

REDISEÑO, VERIFICACIÓN Y CREACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO
ADECUADO PARA LA PRENSA HIDRÁULICA DE CAPACIDAD 10 TONELADAS
DE LA EMPRESA RECICLAJE SOCIAL PARA COLOMBIA S.A.S PARA
OPTIMIZAR LA COMPACTACIÓN DEL NUEVO MATERIAL QUE INGRESA A LA
EMPRESA.

JORGE ALEJANDRO CORRALES FERNÁNDEZ

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA
MONTERIA CORDOBA

2022

REDISEÑO, VERIFICACIÓN Y CREACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO ADECUADO PARA LA PRENSA HIDRÁULICA DE CAPACIDAD 10 TONELADAS DE LA EMPRESA RECICLAJE SOCIAL PARA COLOMBIA S.A.S PARA OPTIMIZAR LA COMPACTACIÓN DEL NUEVO MATERIAL QUE INGRESA A LA EMPRESA.

JORGE ALEJANDRO CORRALES FERNÁNDEZ

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Mecánico

Asesor:

I.M KATERIN OSORIO BARRERA, MBA

INGENIERO MECÁNICO

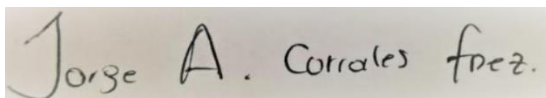
UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA
MONTERIA CORDOBA

2022

03 febrero 2022

“Yo Jorge Alejandro Corrales Fernández Declaro que este trabajo de grado no ha sido presentado para optar a un título, ya sea en igual forma o variaciones, en esta o en otra universidad” (Art.82.Acuerdo No.116 CD- de mayo 26 de 2000)

Firma del autor:



Jorge A. Corrales Fernández.

DEDICATORIAS

Primeramente, agradezco a Dios por haberme guiado en mi vida y en mi proceso de formación como profesional y permitirme alcanzar mis logros.

Agradezco infinitamente a mi familia, mi madre Luz Fernández, mis abuelos Ruber y Amalia, por su amor y apoyo incondicional en todo momento, ya que gracias a esas palabras de aliento que siempre tuvieron para conmigo, me permitieron llevar a cabo el desarrollo exitoso de este proyecto.

Agradezco a mi compañera permanente Eliana Mendoza quien con sus actos y palabras me fortalecieron durante este arduo proceso y quien fue un apoyo incondicional durante todo este tiempo de formación.

Agradezco profundamente a todos mis amigos que directa o indirectamente hicieron que este sueño fuera posible, pero en especial agradezco a mi amigo, hermano y colega José Luis Salgado quien ha sido mi compañero durante todo este proceso de formación y que gracias a sus aportes y consejos han hecho de mí una mejor persona y profesional.

Agradezco a la ingeniera Katerin Osorio Barrera quien me brindó sus conocimientos sobre el tema, agradezco su paciencia, su profesionalismo y su disposición, ya que fueron indispensables para el desarrollo exitoso de este trabajo.

Por otro lado, agradezco a la empresa Reciclaje Social Para Colombia S.A.S en cabeza del Ingeniero Mario Palacio por permitirme realizar mi trabajo de grado en sus instalaciones, así mismo agradezco a todo el personal tanto administrativo como operativo de la empresa quienes siempre mostraron una buena actitud para conmigo.

Por último, agradezco a la Universidad Pontificia Bolivariana por toda la formación integral y profesional que recibí durante mi carrera como Ingeniero Mecánico.

CONTENIDO

RESUMEN8

1.INTRODUCCIÓN9

1.1. Planteamiento del Problema10

1.2. Justificación.....11

1.3. Objetivos.....12

1.3.1. Objetivo General.....12

1.3.2. Objetivos Específicos.....12

2.Estado del arte.....13

3.METODOLOGÍA.....15

3.1. Etapa 1: Diagnóstico de Funcionamiento15

3.2. Etapa 2: Rediseño16

3.3. Etapa 3: Verificación.....18

4.Resultados y discusión.....18

4.1. Diagnóstico de funcionamiento18

4.2. Rediseño29

4.3. Verificación y Plan de Mantenimiento.....33

5.Conclusiones y recomendaciones.....39

6.Bibliografía.....40

ANEXOS.....42

Anexo 1. PLANOS FABRICACIÓN DE ADAPTACIÓN.....43

Anexo 2. PLANOS DE LA PRENSA HIDRÁULICA.....44

Anexo 3. FORMATO DE LISTA DE CHEQUEO FUNCIONAMIENTO.....45

Anexo 4. FORMATO DE PRUEBA DE CARGA46

Lista de Figuras

Imagen 1. Cilindro Émbolo..... 27
Imagen 2. Retenedores antiguos 27
Imagen 3. Diseño inicial de la prensa hidráulica 29
Imagen 4. Simulación por Von Mises 29
Imagen 5. Centro de Gravedad..... 30
Imagen 6. Adaptación para la prensa hidráulica 30
Imagen 7. Desmontaje del motor31
Imagen 8. Ensamble final de la prensa hidráulica31
Imagen 9. Adaptación para la prensa hidráulica tesis.....35

