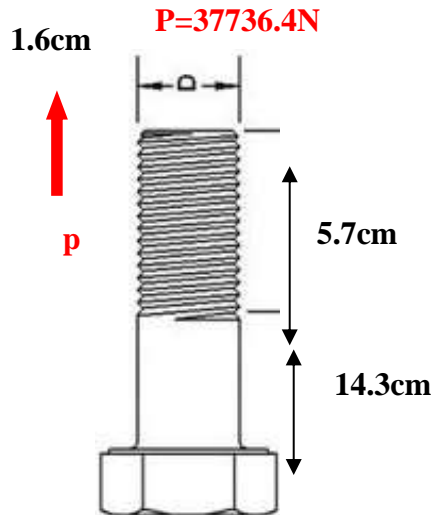
$$\sigma = \frac{P2}{A_{C2}}$$
$$\sigma = \frac{37736.4016 N}{479.88 * 10^{-6} m^2}$$

$$\sigma = 78.64 Mpa$$

$$f_s = \frac{400 \text{ Mpa}}{78.64 \text{ Mpa}}$$

$$f_s = 5.09$$

✓ Tornillo hexagonal rosca media



$$l = 14.6 \text{ cm} + 0.8 \text{ cm} = 15.4 \text{ cm}$$

$$L > 14.6 \text{ cm} + 1.5 \text{ cm} * 1.6 \text{ cm} = 18 \text{ cm}$$

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

$$LT = 2 * 1.6 \text{ cm} + 2.5 \text{ cm} = 5.7 \text{ cm}$$

$$ld = 18 \text{ cm} - 5.7 \text{ cm} = 12.3 \text{ cm}$$

$$lt = 15.4 \text{ cm} - 12.3 \text{ cm} = 3.1 \text{ cm}$$

$$Ad = 201.062 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$At = 157 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$Fp = 15229 * 10^5 \text{ N}$$

$$F1 = 114217.5 \text{ N}$$

$$kb = \frac{(201.062 * 10^{-6} \text{ m}^2) * (157 * 10^{-6} \text{ m}^2) * (207 * 10^{-6} \text{ N/m}^2)}{(201.062 * 10^{-6} \text{ m}^2) * (3.1 * 10^{-2} \text{ m}) + (157 * 10^{-6} \text{ m}^2) * (123 * 10^{-2} \text{ m}^2)}$$

$$kb = 255.807 * 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

$$\frac{Km}{207 * 10^9 \frac{\text{N}}{\text{m}} * 157 * 10^{-6} \text{ m}^2} = 0.78715^{(0.62873 * \frac{15.4 \text{ cm}}{1.6 \text{ cm}})^{-1}}$$

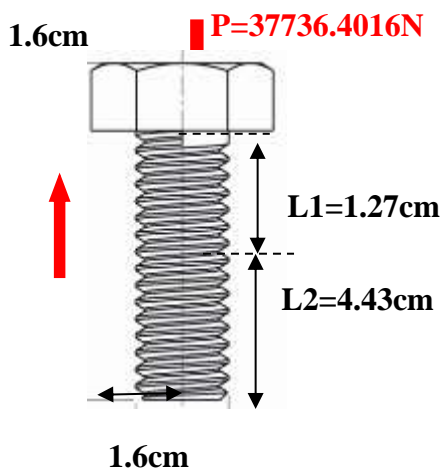
$$Km = 10866 * 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

$$C = \frac{255.807 * 10^6}{255.807 * 10^6 + 10866 * 10^6} = 0.023$$

$$\sigma = \frac{0.023 * 37736.4 \text{ N} + 114217.5 \text{ N}}{157 * 10^{-6} \text{ m}^2} = 733 * 10^6 \text{ Pa}$$

$$\frac{\sigma_{ult}}{\sigma_t} = \frac{1120 * 10^6}{733 + 10^6} = 1.528$$

✓ Tornillo hexagonal rosca media



$$l = 1.27\text{cm} + \frac{1.6}{2}\text{cm} = 2.37\text{cm}$$

$$L > 1.57\text{cm} + 1.5\text{cm} * 1.6\text{cm} = 3.97\text{cm}$$

$$L = 4\text{cm}$$

$$LT = 2d * 6\text{mm} = 2(16\text{mm}) + 6\text{mm} = 3.8\text{cm}$$

$$ld = 4\text{cm} - 3.8\text{cm} = 0.2\text{cm}$$

$$lt = 2.37\text{cm} - 0.2\text{cm} = 2.17\text{cm}$$

$$Ad = \frac{\pi}{4} * (16 * 10^{-3})^2 = 201.062 * 10^{-6}\text{m}^2$$

$$At = 157 * 10^{-6}\text{m}^2$$

$$Fp = 15229 * 10^5\text{N}$$

$$kb = \frac{(201.062 * 10^{-6}\text{m}^2) * (157 * 10^{-6}\text{m}^2) * (207 * 10^{-6}\text{N/m}^2)}{(201.062 * 10^{-6}\text{m}^2) * (2.57 * 10^{-2}\text{m}) + (157 * 10^{-6}\text{m}^2) * (0.2 * 10^{-2}\text{m}^2)}$$

$$kb = 139.71 * 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

$$\frac{Km}{207 * 10^9 \frac{\text{N}}{\text{m}} * 157 * 10^{-6}\text{m}^2} = 0.78715^{(0.62873 * \frac{1.6\text{cm}}{2.37\text{cm}})^{-1}}$$

$$km = 3985.55 * 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

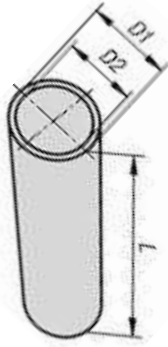
$$C = \frac{1397.1 * 10^6}{1397.1 * 10^6 + 3985.55 * 10^6} = 0.26$$

$$\sigma = \frac{0.26 * 37736.4016\text{N} + 114217.5\text{N}}{157 * 10^{-6}\text{m}^2} = 789.993 * 10^{-6}\text{Pa}$$

$$\frac{\sigma_{ult}}{\sigma_t} = \frac{1120\text{Mpa}}{789.993\text{Mpa}} = 1.54$$

- Análisis de tubo de hierro fundido a su esfuerzo y carga crítica permisible





$$D1 = 29\text{mm} ; D2 = 16\text{mm} ; L = 269.9\text{mm}$$

$$\sigma = 230\text{Mpa} ; E = 1625\text{Mpa}$$

$$Lc = \frac{1}{2} * L \quad Lc = \frac{1}{2} * 269.9\text{mm} = 134.95\text{mm}$$

$$A = \frac{\pi}{4} ((29 * 10^{-3})^2 - (16 * 10^{-3})^2) = 459.458 * 10^{-6}\text{m}^2$$

$$Inercia = \frac{\pi}{4} \left[ \left( \frac{(29 * 10^{-3})^2}{2} \right) - \left( \frac{(16 * 10^{-3})^2}{2} \right) \right] = 3.15016 * 10^8 \text{ m}^2$$

✓ Radio de giro

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{3.15016 * 10^8 \text{ m}^2}{459.458 * 10^{-6} \text{ m}^2}} = 0.00828$$

✓ Humbra

$$4.71 = \sqrt{\frac{165 * 10^4}{230 * 10^6}} = 126.15$$

✓ Hallando esfuerzo

$$\frac{Lc}{r} = \frac{134.95 * 10^{-3}}{0.00828} = 16.457$$

$$\sigma_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{Lc}{r}\right)^2} = \frac{\pi^2 * 165 * 10^9 \frac{N}{\text{m}^2}}{(16.475)^2} = 6130.54 * 10^9 \text{ Pa}$$

$$\sigma_{cr} = 0.658 \left(\frac{\sigma_y}{\sigma_e}\right) * \sigma_y = 0.658 \frac{230}{6130} * 230 * 10^6 \text{ pa} = 226.417 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_{per} = \frac{\sigma_{cr}}{1.67} = \frac{226.417 \text{ Mpa}}{1.67} = 135.579 * 10^6 \text{ Pa}$$

$$\sigma_{per} = (135.579 * 10^6 \text{ pa}) * (454.458 * 10^{-6} \text{ pa}) = 62292.75 \text{ N}$$

$$fs = \frac{\sigma_{per}}{p_2} = 1.65$$

## CAPÍTULO V CONSTRUCCIÓN

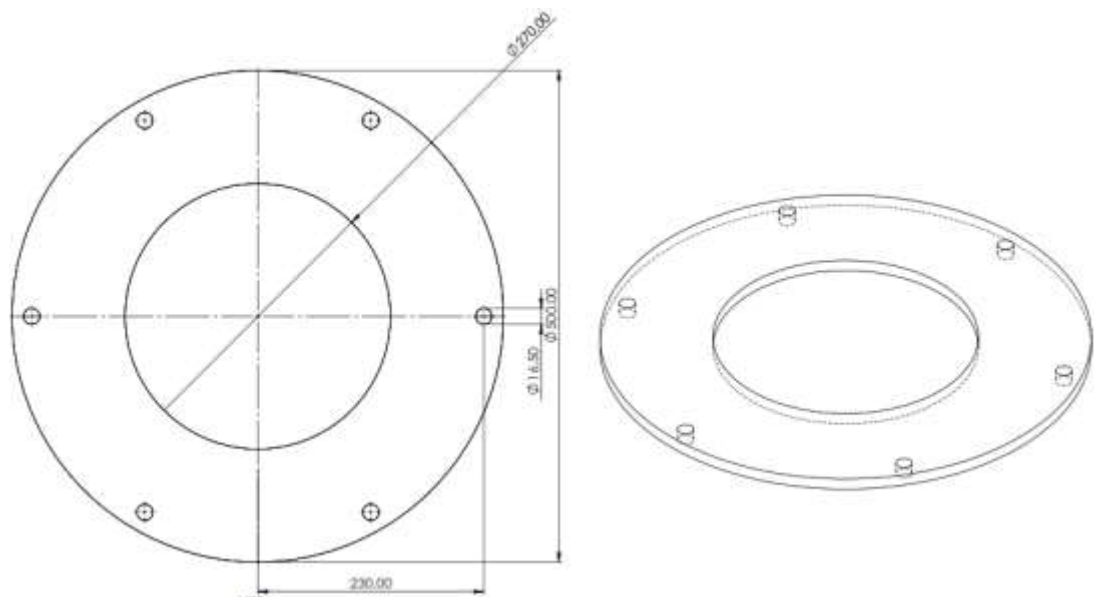
### 5.1. Construcción

#### 5.1.1. Descripción de los componentes

Seguidamente se presenta la descripción de los componentes del extractor hidráulico para el montaje y desmontaje del freno Scoop R1300g.

##### a) Placa de fijación

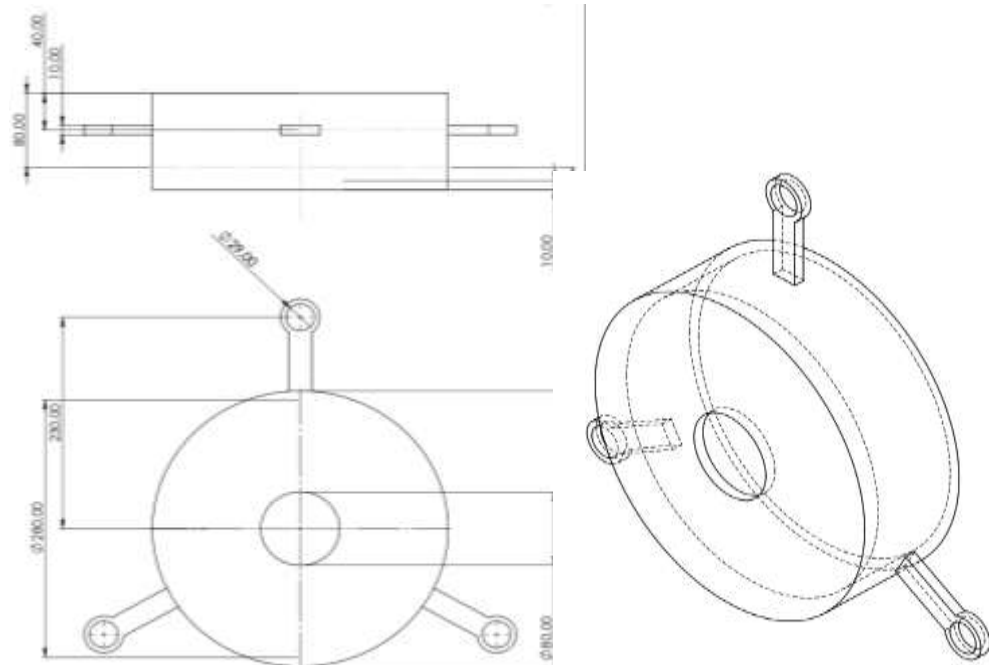
En la figura 21 se muestra la placa de fijación, la función de esta es fijar el pistón de freno de servicio para sacar los pernos y la fijación de paquete de freno, de Plancha ASTM A-36. Las medidas de esta se muestran a continuación.



