 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01- 27

DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y PRUEBA DE UNA PRENSA HIDRÁULICA MANUAL DE 10 TONELADAS.

David Murillo Sánchez

Ingeniería Mecatrónica

Dirigido por:

Luz Adriana Trejos Grisales

INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO

2018

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RESUMEN

RESUMEN:


Este trabajo presenta el diseño y construcción de una prensa hidráulica de 10 toneladas para la empresa Elkin Ochoa Electromecánica S.A.S. El proceso de construcción de la prensa hizo parte de la práctica empresarial realizada en dicha empresa para optar por el título de Ingeniero Mecatrónico. El diseño de la prensa fue validado a través de pruebas en el entorno real de trabajo. Las pruebas también permitieron determinar la eficiencia de la prensa.

Palabras clave: diseño, construcción, prensa hidráulica.

ABSTRACT

This work presents the design and construction of a hydraulic press of 10 ton for Elkin Ochoa Electromecánica S.A.S. The construction process of the press was part of the professional practicing carried out in such a company to opt for the title of Mechatronic Engineer. The press design was validated through tests in the real work environment. The tests also allowed to define the press efficiency.

Keywords: design, construction, hydraulic press

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RECONOCIMIENTOS

En primera instancia, mi eterna gratitud a Dios porque ha regalado la vida y me acompaña siempre en el camino, cuidándome y entregándome fortaleza para escalar cada peldaño de mi vida y la carrera profesional.

A mi madre Yolanda Sánchez y mis hermanos Hernán y Laura por el amor y el apoyo incondicional brindado en todo momento, por los valores inculcados y por darme la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida y más aún, por ser un ejemplo a seguir.

Expreso también mi más profundo y sincero agradecimiento a todos aquellos que han colaborado en la realización del presente trabajo, en especial a la profesora Luz Adriana Trejos Grisales, asesora de prácticas, por la orientación, el tiempo y el acompañamiento continuo para culminarlo con éxito.

A mis profesores, quienes compartieron de manera desmedida su conocimiento para mi formación como profesional.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida académica, a las que agradezco su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos difíciles, algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y mi corazón, sin importar en donde estén, quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01- 22

ACRÓNIMOS

PH Prensa Hidráulica

TON Toneladas

mm milímetros

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	6
2. MARCO TEÓRICO	8
3. METODOLOGÍA	10
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO	22
REFERENCIAS	24

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

1. INTRODUCCIÓN

La prensa hidráulica (PH) es implementada con frecuencia en talleres mecánicos para la realización de diferentes tipos de procedimientos.

Con la PH es posible mantener el total de la fuerza por lo largo de la carrera. Una de las ventajas de esta, es que permite eliminar la necesidad de realizar cálculos de la presión del tonelaje al principio de la carrera; otra de las ventajas es que puede abarcar varios trabajos según su fuerza, algunos como el embutido profundo, reducción, formado de polímetros, el formado, el estampado, troquelado, el punzonado, el prensado, el ensamble ajustado, el enderezo. De igual manera, es altamente útil en los procesos de la calibración de diámetros, la compresión a plástico y a hule (goma, caucho) y los troqueles de transferencia.

Elkin Ochoa Electromecánica S.A.S presta servicios de reparación y mantenimiento de herramientas y equipos eléctricos, por tanto actividades y trabajos como inserción/ retirado de piezas dentro de otras (cuyos diámetros varían en décimas), ajuste/ desajuste entre ejes, extracción rodamientos de ejes, montaje/ desmontaje de bujes, entre otras, constituyen el día a día de la empresa y a la fecha se realizan de manera manual, asociando un nivel de dificultad mayor para obtener de manera eficiente y efectiva el resultado esperado y alto riesgo para la seguridad del operario en el sitio de trabajo (p. ej. ruido, golpes, esquirlas) y para la relación costo- calidad del trabajo en contraste con el tiempo empleado para este (daño de las piezas, necesidad de tercerización de estas actividades, etc). También se ha detectado que se requiere la realización de trabajos a grandes presiones en puntos precisos (sin dejar abolladuras), que suelen hacerse por medio de golpes de combas o martillos, generando un retraso y/o entorpecimiento en la terminación del trabajo.