Tabla de Contenido de Tablas

Tabla 1. Equipos Utilizados Etapa Rediseño	16
Tabla 2. Resultados 1 Lista de Chequeo Funcionamiento	18
Tabla 3. Resultado 1 Prueba de Carga	19
Tabla 4. Descripción de hallazgos de piezas de la bomba hidráulica antigua	210
Tabla 5. Descripción de piezas nuevas y adaptaciones	243
Tabla 6. Resultados 2 Lista de Chequeo Funcionamiento	254
Tabla 7. Resultado 2 Prueba de Carga	¡Error! Marcador no definido. 5
Tabla 8. Comparación de piezas nuevas y las piezas antiguas	276
Tabla 9. Tabla de Presupuesto	298
Tabla 10. Resultados 3 Lista de Chequeo Funcionamiento	343
Tabla 11. Resultado 3 Prueba de Carga	35
Tabla 12. Plan de mantenimiento anual	36
Tabla 13. Cuadro comparativo de las fichas técnicas de los aceites hidráulicos.....	37

RESUMEN

Este proyecto tiene como objetivo la solución a una de las problemática con la que cuenta la empresa Reciclaje Social Para Colombia S.A.S ubicada en la ciudad de Cereté Córdoba, la cual es la optimización de la prensa hidráulica capacidad 10 toneladas utilizada para la compactación de material reciclable como aluminio, chatarra, plástico entre otros, ya que el diseño actual y como se realiza el funcionamiento de esta no es seguro, lo cual representa un riesgo inminente no solo para la infraestructura de la empresa sino también para el personal que la opera.

Es por eso, por lo que este trabajo propone rediseñar, verificar, diagnosticar y reparar aspectos técnicos que mejoran el rendimiento y el desempeño en servicio de la prensa hidráulica capacidad 10 toneladas, con el fin de reducir la posibilidad de ocasionar accidentes en la empresa y así evitar sanciones y/o pérdidas económicas en la infraestructura. También se elabora un plan de mantenimiento preventivo que permita preservar este rendimiento logrado en la máquina por más tiempo. Con esto se busca disminuir el volumen del material para la empresa, facilitando el transporte del material compactado generando además un valor agregado, ya que se podría vender el servicio de compactación a las demás empresas recicladoras de la región, que no cuentan con una herramienta que alcance este grado de compactación, brindando a la empresa Reciclaje Social Para Colombia S.A.S una ventaja competitiva a nivel local.

PALABRAS CLAVES:

prensa hidráulica; optimización; compactación; rediseño; mantenimiento.

INTRODUCCIÓN

La empresa Reciclaje Social Para Colombia S.A.S que se encuentra ubicada en el municipio de Cereté, en el departamento de Córdoba, la cual tiene como objetivo la compra y venta de residuos sólidos reciclables, cuenta con una problemática logística que se centra en la prensa hidráulica con capacidad de 10 Toneladas, la cual se usa para la compactación de material reciclable. Esto es debido a que el diseño actual de la prensa no es estable, su centro de gravedad no es seguro lo que ocasiona que esta sea propensa a caer con facilidad y así ocasionar accidentes laborales, por lo tanto, este trabajo propone rediseñar, verificar, diagnosticar y reparar aspectos técnicos que mejoran el rendimiento y el desempeño en servicio de la prensa hidráulica capacidad 10 toneladas de la empresa Reciclaje Social Para Colombia S.A.S. Esto con el fin de reducir la posibilidad de ocasionar accidentes en la empresa y así evitar sanciones y/o pérdidas económicas en la infraestructura. También se elabora un plan de mantenimiento preventivo que permita preservar este rendimiento logrado en la máquina por más tiempo.