*Figura 21. Placa de fijación*

b) Placa de compresión

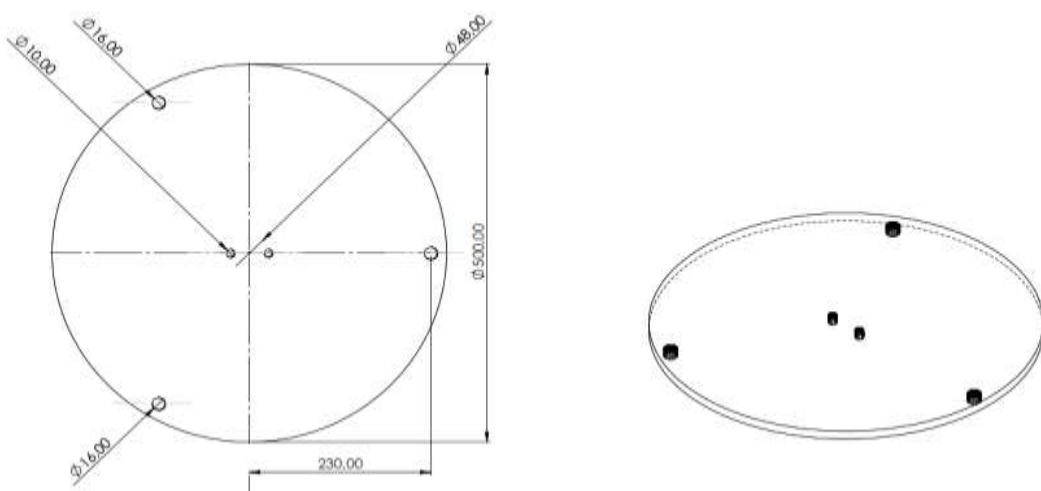
En la figura 22 se muestra la placa de compresión, la función de esta es fijar y comprimir los resortes del paquete de freno, luego de haber retirado los pernos de fijación del paquete de freno, Plancha de fundición gris ASTM A-48. Las medidas de esta se muestran a continuación:



*Figura 22. Placa de compresión*

c) Placa soporte de cilindro

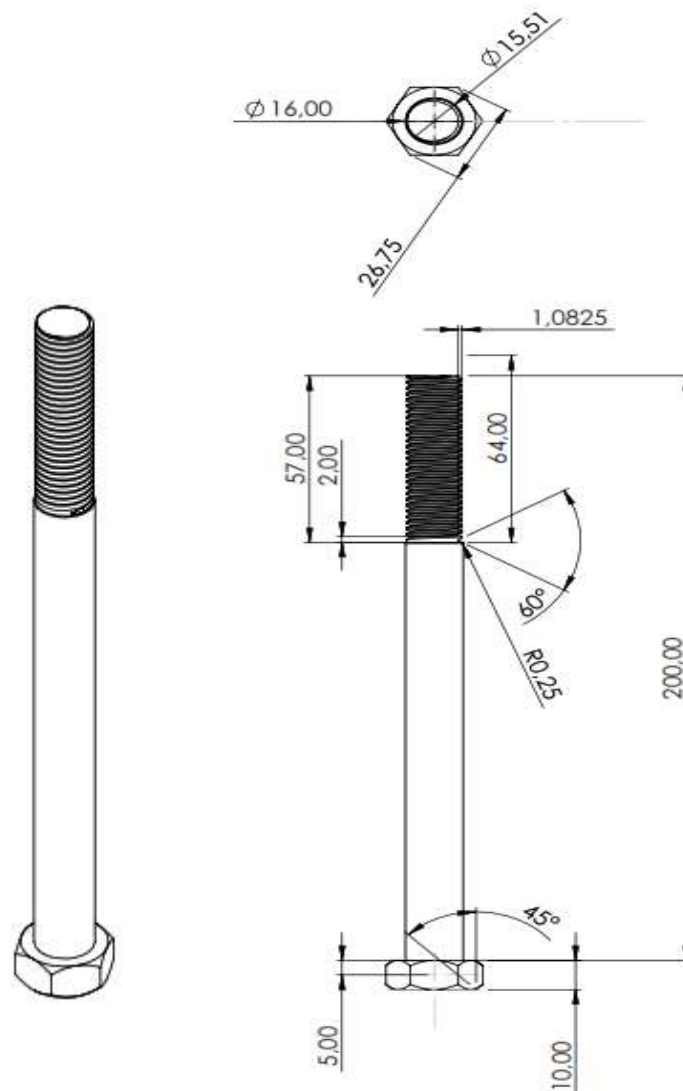
En la figura 23 se muestra la placa de soporte de cilindro que tiene la función de ser el soporte del cilindro de simple efecto con pernos M10, se fija con pernos de tirante M16 al tubo de fijación. Las medidas de esta se muestran a continuación:



*Figura 23. Placa soporte de cilindro*

d) Perno de sujeción de rosca media

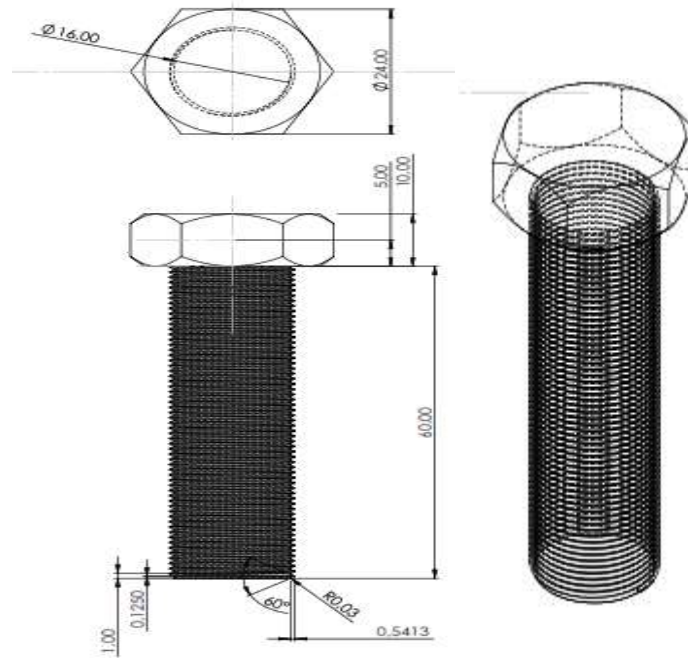
En la figura 24 se muestra el perno de sujeción inferior, se instala en la parte inferior fijando la base y plancha inferior roscado en el tubo guía, para retirar los pernos de sujeción del paquete de freno, perno M16 - 2.0 – 200. Las medidas de esta se muestran a continuación:



**Figura 24. Perno roscado medio de sujeción de compresión**

e) Perno de rosca completa sujeción de compresión

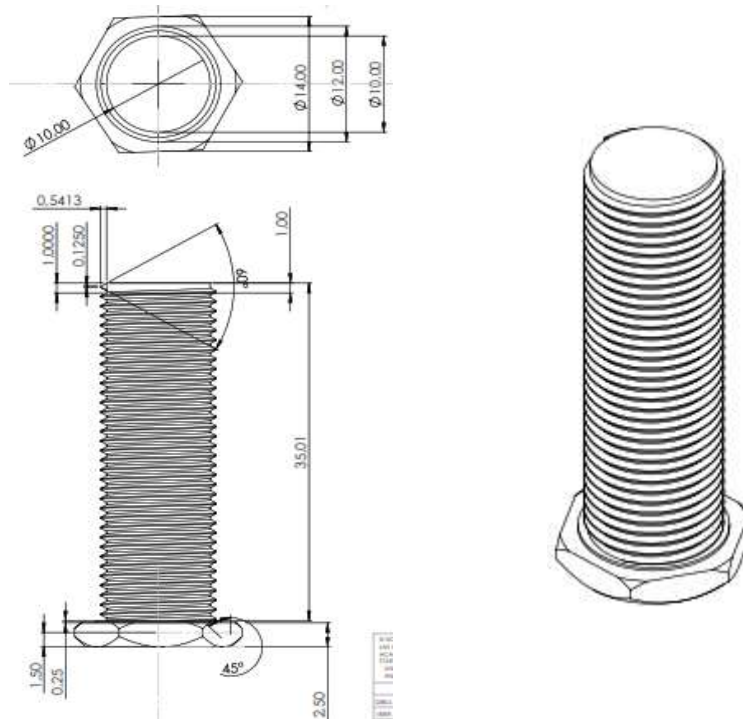
En la figura 25 se muestra el perno de sujeción superior, se instala en la parte superior fijando la base y plancha superior, roscado en el tubo guía, soporta el esfuerzo de compresión al desplazar el resorte comprimido, Perno M16 - 2.0 – 200. Las medidas de esta se muestran a continuación:



**Figura 25. Perno de rosca completo**

f) Perno de fijación de cilindro de simple efecto

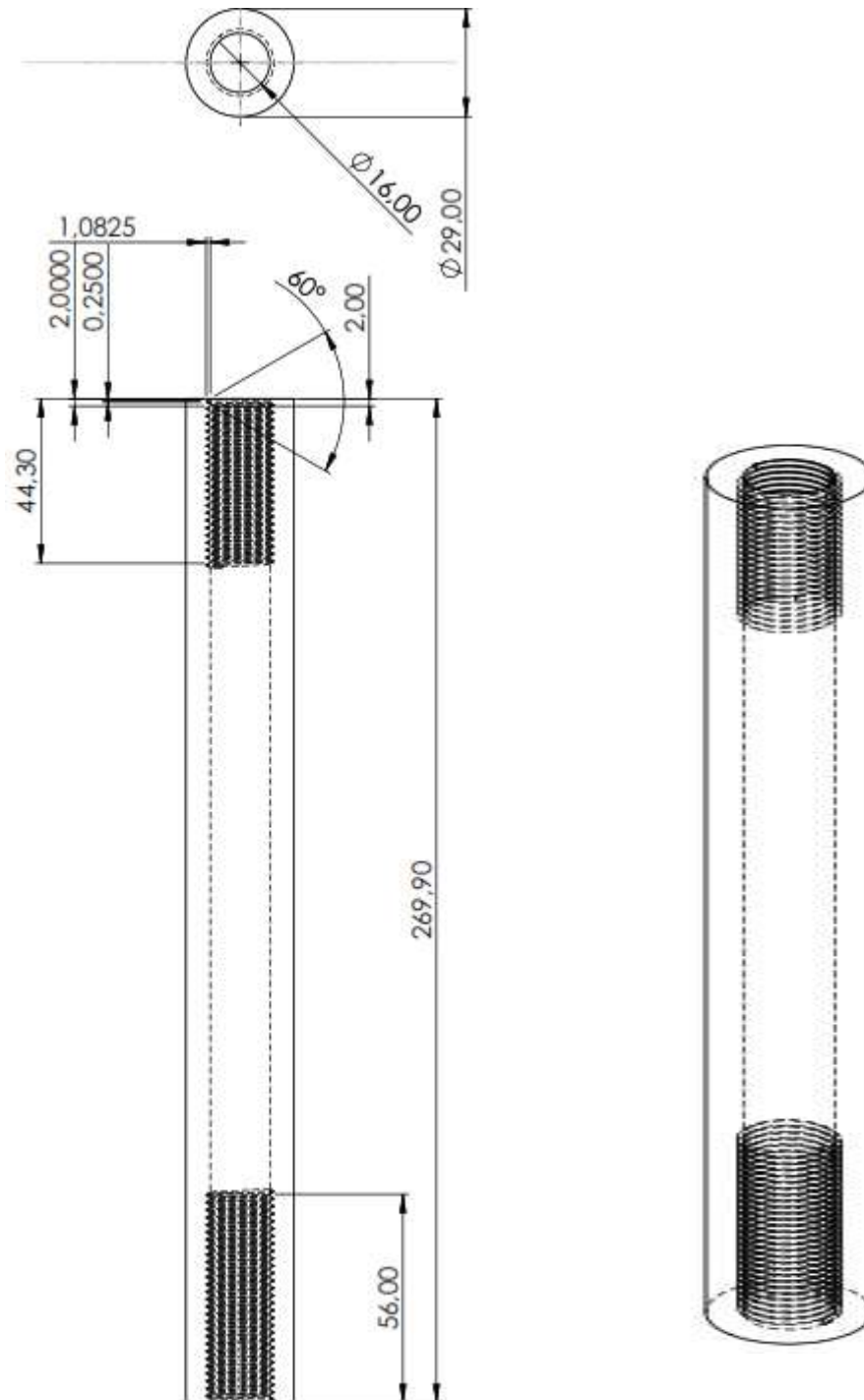
En la figura 26 se muestra el perno de unión de cilindro de simple efecto, la función de esta es fijar el cilindro hidráulico a la placa de fijación superior, roscado en la base del cilindro, Perno M10 – DIN 931. Las medidas de esta se muestran a continuación:



**Figura 26. Perno de fijación de cilindro de simple efecto**

g) Tubo guía roscado

En la figura 27 se muestra el tubo de hierro fundido, guía con hilos internos, la función de soporte de plancha inferior y superior y guía de placa tipo sombrero para el deslizamiento para la compresión de los resortes. Las medidas de esta se muestran a continuación:



*Figura 27. Tubo soporte y guía de herramienta*

h) Cilindro de simple efecto

La función del cilindro de simple efecto es comprimir por medio de la placa de compresión al pistón del paquete de freno, para extraer los resortes, no se diseña, ya existe. En la tabla 13 se muestra el cilindro de simple efecto.