Ante el panorama descrito, surge la necesidad de diseñar y construir una prensa hidráulica con sus respectivas pruebas de funcionamiento, para ser operada al interior del taller, en pro de disminuir la incidencia de los problemas y la materialización de los riesgos potenciales detectados y se consolide en la empresa, como una herramienta para optimizar el tiempo, minimizar el esfuerzo humano y garantizar la calidad (precisión, mejor acabado) en la realización de las actividades arriba mencionadas. Se determina que la construcción de la PH es pertinente, dado que se dispone del conocimiento y las herramientas para ello, acorde a las necesidades planteadas, lo que evita incurrir en un gasto superfluo, si en cambio, se decidiese comprarla.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Objetivo general

Diseñar, construir y probar el desempeño de una prensa hidráulica en el taller Elkin Ochoa Electromecánica S.A.S. para mejorar los procesos realizados por la empresa garantizando la seguridad de los operarios.

Objetivos específicos

- Definir el diseño de la prensa hidráulica bajo las características requeridas por la empresa.
- Realizar los planos de la prensa en un software CAD para modelado mecánico.
- Construir la prensa hidráulica de acuerdo a los parámetros de diseño establecidos.
- Probar y evaluar el desempeño de la prensa hidráulica en el entorno de trabajo real.
- Aplicar los conocimientos adquiridos durante la realización de mis estudios en Ingeniería Mecatrónica en aplicaciones reales.

Justificación de la práctica

La práctica es un proceso y un espacio que permite al estudiante, ubicar claramente la tendencia profesional acorde a la formación y el perfil profesional, desarrollando y afianzando actitudes, habilidades y destrezas en los contextos donde le corresponde actuar e intervenir. Además de interactuar con la realidad laboral, donde se pone a prueba la solidez, coherencia y pertinencia de los enfoques teóricos, metodológicos e investigativos aplicables al objeto de conocimiento específico de estudio, que ha sido adquirido durante la formación.

Las prácticas profesionales en Elkin Ochoa Electromecánica S.A.S, han permitido integrar los conocimientos teóricos con la realidad de la empresa, desarrollando una serie de competencias incluso la investigativa, permitiendo un mejor acercamiento a la realidad de del profesional Mecatrónico en el contexto colombiano. A manera personal, se considera que este espacio brinda la oportunidad de liderar y realizar aportes dentro de un equipo de trabajo interdisciplinario, posibilitando ampliar el enfoque del conocimiento y reconociendo la importancia de trabajar con otras disciplinas y áreas de manera integrada.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2. MARCO TEÓRICO

2.1 La hidráulica

Utiliza básicamente los fluidos hidráulicos como medios de presión para mover los pistones de los cilindros. Los sistemas hidráulicos se aplican típicamente en dispositivos móviles tales como maquinaria de construcción, excavadoras, plataformas elevadoras, aparatos de elevación y transporte, maquinaria para agricultura y simulador de vuelo. Sus aplicaciones en dispositivos fijos abarcan la fabricación y montaje de máquinas de todo tipo, líneas de transfer, aparatos de elevación y transporte, prensas, máquinas de inyección y moldeo, máquinas de laminación, ascensores y montacargas. (Creus, S. A., 2007).

2.2 Principios básicos de la hidráulica

La hidráulica es la tecnología o estudio de presión y flujo del líquido. Los líquidos son materiales que se vierten y toman la forma de sus contenedores. Ejemplo de líquidos son agua y el aceite. Debido a que los líquidos no son compresibles, nos permiten transferir y multiplicar fuerzas. La figura 1 ilustra estas propiedades básicas de los líquidos. El líquido luego aplica la misma cantidad de presión de manera equitativa en todas las direcciones. Como resultado, la presión aplicada al pistón de entrada se transfiere al pistón de salida. (Lab Volt, 2000).

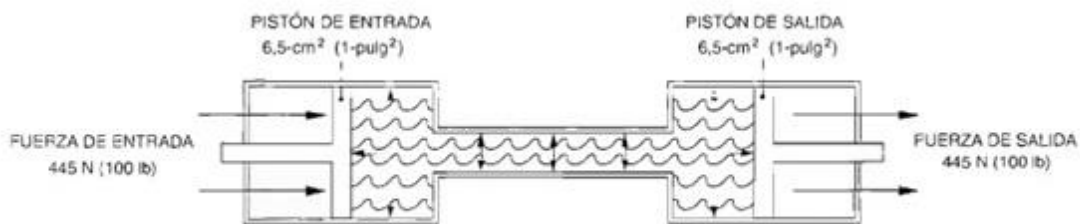


Figura 1. Ilustración de propiedades básicas de los líquidos.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Una aplicación práctica del principio de pascal es la prensa hidráulica que es una máquina compleja que permite amplificar la intensidad de las fuerzas semejante a la que se puede observar en la figura 2, donde se cumple que $P_a = P_b$ como es conocida la presión $P=F/S$, por tanto se puede comprobar fácilmente que al ser $S_b > S_a$ para conseguir levantar la masa F_b hay que aplicar una fuerza cuyo valor se expresa en las ecuaciones (1) y (2) (Castillo, 2001).

