

**MEJORA ESTRUCTURAL E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE ACCIONAMIENTO
HIDRONEUMÁTICO PARA UNA PRENSA HIDRÁULICA TIPO H**

DANNY ALEXANDER CASTRO ARIAS

ESTEBAN DAZA BAENA

GIOVANNY ELIAS ESCOBAR PUERTA

Proyecto de grado presentado como prerrequisito para optar al título de
INGENIERO MECÁNICO

Asesor metodológico

CHRISTIAN ANDRES GONZALEZ SALAZAR

Ingeniero Mecánico

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO

FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERÍA MECÁNICA

MEDELLÍN

2018

CONTENIDO

RESUMEN.....	4
ABSTRAC.....	5
1. INTRODUCCIÓN.....	6
2. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	7
2.1. PROBLEMA GENERAL.....	7
2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	7
3. JUSTIFICACIÓN.....	8
4. OBJETIVOS.....	9
4.1. OBJETIVO GENERAL.....	9
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
5. ESTADO DEL ARTE.....	10
6. MARCO TEORICO.....	12
6.1. PRINCIPIO DE PASCAL.....	12
6.2. PRINCIPIO DE ARQUIMEDES.....	12
6.3. CLASIFICACION DE LAS PRENSAS HIDRAULICAS.....	13
6.4. VENTAJAS DE LAS PRENSAS HIDRÁULICAS.....	14
6.5. PARÁMETROS PARA SELECCIONAR UNA PRENSA HIDRÁULICA.....	16
6.6. COMPONENTES GENERALES DE UNA PRENSA HIDRÁULICA.....	17
6.7. SISTEMA HIDRAULICO PARA PRENSAS.....	18
7. REDISEÑO ESTRUCTURAL Y MECÁNICO DE LA PRENSA.....	19
7.1. PRIMERA ETAPA. CARACTERIZACIÓN DEL DISEÑO INICIAL.....	19
7.1.1. DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO.....	19
7.1.2. GEOMETRÍA.....	21
7.1.3. COMPONENTES.....	22
7.2. SEGUNDA ETAPA. PARÁMETROS DEL REDISEÑO.....	23
7.3. TERCERA ETAPA. CÁLCULOS TEÓRICOS DE REDISEÑO DE LA PRENSA.....	23
7.3.1. CALCULO TEORICO DE RESISTENCIA DE LAS COLUMNAS.....	23
7.3.2. CALCULO TEÓRICOS DE RESISTENCIA MESA DE TRABAJO.....	27
7.4. CUARTA ETAPA. ANALISIS POR ELEMENTOS FINITOS DE LOS COMPONENTES ESTRUCTRALES DE LA PRENSA.....	29
7.4.1. CALCULO DE RESISTNCIA DE LA COLUMNA.....	29
7.4.2. ANALISIS MESA DE TRABAJO.....	31
7.5. QUINTA ETAPA. ANALISIS REUSLTADOS DE LOS CALCULOS.....	33
7.6. SEXTA ETAPA. DISEÑO DE SISTEMA HIDRAULICO.....	34

7.7. SEPTIMA ETAPA. SELECCIÓN DE MATERIALES ESTRUCTURALES DE LA PRENSA HIDRÁULICA.....	36
7.8. OCTAVA ETAPA. SELECCIÓN DE EQUIPOS DEL SISTEMA HIDRAULICO.....	38
7.8.1. BOMBA HIDRONEUMÁTICA.....	38
7.8.2. CILINDRO HIDRÁULICO DE SIMPLE EFECTO.....	39
7.8.3. LINEA HIDRAULICA.....	40
7.8.4. ACEITE.....	41
7.9. NOVENA ETAPA. PLANOS CONSTRUCTIVOS DE LA PRENSA HIDRÁULICA.....	41
7.9.1. VISTA ISOMÉTRICA.....	42
7.9.2. VISTA FRONTAL.....	43
7.9.3. VISTA LATERAL.....	44
7.9.4. VISTA SUPERIOR.....	45
8. SELECCIÓN DE PINTURA.....	45
9. COTIZACIÓN REDISEÑO DE PRENSA HIDRAULICA.....	48
10. PROCESO DE INSTALACIÓN.....	49
11. METODOS DE PRUEBA.....	58
11.1 PRUEBA DE SOSTENIMIENTO DE CARGA.....	58
11.2 PRUEBA DE LOGITUD MAXIMA.....	59
11.3 PRUEBA DE DESCENSO.....	60
11.4 PRUEBA DE RETROCESO.....	60
11.5 MARCADOR DE RESULTADOS.....	60
12 RECOMENDACIONES.....	61
CONCLUSIONES.....	62
BIBLIOGRAFIA.....	63
ANEXOS.....	64

RESUMEN

Este trabajo de grado consiste en la mejora de una prensa hidráulica tipo H que pertenece a la Institución Universitaria Pascual Bravo, ésta hace parte del grupo de equipos que componen el taller de mecánica ubicado en el bloque 15 del campus educativo, La máquina se encontraba en estado de inactividad debido a su deterioro en piezas estructurales, además su sistema hidráulico se encontraba completamente dañado, por lo que se ha observado la necesidad de restaurarla, ponerla en funcionamiento y mejorar su operación. Se realizaron análisis estructurales utilizando modelaciones a través de software de cálculo por elementos finitos, se establecieron parámetros de operación y se seleccionaron componentes de la estructura a través de criterios de falla. Se consideró la utilización de un sistema Hidroneumático que permite una operación más eficiente y segura de la prensa, el sistema hidráulico se fundamentó a través de cálculos pertinentes que determinaron la capacidad máxima de la prensa y sus parámetros de operación. Conociendo los resultados de los análisis realizados, se llevó a cabo la restauración y modificación de los componentes estructurales, se instaló el nuevo sistema hidroneumático y se puso a prueba la prensa, midiendo sus parámetros de operación con el objetivo de garantizar que estos corresponden a los resultados obtenidos por medio de los análisis desarrollados durante el proyecto. Finalmente, el informe contiene una serie de conclusiones que se refieren al impacto generado a partir del uso de la prensa por parte de la comunidad Pascualina, el valor agregado con la mejora en el sistema hidráulico y la relación costo beneficio del proyecto.

Palabras clave: Hidráulica, prensa, cálculos, modelación, elementos finitos, mejora, mecánica, inactividad, funcionamiento, restauración, modificación, estructura, impacto, análisis.

ABSTRAC

The present dissertation consist in the improvement of a hydraulic press H type which belong to University institution Pascual Bravo, the press is part of the equipment's group that make up the mechanical workshop which is located in the fifteen block of the institution, it has been observed the need for restore, put into operation and improve the press' operation, which was in a state of inactivity on account of its deterioration in structural parts, besides its hydraulic system was utterly damaged. Structural analyses were carried out using modeling through a calculation software by finite elements, operation parameters were established and components of the structure were selected through fault criteria, The use of a hydropneumatic system that allows an operation more efficient and safe press is considered, the hydraulic system was based through hydraulic calculations determined the press' maximum capacity and its operation parameters. knowing the results of the analyses performed, the restoration and modification of structural components was carried out, the new hydropneumatic system was installed and the press was tested by measuring its operating parameters, with the objective of guarantening that these correspond to the results obtained through the analyses developed during the project. Finally, the report contain a serie of conclusions that relate to the impact generated in the Pascualina community with the press' availability, the added value to the press through the improvement in the hydraulic system and the benefit-cost relationship of the project.

Keywords: Hydraulic, press, calculations, finite elements, occurrence

1. INTRODUCCIÓN

El proyecto se desarrolló en torno a una prensa hidráulica tipo H, la cual es una máquina herramienta de gran utilidad para los talleres mecánicos, permite entre otras la facilidad de ejercer sobre una pieza o componente mecánico una gran presión, actividad fundamental que se requiere para la inserción de bujes, cojinetes o rodamientos, también permite enderezar o doblar piezas metálicas según su calibre y maleabilidad del material. En este caso en particular pertenece a un taller mecánico de uso académico en el cual se ejecutan prácticas de laboratorio que complementan los cursos que ofrece la institución Universitaria Pascual Bravo.

La prensa se encontraba apilada en el taller y en desuso debido a su mal estado, lo que impedía realizar alguna operación en ella, debido a esto se buscó la manera de habilitarla como herramienta didáctica de aprendizaje para la comunidad estudiantil. Para cumplir dicho objetivo se usaron metodologías de análisis estructural y diseño mecánico que permitieron validar la resistencia de la estructura y mejorar la operación mediante un nuevo sistema hidráulico.

Para llevar a cabo la restauración y mejora mencionadas se realizaron actividades secuenciales planteadas para lograr el objetivo tales como: Un análisis estructural de la prensa y sus capacidades de carga, arrojando como resultado los parámetros para la selección de los componentes adecuados que se utilizaron para reforzar la estructura, así mismo un cálculo hidráulico que permitió determinar la configuración del sistema y se seleccionaron los componentes a utilizar en el mismo, se propusieron las mejoras técnicas que permitieran incrementar la eficiencia en el funcionamiento de la prensa y la manera más efectiva de implementarlas.

Este proyecto se realizó con el propósito de ayudar a los futuros estudiantes de los programas de mecánica y afines de la institución para que cuenten con una herramienta que les ayude a complementar su formación académica y profesional.

2. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

2.1. PROBLEMA GENERAL

La Institución Universitaria Pascual Bravo cuenta con una prensa hidráulica en mal estado por la falta de uso y mantenimiento. Se hace necesario poner en funcionamiento dicho equipo, debido a la ayuda que este presta en los procesos académicos y prácticos de los estudiantes.

2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- A.** La base de anclaje que soporta la prensa hidráulica sufrió daños por deformación, debido a que se superaron durante su operación las cargas máximas permisibles por el material.
- B.** El gato hidráulico de accionamiento manual no funciona, debido a fugas de aceite, empaques deteriorados, bomba manual en mal estado y ausencia de aceite necesario para la operación.
- C.** De acuerdo con las necesidades de la institución, se espera que la prensa no requiera de accionamiento manual para su operación, en lugar de esto deberá funcionar autónomamente a través de una unidad hidráulica adecuada.

3. JUSTIFICACIÓN

Este proyecto pretende principalmente realizar la restauración, puesta en marcha y mejora de las condiciones técnicas en la operación de una prensa hidráulica, permitiendo así que ésta pueda ser utilizada nuevamente en las actividades que se realicen en el taller y que así lo requieran, con el fin de permitir que los estudiantes de mecánica y afines cuenten con una herramienta útil de aprendizaje didáctico, en buen estado y con mejoras técnicas que optimizan la operación y ofrecen un incremento en el rendimiento. Este proyecto permitirá potenciar el aprendizaje que los estudiantes Pascualinos obtienen a través de las practicas que realicen en los talleres de la institución, las cuales complementan los conocimientos que se adquieren teóricamente durante el trascurso de los programas académicos. Para garantizar que se cumplieran los objetivos y que el resultado obtenido permite llenar las expectativas que se tenían al inicio del proyecto, cada componente de la prensa fue sometido a un análisis que permite determinar su idoneidad de acuerdo con su función, condiciones de operación y cargas a las que serán sometidos.

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar una restauración a la estructura metálica de una prensa Tipo H perteneciente a la Institución Universitaria Pascual Bravo y mejorarla implementando un sistema hidráulico de accionamiento neumático, con el fin de que esté operativa, se optimicen sus parámetros de operación e incremente su eficiencia.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Adaptar un sistema hidráulico por accionamiento neumático
- Definir la capacidad operativa de la prensa hidráulica,
- Determinar procesos operativos que se pueden llevar a cabo en la prensa hidráulica.
- Elaborar hojas de trabajo y seguimiento técnico de operaciones.
- Establecer un protocolo de mantenimiento de acuerdo con condiciones de operación críticas
- Elaborar planos de diseño
- Determinar las condiciones de uso para evitar daños en la prensa hidráulica.

5. ESTADO DEL ARTE

En el siglo XVII, en Francia, el matemático y filósofo Blaise Pascal comenzó una investigación referente al comportamiento de los fluidos. Observó que, al empujar un líquido, la presión que se ejercía era igual en magnitud en todas direcciones. Gracias a este principio se ha logrado producir fuerzas muy grandes utilizando fuerzas relativamente pequeñas. Uno de los aparatos más comunes para alcanzar lo anteriormente mencionado es la prensa hidráulica, la cual está basada en el principio de Pascal.

La prensa hidráulica es una aplicación del principio de Pascal. Es una máquina herramienta que tiene como finalidad lograr la deformación permanente o incluso cortar un determinado material, mediante la aplicación de una carga. Es utilizada en operaciones de trabajo en frío y en caliente. Consiste en una estructura que sostiene una bancada y un ariete, una fuente de potencia, y un mecanismo para mover el ariete linealmente y en ángulos rectos con relación a la bancada.

La industria peruana dentro de sus distintos sectores desarrolla procesos mecánicos para el sector automotriz.

Una de las máquinas que lleva a cabo estos procesos son las prensas hidráulicas tipo H modificada para TDM donde se encuentra:

Capítulo 1. El objetivo de la tesis: Rediseñar una prensa hidráulica de 50 toneladas de capacidad para procesos de extracción y montaje, y justifica el estudio ya que ofrece una solución frente a procesos de mantenimiento mecánico en la industria Antioqueña, planteándose un modelo genérico que permita la utilización de la prensa en diversos procesos industriales. Tales como extracción de bujes, rodamientos, chumaceras y ensamblaje de piezas a presión, entre otras.

En el Capítulo 2, se interpretan los conceptos que rigen la física, la hidráulica y la resistencia de materiales con el fin de aplicarlos al análisis estructural e hidráulico, permitiendo

En el Capítulo 3, construir un proceso sistemático para la caracterización de una prensa hidráulica basada en la capacidad de carga.

En el Capítulo 4, se aplican los conceptos antes mencionados. En el ámbito estructural, se desarrolla el diagrama de cuerpo libre de las partes involucradas. Posteriormente se definen los esfuerzos a los que es sometido y a partir de ello, se seleccionan las secciones de los perfiles que conformarán estructuralmente la prensa. En el ámbito hidráulico, se aplica la metodología de Vickers en la elección de los elementos. El actuador se selecciona a partir de la capacidad de carga que a su vez permite el cálculo de la presión (198,36 Bar) y caudal ($5,23 \times 10^{-4} \text{m}^3/\text{s}$) que son los factores más importantes para el dimensionamiento de los conectores, la bomba y el tanque.

En el Capítulo 5, se definen los elementos que serán parte de la prensa hidráulica de 50 toneladas de capacidad para procesos mecánicos en el sector automotriz que son: cuatro columnas de tipo HEB 120 y dos vigas de sección 50 mm x 285 mm unidos mediante cordones de soldadura AWS E6011, ISO E 43 2 C 16, dieciséis unidades de pernos de anclaje HILTI HSL 3 M20, un cilindro hidráulico de 200 mm de diámetro interior y 360 mm de diámetro exterior, una bomba de 17.6 Hp, un tanque hidráulico de 6 L , conectores SAE 100R12, entre otros.