**Tabla 13. Cilindro de simple efecto HSS152**

Capacidad de tonelada	Carrera(mm)	Peso kg	Longitud (mm)
14.5	50	3.4	154

**5.1.2. Descripción de los componentes Dimensiones, material y cantidad de componentes**

1. mod-1-01: Plancha ASTM A-36

- Tipo: Aro
- Diámetro exterior: 500 mm
- Diámetro interior (área hueca): 300 mm
- Espesor: 12.7 mm
- Material: ASTM A-36
- Cantidad: 1

2. mod-1-02: Plancha fundición gris ASTM A-48

- Tipo: Sombrero sólido
- Diámetro exterior: 300 mm
- Material: ASTM A-48
- Cantidad: 1

3. mod-1-03: Plancha ASTM A-36

- Tipo: Plancha circular
- Diámetro: 500 mm
- Material: ASTM A-36
- Cantidad: 1

4. cilindro HSS254: Cilindro pistón HSS254

- Tipo: Cilindro hueco
- Altura: 225 mm
- Diámetro exterior: 86 mm
- Espesor: 32 mm

- Material: HSS254
  - Cantidad: 1
5. piston HSS254: Vástago HSS254
- Tipo: Vástago con cabezal
  - Altura: 102 mm
  - Diámetro del vástago: 54 mm
  - Diámetro del cabezal: 67 mm
  - Material: HSS254
  - Cantidad: 1
6. Perno de roscado complete M16 x 2.0 x 200
- Tipo: Perno
  - Longitud total: 200 mm
  - Diámetro: 16 mm
  - Longitud de la parte roscada: 64 mm
  - Cantidad: 3

- **Funcionamiento**

La máquina utiliza un sistema hidráulico basado en el cilindro y el pistón para generar la fuerza necesaria para desmontar los frenos de los vehículos scooptram. El cilindro (cilindro HSS152) aplica presión a través del vástago (pistón HSS152), el cual se mueve dentro del cilindro para ejercer fuerza sobre el freno, facilitando su desmontaje.

El aro (mod-1-01) y la plancha circular (mod-1-03) proporcionan una base estable y estructural para el montaje de los componentes. El sombrero sólido (mod-1-02) actúa como una tapa protectora que también puede proporcionar soporte estructural adicional.

Los pernos y tuercas aseguran que todos los componentes estén firmemente conectados y puedan resistir las fuerzas aplicadas durante el proceso de desmontaje de frenos.

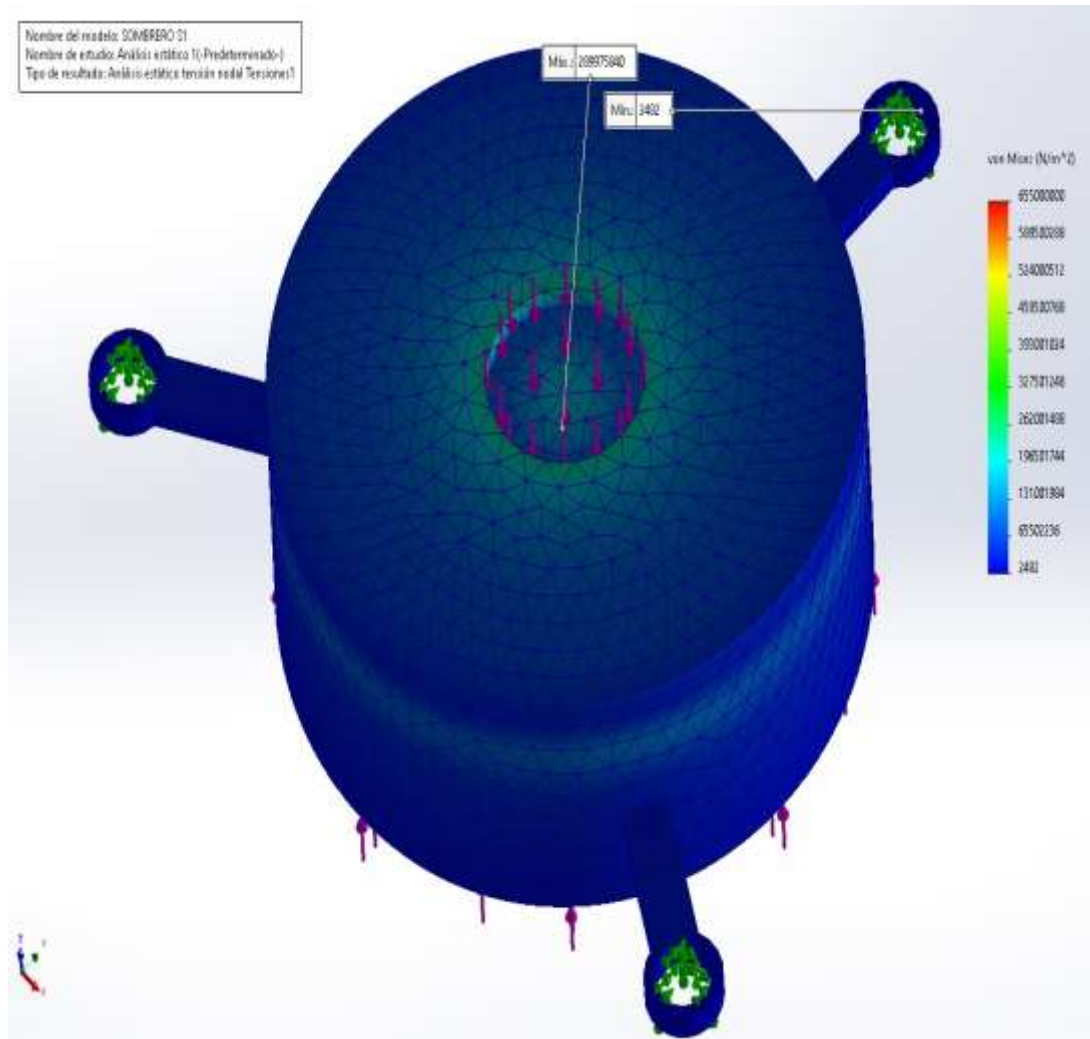
La máquina está diseñada para ser robusta y eficiente en el desmontaje de freno de scooptram, utilizando componentes de acero de alta resistencia para soportar las altas fuerzas requeridas en operaciones mineras. El sistema hidráulico centralizado asegura un funcionamiento suave y potente, permitiendo un mantenimiento y operación seguros y efectivos.



## 5.2. Pruebas y resultados

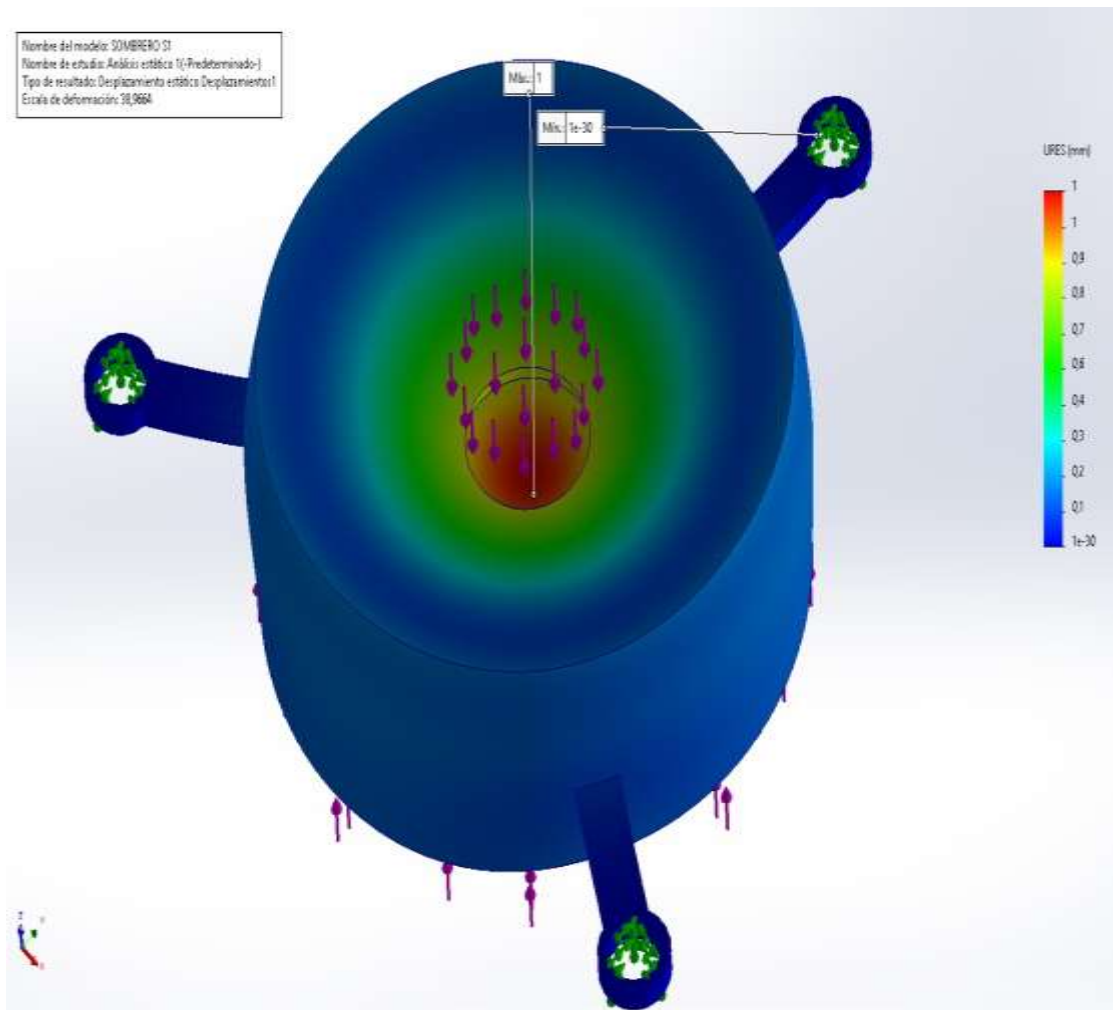
### a) Simulación 1

Los resultados de la simulación 1 se muestra en la figura 28, en esta se analizaron las tensiones del sombrero, aplicando la tensión de von Mises, la mínima obtenida fue de 2482 N/m<sup>2</sup>, y la máxima obtenida fue de 2989975840N/m<sup>2</sup>.