1.1. Planteamiento del Problema

El reciclaje consiste en dar un aprovechamiento a los residuos sólidos que se generan y obtener de estos una materia prima que pueda ser incorporada de manera directa a un ciclo de producción o de consumo. (MSc.Gladis Sara Sanmartín Ramón, 2017). Es tan importante el reciclaje que a nivel internacional esta actividad ha traído muchos ingresos al país y ha generado empleo, se ha notado el mejoramiento del medio ambiente (IGLESIAS, 2013). Colombia ha realizado diversos esfuerzos para concientizar a la industria y consumidores de la importancia del cuidado del medio ambiente. Se ha buscado desde diferentes frentes fortalecer iniciativas de gran aporte como el reciclaje. No en vano, la tasa de reciclaje en el país, según cifras del Ministerio de Medio Ambiente y a pesar de los esfuerzos y las normativas adelantadas por el Gobierno Nacional, para el 2018 aún era de solo el 17% de las más de 12 toneladas de residuos sólidos que se producen anualmente en el país. Así mismo y de acuerdo con La Política de Crecimiento Verde presentada en julio de 2018, por el Departamento Nacional de Planeación, en el país hay tasas totales de reciclaje del 2% para los materiales de construcción, 20% para los plásticos, 30% para biomaterial primario, 66% para papel y cartón y 71% para el acero. Por otro lado, Colombia produce entre 28 y 32 millones de toneladas de alimentos anualmente, de las cuales se desperdicia casi el 34% (NUEVO SIGLO, 2019). Para llevar que todas estas cifras en reciclaje se cumplan es necesario que las industrias o empresas que se dedican a esta práctica operen con toda su maquinaria en buen estado, es por eso por lo que se busca crear planes de mantenimientos para prolongar la vida útil de los equipos, aumentar los ciclos de vida, disminuir sus desgastes y aumentar los indicadores de productividad y economía de la empresa.

La empresa Reciclaje Social Para Colombia S.A.S que se encuentra ubicada en el municipio de Cereté, en el departamento de Córdoba, la cual tiene como objetivo la compra y venta de residuos sólidos reciclables, cuenta con una problemática logística que se centra en la prensa hidráulica con capacidad de 10 Toneladas, la cual se usa para la compactación de material reciclable. Esto es debido a que el diseño actual de la prensa no es estable, su centro de gravedad no es seguro lo que ocasiona que esta sea propensa a caer con facilidad y así ocasionar accidentes laborales, lo que representaría pérdida económica para la empresa no solo en infraestructura sino también en indemnizaciones para los empleados afectados. Por otro lado, el funcionamiento actual de la misma no es óptimo, debido a que la presión de compactación con la cual cuenta la prensa no es la adecuada, lo que conlleva a generar pérdidas económicas para la empresa, ya que se disminuye el flujo de trabajo y compactación de material logrando que este se estanque. Cabe denotar que este tipo de fallas que suelen presentarse con frecuencia en estas máquinas puede darse por falta de mantenimiento; lo cual en algunos casos es considerado un gasto adicional, sin contar que con la ayuda de este se pueden solucionar inconvenientes en los equipos y así evitar un gasto mayor a largo plazo y una parada inesperada en la producción. Por otro lado, el hecho de no compactar material para la venta genera que este se quede en la empresa ocupando espacio que puede ser aprovechado por nuevo material. Es importante resaltar que solo los exportadores que cuentan con prensas hidráulicas grandes pueden compactar sus materiales. Actualmente en Cereté ninguna de las empresas del sector cuenta con este servicio.

Teniendo en cuenta lo anterior ¿Cómo se puede optimizar el funcionamiento de la prensa hidráulica de capacidad máxima de 10 Toneladas de la empresa Reciclaje Social Para Colombia S.A.S para mejorar la compactación del nuevo material que ingresa a la empresa?

1.2. Justificación

Este proyecto propone rediseñar, verificar, diagnosticar y reparar aspectos técnicos que mejoran el rendimiento y el desempeño en servicio de la prensa hidráulica capacidad 10 toneladas de la empresa Reciclaje Social Para Colombia S.A.S que se encuentra ubicada en el municipio de Cereté, en el departamento de Córdoba. Esto con el fin de reducir la posibilidad de ocasionar accidentes en la empresa y así evitar sanciones y/o pérdidas económicas en la infraestructura. También se elabora un plan de mantenimiento preventivo que permita preservar este rendimiento logrado en la máquina por más tiempo. Con esto se busca disminuir el volumen del material para la empresa, facilitando el transporte del material compactado generando además un valor agregado, ya que se podría vender el servicio de compactación a las demás empresas recicladoras de la región, que no cuentan con una herramienta que alcance este grado de compactación, brindando a la empresa Reciclaje Social Para Colombia S.A.S una ventaja competitiva a nivel local.