En el capítulo 6, se asignan los costos a las partes previamente seleccionadas y se estima el costo de la prensa, además se muestran los precios de prensas hidráulicas en el mercado. Finalmente se concluye que las características mecánicas de una prensa hidráulica versátil son determinadas a partir de la capacidad, en este caso: 50 toneladas. Además, el diseño de prensa propuesto puede ser usado en la industria automotriz, metalmecánica, de reciclaje, etc. gracias a la versatilidad del modelo.



Imagen 1. Prensa para modificar. (Fuente TDM)

6. MARCO TEORICO

6.1. PRINCIPIO DE PASCAL

El principio de Pascal (imagen 2) habla de un cambio de presión aplicado a un fluido en reposo dentro de un recipiente, se transmite sin alteración a través de todo el fluido. Es igual en todas las direcciones y actúa mediante fuerzas perpendiculares a las paredes que lo contienen, es así como se puede dar la explicación de cómo es el principio de funcionamiento de una prensa hidráulica.

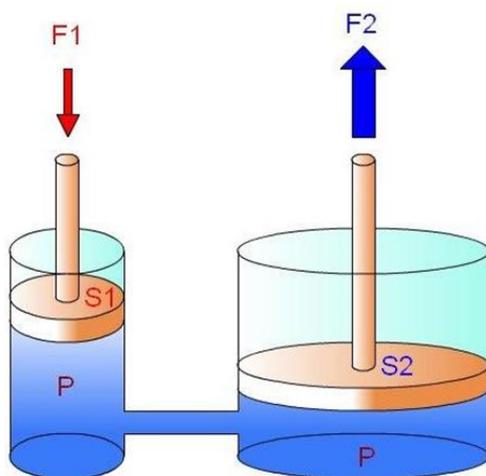


Imagen 2. Principio de Pascal con dos recipientes y con émbolos de diferentes tamaños. Fuente (Wikipedia)

6.2. PRINCIPIO DE ARQUIMEDES

El principio de Arquímedes (imagen 3) nos dice que todo cuerpo sumergido en un líquido recibe un empuje de abajo hacia arriba igual al peso del volumen del líquido desalojado.

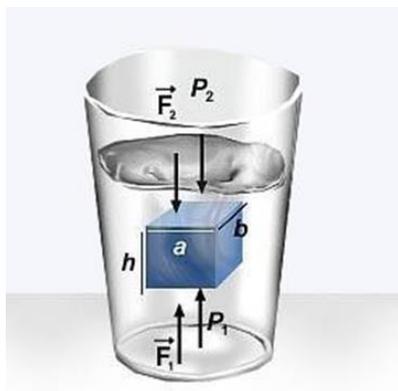


Imagen 3. Se muestran las fuerzas que actúan sobre el objeto a cuando es sumergido en un líquido. (Fuente Wikipedia)

6.3. CLASIFICACION DE LAS PRENSAS HIDRAULICAS

- **Prensas de taller:**

Las prensas de taller son mayormente empleadas en grandes instalaciones industriales donde se utiliza maquinaria y equipo pesado. Actualmente hay dos tipos diferentes de prensas de taller, incluyendo las prensas con embragues de revolución completa y las prensas con embragues de revolución parcial. En una prensa con embragues de revolución completa, el embrague no puede ser interrumpido hasta que el cigüeñal ha hecho una revolución completa. En una prensa con embragues de revolución parcial, el embrague se puede interrumpir en cualquier momento durante una revolución.

- **Prensas de tipo pilar:**

El tipo de prensa hidráulica pilar da el acceso para que el operador pueda trabajar en tres lados diferentes de la prensa. Este tipo de prensas son ideales para aplicaciones como embutición profunda, moldeo por inyección vertical, trans-moldeo y moldeo de caucho. Este tipo de prensa hidráulica se fabrica por lo general para ejercer hasta 1000 toneladas de presión. Pueden ser construidas para permitir tanto operaciones eléctricas como manuales.

- **Prensas de marco C:**

Las prensas hidráulicas de marco C están construidas en forma de "C". Este diseño permite la maximización del espacio. Estas prensas están diseñadas sólo para aplicaciones de prensa individuales como enderezar y dibujar. La mayoría de las prensas de marco C se diseñan para generar alrededor de 300 toneladas de presión.

- **Prensas de marco H:**

Las prensas hidráulicas de marco H se pueden emplear para una serie de aplicaciones tales como doblado, perforación, dibujo, acuñamiento, prensado y trimado, para nombrar algunas. Muchas prensas de marco H están diseñadas para producir una presión que puede llegar a las 1.500 toneladas.

- **Prensas para laminado:**

Las prensas hidráulicas de laminación están diseñadas para operaciones manuales. Cuentan con dos aberturas (placas). Una de ellas se emplea para calentar y la otra para refrigerar. Ya sea la electricidad o el aceite se utilizan para calentar la placa de

calentamiento. Tener una placa de calentamiento y una placa de refrigeración hace el laminado de los materiales más rápidamente. Los polímeros son laminados sobre el metal y el papel sobre prensas hidráulicas para laminado. Las prensas de laminación también se utilizan para laminar tapas de libros y tarjetas de identidad.

6.4. VENTAJAS DE LAS PRENSAS HIDRÁULICAS

- **La fuerza total por toda la carrera:**

Es posible mantener el total de la fuerza por lo largo de la carrera, no solamente al fondo o el final de la carrera como en las prensas mecánicas. La ventaja de esta es quitar la necesidad de hacer cálculos de la presión del tonelaje al principio de la carrera, así es que no se requiere la compra de una prensa de 200 toneladas para alcanzar a la presión de 100 toneladas.

- **Más capacidad a menos costo:**

Se sabe que es más fácil y menos caro comprar ciertas clases de capacidad en las prensas hidráulicas. Lo de la carrera es mera ganga. Las carreras de 12, 18 y de 24 pulgadas son comunes. Aparte, es fácil aumentar esta medida. También se puede aumentar el claro máximo a bajos costos. Inclusive, es muy posible la instalación de las mesas (platinas) más grandes en las prensas pequeñas o la aumentación de cualquiera platina.

- **Menos el costo de compra:**

Por su potencia de fuerza no hay ninguna máquina que de la misma fuerza al mismo precio.

- **Menos costo de mantenimiento:**

Las prensas hidráulicas son bastantes sencillas en su diseño, con pocas partes en movimiento y están siempre lubricadas con un fluido de aceite bajo presión. En las pocas ocasiones de avería casi siempre son defectos menores, sea el empaque, la bobina solenoide y a veces una válvula, que son fáciles a refaccionar. En cambio, en las prensas mecánicas, un cigüeñal roto es significativo tanto en el costo de la parte como la pérdida de producción. No solo es el menor costo estas partes, sino también se puede reparar sin tener que hacer maniobras de desmontar piezas de gran tamaño; reduciendo tiempos de mantenimiento, y menos afectación en la producción.

- **Seguridad de sobrecarga incluida:**

Con una prensa de 100 toneladas si se calibra una fuerza de 100 toneladas, no se corre el riesgo de romper troqueles o la misma prensa por un excedente de fuerza; por que al tener el máximo de fuerza permitida, se abre una válvula de seguridad.

- **Mayor flexibilidad en control y versatilidad:**

Como siempre se puede mantener un control en una prensa hidráulica, como lo es fuerza, carrera, tiempo de trabajo, movimientos con secuencia, etc. Se puede disponer de una velocidad rápida de aproximación, y otra de trabajo, con ventajas de productividad, y de cuidado de herramientas. En una prensa hidráulica se puede controlar distancias de profundidad, aproximación, tiempos de trabajo, o toda una secuencia de operación, por medio de temporizadores, alimentadores, calentadores, etc. Por este motivo una presa hidráulica no solo sube y baja, como lo haría una presa mecánica.

- **Fuerza:**

Una prensa hidráulica puede hacer trabajos en ancho rango según su fuerza. Entre ellos son: el embutido profundo, reducción, formado de polímetros, el formado, el estampado, troquelado, el punzonado, el prensado, el ensamble ajustado, el enderezo. También es muy útil en los procesos de: el formado de sinterizado de ruedas abrasivas, la adhesión, el brochado, la calibración de diámetros, la compresión a plástico y a hule (goma, caucho), y los troqueles de transferencia.

- **Tamaño:**

Aunque una prensa muy común de 20 toneladas mide 1.7 m. por 0.7 m. por 1.5 m. una prensa de 200 toneladas solo mide 2.1 m. por 1.2 m. por 2 m. efectivamente con 10 veces la capacidad, pero solo un poco más grande; la prensa más grande desplaza solo 50% más. Como va incrementando la fuerza, se va economizando comparando a las prensas mecánicas.

- **Menos gastos en herramientas:**

Junto a la protección empotrada, lo mismo tocante a las herramientas. Se puede fabricar las herramientas según las tolerancias de un trabajo especificado, luego ajustar la fuerza de la prensa hidráulica según ésta misma. El hecho de lo mínimo de choque y de vibración les beneficia en más vida en las herramientas.

- **Menos ruido:**

Con menos partes movibles, y sin rueda volante, el nivel de ruido iniciado por la prensa hidráulica es mucho menos que la mecánica. Armadas según las normas, aunque están a

toda presión, las bombas imiten ruidos bajos las indicadas de las Normas Federales. También es posible minimizar el nivel de ruido por controlar la velocidad del vástago en pasarlo por el trabajo más lento y quieto.

- **Seguridad:**

Ni quisiera decir que las prensas hidráulicas sean más seguras que las mecánicas. Las dos clases son si se instalan se usan en la manera apropiada, pero con los controles a dos manos y los protectores enlazados, es más fácil fabricarlas con más seguridad por el hecho del control completo con el sistema hidráulico.

6.5. PARÁMETROS PARA SELECCIONAR UNA PRENSA HIDRÁULICA

- **El tonelaje o fuerza:**

La selección del tonelaje de una prensa hidráulica va a depender del trabajo a realizar, es fácil ajustar la fuerza adecuada y precisa para cada trabajo en particular.

- **La acción de la máquina:**

Para la selección del tipo de acción de la prensa va a depender del tipo de carrera, no es igual la carrera de una prensa hidráulica que de una mecánica.

Las prensas de Martillo y algunas prensas mecánicas son mejores para la producción de joyas y trabajos de impacto. Al contrario, en los trabajos de embutido profundo, los hace mejor una prensa hidráulica. A partir de esos casos, hay pocos ejemplos donde los resultados son mejores con el uso de las prensas hidráulicas que con las mecánicas, trabajando el mismo herramental. El cizallamiento (esfuerzo cortante) sale siendo igual en los dos tipos de máquinas.

- **La selección de tipo de prensa:**

Las prensas hidráulicas de marco H se pueden emplear para una serie de aplicaciones tales como doblado, perforación, dibujo, acuñamiento, prensado y trimado, para nombrar algunas. Muchas prensas de marco H están diseñadas para producir una presión que puede llegar a las 1.500 toneladas.

Cuanto más crítico es el trabajo y más tolerancia se demanda, más grande el rango de reserva en tonelaje deberá tener.

- **Calidad:**

Se sabe que existen varias clases en cuanto a la calidad de máquinas. Hay prensas más ligeras capaces de darle al material unos " toques ligeros" y luego regresar; también hay prensas de contracción pesadas para trabajar bien el metal.

Éstos son unos de los detalles sobre la construcción de las prensas que cuentan para poder hacer una buena comparación entre prensa y prensa.

1. **El cuerpo:** Fíjese en la construcción de la estructura: su rigidez, el grueso de la platina, su capacidad por dimensiones, y otros factores.
2. **El cilindro:** ¿Cuál es su diámetro? ¿Cuál es su forma de construcción? ¿Qué empresa la fabricó? ¿Es fácil darle servicio?
3. **La presión máxima del sistema:** ¿Qué presión se quiere en el sistema para que la prensa llegue a su fuerza máxima? Por lo común está entre 1000 hasta 3000 psi.
4. **Motor eléctrico:** Son la duración, la longitud de la carrera, y la velocidad de la "carrera de fuerza" que determinan la Fuerza de Caballos que se necesita para un trabajo. Fíjese en las potencias indicadas.
5. **La velocidad:** Determina la velocidad de una prensa hidráulica.

6.6. COMPONENTES GENERALES DE UNA PRENSA HIDRÁULICA

1. Medidor de presión (Manómetro).
2. Pistón.
3. Estructura metálica.
4. Mesa de trabajo.
5. Varilla de soporte.
6. Sistema Hidráulico.
7. Sistema de potencia.
8. Cables y conexiones.

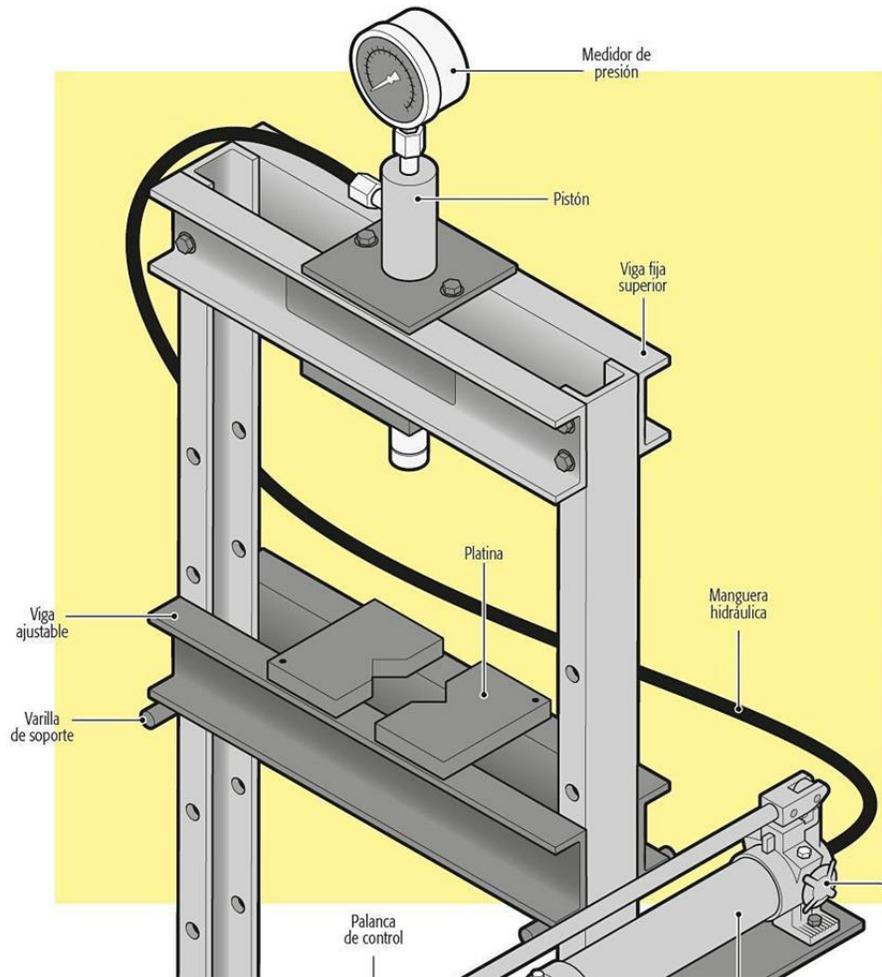


Imagen 4. Se puede ver de manera general los componentes principales que constituyen una prensa hidráulica. (Fuente Prensahidraulica.net)

6.7. SISTEMA HIDRAULICO PARA PRENSAS

El sistema hidráulico comprende un método de aplicación de fuerza a través de la presión que ejercen los fluidos, su funcionamiento consiste en enviar aceite a presión hacia el cilindro para que este actúe, al actuar el cilindro puede mover grandes cargas, ya sea empujándolas o jalándolas.