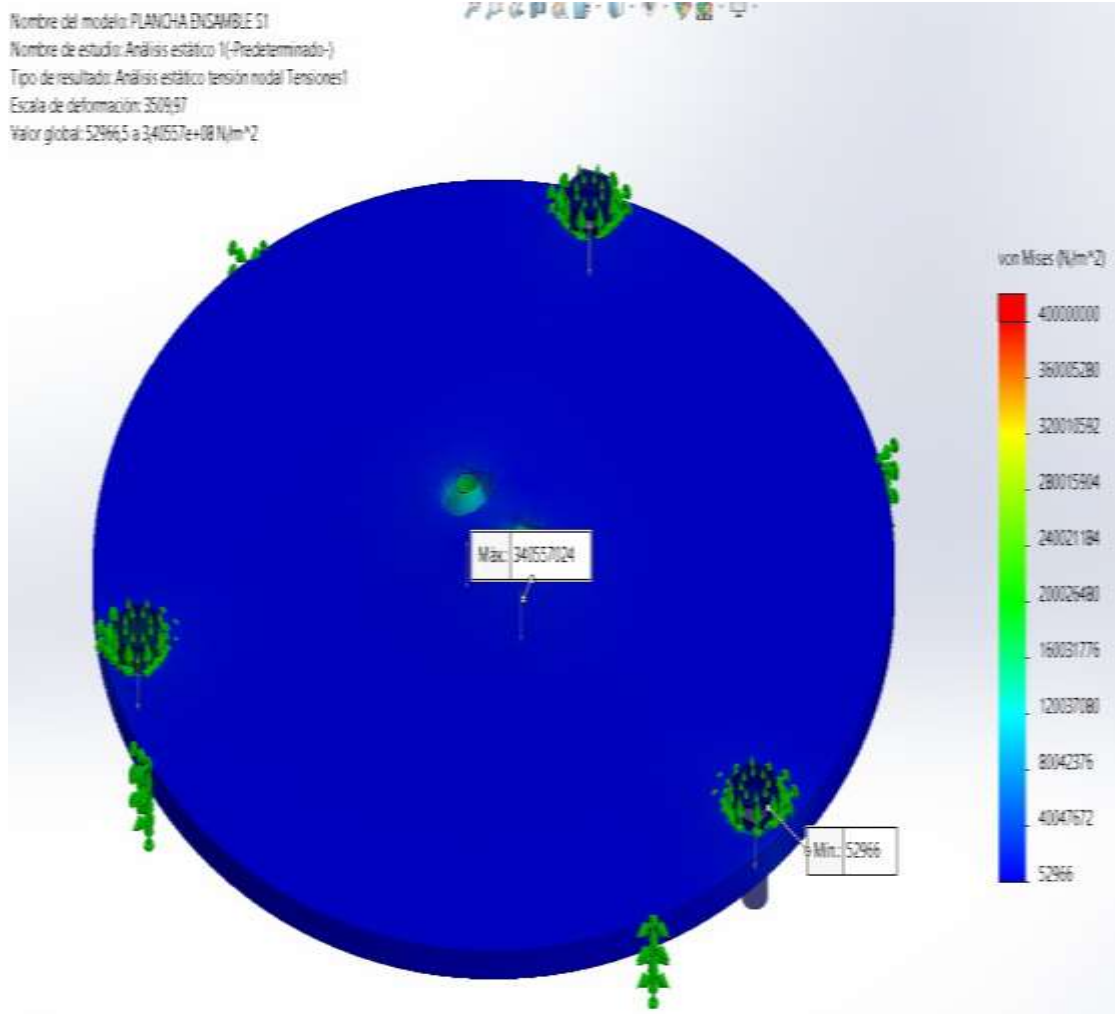
*Figura 28. Resultado de tensiones de la simulación 1*

En la figura 29 se muestran los resultados de los desplazamientos resultantes del sombrero, en donde el mínimo obtenido fue 1e-30 mm, el máximo fue de 1 mm.



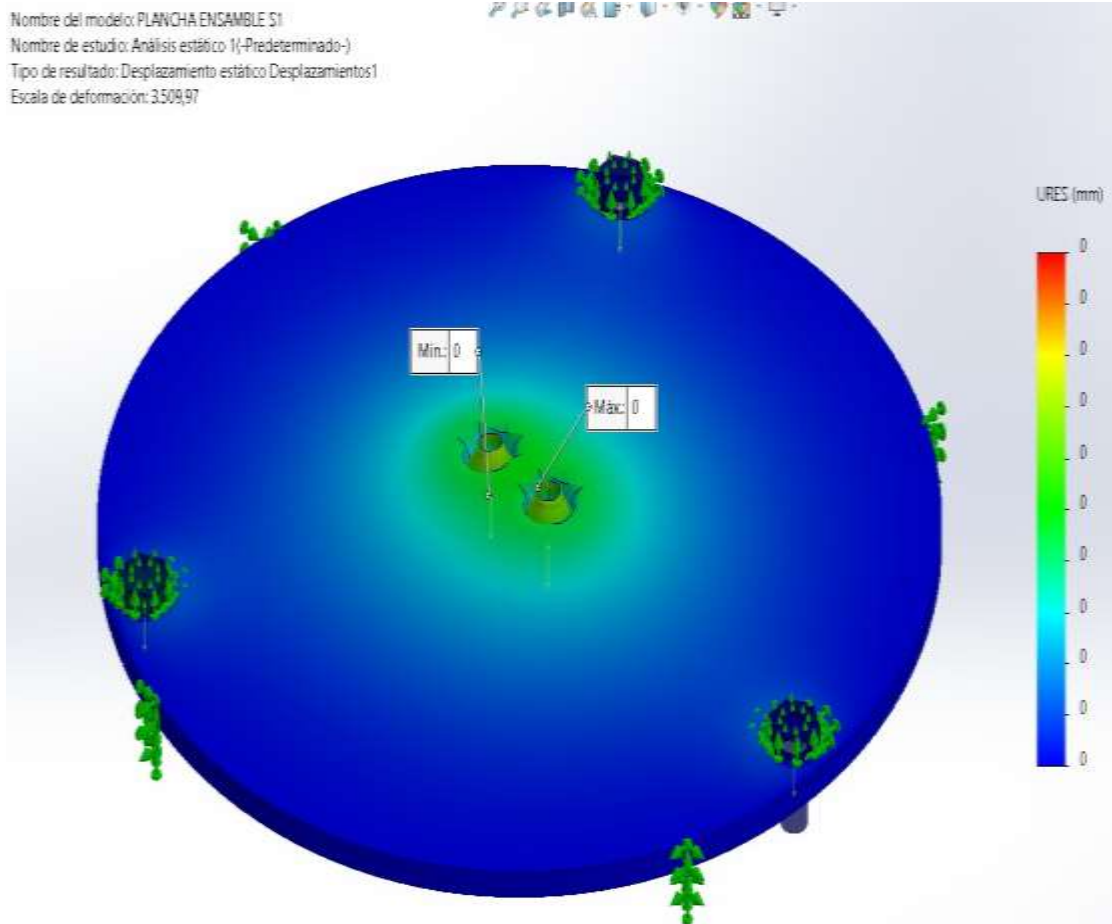
**Figura 29. Resultado de desplazamientos de la simulación 1**

En la figura 30 se muestran los resultados de la deformación unitaria equivalente del sombrero, en donde el mínimo obtenido fue de 0 y el máximo obtenido fue de 0.



**Figura 30. Resultado de deformaciones unitarias de la simulación 1**

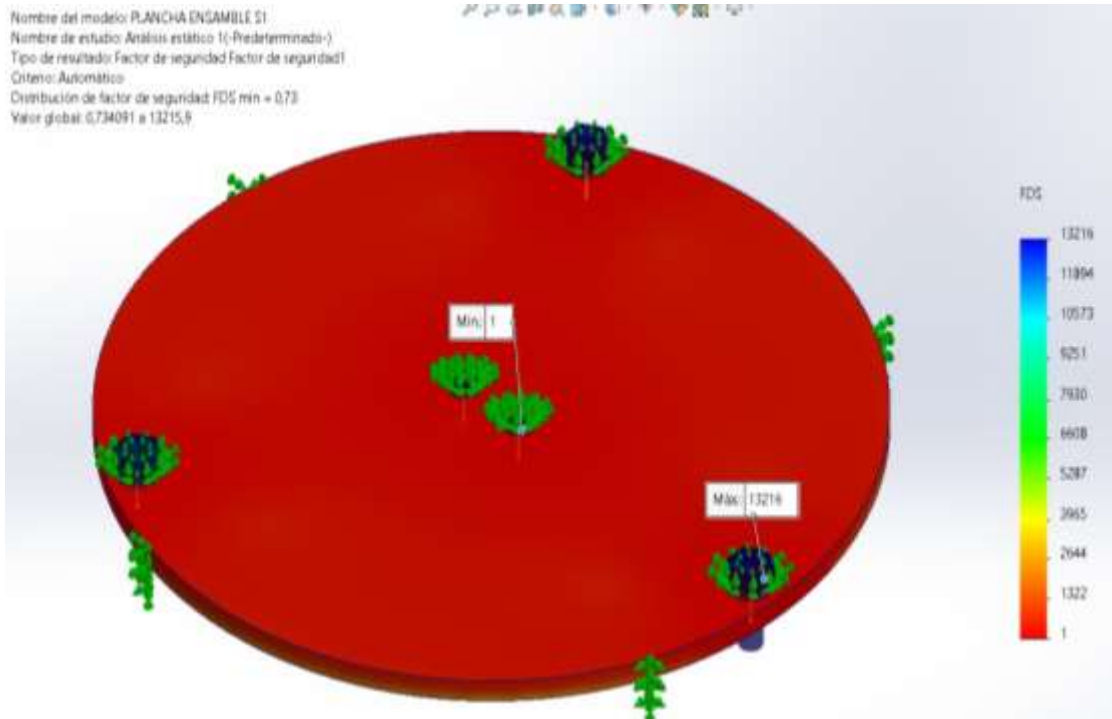
En la figura 31 se muestra el factor de seguridad del sombrero, en donde el mínimo obtenido fue de 1 el máximo obtenido fue de 3.



**Figura 31. Resultado de factor de seguridad de la simulación 1**

d) Simulación 2

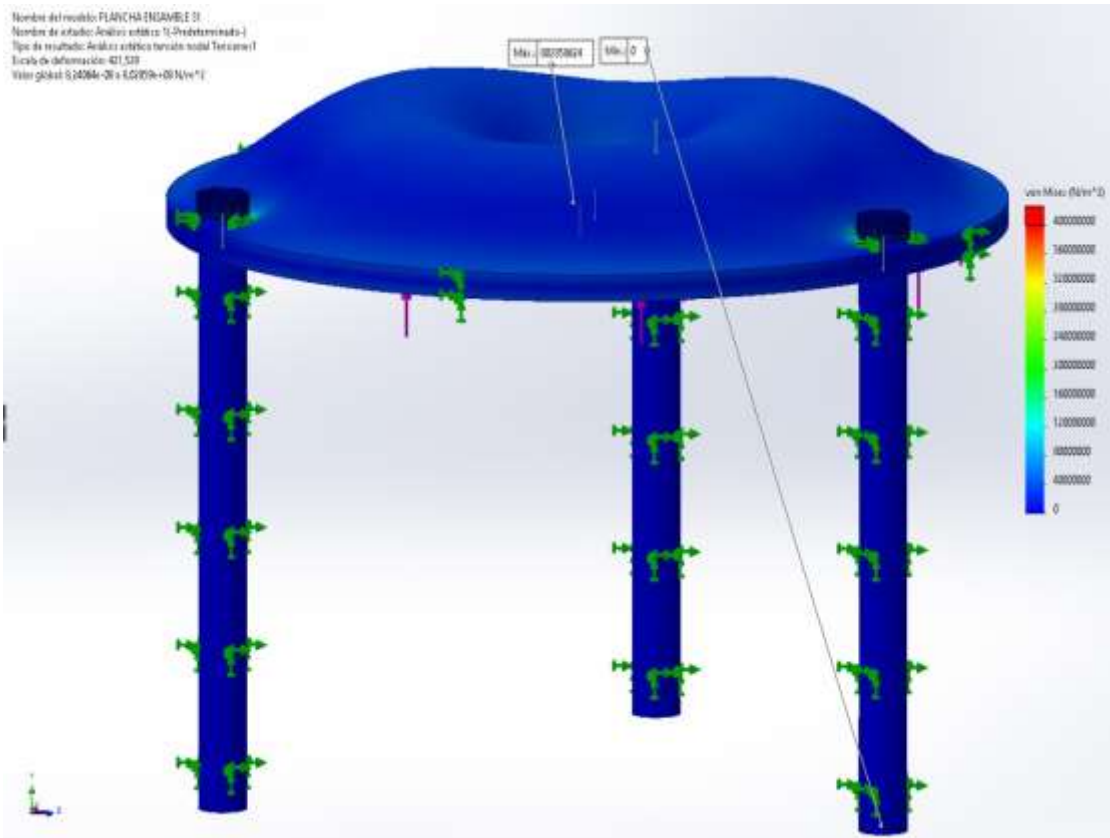
Los resultados de la simulación 2 se muestra en la figura 32 de la plancha superior, en esta se analizaron las tensiones, aplicando la tensión de von Mises, la mínima obtenida fue de 52966 N/m<sup>2</sup>, y la máxima obtenida fue de 340557024N/m<sup>2</sup>.