Por otra parte, dentro del programa de ingeniería mecánica se cuenta en la malla curricular con los cursos de diseño de ingeniería mecánica, mecánica de materiales, procesos de manufactura, mecánica de fluidos, mecanismos, ingeniería ambiental, ingeniería económica, tribología, ingeniería de mantenimiento, materiales metálicos y procesado de metales, que brindan los conocimientos necesarios para el desarrollo de este proyecto.

Adicionalmente, cabe destacar que aproximadamente el 20% de los practicantes del programa de Ingeniería Mecánica de la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Montería desde el primer período de 2018 hasta el segundo semestre de 2019 se enfocaron de acuerdo con el diseño, fabricación de piezas o ensambles a equipos en las diferentes industrias (Programa de ingeniería mecánica, 2019)

Por otro lado, el 14% de los trabajos de grado del programa de Ingeniería Mecánica de la Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Montería hasta el segundo semestre del año 2019 estuvieron basados en el diseño y manufactura de elementos de máquina y solo el 25.5% fueron basados con base al Mantenimiento industrial y gestión de activos (Montería, Biblioteca UPB, 2019)

Por último, en los laboratorios de la Universidad se cuenta con las herramientas y equipos necesario para la ejecución de este proyecto. Entre los equipos se tiene fresadora universal, torno horizontal convencional CJ6250C, equipo de soldadura SMAW/GTAW Lincoln electric, GMAW extreme welder, oxicorte marca victor y taladro bauker.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Mejorar el funcionamiento, el rendimiento y operatividad de la prensa hidráulica con capacidad máxima de 10 toneladas empleada en la empresa Reciclaje Social Para Colombia S.A.S.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico de funcionamiento de la prensa hidráulica determinando los elementos mecánicos de falla frecuente.
- Modificar el diseño de la prensa hidráulica con capacidad máxima de 10 toneladas, de tal forma que se tenga un diseño seguro y estable.
- Verificar mediante pruebas de funcionamiento y pruebas de carga las correcciones realizadas a la prensa hidráulica.
- Elaborar un plan de mantenimiento preventivo para la prensa hidráulica.

2. ESTADO DEL ARTE

El periódico El Nuevo Siglo expresa como Colombia ha realizado diversos esfuerzos para concientizar a industria y consumidores de la importancia del cuidado del medio ambiente. Explica que se ha buscado desde diferentes frentes fortalecer iniciativas de gran aporte como el reciclaje. Expone ejemplos como el trabajo adelantado con Postobón, con el cual se ha impulsado la aplicación del poli aluminio a través de la Campaña Mi Pupitre, en la que ha liderado la entrega de más de 25.815 piezas de mobiliario escolar. Estos ejemplos sumados a políticas públicas generarán un cambio sustancial en el cuidado del medio ambiente en el país, para que se alcance metas ambiciosas y se pueda realmente disminuir la huella ambiental de Colombia en el planeta (NUEVO SIGLO, 2019).

En el caso de Aura Suárez Iglesias, en su ensayo muestra cómo se realizó un análisis sobre las ventajas, desventajas y beneficios que brinda esta práctica, como implementarlo y llevarlo a escalas más importantes convirtiéndolo en un negocio formal, dándole la oportunidad a las personas de escasos recursos que se dedican a este negocio de manera informal que reciban reconocimiento alguno de lo que hacen diariamente en sus vidas, el cual es el sustento en sus familias, y darle a conocer al gobierno, entidades privadas y públicas, la oportunidad que hay en el reciclaje, consiguiendo su apoyo para acabar con la pobreza y con la contaminación que afecta al país, por falta de conocimiento sobre el tema. Concluyendo así que es incuestionable la importancia que está tomando el reciclaje a nivel mundial, los beneficios que le aporta a las ciudades de países en desarrollo, el auge que cada día está tomando en Colombia y las oportunidades de creación de empresas y de empleo que está generando, con la proyección de desarrollar en el futuro la reducción de la pobreza y de la contaminación ambiental, que nos está afectando y dañando nuestro planeta, esto ocurre por la falta de conocimiento, concientización y compromiso de la población para llevarlo a cabo (IGLESIAS, 2013).

Los autores MSc. Gladis Sara Sanmartín Ramón, MSc. Rosalía Aura Zhigue Luna, MSc. Tania Patricia Alaña Castillo en su artículo tenían como propósito abordar el reciclaje como una opción viable para innovar y emprender nuevas formas de producción alternativas, fomentando su reutilización, creando y fortaleciendo una conciencia de manejo adecuado de desechos y especial cuidado del ecosistema. Concluyendo así de acuerdo con la investigación realizada entre los potenciales usuarios del sistema, existe una clara oportunidad de mercado, no solo para desarrollar una empresa innovadora en la recolección y comercialización de residuos sólidos, también para impulsar en los colegios del país el reciclaje como una modalidad de obtención de recursos financieros para patrocinar proyectos institucionales (MSc.Gladis Sanartín Ramón, 2017).