La definición de sus componentes es la siguiente:

- **Cilindro hidráulico:** Es el recipiente que soporta la presión del fluido hidráulico presurizado, el cual hace desplazar un embolo o pistón, y que transforma la presión del fluido en energía mecánica.
- **Bomba hidráulica:** Es el dispositivo que succiona el fluido hidráulico del depósito de aceite y lo inyecta al cilindro hidráulico.
- **Válvula de control:** Es la que permite la elevación y el descenso del embolo o pistón del cilindro hidráulico.
- **Mangueras:** Permiten el desplazamiento del aceite, entre el cilindro y la bomba hidráulica.
- **Deposito:** Permite el almacenamiento del aceite hidráulico.

7. REDISEÑO ESTRUCTURAL Y MECÁNICO DE LA PRENSA

La prensa Hidráulica fue examinada utilizando diferentes herramientas de cálculo que obedecen a la naturaleza de las diferentes piezas que la componen, el análisis fue dividido en nueve etapas en las que se evalúa los diferentes puntos críticos que definen el resultado del diseño final, siendo estos en su orden de análisis: la caracterización del diseño inicial del equipo, definición de los parámetros de rediseño, cálculos teóricos de cada componente estructural, análisis por elementos finitos de los componentes estructurales, Comparación de resultados teóricos y análisis por elementos finitos, Diseño del sistema hidráulico, selección de materiales estructurales de la prensa hidráulica, selección de equipos hidráulicos, Planos constructivos de la prensa.

7.1. PRIMERA ETAPA. CARACTERIZACIÓN DEL DISEÑO INICIAL

Para caracterizar el diseño inicial se describirán los siguientes parámetros: funcionamiento, geometría y componentes.

7.1.1. DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO

La prensa Hidráulica antes de ser intervenida contaba con un gato hidráulico de accionamiento manual, el cual integraba todas las etapas de operación del sistema

hidráulico en una carcasa integral, tal como se muestra en la imagen 5, sus componentes corresponden según la numeración de la imagen a:

1. Depósito de Aceite
2. Filtro de Malla
3. Válvula de admisión
4. Embolo de bomba
5. Cámara de bomba
6. Válvula de salida
7. Cilindro hidráulico
8. Embolo del pistón
9. Llave de descarga

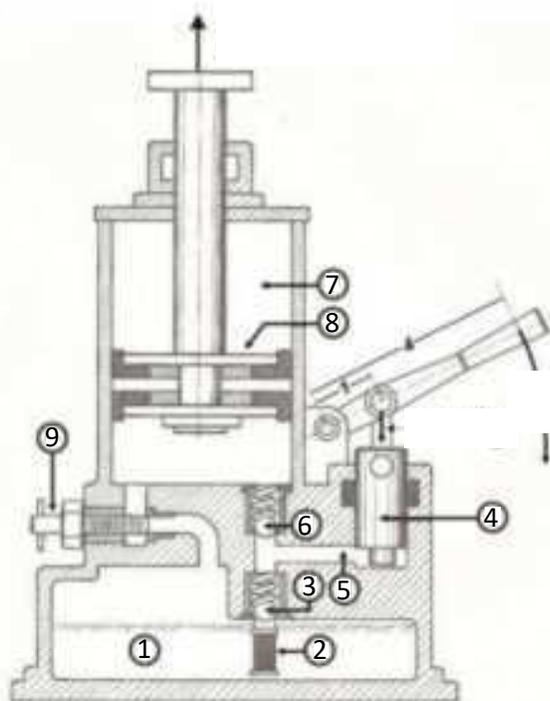


Imagen 5. Esquema gato hidráulico

Por tanto, la operación de la prensa consistía en ubicar la pieza a intervenir en la mesa de trabajo, de manera que al accionar la palanca del embolo de la bomba, el cilindro se

extendía hasta llegar a ella aplicando presión sobre el área en contacto, se continuaba accionando la bomba hasta que el manómetro marcara la presión que se requería alcanzar, en caso de que la maniobra consistiera en el doblado de componentes, se incrementaba la presión hasta que se llegara a la medida de deformación necesaria, para finalizar se hacía apertura de la llave de descarga, lo cual hacía retornar el líquido hidráulico desde la cámara del embolo hasta el depósito de aceite liberando la presión, permitiendo que el muelle de retorno del gato retrajera el embolo hasta la posición inicial.

7.1.2. GEOMETRÍA

La prensa tiene una geometría que la permite clasificarse como tipo H debido a la figura que forman sus componentes estructurales, cuenta con una altura de 1650 mm desde la base hasta el elemento más alto, el ancho tiene una medida de 850 mm de los cuales la mesa de trabajo ofrece 770 mm aprovechables para la ubicación de la pieza a intervenir, se puede ajustar la altura de la mesa utilizando las perforaciones de las columnas, las cuales permiten un rango de desplazamiento entre los 250 mm y los 850 mm de altura, se encuentran espaciados entre si a 100 mm medidos en el plano vertical.

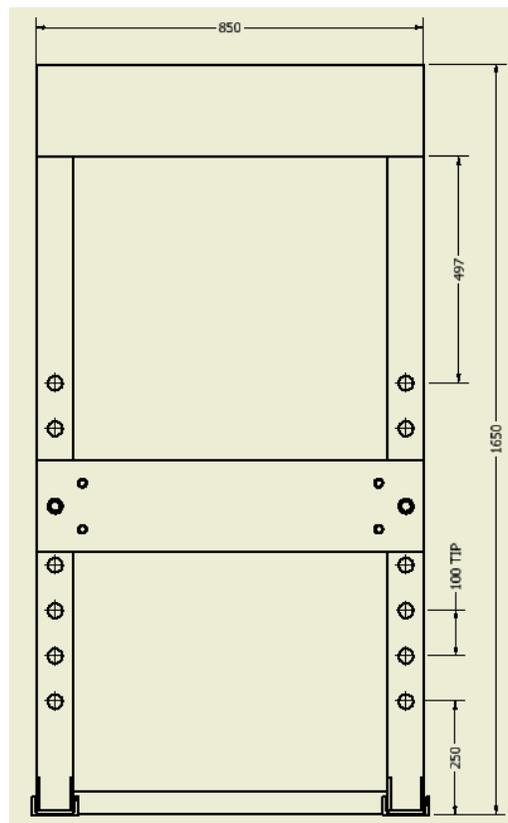


Imagen 6. Geometría prensa hidráulica

7.1.3. COMPONENTES

La prensa hidráulica se compone por dos columnas laterales que poseen un grupo de perforaciones en la parte inferior, a su vez están soldadas a una viga horizontal en la parte superior, la cual soporta el peso y la carga ejercida por el gato hidráulico, la mesa de trabajo se compone por dos canal en C perforados en sus puntas y que se sostienen en las columnas a través de dos pasadores que se insertan en las perforaciones según la altura de trabajo a la que se requiere trabajar, en la parte inferior se encuentra una base que permite sostener toda la estructura sin necesidad de anclarla al suelo, en la imagen 6 se puede apreciar la geometría de la prensa.

1. Manómetro indicador de presión.
2. Gato hidráulico 50 toneladas.
3. Columnas verticales.
4. Mesa de trabajo.
5. Pasador mesa de trabajo.
6. Base en suelo.

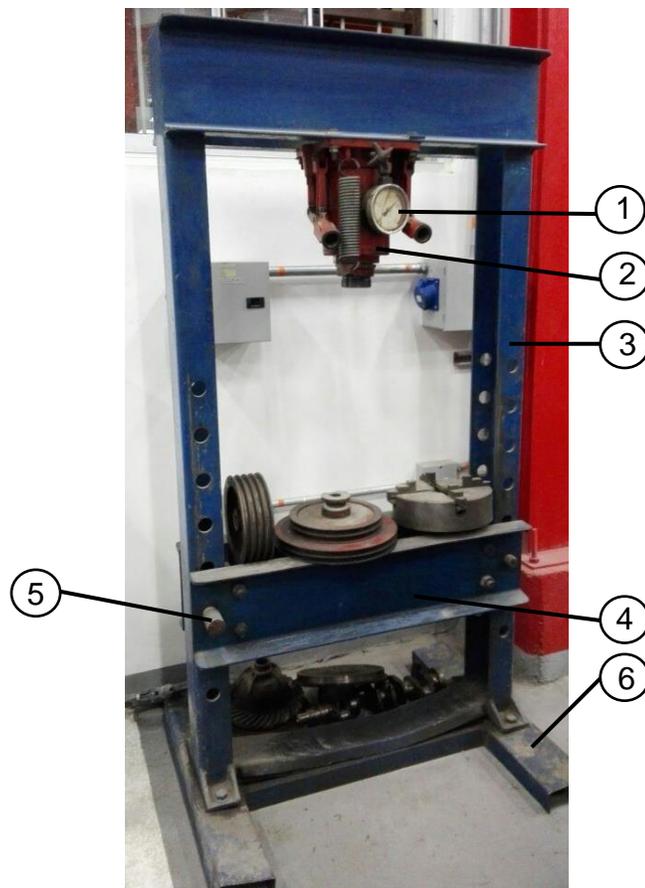


Imagen 7. Componentes prensa Hidráulica

7.2. SEGUNDA ETAPA. PARÁMETROS DEL REDISEÑO

Para realizar los análisis estructurales, las configuraciones del nuevo sistema hidráulico y la selección de los componentes de la prensa, se tomó como punto de partida los siguientes parámetros de diseño los cuales fueron seleccionados teniendo en cuenta las condiciones iniciales del equipo y las necesidades que se buscan suplir con él.

- a) El sistema hidráulico no deberá funcionar manualmente, en lugar de ello deberá ser usada una bomba hidráulica que suministre la presión al sistema.
- b) La operación del sistema hidráulico deberá hacerse mediante un control simple, que facilite la manipulación del sistema y permita tener control de la extensión y retracción del pistón.
- c) La fuerza que entregue el nuevo cilindro hidráulico deberá ser igual o superior a la que entrega por el gato hidráulico, el cual tiene una capacidad de 50 toneladas.
- d) Todos los componentes de la estructura deberán tener la capacidad de soportar las cargas generadas durante la operación del equipo, garantizando un factor de seguridad del 1.67 según recomendaciones de la norma ANSI-AISC 360-16
- e) Los componentes del numeral 6, fueron deformados durante el uso en operación de la prensa, por tanto deberán ser reemplazados y reforzados para evitar una nueva falla.

7.3. TERCERA ETAPA. CÁLCULOS TEÓRICOS DE REDISEÑO DE LA PRENSA

El rediseño de la prensa parte de los cálculos que se le hicieron para determinar cuál es la resistencia de las piezas estructurales que la componen, se hizo utilizando dos metodologías, la primera un cálculo teórico sobre cada componente determinando así el esfuerzo máximo permisible, la segunda consiste en una modelación virtual utilizando el software de modelación y calculo Inventor 2016, el análisis se lleva a cabo según la teoría de falla de von mises, se tiene en cuenta un factor de seguridad y de desplazamiento.

7.3.1. CALCULO TEORICO DE RESISTENCIA DE LAS COLUMNAS

El siguiente calculo se llevo a cabo con la finalidad de determinar si las columnas que hacen parte de la estructura metálica de la prensa tienen la capacidad de soportar la cargas a las que son sometidas una vez se pone en operación el sistema hidráulico y se le ejerce presión a la pieza que se ubica en la mesa de trabajo, ya que es de gran importancia garantizar que ningún componente estructural sufrirá una deformación permanente que deje la prensa nuevamente en estado de inactividad. A continuación se presenta los procedimientos desarrollados para el cálculo y sus resultados:

Definición factor de seguridad: Este término se utiliza para evaluar las condiciones de seguridad de un elemento. En un diseño se tiene que evitar la falla estructural, las cargas a las que será sometido un elemento cuando está en operación, deben ser menores que las cargas que la estructura es capaz de soportar, con lo anterior se presentan las siguientes ecuaciones.

$$F_s = \frac{\text{ResistenciaReal}}{\text{ResistenciaTrabajo}} \quad \text{Ecuación 1}$$

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_y}{F_s} \quad \text{y} \quad \sigma_{adm} = \frac{t_y}{F_s} \quad \text{Ecuación 2}$$

$$F_s = \frac{\sigma_y}{\sigma_{VonMises}} \quad \text{Ecuación 3}$$

Diseño de columna: Las columnas son los elementos estructurales encargados de dar soporte al resto de los componentes, mantener la estabilidad de la estructura, son los elementos verticales que soportan cargas de compresión y flexión. Para el análisis de la columna se tomó como punto de partida sus dimensiones: espesor (130 mm), alto (1650 mm) y el ancho (850 mm).

La figura 5 muestra el esquema de las dimensiones de la columna, y el diagrama de cuerpo libre, también se puede observar que el elemento empleado como columna es un perfil rectangular.

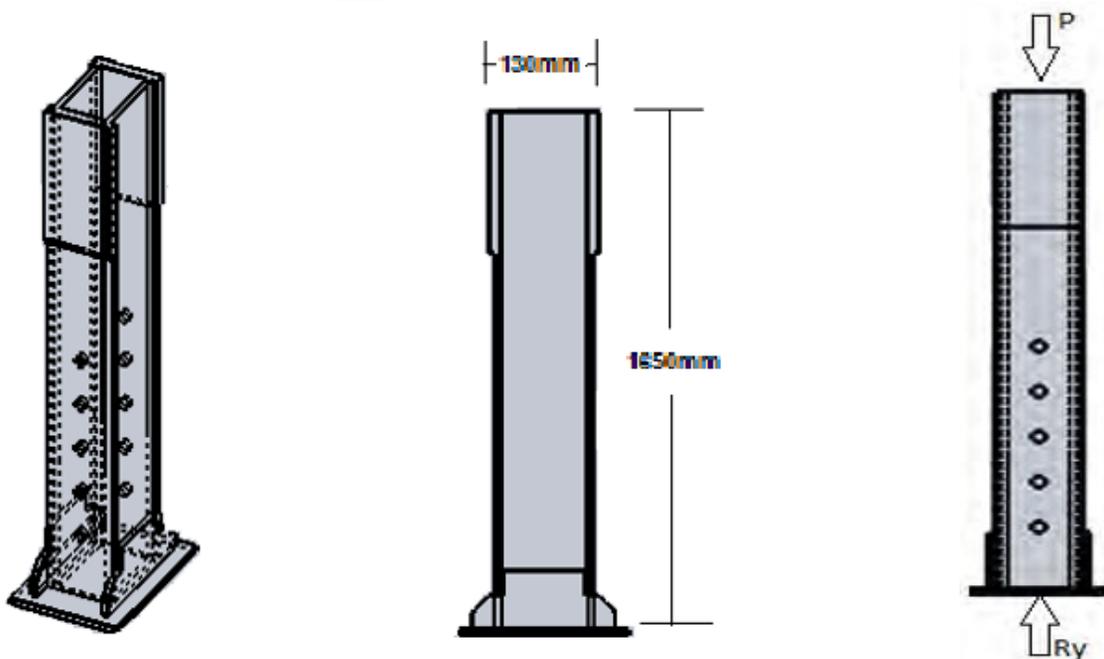


Figura 5. Vista isométrica, dimensiones y diagrama de cuerpo libre. (Fuente Inventor 2016)

Para facilitar los cálculos se ha trasladado la carga de trabajo de su posición normal a la parte superior de la columna como se observa en la figura 5, asumiendo de esta forma que la longitud total de la columna está sometida a compresión y como consecuencia al efecto de pandeo, además teniendo en cuenta que ambos extremos están fijados. Los datos que se muestran a continuación corresponden a las propiedades de la sección transversal del perfil rectangular donde se tiene que: I es el momento de inercia, A es el área de la sección transversal, K radio de giro y L la longitud de la columna.