$$\frac{F_a}{S_a} = \frac{F_b}{S_b} \quad (1)$$

$$F_a = \frac{S_a}{S_b} \times F_b \quad (2)$$

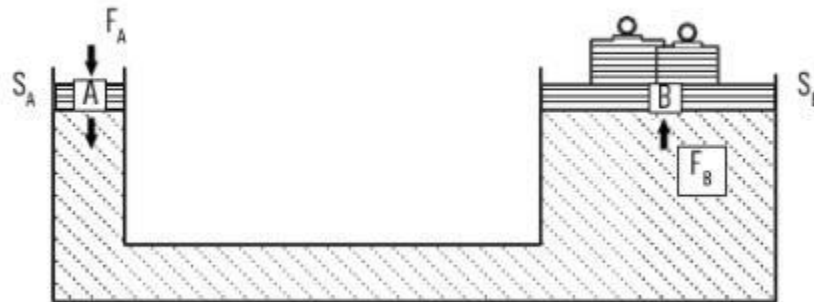


Figura 2. Principio de operación de una prensa hidráulica.

Según el principio de pascal la presión ejercida en cualquier parte de un fluido incompresible y en equilibrio dentro de un recipiente indeformable se transmite con igual intensidad en todas las direcciones y puntos del fluido (Castillo, 2001).

2.3 Invención de la prensa hidráulica

Joseph Bramah es reconocido a nivel mundial por su invención de la prensa hidráulica, que al aplicar presión da forma a los materiales metálicos, aplicando el principio de Pascal.

La prensa hidráulica consiste en dos tubos conectados entre sí. Los tubos, son de diferente diámetro y están llenos de fluidos que pueden ser agua o aceite. Los tubos los cierran dos pistones. Se aplica fuerza reducida a través del fluido al pistón más pequeño y se transforma en otra fuerza que actúa sobre el pistón de mayor tamaño (UTECSA, 2014).

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

3. METODOLOGÍA

3.1 Simulación computacional en SOLIDWORKS® y definición del material de la PH.

Una vez planteado el problema, las necesidades detectadas en el taller y la capacidad económica de la empresa, como resultado de las reuniones con los operarios y la administración, se determinó construir una prensa hidráulica manual- tipo H, por tratarse de una estructura económica y sencilla, para aplicación en tareas de inserción y extracción de rodamientos, bujes, anillos, y todo elemento que tenga un ajuste.

Se desarrollan los planos usando el software SOLIDWORKS 2017 con el fin de asegurar fácil comprensión y precisión y calidad en el corte de las piezas (Figura 3); seguido, se realiza impresión en papel de dichos planos (detalla medidas de cada pieza en milímetros) para entrega en copias a personal involucrado en el proceso de fabricación de la PH. En la Figura 2 se observa diseño de la estructura de la prensa compatible con las especificaciones de los accesorios como el gato hidráulico, los resortes y los pernos.