Por otro lado, los docentes William Olarte C, Marcela Botero A y Benhur Cañón A. en su artículo, hacen referencia a la importancia que tiene la planificación del mantenimiento dentro cualquier tipo de empresa que desee alcanzar niveles elevados de calidad. Además, muestra una breve reseña histórica de los cambios que ha tenido la implementación de los modelos de mantenimiento en la industria. Concluyendo así que el mantenimiento industrial programado es una herramienta indispensable para aquellas empresas que deseen alcanzar la certificación ISO 9001. Los autores también concluyen que todas las empresas deben considerar el mantenimiento programado como una inversión que a mediano y largo

plazo evita gastos innecesarios en la reparación o daño total de sus equipos. Por último, determinaron que el buen estado de las máquinas que participan en el proceso de producción garantiza la calidad de sus productos fabricados de forma rápida y efectiva (WILLIAM OLARTE, 2017).

En el caso de José David Guaitarilla Soto en su trabajo de grado tenía como propósito establecer un procedimiento de plan de mantenimiento preventivo con el fin de encontrar, prever y corregir fallas de los equipos de producción de la empresa Fluoroplásticos S.A.S esto con el fin de garantizar una mayor confiabilidad y disponibilidad en los equipos reduciendo de este modo paros inesperados o tiempos muertos en la productividad. Para ello realizó el diseño y la estructuración de los respectivos instructivos y herramientas para su adecuada ejecución. En los cuales se describe paso a paso como se debe realizar la inspección, evaluación y optimización de cada mantenimiento preventivo, adicional a esto determinó los costos de mantenimiento para cada equipo de producción involucrado en programa junto con un análisis de costo – beneficio por su implementación (SOTO, 2019).

Otro caso es el de José Luis Pérez Juárez que en su trabajo de grado dio a conocer un programa de mantenimiento industrial dentro de la empresa Avangard de México, S.A. DE C.V. donde hace referencia primero a la organización como la base del resultado exitoso dentro del mantenimiento industrial, observando la separación de tres importantes apartados del mantenimiento, como son el mantenimiento preventivo, correctivo y programado. Finalmente se determina mediante una descripción breve de términos de referencia el cómo se debe trabajar dentro de la organización el mantenimiento industrial, esto en base al conocimiento real del proceso de trabajo apoyándose en diagramas de flujo donde se menciona la función de cada elemento dentro del mantenimiento y una serie de enunciados que permitirán en lo sucesivo un mejor desarrollo en las condiciones de trabajo tanto de los trabajadores de mantenimiento como de la infraestructura de la maquinaria y equipos (JUÁREZ, 2005).

3. METODOLOGÍA

El presente trabajo se realiza empleando el método de investigación hipotético – deductivo, debido a que se toma el trabajo específico que realiza la prensa compactadora de material sólido reciclable de la empresa Reciclaje Social Para Colombia, con el fin de plantear el rediseño, la verificación y la creación del plan del mantenimiento para mejorar el trabajo de la prensa hidráulica con capacidad máxima de 10 toneladas realizando pruebas empíricas. También este proyecto conlleva un grado de abstracción aplicada, esto se debe a que su objetivo principal es resolver el problema que se encuentra en la prensa compactadora de material sólido reciclable y así aportar una optimización no solo en las utilidades, si no en el espacio que se encuentra ocupado debido al alto volumen de material que se tiene sin procesar. Por tanto, este trabajo se divide en 3 partes (Ver Gráfico 1). Rediseño, diagnóstico y verificación de la prensa hidráulica.

Gráfico 2. Especificación Secciones de la Metodología



3.1. Etapa 1: Diagnóstico de Funcionamiento

La primera etapa es realizar diagnóstico de funcionamiento de la prensa hidráulica. Para esto se creará un formato de lista de chequeo para realizar evaluación del funcionamiento teniendo en cuenta los componentes mecánicos de la prensa (Ver Anexo 3) y así determinar el estado actual de la máquina. También se creará el formato prueba de carga y verificar la capacidad de compactación de la prensa (Ver Anexo 4). Posteriormente, de acuerdo con los resultados obtenidos en la prueba de funcionamiento y de carga, se procederá al desarme y al diagnóstico individual de cada uno de los elementos mecánicos que conforman el equipo. Para este desarme se utilizarán herramientas menores y equipos de izaje como montacargas marca Hyster capacidad de 2.5 toneladas. Posteriormente, se procederá a realizar las reparaciones, modificaciones, compras o fabricaciones de los elementos que se requieran con el fin de optimizar el funcionamiento de la prensa hidráulica, para así finalmente proceder a la etapa de verificación con las mejoras realizadas.