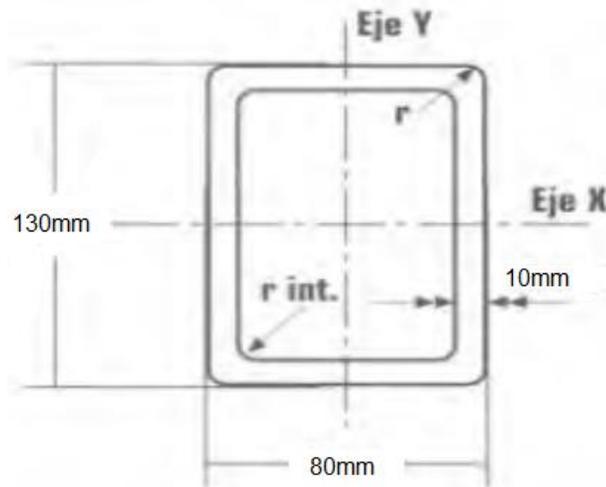


Figura 6. Perfil rectangular. (Fuente Ferrocortes)

$$A = (bxh) \quad \text{Ecuación 4}$$

Aplicando la ecuación 4 tenemos que:

$$A = (130 \times 80)$$

$$A = 1040 \text{ cm}^2$$

$$I_x = \frac{bxh^3}{12} \quad \text{Ecuación 5}$$

$$I_y = \frac{b^3xh}{12} \quad \text{Ecuación 6}$$

Como se tiene dos posibles ejes de orientación, con las ecuaciones 5 y 6 se obtiene los valores de las inercias para cada eje.

$$I_x = \frac{(13 \times 0.8^3)}{12} = 0.5546 \text{ cm}^4$$

$$I_y = \frac{(13^3 \times 0.8)}{12} = 146.46 \text{ cm}^4$$

De acuerdo con la orientación que presenten los ejes X y Y, se van a obtener dos valores de radio de giro (K), a partir de las ecuaciones 4, 5 y 6 (ver anexos A) tenemos que:

$$Ky = \sqrt{\frac{Iy}{A}} = \sqrt{\frac{146.46}{1040}} = 0.375cm$$

$$Kx = \sqrt{\frac{Ix}{A}} = \sqrt{\frac{0.5546}{1040}} = 0.0230cm$$

De los dos radios de giro, se debe considerar el menor de los dos, ya que este es un indicativo de que tiene una sección transversal débil sobre ese eje y por lo tanto tendrá una mayor posibilidad de pandeo en esa dirección.

A partir de la ecuación 2.1 (ver anexos A) podemos determinar la relación de esbeltez que sirve como parámetro para conocer la estabilidad de la columna, como es una columna fija en ambos extremos tenemos que:

$$Le = 0.5xL$$

Ecuación 7

$$Le = 0.5x165cm = 82.5cm$$

$$Re = \frac{Le}{Kx} = \frac{82.5}{0.0230}$$

$$Re = 3586.9$$

Con el resultado anterior, y se hace un análisis por esfuerzos normales, se tiene que

$$\sigma_{normal} = \frac{F}{A}$$

Ecuación 8

$$\sigma_{normal} = \frac{P}{0.01040m^2}$$

Según valor de esfuerzo obtenido se procede a calcular la carga P máxima para la columna, en este procedimiento y para el perfil de la columna, según las normas ANSI-AISC 360-16 se recomienda usar un factor de seguridad para elementos a compresión de 1.67.

Utilizando la ecuación 2 para esfuerzos normales tenemos que:

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_y}{F_s}$$

$$F_s = \frac{\sigma_y}{\sigma_{adm}} = \sigma_{adm} = \frac{\sigma_y}{F_s}$$

$$P = \frac{350\text{Mpa}}{43.04 \times 1.67}$$

$$P = 4868443.27\text{N}$$

Como resultado obtenemos que la columna analizada soporta una carga máxima permisible de 4868.5KN, para las dimensiones dadas.

7.3.2. CALCULO TEÓRICOS DE RESISTENCIA MESA DE TRABAJO

La mesa de trabajo es el elemento encargado de alojar las piezas que recibirán la presión ejercida por el cilindro, por lo tanto, deberá soportar las cargas transmitidas sin que estas logren superar el esfuerzo máximo permisible de las piezas que la componen, el siguiente calculo permite determinar si la geometría y tipo de material es adecuado para cumplir las funciones descritas:

La mesa de trabajo forma la parte inferior de la prensa y está sujeta a las columnas, debido a la naturaleza de las cargas, esta debe soportar momentos flectores, por lo que se ha considerado para el análisis como una viga empotrada en ambos extremos y con carga simétrica ubicada en el centro, con el fin de facilitar los cálculos.

El esquema de las fuerzas que actúan en la base se muestra en el diagrama de cuerpo libre de la figura 7, y sus dimensiones.

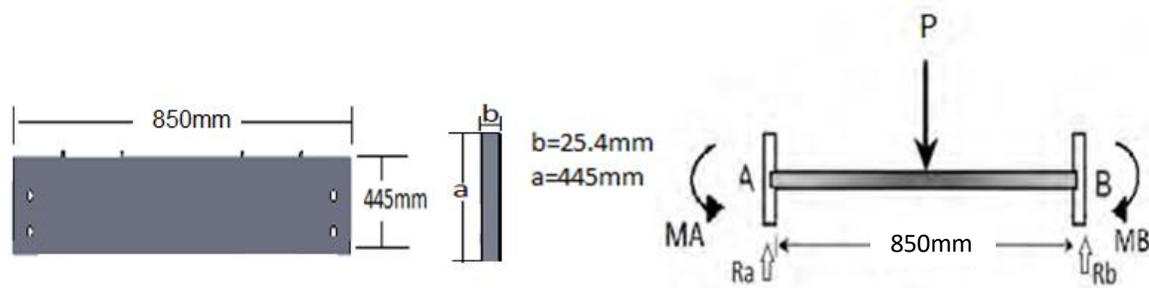


Figura 7. Mesa de trabajo. (Fuente inventor 2016)

De acuerdo con el grafico anterior, se procede a calcular las reacciones en los extremos de la viga como se muestra a continuación:

$$Ra = Rb = \frac{P}{2}$$

El momento flector máximo se calcula de la siguiente manera:

$$Ma = Mb$$

$$Mfmax = \frac{PL}{8} = \frac{Px0.85}{8}$$

$$Mfmax = 0.3812P$$

Con el momento flector máximo anterior, se puede calcular el esfuerzo máximo para una viga sometida a flexión a partir de la siguiente ecuación:

$$\sigma_{flexion} = \frac{MrxC}{I} = \frac{12xMrxC}{bxh^3}$$

$$\sigma_{flexion} = \frac{MrxC}{1} = \frac{12x0.38125x0.222}{0.0254x0.445^3}$$

$$\sigma_{flexion} = 453.746P$$

Con el resultado anterior de esfuerzo se procede a calcular la carga P máxima para la base, en este procedimiento se establece un factor de seguridad de 1.67 según las normas ANSI-AISC 360-16 que es un valor recomendado, para esta pieza utilizando la ecuación 2.1 (ver anexo A) para esfuerzos normales.

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_y}{F_s}$$

$$F_s = \frac{\sigma_y}{\sigma_{adm}} = \sigma_{adm} = \frac{\sigma_y}{F_s}$$

$$P = \frac{350MPa}{453.76x1.67}$$

$$P = 461871.89N$$

Con el resultado anterior, se puede interpretar que las dimensiones del bastidor permiten soportar la carga P de 461.8KN calculada en el punto anterior.

7.4. CUARTA ETAPA. ANALISIS POR ELEMENTOS FINITOS DE LOS COMPONENTES ESTRUCTURALES DE LA PRENSA

Para iniciar con el análisis por elementos finitos, se establece el factor de seguridad para cada componente, con ese fin se utiliza el criterio de máxima energía de distorsión, como parámetro para determinar el factor de seguridad, con lo anterior tenemos que:

$$F_s = \frac{\sigma_y}{\sigma_{vonmises}}$$

En el sistema utilizado, el simulador de evaluación de diseño muestra el factor de seguridad por medio de colores, donde los factores de seguridad mínimos permisibles son de color rojo, y los sectores con factores mayores con azul.

Dentro del software se definen las condiciones de carga y las características del elemento a analizar, por medio de los cuales se pueden calcular los esfuerzos, deformaciones y factor de seguridad correspondiente.

7.4.1. CALCULO DE RESISTENCIA DE LA COLUMNA

Para el siguiente análisis, la columna estará sujeta en su base, y la aplicación de la carga será axial y centrada para que de esta forma toda la columna está sometida el valor máximo de carga.

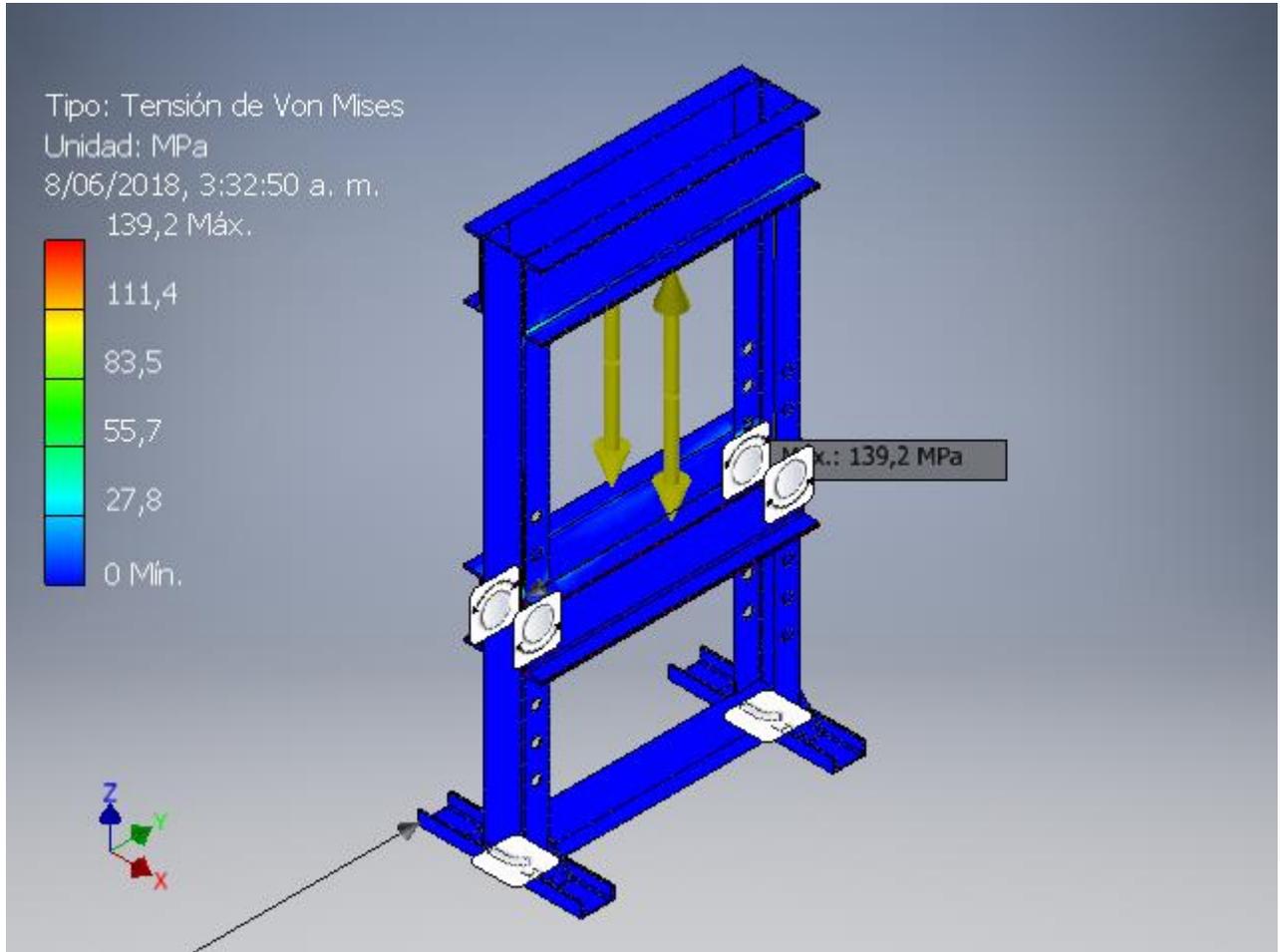


Figura 8. Tensión de Von Mises Columnas. (Fuente Inventor 2016)