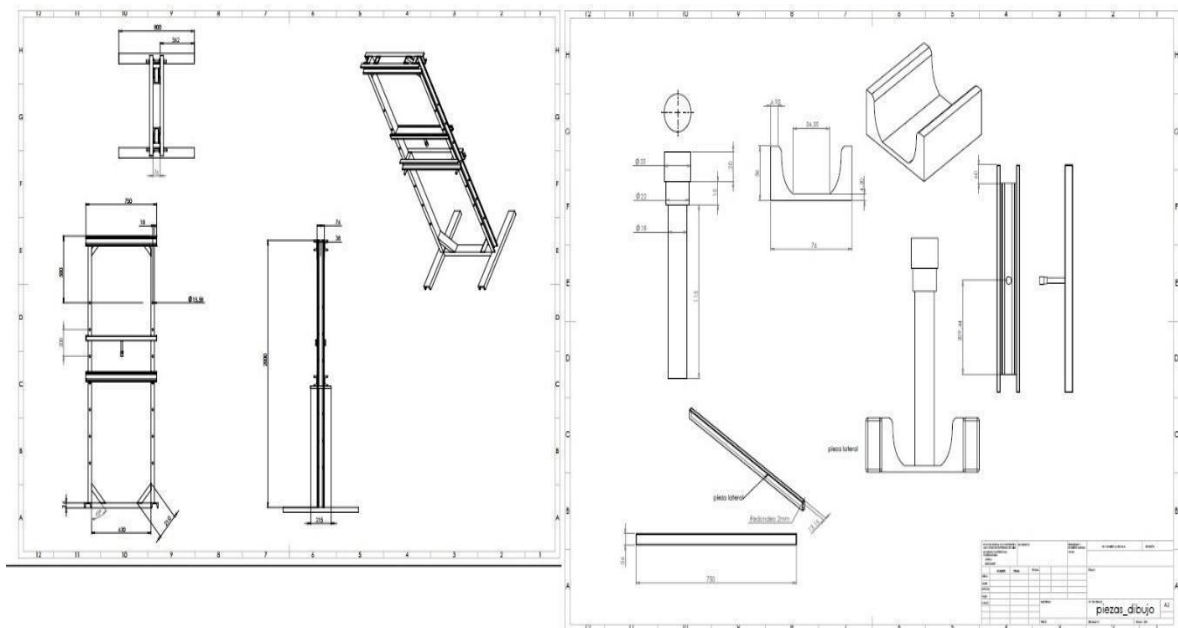


Figura 3. Planos componentes de prensa hidráulica manual, tipo H. Diseño realizado SOLIDWORKS® 2017.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Figura 4. Prototipo estructura Prensa Hidráulica, Diseño realizado SOLIDWORKS® 2017.

Se decide hacer la prensa hidráulica en acero A36 por relación costo -calidad dado que la PH no se requiere para trabajo pesado y resiste mayor peso (toneladas); las propiedades mecánicas están definidas en la Tabla 1. Se adquiere saldos (“pedazos”) de viga en “u” con las especificaciones señaladas en rojo (Tabla 2) dado el alto costo de viga en “u” entera; el gato hidráulico, los resortes y el eje con comprados, siendo el gato de 10 TON de segunda mano y óptimo estado para el uso. El émbolo está disponible en el taller.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

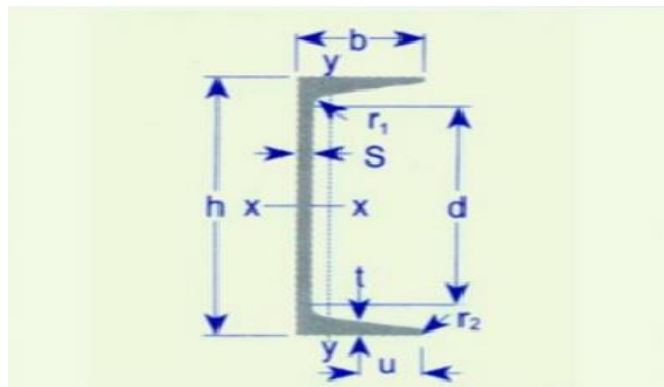
Tabla 1. Propiedades mecánicas ACERO A36 (Aceros Otero S.A.S., 2017)

Propiedades mecánicas ACERO A36				
Esfuerzo Fluencia		Esfuerzo Tracción (kg/mm ²)		Elongación
Kg/mm ²	MPa	Kg/mm ²	MPa	%
25.5 (min)	250 (min)	40.8 (min)	400 (min)	20 (min)

Solo es necesaria la información de la tabla 2 para la implementación de la prensa hidráulica dado que el objetivo es trabajo liviano. Si a futuro se requiere realizar trabajos de mayor exigencia, la estructura cuenta con las dimensiones y características para realizar dichas adaptaciones.

Tabla 2. Propiedades de la viga en “u” (Perfiles y vigas S.A.S.,2017)

Perfil Viga en U																
Perfiles CE	Dimensiones y Propiedades del diseño															
	Dimensiones							Área	Peso	Propiedades Elásticas						Cons
Designación	Altura		ala		Distancias					Lx	Sx	Eje X-X			Eje Y-Y	
	h	s	b	t	r1	r2	d	Ly	Sx			rx	Ly	Sx	rx	Jt
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	Cm ²	Kg/mt	cm ⁴	cm ³	cm	Cm ⁴	Cm ³	cm	Cm ⁴
C 3 X 4. 1	76,20	4,30	35,8	6,90	6,90	2,50	44,00	7,68	6,10	66,40	18,00	2,97	8,32	3,44	1,04	1,12



	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

3.2 Adecuación del material y construcción de la PH.

El material llega en condiciones no óptimas, evidenciando efecto de la humedad y el ambiente en que posiblemente ha estado expuesto, con presencia de óxido haciendo necesario un tratamiento físico para retirarlo, usando la pulidora de 4 y media y una grata.