3.2. Etapa 2: Rediseño

Para el desarrollo de esta sección, se iniciará con una visita a la empresa para identificar la prensa hidráulica y poder determinar sus condiciones de trabajo y así tener conocimiento de los requerimientos solicitados por el cliente. Posteriormente, se realizará el levantamiento de dimensiones actuales de la máquina como la altura, el ancho, y área de compactación. Adicionalmente se recolectarán datos como capacidad de compactación, tipo de motor, largo y ancho de las líneas hidráulicas, diámetro del cilindro émbolo, volumen actual de las pacas del material compactado y la frecuencia de uso para determinar cuál sería un óptimo centro de gravedad para la máquina. Ya conociendo las dimensiones del equipo y sus condiciones de trabajo, se procederá a realizar el CAD con ayuda del software Solidworks 2020 ® para posteriormente realizar la simulación de cargas teniendo en cuenta con las condiciones de trabajo de la prensa del nuevo rediseño realizado. La prensa se evaluará en Solidworks 2020 ® por medio del criterio Von Mises también llamado el criterio de la máxima energía de distorsión aplicado en materiales dúctiles, el cual estipula que el material no fluirá en el punto analizado siempre que la energía de distorsión por unidad de volumen en el punto no supere la energía de distorsión por unidad de volumen que se da en el momento de la fluencia en el ensayo de tracción. Cuando el nuevo diseño cumpla el criterio establecido, se procederá a realizar los planos de diseño con el fin de obtener los aspectos técnicos, constructivos y normativos del diseño a realizar.

Finalmente, en esta etapa se procederá a fabricar los elementos elegidos para la estabilidad y seguridad de operación de la prensa utilizando equipos de manufactura (Ver tabla 1) y herramientas menores. Ya con las modificaciones y rediseño realizado para obtener un equipo seguro y estable para funcionamiento, se procederá a realizar nuevamente el diagnóstico de los elementos mecánicos y pruebas de carga de compactación.

Tabla 1. Equipos Utilizados Etapa Rediseño

Equipo Soldadura SMAW	Pulidora Eléctrica
 <p>Marca: Elite ® Modelo: Elite ARC 200s</p>	 <p>Marca: DeWALT Modelo: DWE4010-B3 4 ½' (115mm)</p>
Monta Cargas	
 <p>Marca: Hyster Capacidad: 2.5 Toneladas</p>	

3.3. Etapa 3: Verificación

Finalmente, ya con las mejoras realizadas tanto en diseño como en funcionamiento de la prensa hidráulica, se procederá a realizar nuevamente la prueba de funcionamiento bajo el formato lista de chequeo y la prueba de carga creados para la etapa 1 y elaborar un plan de mantenimiento con las recomendaciones que se sugerirán teniendo en cuenta al momento de hacer algún tipo de modificación o mantenimientos en la empresa, con esto se buscará prolongar la vida útil y darle un mejor funcionamiento a los equipos con los cuales cuenta la empresa.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Diagnóstico de funcionamiento

Una vez finalizado el rediseño del equipo de tal manera que fuera seguro y estable, se procedió a realizar el diagnóstico de funcionamiento de la prensa hidráulica. Para esto se creó y se utilizó el Formato Lista de Chequeo Prensa Hidráulica (Ver anexo 2). Los resultados obtenidos utilizando este formato Lista de Chequeo se encuentran en la tabla 2. También se creó el formato Prueba de Carga Prensa hidráulica (Ver anexo 3), con el fin de probar la carga de compactación de la prensa. Los resultados obtenidos en esta primera parte se encuentran en la tabla 3. Estos formatos fueron creados bajo los lineamientos de funcionamiento de la prensa y sus componentes mecánicos.

PRESENTACIÓN DE INFORME FINAL TRABAJOS DE GRADO

Tabla 2. Resultados 1 Lista de Chequeo Funcionamiento.