*Figura 32. Resultado de tensiones de la simulación 2*

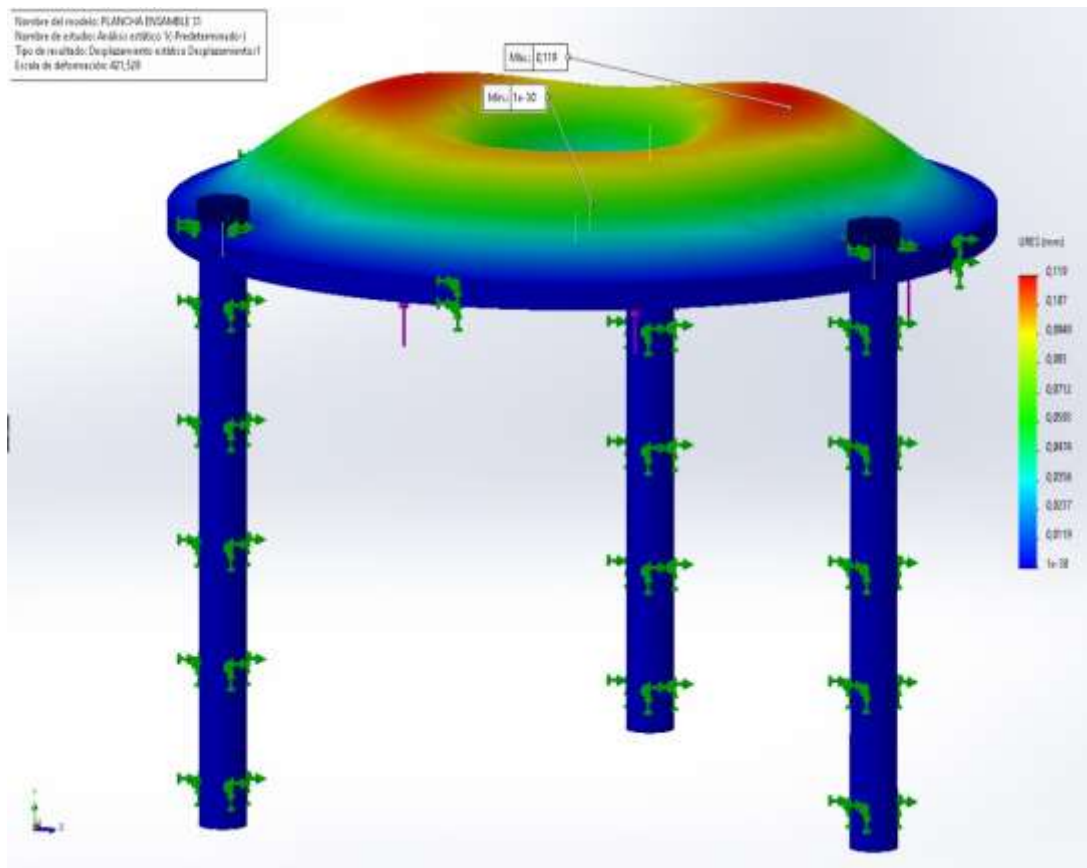
e) Simulación 3

Los resultados de la simulación 3 se muestra en la figura 22 del tubo, en esta se analizaron las tensiones, aplicando la tensión de Von Mises, la mínima obtenida fue de 0 N/m<sup>2</sup>, y la máxima obtenida fue de 802858624N/m<sup>2</sup>.



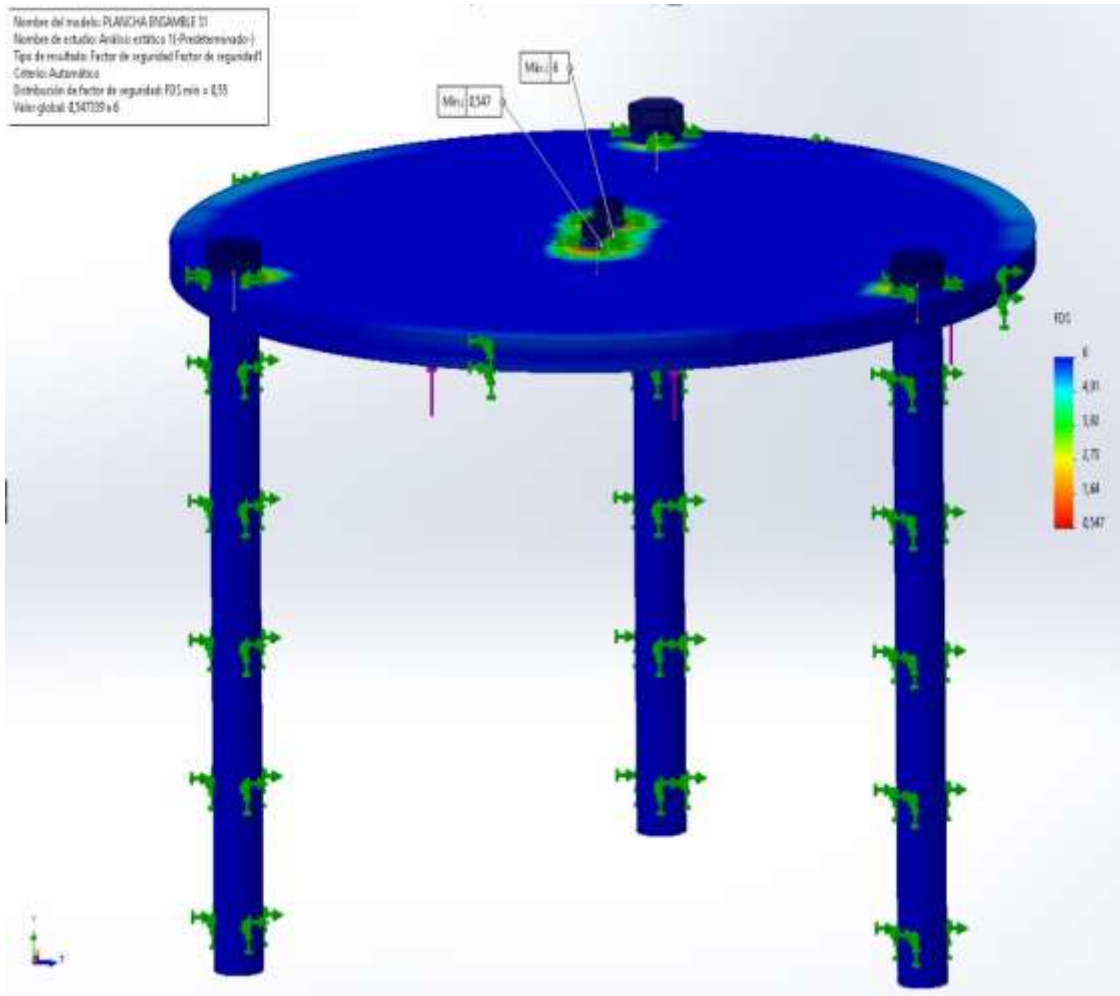
**Figura 33. Resultado de tensiones de la simulación 3**

En la figura 34 se muestran los resultados de los desplazamientos resultantes del tubo, en donde el mínimo obtenido fue  $1e-30$  mm, el máximo fue de 0,119mm.



**Figura 34. Resultado de desplazamientos de la simulación 3**

En la figura 35 se muestra el factor de seguridad del tubo, en donde el mínimo obtenido fue de 1 el máximo obtenido fue de 6.

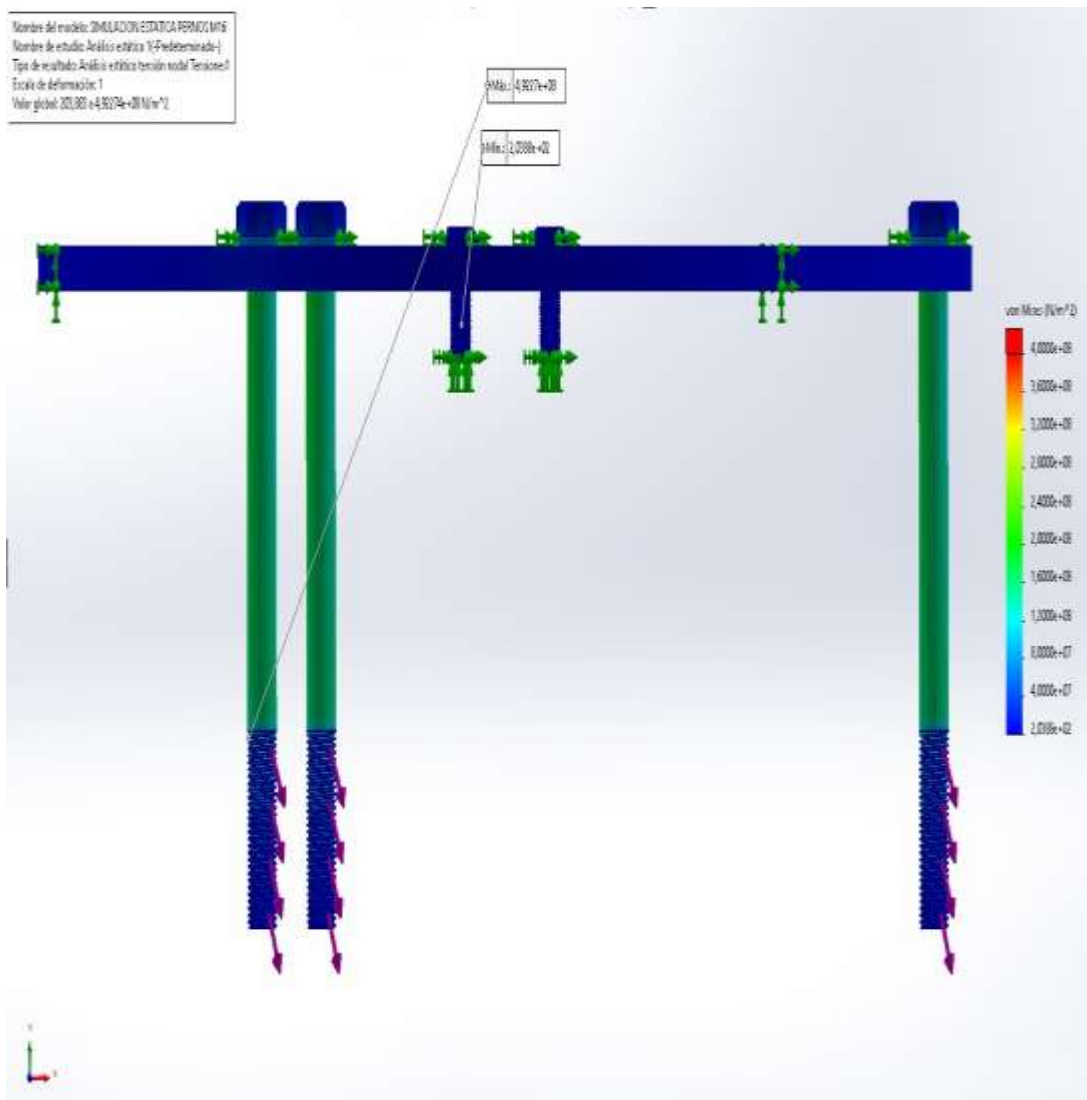


**Figura 35. Resultado de factor de seguridad, simulación 3**

f) Simulación 4

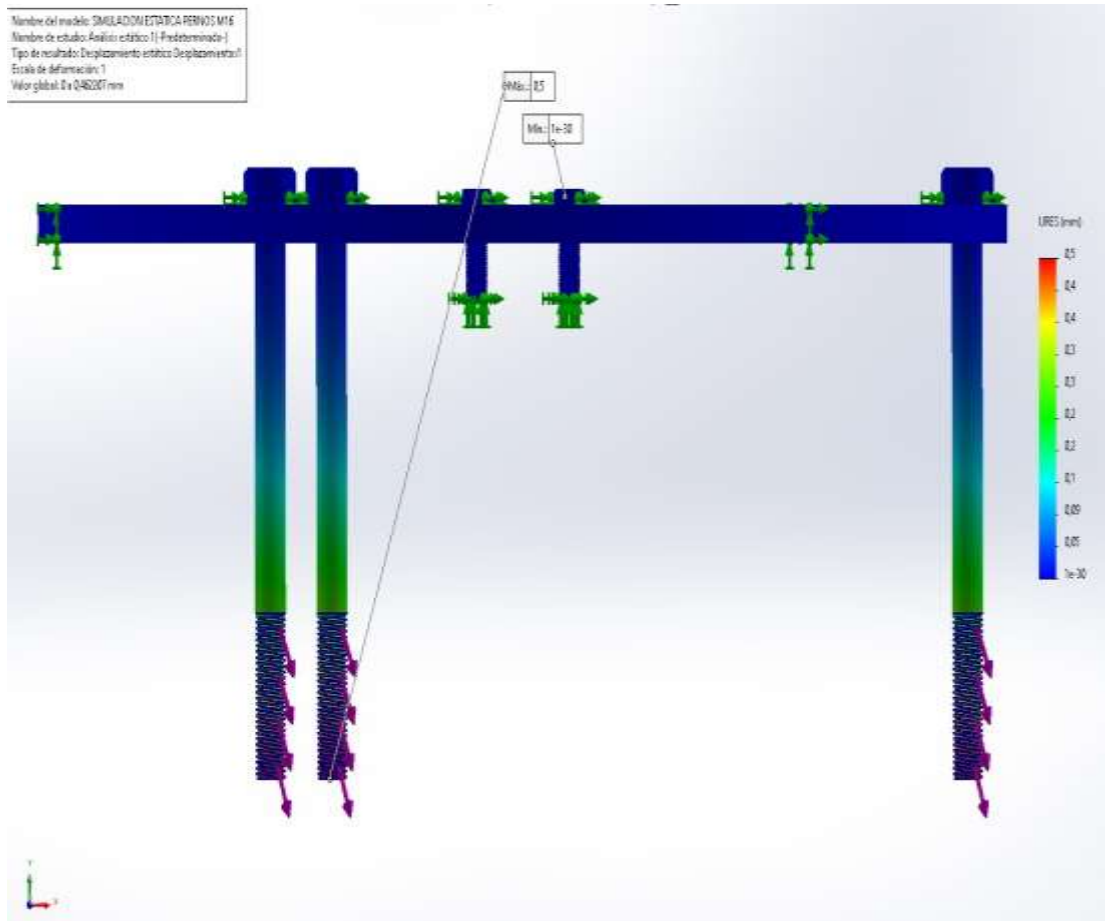
Los resultados de la simulación 4 se muestra en la figura 36 del perno M16, en esta se analizaron las tensiones, aplicando la tensión de Von Mises, la mínima obtenida fue de  $20388e+02 \text{ N/m}^2$ , y la máxima obtenida fue de  $49227e+08/\text{m}^2$ .