Luego, se realiza el trazado de cada una de las piezas (definidas en los planos) sobre la viga en “u” de acuerdo a las dimensiones, usando pie de rey y flexómetro; seguido el procedimiento de corte de las piezas, el cual se realiza con la pulidora de 4 ½ con disco de corte.

Posteriormente, se marca sobre los verticales, la distancia (milímetros) entre las perforaciones- de acuerdo a los planos-, usando el flexómetro y el marcado de los puntos, con el centro punto. Las perforaciones se realizan con un taladro de banco; por tratarse de un material de alta dureza, requirió el uso de diferentes brocas (½”, ⅜”, ¼” y 6”) para facilitar y agilizar la perforación.

La unión y ensamble entre las piezas de la prensa hidráulica (según planos), se hace usando cordones de soldadura por arco eléctrico con electrodos 6011 de octavo; la escoria resultante del proceso de soldadura, es retirada una pulidora de 4 ½ con su respectivo disco de pulir.

Previo a la aplicación de pintura en toda la estructura, se limpia cada una de sus partes con una estopa impregnada con Thinner. Se aplica sobre la estructura y la base de la PH, una capa de anticorrosivo para proteger la superficie de un proceso de degradación, seguido de la aplicación de pintura color rojo bermellón en la estructura, color azul para el gato hidráulico y color negro para las placas. La aplicación de anticorrosivo y pintura se realiza usando un compresor y su pistola de pintura.

3.3 Pruebas de uso y funcionamiento de la PH.

Las 4 pruebas realizadas a la PH para evaluar y verificar su funcionamiento, se describen a continuación:

a. Extracción de rodamientos

Tiene como finalidad, probar si la PH cumple satisfactoriamente la función de Extracción, en este caso, con rodamientos de un eje. Se ubica la pieza a trabajar en las placas de sujeción, después de asegurarla, se procede a ejercer la presión necesaria para la respectiva extracción (figura 5), después se repite la prueba con un equipo más grande: una caja reductora, también para extraer rodamientos. Se repite la prueba 3 veces y se detalla el resultado como CUMPLE/ NO CUMPLE.


	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Figura 5. Extracción de rodamientos.

b. Inserción de rodamientos

Mediante esta, se verifica que la PH cumple además de la función de extracción, la de Inserción. Se realiza ubicando la pieza a trabajar en las placas de sujeción que van encima de la viga transversal, en este caso para insertar un rodamiento en un eje, se manobra la PH para realizar la inserción (figura 6). Se repite la prueba 3 veces y se detalla el resultado como CUMPLE / NO CUMPLE.



Figura 6. Inserción de rodamiento.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

c. Desplazamiento del vástago del gato hidráulico.

Al realizar las pruebas de extracción e inserción de rodamientos, se verifica si el desplazamiento del vástago del gato hidráulico, es óptimo.

d. Tiempo de retorno del vástago a su posición inicial con los resortes.

Esta prueba proporciona el tiempo promedio (medido en segundos y mediante cronómetro) que tarda el vástago en volver a su estado inicial después de estar en su máxima extensión (figura 7) luego de realizar la presión en la PH, sin carga. La prueba se repite 3 veces y el resultado es el promedio de los tres tiempos obtenidos.



Figura 7. Prueba del vástago.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se construyó una PH con una capacidad de 10 TON, con la descripción de cada uno de sus componentes, detallada en la Tabla 3 y conforme a los planos obtenidos en SOLIDWORKS®.

En las figuras 8 a 14 se puede observar los cortes obtenidos de las piezas, características físicas de la estructura luego del tratamiento con anticorrosivo y luego de la aplicación de la pintura “rojo bermellón” quedando con una apariencia estética satisfactoria. De igual manera, el prototipo final con todos sus componentes, es decir, luego del ensamblado, cumple con las características definidas durante la etapa del diseño.

Tabla 3. Característica de los componentes de la PH.