Con la imagen anterior se puede determinar que la máxima tensión de Von Misses es 139,2 MPa, dado lo cual se calcula el coeficiente de seguridad así:

$$U = \frac{250 \text{ MPa}}{139,2 \text{ MPa}} = 1,8$$

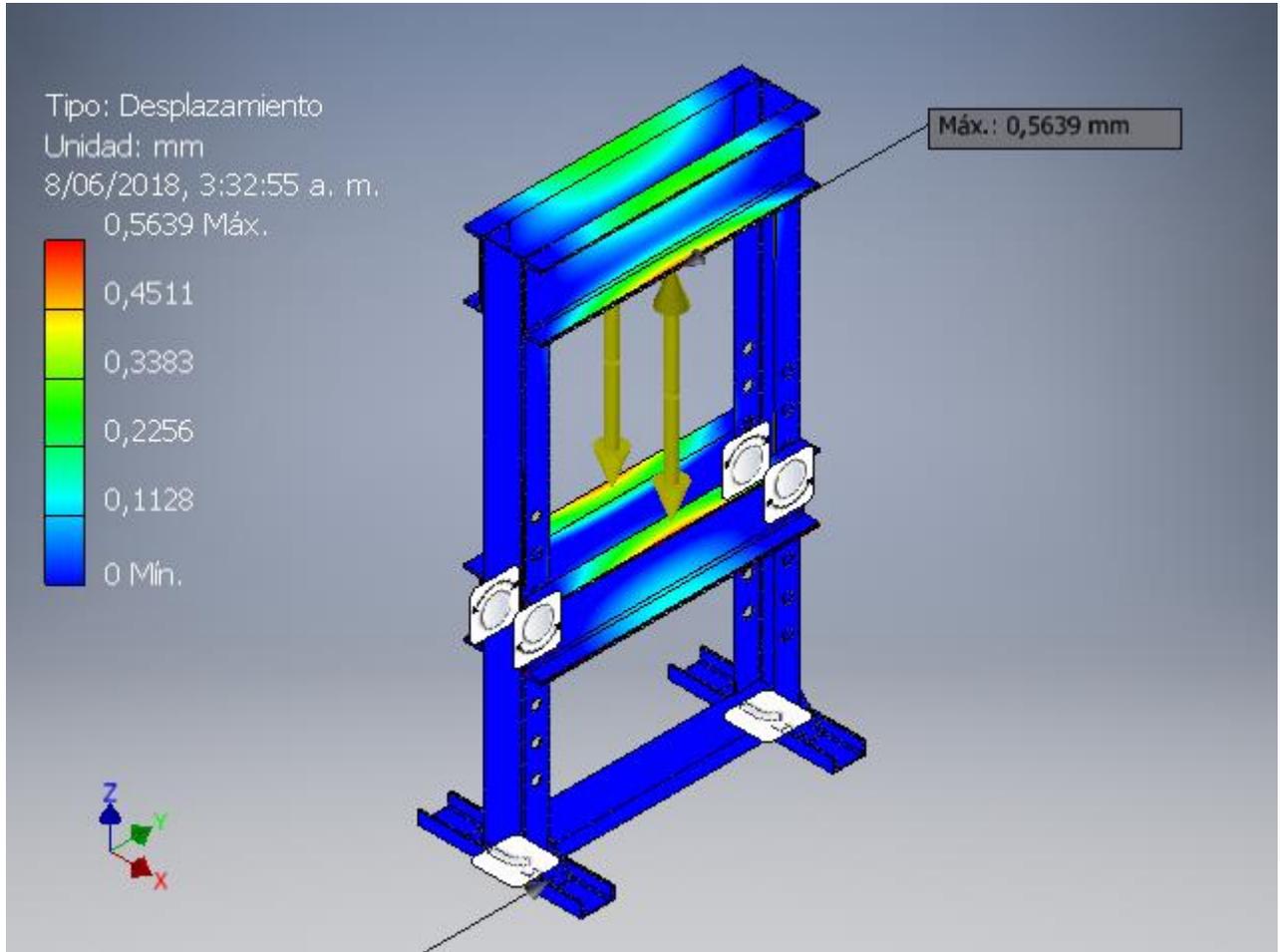


Figura 9. Desplazamiento de columnas. (Fuente Inventor)

El desplazamiento máximo que ocurre en el elemento analizado tenemos un máximo de 0,56 mm, en la parte superior de la columna, desplazamiento que no afecta el correcto funcionamiento de la máquina.

7.4.2 ANALISIS MESA DE TRABAJO

Para el siguiente análisis de la mesa de trabajo, la carga esta soportada por todo el elemento, sujeto mediante pasadores en sus extremos.

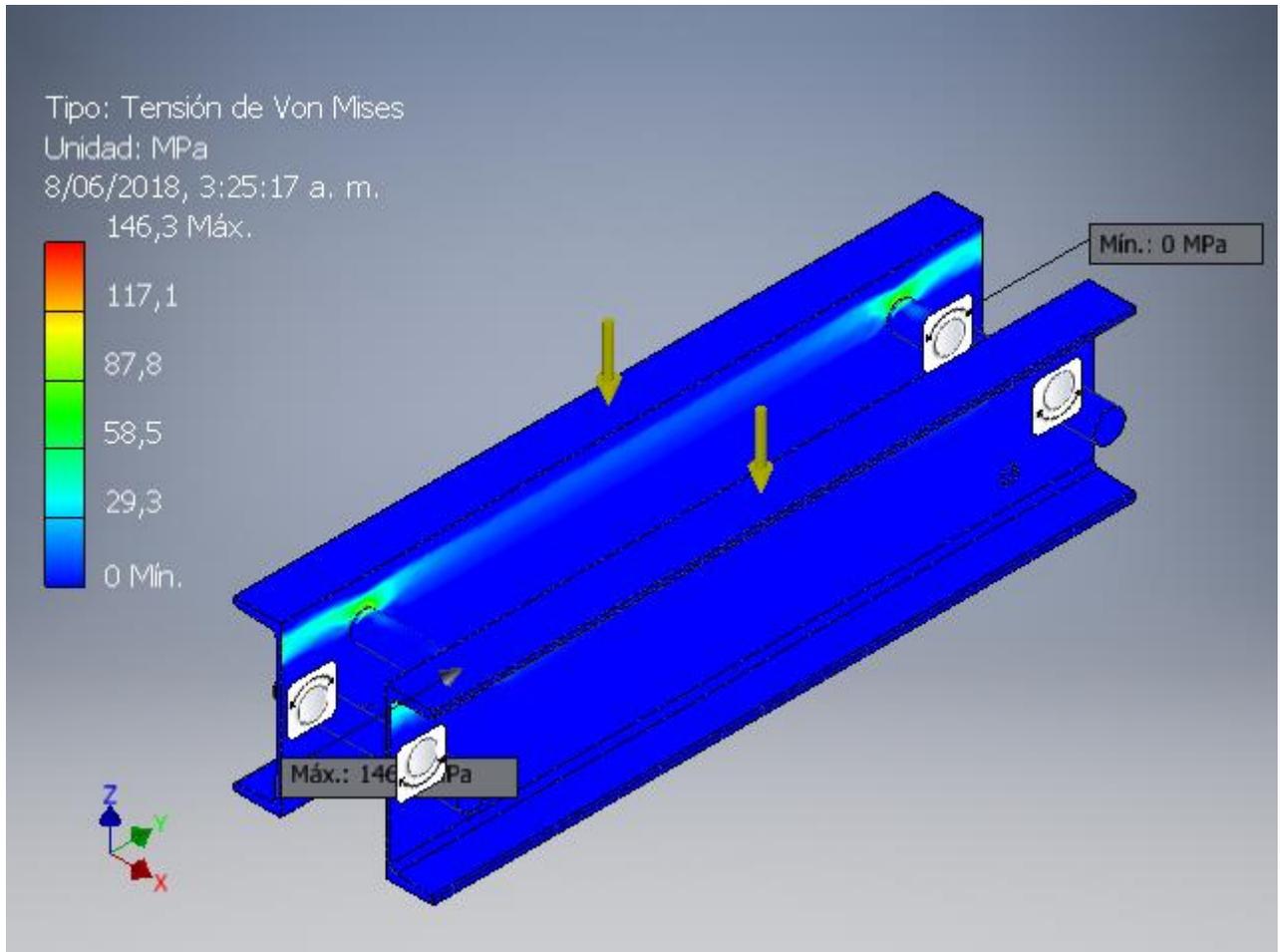


Figura 11. Tensión de Von Mises. (Fuente Inventor 2016)

En la figura 11, se puede determinar que la máxima tensión de Von Mises es 146.3 MPa, entonces el factor de seguridad se calcula así:

$$U = \frac{250\text{MPa}}{146,3\text{MPa}} = 1,7$$

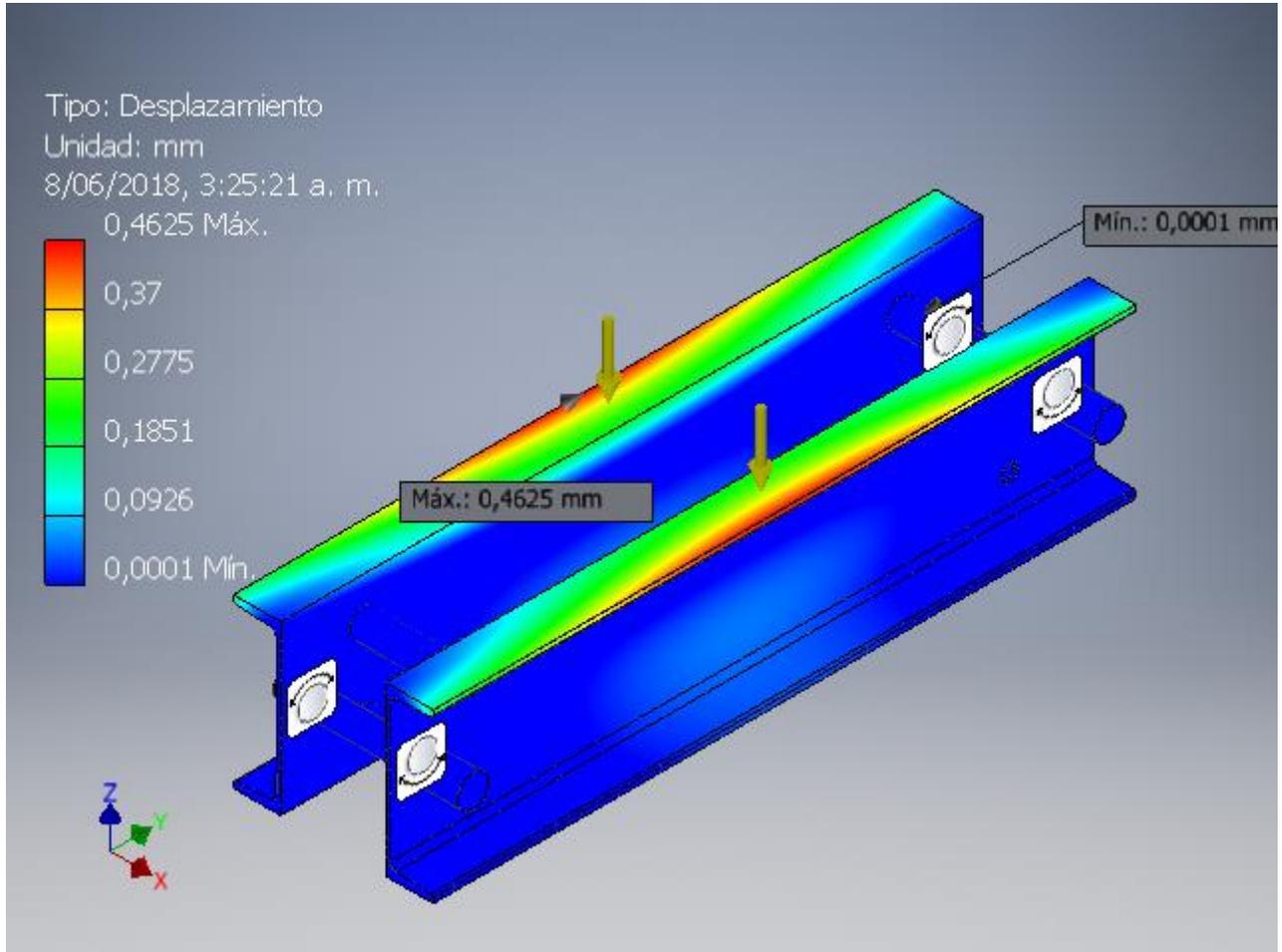


Figura 12. Desplazamiento de mesa de trabajo. (Fuente inventor 2016)

En la figura 12, se puede determinar el desplazamiento máximo que ocurre en el elemento analizado es de 0,46 mm, en la parte superior de la mesa de trabajo, desplazamiento que no afecta el correcto funcionamiento de la prensa.

7.5. QUINTA ETAPA. ANALISIS REUSLTADOS DE LOS CALCULOS

Como resultado de los análisis tenemos que los dos coeficientes de seguridad correspondientes a la estructura principal y a la mesa de trabajo, son de 1,8 y 1,7 respectivamente, ambos coeficientes son superiores al margen establecido como parámetro de diseño el cual es de 1,67, garantizando así que la estructura no fallara ante las condiciones de trabajo que se presentaran durante la operación de la prensa.

7.6. SEXTA ETAPA. DISEÑO DE SISTEMA HIDRAULICO

A partir del valor de la carga máxima permisible obtenido mediante el análisis de columnas y mesa de trabajo en inventor, en el cual se comprobaron los efectos propios de la carga en cada pieza y sus factores de seguridad, se procede a realizar el diseño del sistema hidráulico de la prensa usando esta información como parámetros de entrada, partiendo del objetivo de implementar un sistema hidráulico accionado hidroneumáticamente que permita mejorar las condiciones de operación en cuanto a eficiencia y facilidad en el trabajo.

La fórmula para conocer la superficie del área del pistón es la siguiente:

$$(\pi x D^2 \div 4)$$

Donde D es un diámetro tentativo de 5 pulgadas con el objetivo de obtener la fuerza necesaria para las 50 toneladas que serán transmitidas por el pistón, ahora cuanto mayor es la presión de la bomba hidroneumática, menor será el diámetro del cilindro, pero se deberá tener en cuenta esto para los demás componentes.

Con la solución de la ecuación anterior obtenemos:

$$(\pi x 5^2 \div 4) = 19.63 \text{ pulgadas de superficie}$$

Si se multiplica la presión a la que está funcionando el cilindro por la superficie en pulgadas en este caso 5600, se obtiene la fuerza que tiene el cilindro para transmitir energía.

$$5600 x 19.63 = 109928 \text{ PSI}$$

Para determinar la presión a la que debe trabajar la bomba hidroneumática se toma el valor de la fuerza que tiene el cilindro en este caso 109928 y la dividimos en 19.63 pulgadas de superficie, obtenemos un valor de 5600 libra las cuales tendrá que generar la bomba hidroneumática para generar 50 toneladas, tal como se muestra en la siguiente ecuación:

$$109928 \div 19.63 = 5600 \text{ libras}$$

7.6.1. CIRCUITO HIDRÁULICO

El diseño del circuito hidráulico de la prensa tiene como función accionar un cilindro de simple efecto, controlado por una válvula de 3 vías y 2 posiciones, la válvula es accionada por un pedal, es decir, que me controla la entrada y la salida del aire. En la primera posición se establece la presión de trabajo, esta presión de trabajo será reflejada en un manómetro, la cual efectúa la carrera del cilindro; comprimiendo un resorte dentro del cilindro de simple efecto, ver figura 13. En la segunda posición se establece el retorno de la válvula a su posición inicial y se

descomprime el resorte del cilindro de simple efecto llevándolo de igual forma a su posición inicial, esto indica que la presión de trabajo se despresa, ver figura 14.