**Figura 36. Resultado de tensiones de la simulación 3**

En la figura 37 se muestran los resultados de los desplazamientos resultantes del perno M16, en donde el mínimo obtenido fue  $1e-30$  mm, el máximo fue de 0,5 mm.



**Figura 37. Resultado de desplazamientos de la simulación 3**

En la figura 38 se muestra el factor de seguridad del perno M16, en donde el mínimo obtenido fue de 1,25 el máximo obtenido fue de 6.



*Figura 38. Resultado de factor de seguridad, simulación 3*

### 5.3. Discusión de resultados

Se logró el objetivo principal de esta tesis, que fue diseñar el mecanismo del extractor hidráulico para el montaje y desmontaje del freno de Scoop R1300G, para ello se identificó el mejor sistema de accionamiento hidráulico, los sistemas de fijación y los elementos de seguridad. A nivel internacional este trabajo se asemeja con el de Ovallos y Palomino, que logró diseñar un extractor hidráulico manual portátil tipo "C" que representó una solución efectiva y competitiva (7). Igualmente, el trabajo de Chilig, pudo realizar el diseño de un sistema semiautomático para remachar zapatas de freno para tracto camiones (8). Además, el estudio de Guevara y Pilco diseñaron módulo para facilitar el montaje y desmontaje del rodamiento de bolas a rótula 1208 k, por lo que construyeron el prototipo y se realizaron experimentos utilizando el método del ángulo de apriete en el módulo terminado (9). Estos hallazgos se parecen a los encontrados en este estudio, ya que se logró diseñar el mecanismo.

A nivel nacional, se tiene el estudio de Gómez que diseñó el soporte de un extractor para desmontaje de pines de cadenas de oruga, este diseño cumplió con los requisitos de resistencia y facilidad de manipulación, lo que lo hace adecuado para su aplicación en el desmontaje de pines (10). Asimismo, el estudio de Santisteban logró diseñar un extractor de pines que permitió satisfacer las necesidades de mantenimiento eficientes para las reparaciones del tren de rodaje de la maquinaria (11). Por otro lado, en el estudio de Choquehuayta se diseñó un mecanismo

extractor de pines de brazo de un rompe rocas. Estos hallazgos se parecen a los encontrados en este estudio, ya que se logró diseñar el mecanismo.

A nivel teórico, de acuerdo con Risitano, es un diseño mecánico fundamental en la producción de ingeniería que se ha adaptado plenamente a las nuevas exigencias legislativas, abarcando diversas técnicas de producción. En término "diseño" implica cualquier actividad capaz de transformar la realidad existente hacia condiciones más deseables. Dentro de la esfera tecnológica, este proceso se convierte en una gestión organizativa de recursos humanos y de la información acumulada, especialmente en el caso de productos industriales físicos, donde el diseño se traduce en la transformación de diversos recursos en requisitos funcionales para ofrecer soluciones físicas concretas (productos y sistemas) (14). Además, el extractor hidráulico es una herramienta que se emplea para extraer poleas, cojinetes de ejes o engranajes, especialmente cuando estos componentes están muy ajustados o no se pueden retirar con la fuerza de las manos. Esta herramienta es de uso general y resulta muy útil en una amplia variedad de proyectos y aplicaciones mecánicas (1). Por lo que se determina que el diseño de un extractor hidráulico es fundamental en la producción de ingeniería.

A nivel internacional, este trabajo se asemeja con el de Ovallos y Palomino, en donde para el diseño de un extractor hidráulico manual tipo "C" se usó un cilindro hidráulico de simple efecto de 150 mm de carrera y 79 mm de diámetro de vástago (7). Igualmente, en el trabajo de Chilig, en el que se diseñó un sistema semiautomático para remachar zapatas de freno para tracto camiones, se determinó el uso de una viga UPN de 20 cm, perfiles de acero de ángulo de 10 cm x 0.3 cm, un cilindro neumático de doble efecto con un diámetro de 16 cm, 1/8 Hp y dos rodamientos de 6 mm de diámetro interno (8). Además, el estudio de Guevara y Pilco para diseñar un módulo destinado a facilitar el montaje y desmontaje del rodamiento de bolas, se determinó el uso de numerosos componentes mecánicos del módulo como la palanca operativa, el módulo hexagonal y la estructura del marco (9). Estos hallazgos se parecen a los hallazgos de este estudio, ya que se logró diseñar el mecanismo del extractor hidráulico.

A nivel nacional, este trabajo se asemeja al estudio de Choquehuayta en el que se diseñó un mecanismo extractor de pines de brazo de un rompe rocas, se usaron materiales como acero ASTM A36 de dimensiones 500 mm x 350 mm x 25.4 mm y platinas de acero ASTM A36 de dimensiones 440 mm x 25 mm x 12.7 mm, junto con bomba manual de dimensiones 200 mm de largo y 88 mm de diámetro de base. Asimismo, en el estudio de Llamo, para el diseño de un extractor hidráulico de ruedas de buses y camiones, se determinó que la mayor fuerza de extracción registrada fue de 7105 N en la rueda 2 del eje posterior del camión Scania Serie 410 (13). Y el estudio de Santisteban que evidenció que la hubo una deformación de 0.01 mm al

aplicar una carga de 6.32 ton (11). Estos hallazgos se parecen a los encontrados en este estudio, ya que se logró diseñar el mecanismo del extractor hidráulico.

Según GLS Industrias los extractores hidráulicos son indispensables para realizar tareas de mantenimiento en componentes mecánicos. Cuando se necesita desmontar rodamientos de menor tamaño, los extractores de dos brazos son la opción ideal para garantizar una extracción segura que permita volver a utilizar el rodamiento sin daños. Se recomienda el uso de extractores URREA disponibles para diversas aplicaciones, para prevenir daños en los ejes, alojamientos o lesiones personales (1). Además, la máquina Scoop R1300G posee una fuerza de desprendimiento de 26.504 lb y una potencia del motor de 117 kW. Por lo que se evidencia que el diseño del mecanismo del extractor hidráulico es importante porque este permitirá que se optimice la ejecución de las actividades de la empresa.

Se logró diseñar los elementos del extractor hidráulico para el montaje y desmontaje del freno de Scoop R1300G, los elementos identificados fueron la placa de fijación, placa de compresión, placa soporte de cilindro, perno tirante, perno de compresión, tuerca, perno de fijación de cilindro de simple efecto y el cilindro de simple efecto. A nivel internacional, este trabajo se asemeja con el de Ovallos y Palomino, en donde para el diseño de un extractor hidráulico manual tipo “C”, los componentes que se usaron fueron un cilindro hidráulico de simple efecto y la bomba hidráulica (7). Igualmente, en el trabajo de Chilig se diseñó un sistema semiautomático para remachar zapatas de freno para tracto camiones, los componentes que se determinaron fueron la viga UPN, el cilindro neumático de doble efecto y rodamientos (8). Por otro lado, en el estudio de Guevara y Pilco se diseñó un módulo destinado a facilitar el montaje y desmontaje del rodamiento de bolas se determinó que los elementos son fueron una palanca operativa, el módulo hexagonal y la estructura del marco (9). Estos hallazgos se parecen a los hallazgos de este estudio, ya que se logró diseñar los elementos para el extractor hidráulico.

A nivel nacional, este trabajo se asemeja con en el estudio de Choquehuayta se diseñó un mecanismo extractor de pines de brazo de un rompe rocas, se usaron materiales como acero ASTM A36 de dimensiones 500mm x 350mm x 25.4mm y platinas de acero ASTM A36 de dimensiones 440mm x 25mm x 12.7mm, junto con bomba manual de dimensiones 200mm de largo y 88mm de diámetro de base. Así mismo el estudio de Llamo, que para el diseño de un extractor hidráulico de ruedas de buses y camiones se determinó que la mayor fuerza de extracción registrada fue de 7105 N en la rueda 2 del eje posterior del camión Scania Serie 410 (13). Y el estudio de Santisteban que evidenció que la hubo una deformación de 0.01 mm al aplicar una carga de 6.32 ton (11). Estos hallazgos ya que se logró diseñar los elementos para el extractor hidráulico.

Los componentes del extractor hidráulico es una placa de fijación que fija el pistón de freno de servicio para sacar los pernos y la fijación de paquete de freno; igualmente la placa de compresión fija y comprime los resortes del paquete de freno, luego de haber retirado los pernos de fijación del paquete de freno; la placa de soporte de cilindro es el soporte del cilindro de simple efecto, base de fijación de los pernos; el perno tirante va fijado en la parte mecánica del paquete de freno y guiador de desplazamiento de la placa de compresión; el perno de compresión tiene la función de asegurar la placa de fijación para el retiro de los pernos del paquete de freno; la tuerca es el complemento del perno de compresión; el perno de fijación de cilindro de simple efecto busca fijar el cilindro hidráulico a la placa de fijación y el cilindro de simple efecto comprime mediante la placa de compresión al pistón del paquete de freno, para extraer los resortes.

Se logró validar el diseño del extractor hidráulico para el montaje y desmontaje del freno de Scoop R1300G al utilizar el software SolidWorks en el que se realizó la simulación. A nivel internacional este trabajo se asemeja con el de Ovallos y Palomino, en donde para el diseño de un extractor hidráulico manual tipo “C”, se realizó una simulación con el software CAD que arrojó un margen de seguridad de 1.872 (7). Por otro lado, el estudio de Guevara y Pilco diseñó un módulo destinado a facilitar el montaje y desmontaje del rodamiento de bolas se realizaron experimentos utilizando el método del ángulo de apriete en el módulo terminado (9). Estos hallazgos se parecen a los hallazgos de este estudio, ya que se logró validar el diseño al utilizar el software SolidWorks.

A nivel nacional, este trabajo se asemeja con en el estudio de Gómez que diseñó el soporte de un extractor para desmontaje de pines de cadenas de oruga, y que mediante una simulación se encontró que la resistencia a la tracción de 465 MPa, más allá del valor mínimo necesario de 448.8 MPa (10). Igualmente, el estudio de Santisteban que diseñó un extractor de pines mediante la simulación evidenció una deformación de 0.01 mm al aplicar una carga de 6.32 ton. En el trabajo de Llamo para diseñar un extractor hidráulico de ruedas en la simulación evidenció que la mayor fuerza de extracción registrada fue de 7105 N en la rueda 2 del eje posterior del camión Scania Serie 410 (13). Estos hallazgos se parecen a los hallazgos de este estudio, ya que se logró validar el diseño al utilizar el software SolidWorks.

Uno de los criterios para evaluar la seguridad y resistencia es el criterio de Goodman, que se basa en una combinación de tensiones estáticas y tensiones alternantes, así, establece que la vida útil del material es una relación inversa con la suma de los inversos de la tensión máxima permisible y la inversa de la tensión alternante. Con respecto a los límites de resistencia del material y el criterio de Soderbergh, considera la relación entre las tensiones medias y

alternantes, y establece que la vida útil del material es una relación inversa con la suma de los inversos de la tensión máxima permisible y la inversa de la tensión alternante, pero con respecto al límite de resistencia a la fatiga (18).