CONDICIONES DE LA PRENSA	CUMPLE	
	SI	NO
¿La presión de compactación es la adecuada?		X
¿Las uniones soldadas están libres de grietas?	X	
¿La máquina está libre de golpes?	X	
¿Los botones de encendido y apagado están en buen estado?	X	
¿Las líneas hidráulicas están ajustada?	X	
¿Las líneas hidráulicas se encuentran en buen estado?	X	
¿La prensa enciende de manera correcta?	X	
¿La prensa está limpia y sin manchas?	X	
¿El desplazamiento del émbolo se da de manera correcta?	X	
¿El cilindro émbolo está limpio y sin fugas de aceite?		X
¿La válvula de alivio opera de forma óptima?	X	
¿Los tornillos de la tapa del motor están completos?		X
¿Los tornillos de la tapa del motor se encuentran ajustados?	X	
¿El motor presenta ruidos normales?		X
¿El motor se encuentra limpio de aceite o algún otro residuo?	X	
¿El cableado eléctrico se encuentra en buen estado?	X	
¿El nivel de aceite en la caja del motor es el indicado?	X	
¿La caja del motor presenta ruidos normales?		X
¿La línea de drenado de aceite se encuentra limpia y sin residuos?	X	
¿La bomba hidráulica presenta ruidos normales?		X
¿El ruido de la prensa es normal?		X
¿Las vibraciones y el ruido de la caja del motor son normales?		X
OBSERVACIONES: Realizar desarme de componentes mecánicos, especialmente de bomba hidráulica marca CASAPPA referencia PLP20.25S0-01S1-LEB/EA-N-EL 019985V8 con cuerpo de aluminio.		

PRESENTACIÓN DE INFORME FINAL TRABAJOS DE GRADO

Tabla 3. Resultado 1 Prueba de Carga

 RSPC <small>Reciclaje Social Para Colombia</small>		Formato Prueba de Carga Prensa Hidráulica			Versión 1	
Datos Generales						
Tipo: Prensa Hidráulica		Marca: Industrias Galcep			Modelo: V 10	
Máxima Capacidad: 10 Toneladas				Código: 601		
Propietario: Reciclaje Social Para Colombia				Ubicación: Cerete Córdoba		
Material para compactar						
Descripción: Latas de aluminio las cuales deben llenar el área de compactación de la prensa						
Ancho: 62 cm				Largo: 79 cm		
Densidad de compactado: 56 Kg						
Profundidad: 55cm				Peso: 50 Kg		
Condiciones de Prueba						
# Prueba	Capacidad de llenado inicial	Capacidad de llenado Final	%Compactación con 128 Cm de longitud del émbolo	Presión Final	Tiempo Final	
1	41454,94 cm ³	41454,94 cm ³	0	500 Psi	2 minutos	
Observaciones: Se observa una fuga de aceite en exceso en el cilindro émbolo						
						
No conformidades: El material depositado no compactó de forma adecuada, Se observa una fuga en exceso en el cilindro émbolo						
Recomendaciones: Se recomienda cambiar la bomba hidráulica y adicional a eso corregir la fuga de aceite en el cilindro émbolo.						
¿Este equipo aprueba el ensayo de carga?				SI	NO	X
Datos de quien realiza la prueba						
Nombre			Firma		Fecha Prueba	
					18 marzo 2021	

Una vez liberado el motor, este se coloca en una zona segura para luego proceder a liberar los tornillos de la tapa del motor y así permitir que la bomba hidráulica quede expuesta, ya que esta se encuentra sumergida en la parte interna de la caja, ya expuesta la bomba hidráulica se procede a la liberación de esta, con ayuda de una llave de boca fija de 13 mm; se libera los tornillos que unen la bomba con el eje del motor, es ahí donde se permite apreciar el estado del acople que une el motor con la bomba hidráulica y el estado de los cuñeros con los que este cuenta, ya teniendo la bomba hidráulica totalmente liberada se procede al desarme de esta, para verificar el estado de la carcasa y las piezas internas como fueron los bujes, pines, empaques, rodamientos, retenedores, piñones y ejes. (Ver Tabla 4)

Una vez desarmada la bomba hidráulica se logró determinar que los cojinetes de apoyo y la carcasa poseen un desgaste, que, aunque es mínimo, se logra percibir con el tacto sin mencionar que los empaques con los cuales cuenta la bomba se encuentran cristalizados debido al alto tiempo de uso de estos, es por eso por lo que se llega a la conclusión que se es necesario cambiar la bomba hidráulica de marca Casappa por una nueva. (Ver Tabla 4).