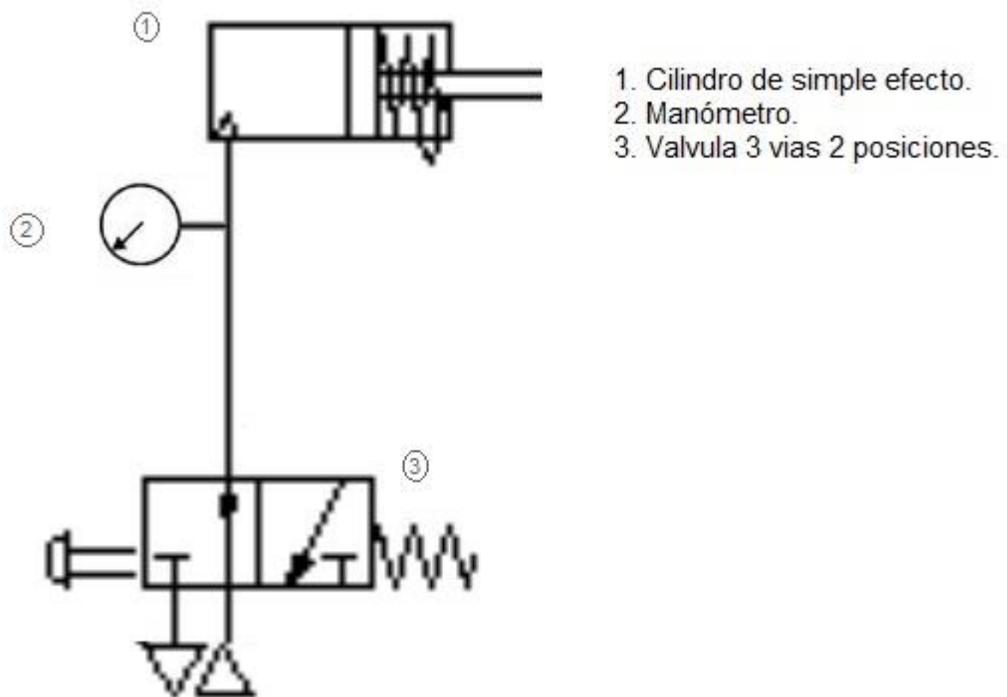
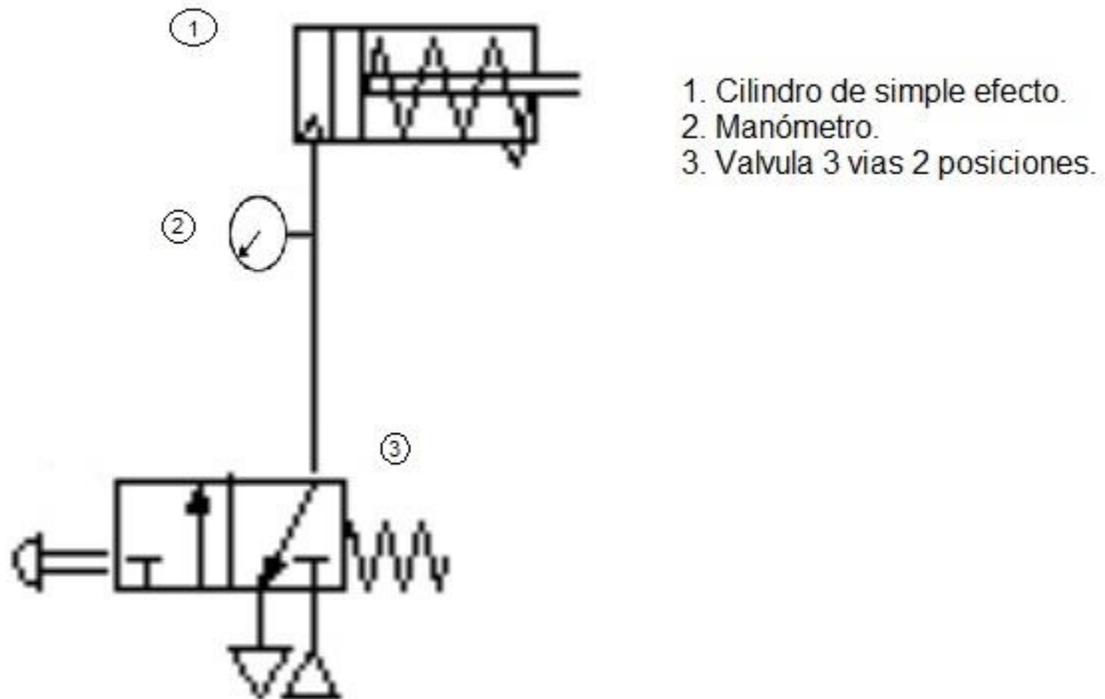


Figura 13. Primera posición.



- 1. Cilindro de simple efecto.
- 2. Manómetro.
- 3. Valvula 3 vias 2 posiciones.

Figura 14. Segunda posición.

7.7. SEPTIMA ETAPA. SELECCIÓN DE MATERIALES ESTRUCTURALES DE LA PRENSA HIDRÁULICA

A partir de la información obtenida de los cálculos y análisis posteriores, se realizó la selección del material y componentes apropiados para remplazar la base de la prensa, la cual se encontraba completamente deformada, en la tabla 1 se señala con color rojo el material elegido para la reforma estructural, sus propiedades mecánicas y geométricas más relevantes para la lección realizada.

El perfil metálico seleccionado corresponde a un canal en C de amplio uso en el sector industrial, las construcciones civiles, fabricación de estructuras metálicas y carrocerías, el cual cumple con las siguientes normas nacionales para su distribución:

Dimensiones: UNE-36522-72

Tolerancias: UNE-EN-36522-76

Material: UNE-EN-10025-94

Perfiles	Geometría				Área	Peso	Propiedades Elásticas						Constante de Flexión	
	Altura	Alma	Alas				EJE X-X			EJEY -Y			I _t	d/A f
	d	t _w	b _f	t _f			I _x	S _x	I _x	I _y	S _y	I _y		
	mm	mm	mm	mm			cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm		
C 3" X 4.1	76	4.32	35.81	6.93	7.81	6.12	79.76	18.57	3.01	7.95	3.21	1.01	1.07	0.939
C 3" X 5.0	76	6.55	38.05	6.93	9.48	7.44	79.08	20.76	2.89	10.03	3.74	1.0	1.07	0.768
C 3" X 6.0	76	9.04	40.54	6.93	11.35	8.91	87.41	22.94	2.77	12.49	4.31	1.0	1.11	0.588
C 4" X 5.4	102	4.67	40.21	7.52	10.26	8.05	158.37	31.14	2.92	12.99	4.54	1.11	1.12	1.020
C 4" X 7.25	102	8.15	43.71	7.52	13.74	10.79	191.47	37.69	3.73	17.69	5.52	1.13	1.12	0.741
C 5" X 6.7	127	4.83	44.45	8.13	12.71	9.98	312.17	49.16	4.96	19.56	6.10	1.2	1.19	1.130
C 5" X 9.0	127	8.26	47.88	8.13	17.03	13.37	370.45	58.34	4.66	25.97	7.28	1.2	1.17	0.824
C 6" X 8.2	152	5.08	48.77	8.71	15.48	12.15	545.26	71.56	5.93	28.80	8.00	1.3	1.26	1.120
C 6" X 10.5	152	7.98	51.66	8.71	19.94	15.65	632.67	83.03	5.63	35.80	9.19	1.3	1.22	0.944

Tabla 1. Propiedades del material. (Fuente Ferrocortes)

Tolerancias de perfiles estructurales U, UPN, UAP, C

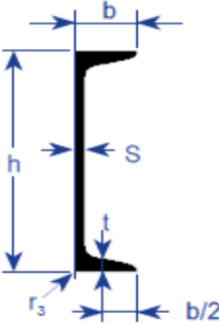
PROPIEDAD		U, UPN, UAP		C	
		EN 10279:2000		ASTM A6-98	
Norma					
Altura (h): [mm]		h ≤ 65	± 1,5	75 ≤ h ≤ 180	-2/+3
		65 < h ≤ 200	± 2,0	180 ≤ h ≤ 360	+3/-3
		200 < h ≤ 400	± 3,0	h > 360	-4/+5
		400 < h	± 4,0		
Anchura del ala (b): [mm]		b ≤ 50	± 1,5	75 ≤ h ≤ 180	-3/+3
		50 < b ≤ 100	± 2,0	180 < h ≤ 360	-4/+3
		100 < b ≤ 125	± 2,5	h > 360	-5/+5
Espesor del alma (s): [mm]		125 < b	± 3,0		
		s ≤ 10	± 0,5		
		10 < s ≤ 15	± 0,7		
Espesor del ala (t): [mm]		15 < s	± 1,0		
		t ≤ 10	- 0,5 (2)		
		10 < t ≤ 15	- 1,0 (2)		
Radio de redondeo: r3 [mm]		Todas las dimensiones	0,3 t		

Tabla 2. Tolerancia del perfil estructural. (Fuente Ferrocortes)

Falta de paralelismo: $k + k'$ [mm]		$b \leq 100$	2,0	$k + k' \leq 0,03b$
		$100 \leq b$	2,5% de b	
Curvatura del alma (f): [mm]		$h \leq 100$	$\pm 0,5$	
		$65 < h \leq 200$	$\pm 1,0$	
		$200 < h \leq 400$	$\pm 1,5$	
		$400 < h$	$\pm 1,5$	
Rectitud q_{xx} y q_{yy} [mm]		q_{xx}		$q_{yy} \leq 0,002L$
		$h \leq 150$	$\pm 3,0\%$ de l	
		$150 < h \leq 300$	$\pm 2,0\%$ de l	
		$300 < h$	$\pm 0,15\%$ de l	
		q_{yy}		
		$h \leq 150$	$\pm 0,5\%$ de l	
$150 < h \leq 300$	$\pm 0,3\%$ de l			
$300 < h$	$\pm 0,2\%$ de l			
Longitud (L): [mm]	Normal	Todas	-0/+100	-0/+100 (1) (3)
	Alternativo (por acuerdo)	Todas	± 50	
Masa por unidad de longitud (M): [kg/m]		$h < 125$	$\pm 6\%$	$\pm 2,5\%$
		$125 < h$	$\pm 4\%$	

Tabla 3. Tolerancias del perfil estructural. (Fuente Ferrocortes)

7.8. OCTAVA ETAPA. SELECCIÓN DE EQUIPOS DEL SISTEMA HIDRAULICO

Teniendo en cuenta los parámetros de diseño especificados para la prensa y especialmente los que corresponden al sistema hidráulico, se seleccionaron los siguientes elementos y se describen las características que cada uno tiene, permitiendo comprobar que cada uno cumple con los criterios mínimos que requiere el diseño.

7.8.1. BOMBA HIDRONEUMÁTICA

La bomba que se seleccionó para el proyecto es de tipo hidroneumática, es una bomba de alta presión hidráulica accionada por aire comprimido, en la tabla 4 se muestra las características técnicas de la bomba seleccionada.



Modelo número	Presión máxima bar	Máxima velocidad de caudal l/min	Tipo válvula	Capacidad de aceite utilizable litros	Conexión de entrada de aire G	Conexión de salida de aceite NPTF	Peso kg
AHP1120	700	0,8	2-vías	2,4	1/4"	3/8"	4,7

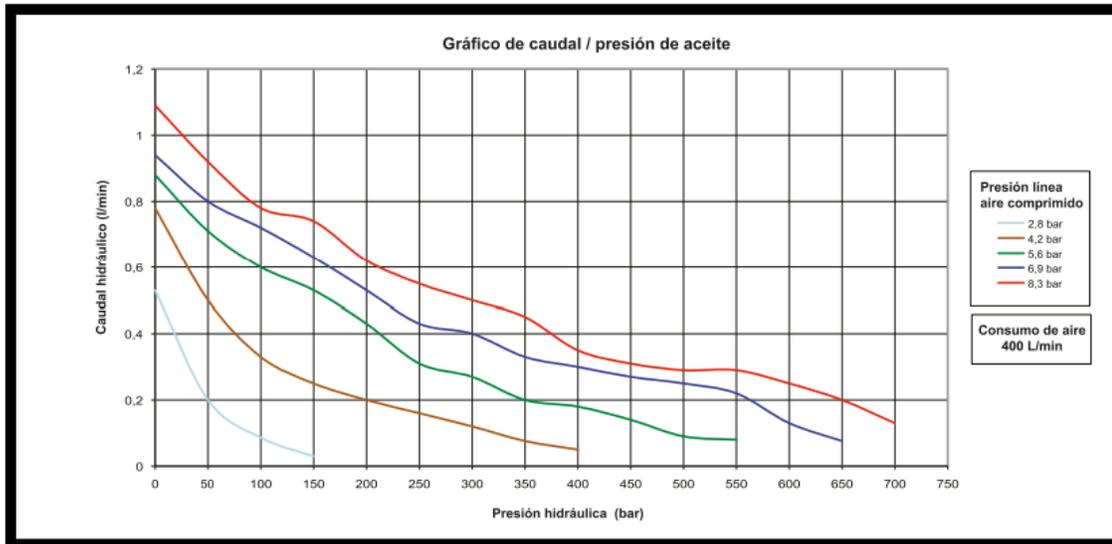


Tabla 4. Características técnicas de la bomba hidroneumática. (Fuente CIE de Colombia)

7.8.2. CILINDRO HIDRÁULICO DE SIMPLE EFECTO

El cilindro seleccionado para la prensa hidráulica es de simple efecto, el retroceso se hará librando la presión en la bomba hidroneumática, en la tabla 5 se muestra las características técnicas del cilindro hidráulico seleccionado.



Modelo número	Capacidad toneladas	Carrera mm	Vol. aceite cm ³	Area eficaz cilindro cm ²	Peso kg
HSS508	50	203	1448	71,3	23,2

Tabla 5. Características del cilindro hidráulico de simple efecto. (Fuente CIE de Colombia)

7.8.3. LINEA HIDRAULICA

A través de las líneas hidráulicas se desplazará el fluido del sistema hidráulico, las tuberías fueron dimensionadas de acuerdo con el caudal que circulara por ellas, ya que un diámetro inadecuado para el sistema puede generar elevadas velocidades y con esto perdidas de presión por fricción, en la tabla 6 se indican las características de la tubería a usar para el sistema

Mangueras hidráulicas de alta presión

Longitud de manguera	Modelo	kg
(m)		
-	-	-

Serie H700

Diámetro interno:
6,4 - 9,7 mm

Longitud:
0,6 - 15 m

Presión máxima:
700 bar

Tabla 6. Características de la manguera hidráulica. (Fuente Enerpac)

7.8.4. ACEITE

El tipo de aceite seleccionado para el sistema hidráulico de la prensa es el Shell Tellus HM 46, es un aceite hidráulico anti desgaste que proporciona protección contra productos típicos de contaminación, tales como el agua y calcio, de igual forma presenta una gran estabilidad térmica permitiendo trabajos bajo condiciones extremas de temperatura, en la tabla 7 se muestran las características del aceite, la información contenida en el anexo C complementa esta información.