## CONCLUSIONES

1. Se logró el objetivo principal de esta tesis, que fue diseñar el mecanismo del extractor hidráulico para el montaje y desmontaje del freno de Scoop R1300G, para ello se identificó el mejor sistema de accionamiento hidráulico, los sistemas de fijación y los elementos de seguridad.
2. Se logró diseñar el mecanismo del extractor hidráulico para el montaje y desmontaje del freno de Scoop R1300G, se determinó que el material del mod-1-01 fue de tipo acero, de material ASTM A-36, con un esfuerzo que soporta 400Mpa con factor de seguridad que ejerce con respecto a los pernos M10 clase de propiedad 12.9 DIN y la arandela a din 125. Con respecto a la carga de perno M16 con arandela M16 DIN 125, su factor de seguridad es de 5.09, el mod-1-02 fue de tipo sombrero sólido, de material fundición gris ASTM A-48; el mod-1-, está soportando la carga de empuje resultante 13433 N de los resortes en el eje X. En relación al cetro de gravedad calculado por el método de Neumann, al tener una figura circular y una profundidad Z de 2cm y una radio de 0.15 y una área de contacto y así mismo la carga de reacción de la gata hidráulica que en general nos 3.237 con ayuda del método de Neuman; el cilindro HSS254 es de tipo cilindro hueco, de material HSS254; el pistón HSS254 es de tipo vástago con cabezal, de material HSS254; el espesor de la pieza mecánica fue de tipo aro de material ASTMA A-36.
3. Se logró diseñar los elementos del extractor hidráulico para el montaje y desmontaje del freno de Scoop R1300G, los elementos identificados fueron la placa de fijación, placa de compresión, placa soporte de cilindro, perno tirante, perno de compresión, tuerca, perno de fijación de cilindro de simple efecto y el cilindro de simple efecto.
4. Se logró validar el diseño del extractor hidráulico para el montaje y desmontaje del freno de Scoop R1300G al utilizar el software SolidWorks en el que se realizó la simulación



## **RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda a la Empresa Minera Hurón SA., ejecutar este diseño para poder construir un extractor hidráulico para el montaje y desmontaje del freno de Scoop R1300G.
2. Se recomienda a la Empresa Minera Huarón S. A., utilizar la herramienta en mención para implementar la tecnología y así realizar mejora al extractor hidráulico a electrohidráulico para el montaje y desmontaje del freno de Scoop R1300G.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. GLS INDUSTRIAS. Extractor mecánico. [En línea] 1 de noviembre de 2021. [Citado el: 2 de abril de 2024.] <https://industriasgsl.com/blogs/automatizacion/extractor-mecanico>.
2. CATERPILLAR. Cargadores de carga, acarreo y descarga (LHD) para minería subterránea. [En línea] Caterpillar, 21 de junio de 2020. [Citado el: 2 de abril de 2024.] [https://www.cat.com/es\\_US/products/new/equipment/underground-hard-rock/underground-mining-load-haul-dump-lhd-loaders/18192466.html](https://www.cat.com/es_US/products/new/equipment/underground-hard-rock/underground-mining-load-haul-dump-lhd-loaders/18192466.html).
3. FERREYROS. Productividad. [En línea] Ferreyros S.A., 15 de diciembre de 2019. [Citado el: 2 de Abril de 2024.] <https://www.ferreyros.com.pe/servicios/productividad/>.
4. GRUPO CARMAN. Diseño industrial: Diseño y evaluación. [En línea] 19 de marzo de 2014. [Citado el: 1 de abril de 2024.] <https://grupocarman.com/blog/2014/03/19/disenio-industrial-historia-y-evolucion/>.
5. CADEMS. Diseño mecánico: en qué consiste y cuáles son las mejores herramientas. [En línea] Computer Aided Design, Engineering and Manufacturing Systems, 8 de abril de 2021. [Citado el: 2 de abril de 2024.] <https://www.cadems.es/disenio-mecanico-consiste-cuales-las-mejores-herramientas/>.
6. BUDYNAS, Richard. *Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley*. Novena edición. Ciudad de México : McGraw-Hill, 2012. pág. 1068. ISBN 978-607-15-0771-6.
7. OVALLOS, Julián y PALOMINO, David. Diseño de un extractor hidráulico manual tipo “c” para el desmonte de pines de oruga en la empresa All Machines SAS. Tesis (Título de Ingeniero Mecánico). Bucaramanga : Universidad Industrial de Santander, 2023, 69 pp.
8. CHILIG, Jhonny. Diseño de un sistema semiautomático para remachar zapatas de freno para tracto camiones con modelos de serie 4515 y 4709. Tesis (Título de Ingeniero Mecatrónico). Quito : Universidad Tecnológica Equinoccial, 2018, 62 pp.
9. GUEVARA, Luis y PILCO, Paul. Diseño y construcción de un módulo para el montaje y desmontaje del rodamiento de bolas a rótula 1208k para el laboratorio de mantenimiento correctivo de la facultad de Mecánica. Proyecto técnico (Título de Ingeniero en Mantenimiento Industrial). Riobamba : Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2023, 160 pp.
10. GÓMEZ, Fred. Diseño del soporte de un extractor para desmontaje de pines de cadenas de oruga en la Empresa Aguara Ingenieros. Tesis (Título de Ingeniero Mecánico). Huancayo : Universidad Nacional del Centro del Perú, 2021, 70 pp.
11. SANTISTEBAN, Raymundo. Diseño de un extractor de pines para reducir el tiempo de operación en los trabajos del tren de rodaje de excavadora CAT 320. Tesis (Título de Ingeniero Mecánico Electricista). Chiclayo: Universidad César Vallejo, 2020, 86 pp.

12. CHOQUEHUAYTA, Jean Carlos. Diseño de mecanismo extractor de pines de brazo de un rompe rocas, Arequipa, 2019. Tesis (Bachiller en Ingeniería Mecánica). Arequipa : Universidad Continental, 2019, 81 pp.
13. LLAMO, Wilder. Diseño de un extractor hidráulico de ruedas de buses y camiones para disminuir el tiempo de extracción en el servicio en la Empresa SCANIA – Lambayeque 2019. . Tesis (Título de Ingeniero Mecánico Electricista). Chiclayo: Universidad César Vallejo, 2020, 76 pp.
14. RISITANO, Antonio. *Mechanical Design*. New York: CRC Press Tayloe & Francis Group, 2011. ISBN 978-1-4398-1170-2.
15. ASHBY, Michael. *Materials Selection in Mechanical Design*. Cuarta edición. Burlington : Butterworth-Heinemann, 2010. ISBN 9781856176637.
16. INACAP. Extracción mina II: Apuntes carguío y transporte. [En línea] 12 de Abril de 2019. [Citado el: 2 de Abril de 2024.] <https://pdf4pro.com/view/extraccci-211-n-mina-ii-apuntes-cargu-205-o-y-transporte-6a49c8.html>.
17. RICHARD, Keith. *Diseño en ingeniería mecánica de shigley- octava edición*. Quinta edición. Ciudad de México : McGraw-Hill. ISBN-13: 978-970-10-6404-7.
18. MONOGRAFÍAS. Centro de gravedad, centro de masa y centroide. [En línea] 1 de noviembre de 2021. [Citado el: 2 de abril de 2024.] <https://www.monografias.com/trabajos-pdf4/centro-gravedad-centroide/centro-gravedad-centroide.centro-gravedad>.
19. MOTT, Robert. *Machine Elements in Mechanical Design*. Sexta. Hudson: Pearson Education, Inc, 2018. pág. 837.
20. GÓMEZ, Félix y GONZÁLEZ, Antonio. Soldadura y técnicas de Unión. [En línea] 12 de Junio de 2018. [Citado el: 2 de Abril de 2024.] <https://www.um.es/documents/4874468/16219625/tema06.pdf/68623279-7e47-447b-8b8d-0de70f0626e5>.
21. BARRIGA, Benjamín. *Métodos de diseño en ingeniería mecánica*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2016.
22. JÄNSCH, J. Y BIRKHOFFER. The development of the guideline VDI 2221 - The change of direction. *The Design Society*, mayo de 2006, Vol. 1, 45-52.
23. KENTON, Will. What Is a Black Box Model? Definition, Uses, and Examples. [En línea] Investopedia, 21 de Junio de 2019. [Citado el: 2 de Abril de 2024.] <https://www.investopedia.com/terms/b/blackbox.asp>.

## **ANEXOS**

## Anexo 1

### Matriz de consistencia

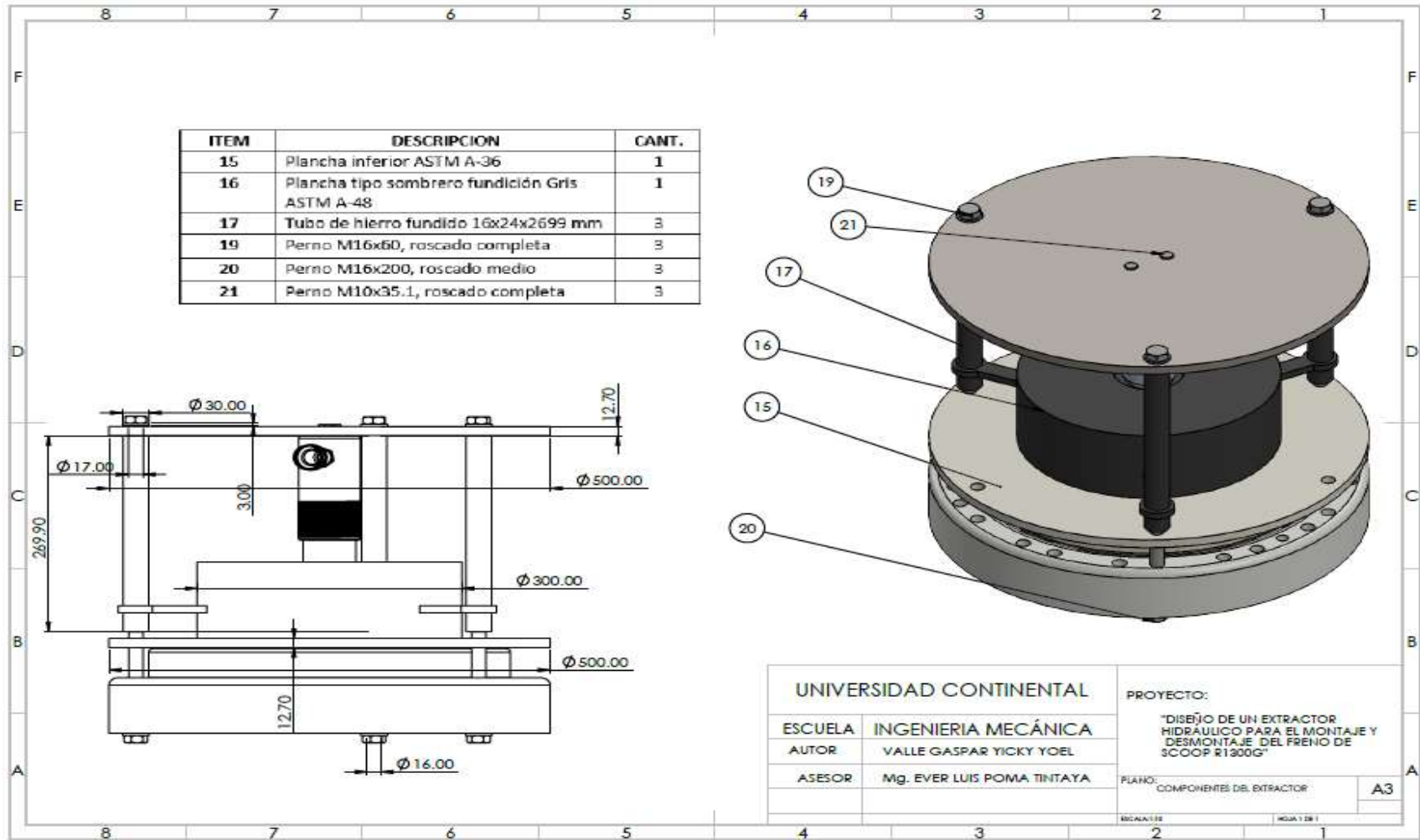
**Título:** Diseño de un extractor hidráulico para el montaje y desmontaje del Freno Scoop R1300g.