Componente	Descripción
Viga transversal de soporte de gato hidráulico	Longitud: 750 mm
Columnas de la prensa hidráulica	Longitud: 2000 mm
Viga transversal de soporte de pieza de trabajo	Longitud: 750 mm
Pines de apoyo	120 mm cada uno
Placas de sujeción de la pieza	150x150 mm
Gato hidráulico	Capacidad: 10 TON
Resortes	203 mm Cada uno en estado normal
Base de apoyo	2 verticales de 800 mm y 1 horizontal de 630 mm



Figura 8. Toma de medidas y marcación de piezas.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Figura 9. Corte de piezas.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

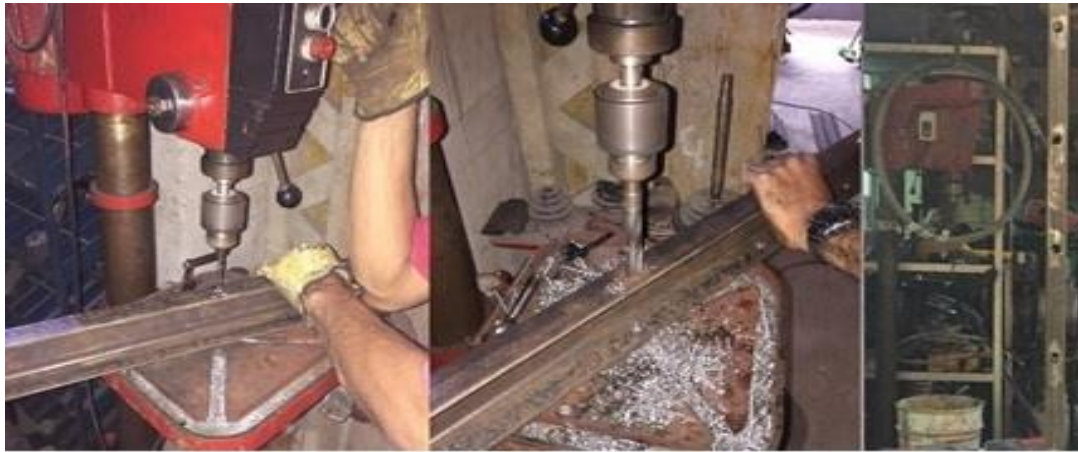


Figura 10. Perforación de piezas.



Figura 11. Unión de piezas con soldadura.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Figura 12. Limpieza de estructura.



Figura 13. Aplicación de anticorrosivo.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Figura 14. Aplicación de pintura.

Después de realizar 3 procesos de extracción e inserción de rodamientos, se comprobó que el desempeño de la PH es satisfactorio. Cada uno de los procesos implica 2 desplazamientos del vástago del gato hidráulico, es decir, en los procesos este se desplaza 6 veces. El tiempo promedio de retorno del vástago a su estado inicial con los resortes y sin carga en la PH, fue 6,5 segundos.

Durante el proceso de diseño y construcción no se presentaron inconvenientes. Los materiales fueron adquiridos en una empresa de venta de piezas de acero, mientras que los demás componentes necesarios para la PH fueron adquiridos en diversos lugares. EN la Tabla 4, se detalla el precio de los componentes de la PH.

Tabla 4. Precio de materiales y Componentes.

Materiales y componentes	Precio (COP)
Viga en u en Acero	\$ 220.800
Placas en acero	\$10.000
Gato	\$60.000
Resortes	\$16.000

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Pernos	\$3.8000
Tuercas	\$1.200
Thinner	\$5.000
Anticorrosivo	\$11.500
Pintura Rojo Bermellón	\$12.600
Soldadura (electrodos)	\$7.200
Total	\$342.300

El costo estimado total de la PH fue \$342.300 pesos colombianos, mientras que el costo de una PH en el mercado con características similares es aproximadamente \$799.900 pesos colombianos. Por tanto, se verifica la contribución del trabajo y las ventajas para la empresa, porque al ser una empresa pequeña se buscaba la mejor opción desde el punto de vista operativo y económico.