Características Físicas Típicas

Shell Tellus	22	32	37	46	68	100
Tipo de aceite ISO	HM	HM	HM	HM	HM	HM
Viscosidad Cinemática @ 40°C cSt 100°C cSt (ASTM D-445)	22 4,2	32 5,1	37 6	46 6,8	68 8,8	100 11,1
Indice de Viscosidad (ASTM D-2270)	100	100	100	100	100	100
Densidad @ 15°C kg/l (ASTM D-1298)	0,8703	0,8643	0,8673	0,8713	0,8747	0,8795
Punto de inflamación °C (Cleveland Open Cup) (ASTM D-92)	227	236	242	248	252	256
Punto de Fluides °C (ASTM D-97)	-30	-27	-21	-21	-21	-21

Tabla 7. Características del aceite. (Fuente Shell Colombia)

7.9. NOVENA ETAPA. PLANOS CONSTRUCTIVOS DE LA PRENSA HIDRÁULICA

A continuación, se presentan los planos constructivos de la prensa hidráulica, donde se tienen en cuenta todos los materiales seleccionados en el capítulo anterior y se entregan las cotas más importantes para la elaboración de la reforma.

7.9.1. VISTA ISOMÉTRICA

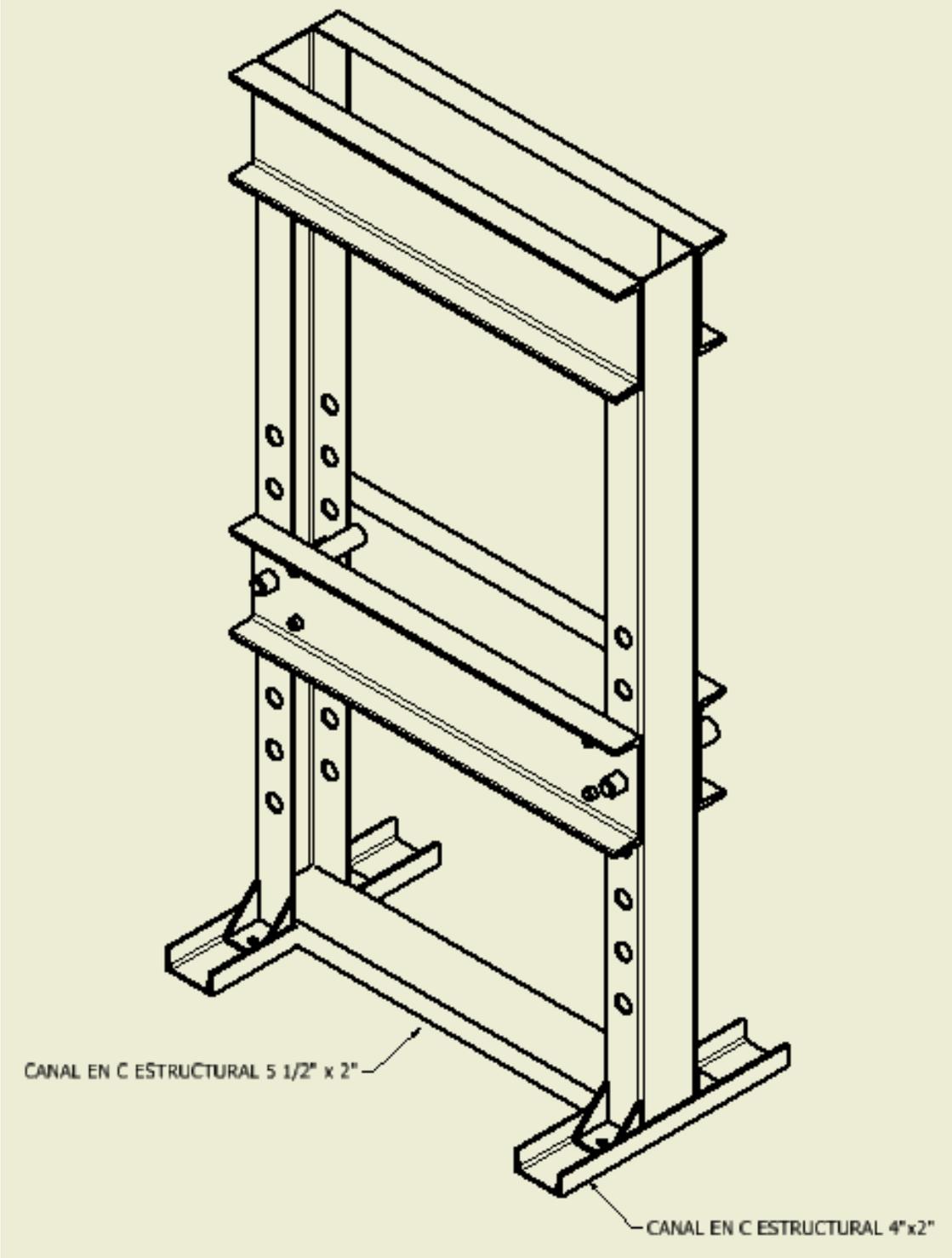


Figura 1. Vista isométrico. (Fuente Software Inventor)

7.9.2. VISTA FRONTAL

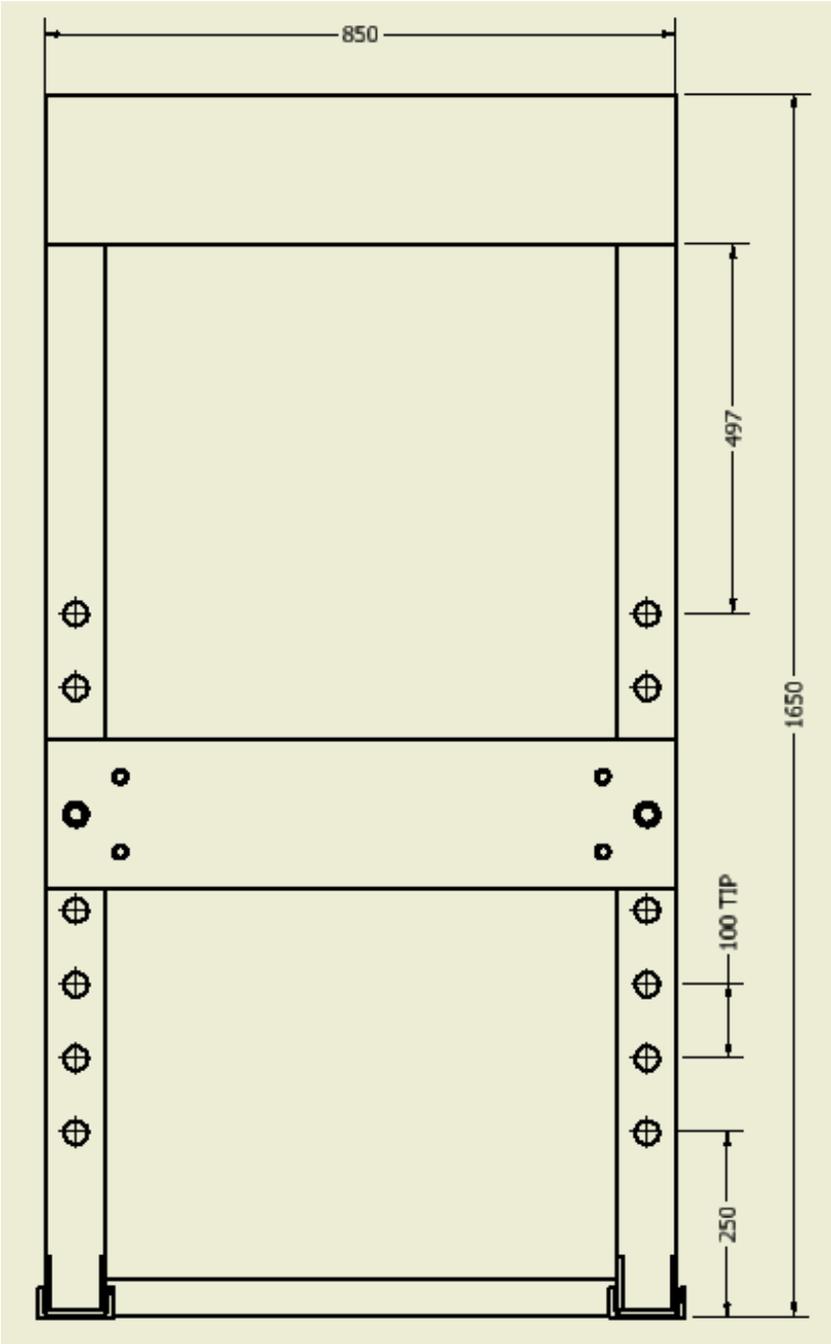


Figura 2. Vista frontal. (Fuente Software Inventor)

7.9.3. VISTA LATERAL

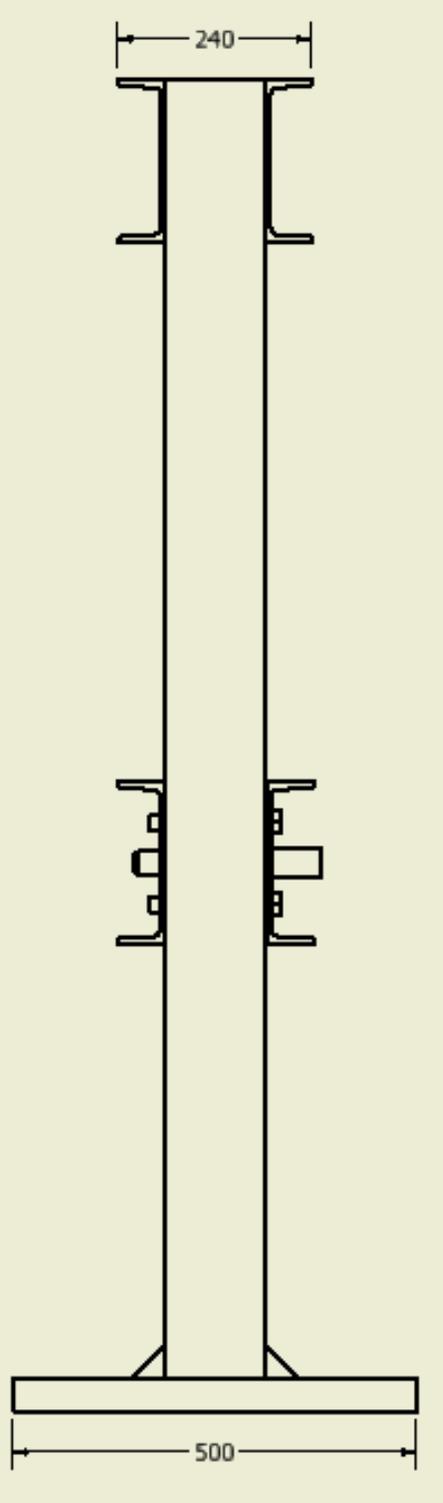


Figura 3. Vista lateral. (Fuente Software Inventor)

7.9.4. VISTA SUPERIOR

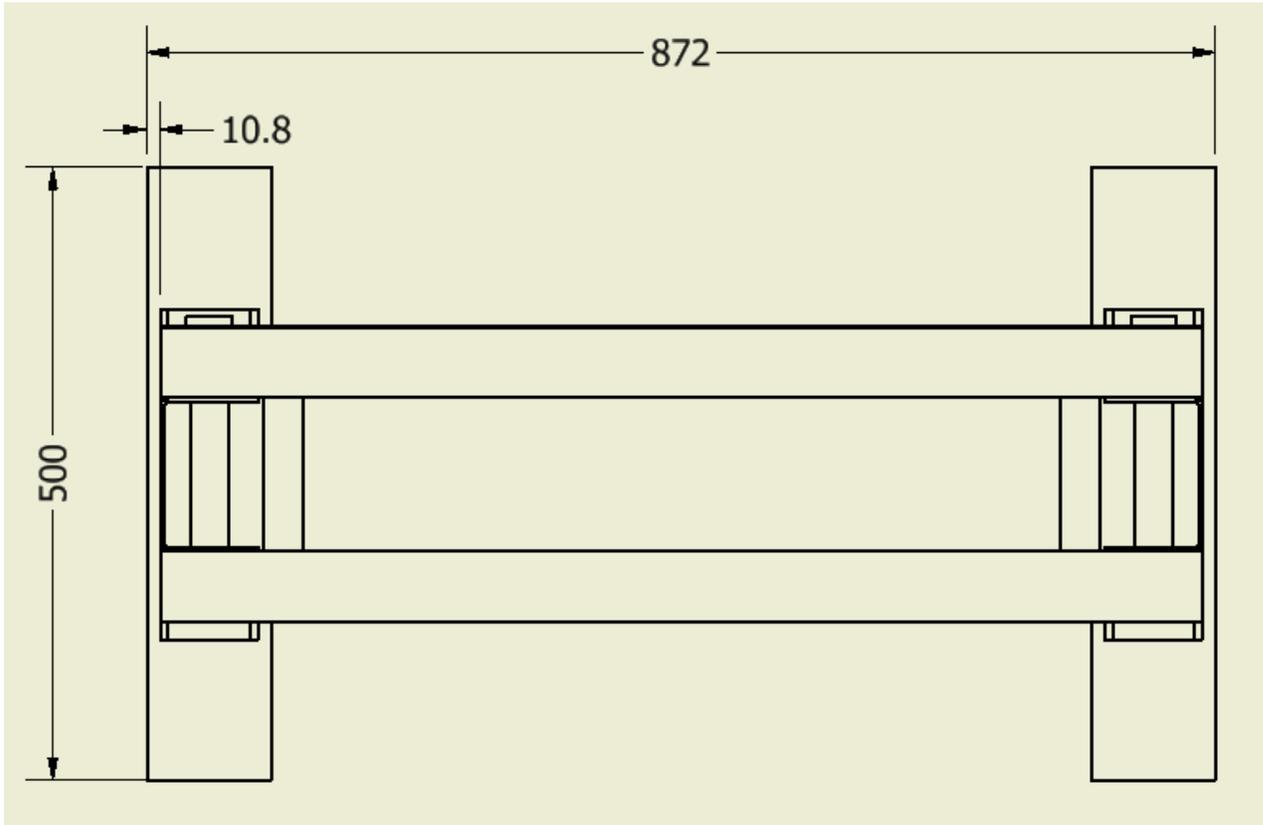


Figura 4. Vista superior. (Fuente Software Inventor)

8. SELECCIÓN DE PINTURA

Cada uno de los componentes de la prensa tanto estructurales como del sistema Hidráulico recibieron un acabado con pintura, esto como parte de la restauración de la prensa, con el objetivo de dar una apariencia agradable y proporcionar una protección superficial a los componentes, para lo cual se tuvieron en cuenta diversos aspectos importantes que a continuación se describirán.

Preparación: Debido al estado inicial en cual se encontró la prensa, se realizó un proceso de preparación de la superficie de los componentes, en el cual se eliminaron las imperfecciones de la pintura que poseía inicialmente la prensa, se eliminaron restos de oxidación superficial y se lijo hasta alcanzar un acabado superficial suficiente para obtener una adecuada fijación y absorción de la nueva capa de pintura.

Protección Anticorrosiva: Antes de aplicar los colores de acabado, se aplica una base de pintura anticorrosiva con el objetivo de brindar una protección a los componentes metálicos de

la misma, que se encuentran expuestas a diversas condiciones ambientales y de operación que pueden generar desgaste corrosivo en las partes.