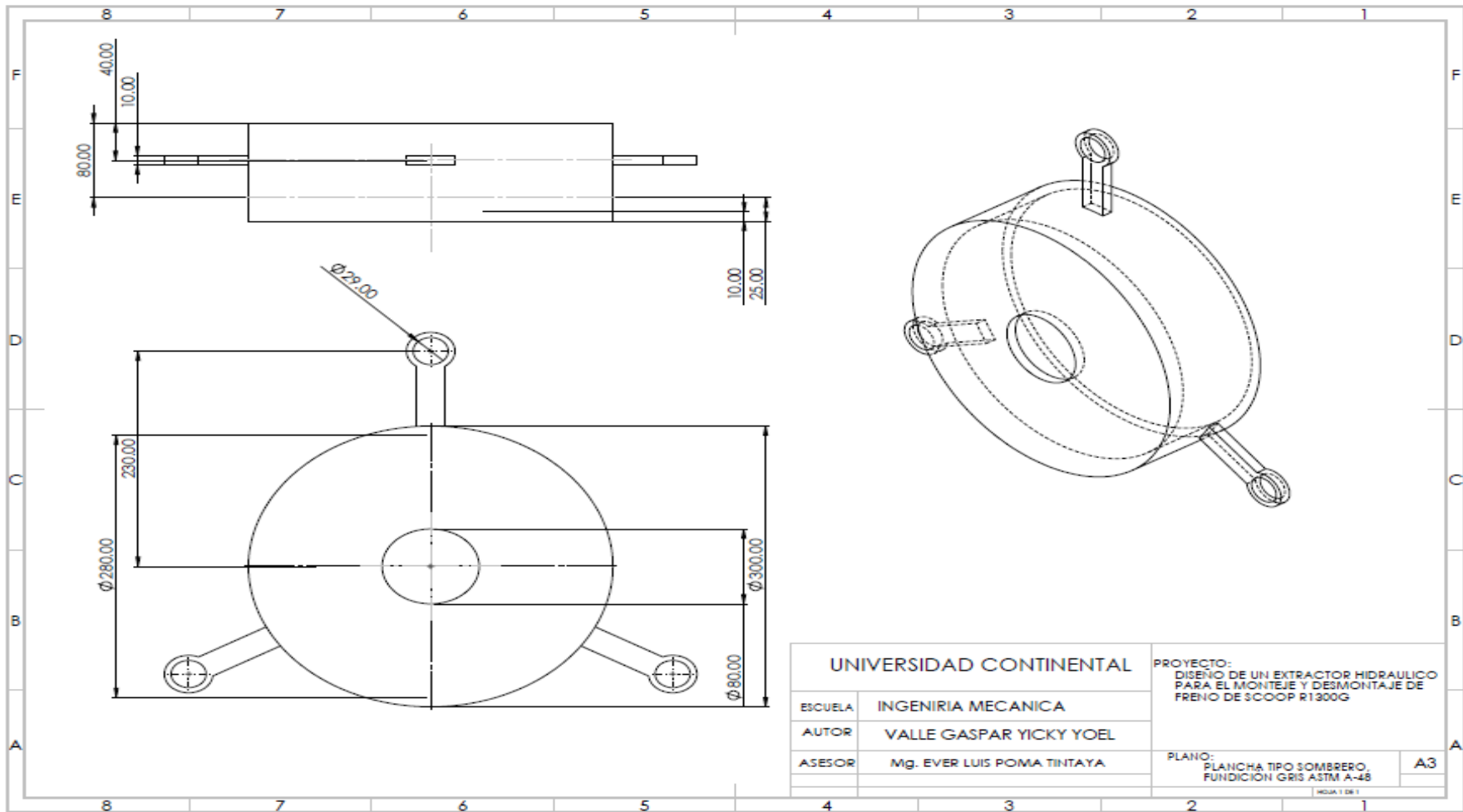
**Autor:** Valle Gaspar Yicky Yoel

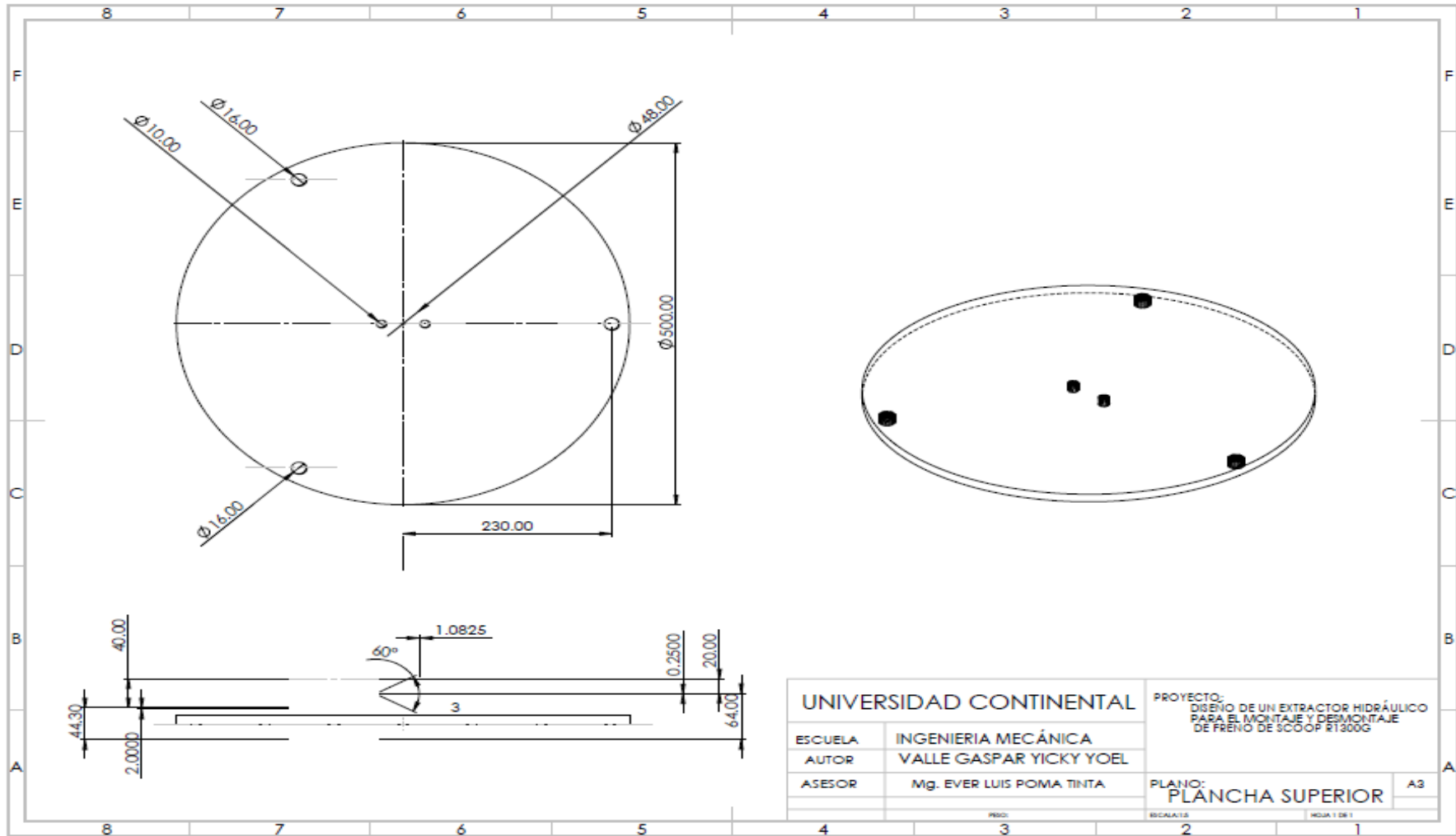
Problema	Objetivo	Variables y dimensiones	Metodología	Población y muestra
<p>Problema general:</p> <p>¿Cómo diseñar un extractor hidráulico para el montaje y desmontaje del freno de Scoop R1300G?</p> <p>Problemas específicos:</p> <p>¿Cómo diseñar el mecanismo del extractor hidráulico para el montaje y desmontaje del freno de Scoop R1300G?</p> <p>¿Cómo diseñar los elementos del extractor hidráulico para el montaje y desmontaje del freno de Scoop R1300G?</p> <p>¿Cómo validar el diseño del extractor hidráulico para el montaje y desmontaje del freno de Scoop R1300G?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Diseñar un extractor hidráulico para el montaje y desmontaje del freno de Scoop R1300G.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <p>Diseñar el mecanismo del extractor hidráulico para el montaje y desmontaje del freno de Scoop R1300G.</p> <p>Diseñar los elementos del extractor hidráulico para el montaje y desmontaje del freno de Scoop R1300G.</p> <p>Validar el diseño del extractor hidráulico para el montaje y desmontaje del freno de Scoop R1300G utilizando el software SolidWorks.</p>	<p>Diseño de extractor hidráulico</p> <p>Elementos del extractor hidráulico</p>	<p>Tipo de Investigación:</p> <p>Tecnológica</p> <p>Nivel de Investigación:</p> <p>Explicativo</p> <p>Método General:</p> <p>Método científico</p>	<p>Población:</p> <p>Extractor hidráulico para el montaje y desmontaje del freno SCOOP R1300G.</p> <p>Muestra:</p> <p>Extractor hidráulico para el montaje y desmontaje del freno SCOOP R1300G.</p>

## Anexo 2

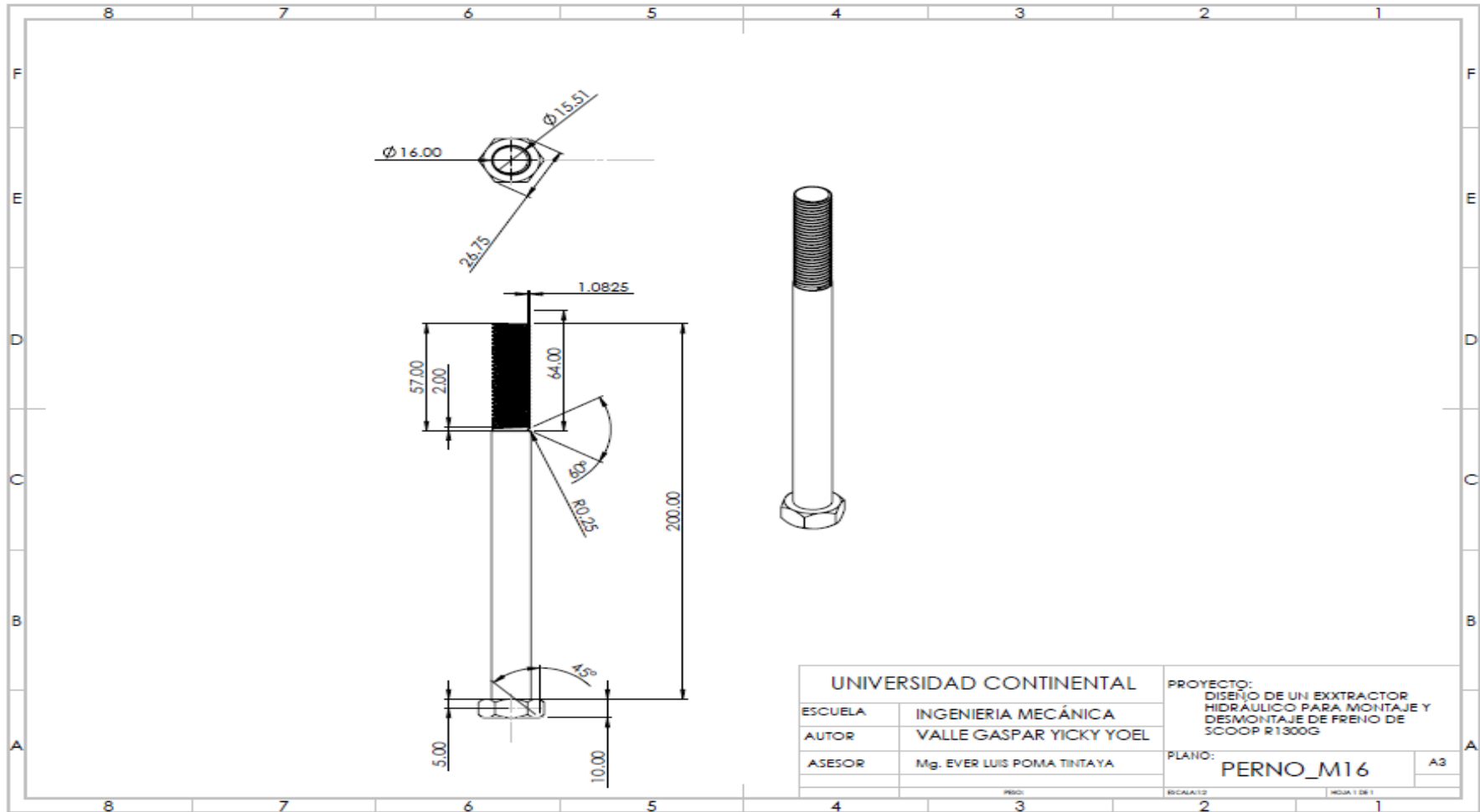
### Planos











UNIVERSIDAD CONTINENTAL		PROYECTO:	
ESCUELA	INGENIERIA MECÁNICA	DISEÑO DE UN EXTRACTOR HIDRÁULICO PARA MONTAJE Y DESMONTAJE DE FRENO DE SCOOP R1300G	
AUTOR	VALLE GASPAR YICKY YOEL	PLANO:	PERNO_M16
ASESOR	Mg. EVER LUIS POMA TINTAYA		A3
		ESCALA: 1:2	Hoja 1 de 1