Finalmente, en el proceso de construcción de la PH y realización de pruebas, se contó con la participación de todos los integrantes de planta de la empresa. De esta forma, se aseguró que dichos empleados conocerían el funcionamiento y operación de la PH.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

- La prensa hidráulica construida es tipo H, manual, con una capacidad de 10 TON y cumple con los requisitos predeterminados de diseño y desempeño, supliendo las necesidades detectadas para el desarrollo de las actividades y trabajos que se ejecutan en Elkin Ochoa Electromecánica S.A.S. y puede ser operada fácilmente por el personal, ya que cuenta con un sistema de funcionamiento y manejo, de fácil comprensión.
- Se reconoce que la fase de detección del problema fue clave para el desarrollo del proyecto, dando paso a reuniones con los operarios de la empresa, como un ejercicio para consensuar y definir las características y requisitos de la PH a construir, considerando que son estos, los usuarios finales de la herramienta; el uso del programa SOLIDWORKS® 2017 garantizó la precisión, eficiencia y optimización del tiempo en el desarrollo de la herramienta.
- Respecto a la selección de los materiales, es significativo resaltar que el análisis costo- beneficio y de las condiciones de trabajo y medio ambiente, fue indispensable para aprovechar de manera adecuada los recursos físicos y económicos de la empresa. De esta forma, se eligieron los materiales y componentes con buen compromiso entre calidad y precio.
- Las pruebas realizadas con PH consistieron en la extracción e inserción de rodamientos en diferentes tipos de ejes y el montaje de bujes en ejes de diferentes tamaños. En todas las pruebas la PH mostró un desempeño satisfactorio cumpliendo con los parámetros de diseño.
- Se concluye que la decisión de construir la prensa en vez de comprarla, fue acertada, luego de valorar su desempeño en contraste con el costo de los materiales, salvaguardando de gastos innecesarios.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RECOMENDACIONES

- Luego de observar y analizar el proceso de extracción de rodamientos, se recomienda instalar una moldura en caucho u otro componente que minimice la caída de los ejes, con esto se pretende evitar daños en el mismo o en la PH.
- Elaborar un manual de seguridad y mantenimiento de la prensa, así como los instructivos donde se limite al uso exclusivo en trabajos pre definidos y para los cuales ha sido diseñada.
- Utilizar las protecciones debidas para manipulación de las partes y piezas a trabajar, tener en cuenta las normas de seguridad industrial

TRABAJO FUTURO

- Realizar seguimiento al desgaste de los resortes de la PH, registrando en una bitácora, las fechas de inicio uso y fecha en que dejan de cumplir con su función, para mediante un análisis retrospectivo, prever el tiempo de re cambio, minimizando el riesgo de que la herramienta se necesite y de manera inesperada, no pueda ser operada por dicho desgaste.
- Elaborar una mesa de mayor área para ampliar la capacidad de la PH a trabajo con equipos más grandes.
- Realizar un estudio piloto que permita definir cómo implementar la inclusión de un manómetro, con el fin de realizar verificaciones continuas de la presión ejercida durante el trabajo en la PH.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

REFERENCIAS

- Aceros Otero S.A.S. *Plancha de acero carbono*. Recuperado el 10 de noviembre de 2017 de http://www.acerosotero.cl/planchas_acero_carbono_astm_a36.html
- Castillo, J. R. (2011). *Montaje y reparación de sistemas neumáticos e hidráulicos, bienes de equipo y máquinas industriales (uf0459)*. Recuperado el 8 de noviembre de 2017 de <https://ebookcentral.proquest.com>
- Creus, S. A. (2007). *Neumática e hidráulica*. Recuperado el 9 de noviembre de 2017 de <https://ebookcentral.proquest.com>
- Perfiles y vigas S.A.S. *Ficha técnica de canales en u*. Recuperado de <https://www.perfilesyvigas.com/images/stories/pdf/perfilu.pdf>
- UTECSA. (2014). *Joseph Bramah y el nacimiento de la industria hidráulica*. Recuperado el 7 de octubre de 2017 de <http://www.utecsa.cl/historia-hidraulica/>
- Universidad Rafael Landívar. *Fundamentos de la hidráulica*. Recuperado el 20 de septiembre de 2017 de <http://biblio3.url.edu.gt/Libros/2012/funda-hidra.pdf>

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

FIRMA ESTUDIANTES David Morillo Sánchez

FIRMA ASESOR Adriana Torres G.

FECHA ENTREGA: 31 ENERO DE 2018

FIRMA COMITÉ TRABAJO DE GRADO DE LA FACULTAD _____

RECHAZADO ___ ACEPTADO ___ ACEPTADO CON MODIFICACIONES ___

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____

FIRMA CONSEJO DE FACULTAD _____

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____