Aplicación: La pintura nueva a utilizar se aplicó por el método de aspersión, usando latas de aerosol, aplicando varias capas de pintura hasta alcanzar el color adecuado de las piezas, el secado se llevó a cabo al aire libre con temperatura ambiente.

Apariencia: La prensa estará ubicada en el Taller de Mecánica No.19 del bloque 3, en el cual se pueden encontrar, además de la prensa, otros equipos que están pintados con los colores Blanco y Rojo, por tal motivo se utilizan estos dos colores en la prensa, con el fin de conservar la apariencia del taller.

Seguridad: el color blanco se aplicó a los componentes fijos de la prensa y que no representan un peligro o no requieren de atención en ellos por parte de quien opera el equipo, por otra parte, el color rojo se aplica a componentes de la prensa que poseen movimiento, representan un riesgo durante la operación y requieren de la completa atención de la persona que realiza la operación, todos los componentes del sistema hidráulico están pintados color rojo, excepto las mangueras. En la figura 14 se puede apreciar la disposición de los colores en la estructura de la prensa.

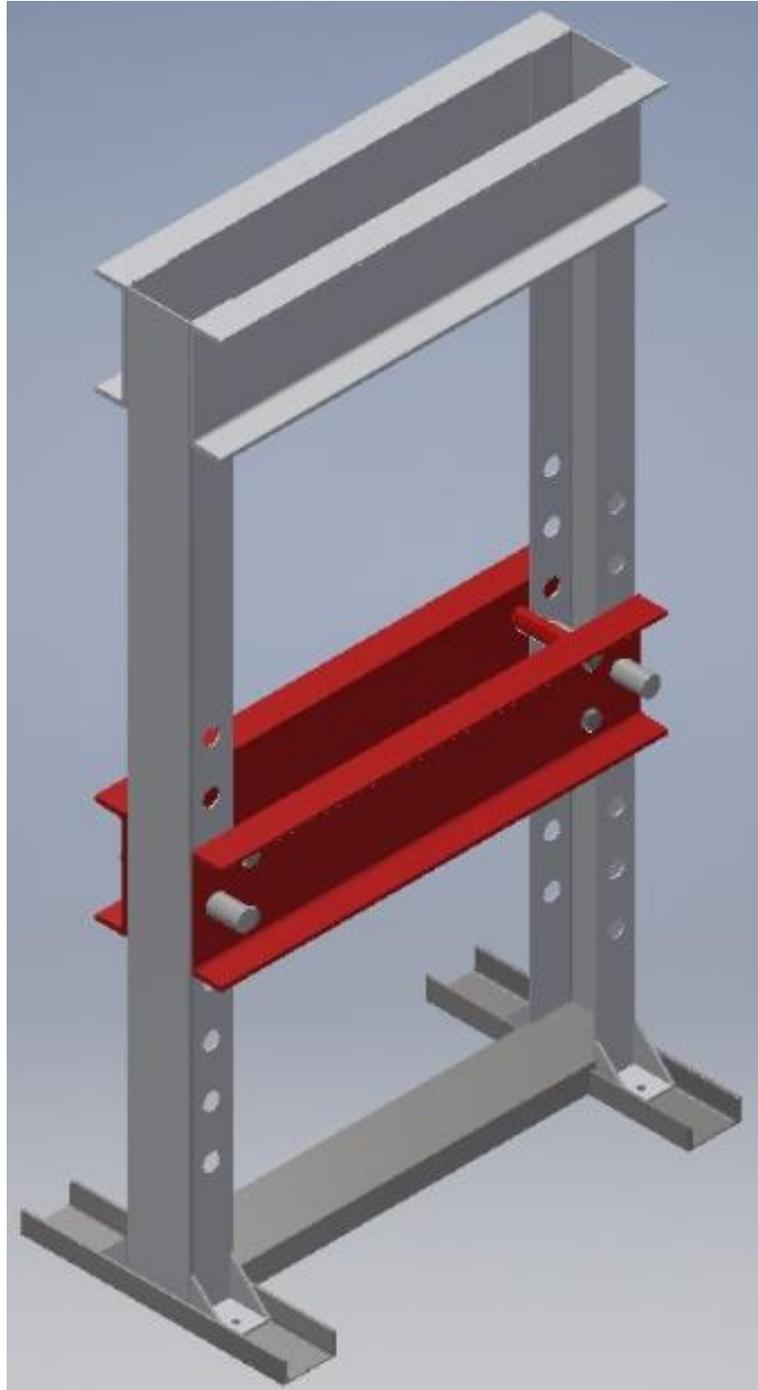


Figura 14. Colores estructura de la prensa. (Fuente Inventor 2016)

9. COTIZACIÓN REDISEÑO DE PRENSA HIDRAULICA

En la Figura 15 se encuentran los valores de los componentes utilizados para la restauración y modificación de la prensa.

LISTA DE PRECIOS PRENSA HIDRAULICA EN TIPO "H"			
Componentes	Unidades	Referencia	Valor
Serie PA, Bombas neumático-hidráulicas	1	Enerpac PA-133	2.450.000
Cilindro Hidráulico de simple efecto	1	Mega V-50 /s41	1.270.000
Manguera R5	5/8 x 2Mt	Enerpac R5	280.000
Manómetro	1	Mega 50 T	320.000
Platina estructural C de 5"x2" "	1 Mt	Doblamos	120.000
Platina 1"	26 x 24 cm	Doblamos	160.000
Platina estructural "C" de 3"x2"	1 Mt	Doblamos	60.000
Pintura anticorrosivo Gris 300 ml	900 MI	Pintuco	72.000
Esmalte Poliuretano Blanco	350 MI	10128104 Gal	180.000
Esmalte Poliuretano rojo	350 ml	10128109 Gal	180.000
Soldadura West Arco 6011	1 Libra	6011 acp 5/32	11.200
Tornillos Acerado G8	4 unidades	G8 5/8 x 3"	44.000
Disco de corte para metal abracol	1	Tipo 1 (4 172)x 20	12.300
Disco para pulir	1	4 1/2 Grano 80	14.300
Lija 3 m 150	4 hojas	Grano 150	1.950
Limpiador / Desengrasante industrial	1 Galón	Wd 40 spiacilist	65.000
Aceite hidráulico	1 Galón	Iso 68	80.000
Racor codo a 90 °	1	Racor codo 3/4	20.000
Racor recto	1	Racor recto 3/4	20.000
Cinta teflón	3 metros	3/4 x 3 metros	6500
TOTAL			5.367.250

Figura 15. Relación costos por material

10. PROCESO DE INSTALACIÓN

En la siguiente imagen 8 se puede observar el estado inicial de la prensa tipo H, esta requiere restaurar la pintura en toda la estructura metálica, el cilindro de simple efecto accionado manualmente presenta fugas del fluido hidráulico y en la parte inferior de la prensa hidráulica el material se encuentra en malas condiciones.



Cilindro hidráulico de simple efecto

Estado de la pintura en la estructura general

Se observa travesaño inferior pandeado, generado por esfuerzos de trabajo

Imagen 8. Estado inicial de la prensa tipo H (fuente universidad universitaria pascual bravo)

Inicialmente se desmonta el cilindro de simple efecto y la base inferior. Como lo muestra la figura 9 y 10.



Imagen 9. Desmonte de piezas defectuosas.



Imagen 10. Corte de la base inferior.

Se utilizó disco fragmentado para metal de 4" para realizar el corte de la pieza afectada, esta será reemplazada según los cálculos que se realizaron con el software inventor 201. El cual nos arroja el tipo de material que debemos utilizar para este trabajo al igual que un factor de seguridad que evite la deformación de las estructura.



Imagen 11. Travesaño inferior.

En esta imagen se observa el daño provocado en travesaño inferior, se debe reemplazar por el material recomendado según los cálculos realizados en software inventor 2016.



Imagen 12. Remover pintura de la estructura.

Se utiliza disco de alambre para remover la pintura actual aplicada en la estructura de la prensa, esta se remueve con el fin de aplicar nuevas capas de base anticorrosiva y pintura blanca para la estructura y roja para la mesa de trabajo.



Imagen 13. Mesa de trabajo.

La mesa de trabajo solo se removerá la pintura y se realizara el alistamiento adecuado para garantizar su durabilidad al momento de ser usada en los talleres.



Imagen 14. Corte de lámina tipo C.

Alistamiento para el corte y adecuación del travesaño inferior según los cálculos arrojados por el software, esta será soldada con soldadura eléctrica de revestimiento 6011 para dar la resistencia requerida a la estructura de la prensa tipo H.

Luego de generar el corte al ángulo tipo c se procede a soldar la estructura metálica. Así como lo muestra la imagen 15.



Imagen 15. Estructura soldada.

Luego de haber armado la estructura metálica se inicia a instalar la platina donde está situado el cilindro de simple efecto para dar inicio al sistema de pintura como lo muestra la imagen xxx.



Imagen 16. Mesa de trabajo y estructura pintada.

Luego de haber dejado secar la pintura se procede a la instalación de todos los componentes así como lo muestra la imagen 17.



Imagen 17. Instalacion de todos los componentes.

Al tener la estructura metálica soldada, pintada y el sistema hidráulico instalado obtenemos una prensa hidráulica tipo h restaurada.

11. METODOS DE PRUEBA

11.1 PRUEBA DE SOSTENIMIENTO DE CARGA

PROCEDIMIENTO:

Colocar el cilindro hidráulico en posición vertical en la prensa, desplazar el embolo o pistón para aplicar la carga de prueba, operar el cilindro hidráulico, llevándolo al tope máximo y mantenerlo en esa posición.

RESULTADOS:

Durante la prueba el cilindro hidráulico soportar la carga de prueba. Ver imagen 18.



Imagen 18. Prueba de sometimiento de carga.

11.2 PRUEBA DE LOGITUD MAXIMA

PROCEDIMIENTO:

Colocar el cilindro hidráulico en posición vertical, acto seguido, sacar totalmente el embolo o pistón, en estas condiciones medir en forma paralela el eje del cilindro hidráulico a la mesa de trabajo.

RESULTADOS:

Después de efectuar la prueba, nos arroja una longitud de 40 cm. Ver imagen 19.



Imagen 19. Prueba de longitud.

11.3 PRUEBA DE DESCENSO

PROCEDIMIENTO:

Colocar el cilindro hidráulico en posición vertical, acto seguido accionar la bomba hasta llevar el embolo o pistón a su máxima descenso.

RESULTADOS:

Después de efectuar la prueba, el embolo o pistón se desplaza de forma correcta. Ver Anexo D.

11.4 PRUEBA DE RETROCESO

PROCEDIMIENTO:

Colocar el cilindro hidráulico en posición vertical, acto seguido se deja de accionar la bomba hasta llevar el embolo o pistón a su máxima retroceso.

RESULTADOS:

Después de efectuar la prueba, el embolo o pistón se desplaza de forma correcta. Ver Anexo E.

11.5 MARCADOR DE RESULTADOS

La prensa hidráulica fue sometida a varias pruebas, para determinar sus condiciones de trabajo, en carga y desplazamiento, las cuales son óptimas para su operación de extracción, instalación y doblado de diferentes elementos mecánicos como varilla, tubo, ángulos, bujes, rodamientos, piñones, entre otros elementos mecánicos que se encuentren en medidas desde 1 centímetro hasta 50 centímetros de longitud y menos de 1 centímetro de diámetro hasta 15 centímetros de diámetro.

Así se determina que la prensa hidráulica nos arroja como resultado, procedimientos óptimos de operaciones, los cuales no se van a ver afectados desde que se cumpla las medidas antes dichas.

12 RECOMENDACIONES

- Antes de iniciar la operación el sistema hidráulico, asegúrese que este no presente fugas de aceite, esto reduce el rendimiento de la máquina y puede ocasionar accidentes durante su manipulación.
- No sobrepase las 50 Toneladas establecidas como límite de carga para la estructura, constantemente verifique la presión del sistema en el manómetro para no superar los límites establecidos
- Al utilizar la maquina tenga siempre presente todas las normas de seguridad industrial, no ejecute la labor si no está capacitado para operar la máquina y no olvide seguir siempre las normas y recomendaciones específicas del taller institucional.
- Ubiqué la prensa hidráulica en un ambiente limpio libre de polvo, y filtraciones de agua o cualquier otro líquido que puedan afectar el funcionamiento de la prensa u ocasionar algún tipo de fallo.
- En caso de sufrir daños o algún tipo de desgaste de algún componente replácelo por otro que tenga iguales características, no opere la maquina mientras esta averiada.
- Realizar mantenimientos preventivos programados, donde se verifique que no haya mangueras sueltas, inspeccionar la bomba hidroneumática y engrasar las guías de los vástagos.
- Mantener las condiciones del aceite iguales a las iniciales, regular la temperatura del aceite a valores recomendados por el fabricante, verifique constantemente los niveles de aceite del equipo y reponga de ser necesario.

CONCLUSIONES

Se realizó una mejora estructural y se instala un sistema hidroneumático para una prensa tipo H.

El nuevo circuito hidráulico reduce un 65% el tiempo que emplea el cilindro al extenderse y aumentando notoriamente la eficiencia de la prensa.

Los materiales empleados fueron seleccionados en base a las buenas propiedades mecánicas establecidas en catálogos y que cumplían con las exigencias del diseño, a fin de obtener una máquina de buen rendimiento.

La máquina puede ser operada fácilmente por los estudiantes, pues la interacción con la máquina es amigable y permite acostumbrarse a ella fácilmente, garantizando que los estudiantes tengan una experiencia de gran aporte a su perfil laboral, sin descuidar los riesgos que están inmersos durante el accionamiento.

Por otro lado nos dimos cuenta de la importancia de tener nuestras bases a lo largo del pregrado, que para este trabajo ocupamos los conocimientos adquiridos de muchas materias vistas a lo largo de la carrera y nos dimos cuenta de la importancia que tiene cada una para la formación de un ingeniero mecánico y para lograr la terminación de este trabajo.

BIBLIOGRAFIA

<http://www.rtve.es/noticias/20110701/joseph-bramah-padre-prensa-hidraulica/444997.shtml>
https://es.wikipedia.org/wiki/Prensa_hidr%C3%A1ulica
<https://es.slideshare.net/viniciovargasestrada/tesis-prensa-hidrulica>
<https://www.quiminet.com/articulos/ventajas-y-desventajas-al-usar-prensas-hidraulicas-58533.htm>
<https://www.geniolandia.com/13176444/tipos-de-prensas-hidraulicas>
<https://www.quiminet.com/articulos/guia-para-seleccionar-la-mejor-prensa-hidraulica-57664.htm>
<http://www.aenor.es/aenor/inicio/home/home.asp>
<http://www.ferrocortes.com.co/>
<https://www.shell.com.co/>
<https://www.enerpac.com/es>
<http://www.ciedecolombia.com/noticias/nuevos-productos-hi-force/>
<http://www.arqhys.com/construccion/vigas.html>

ANEXOS

ANEXO A. Formulas y conceptos generales.

ANEXO B. Norma ANSI-AISC 360-16.

ANEXO C. Aceite hidráulico.

ANEXO D. Prueba de descenso.

ANEXO E. Prueba de retroceso.