Tabla 4. Descripción de hallazgos de piezas de la bomba hidráulica antigua

Bomba Hidráulica Antigua



Marca: Casappa

Serie: PLP20.25S0-01S1-LEB/EA-N-EL 019985V8

Carcaza Antigua	Acople del motor
 <p>Hallazgo: Se evidencia daño mecánico por desgaste en las paredes internas de la carcaza.</p>	 <p>Largo: 19mm D= 5 cm d= 3.5 cm Espesor: 1 cm Cuñero Mayor: 1/4" Cuñero Menor: 1/8" Hallazgo: No se evidenciaron hallazgos en esta pieza.</p>
Eje conductor y conducido	Engranajes de ambos ejes
 <p>Hallazgo: No se evidenciaron hallazgos a lo largo de los ejes conductor y conducido.</p>	 <p>Hallazgo: No se evidenciaron hallazgos en los engranajes de los ejes.</p>

Empaquetadura	Cojinetes de apoyo
 <p>Hallazgo: Se evidencia que todos los empaques internos de las carcaza estan cristalizados.</p>	 <p>Hallazgo: Se evidencia que los bujes de los cojinetes se encuentran bastante desgastados.</p>
Filtro de aceite	
 <p>Hallazgo: No se evidenciaron hallazgos en esta pieza.</p>	

Debido a los hallazgos encontrados en los componentes mecánicos de la bomba hidráulica de la prensa, se procede a realizar la compra de una nueva bomba hidráulica marca: Casappa, serie: 1L16DH09R. Aunque es la misma marca y tiene la misma capacidad que la antigua, es importante resaltar que la bomba hidráulica nueva posee unas características diferentes a la bomba antigua, lo que conllevó a realizar un mecanizado para ampliar el lado que une el acople a la bomba, debido a que el eje de la nueva bomba es aproximadamente 4 mm más ancho que el de la bomba inicial; con una medida de 19 mm de diámetro para el eje de la bomba nueva, esto sin mencionar que también fue necesario ampliar el puesto del cuñero, para el montaje de la succión fue necesario realizar una adaptación con un racor de 3/4" con reducción a 1/2" para que el filtro de aceite quedara en una posición fija. (Ver Tabla 5). Descripción de piezas nuevas y adaptaciones.

Tabla 5. Descripción de piezas nuevas y adaptaciones

Bomba Hidráulica Nueva	Adaptación con racores de 3/4" con reducción a 1/2"
 <p>Marca: Casappa Serie: 1L16DH09R</p>	
Bomba ensamblada	
	

Una vez efectuado el cambio de la bomba hidráulica, se procede a realizar nuevamente el llenado de la caja hidráulica, usando aceite hidráulico 68 MAXFLUID ISO-L HM (Ver anexo 4 ficha técnica) para posteriormente realizar el análisis de pruebas por segunda vez. Para el cual se utilizaron aproximadamente 2 bultos de latas de aluminio con un peso aproximado de 16 Kg en total, llegando a la conclusión que se logró obtener una mejoría considerable en cuanto al sonido anormal y vibraciones excesivas que tenía la caja del motor (Ver Tabla 6). Adicional a esto, se realiza una nueva prueba de carga (Ver tabla 7) para determinar si la prensa obtuvo algún aumento en la presión, a lo cual la respuesta fue positiva debido a que el aumento fue cercano a los 100 Psi al que tenía anteriormente; sin embargo, no es la presión deseada, ya que el aluminio depositado no compactó debidamente.

PRESENTACIÓN DE INFORME FINAL TRABAJOS DE GRADO

Tabla 6. Resultados 2 Lista de Chequeo Funcionamiento

CONDICIONES DE LA PRENSA	CUMPLE	
	SI	NO
¿La presión de compactación es la adecuada?		X
¿Las uniones soldadas están libres de grietas?	X	
¿La máquina está libre de golpes?	X	
¿Los botones de encendido y apagado están en buen estado?	X	
¿Las líneas hidráulicas están ajustada?	X	
¿Las líneas hidráulicas se encuentran en buen estado?	X	
¿La prensa enciende de manera correcta?	X	
¿La prensa está limpia y sin manchas?	X	
¿El desplazamiento del émbolo se da de manera correcta?	X	
¿El cilindro émbolo está limpio y sin fugas de aceite?		X
¿La válvula de alivio opera de forma óptima?		X
¿Los tornillos de la tapa del motor están completos?	X	
¿Los tornillos de la tapa del motor se encuentran ajustados?	X	
¿El motor presenta ruidos normales?	X	
¿El motor se encuentra limpio de aceite o algún otro residuo?	X	
¿El cableado eléctrico se encuentra en buen estado?	X	
¿El nivel de aceite en la caja del motor es el indicado?	X	
¿La caja del motor presenta ruidos normales?	X	
¿La línea de drenado de aceite se encuentra limpia y sin residuos?	X	
¿La bomba hidráulica presenta ruidos normales?	X	
¿El ruido de la prensa es normal?	X	
¿Las vibraciones y el ruido de la caja del motor son normales?	X	
OBSERVACIONES: Se realizará el cambio de la válvula de salida de las líneas hidráulicas. Adicionalmente se debe corregir la fuga de aceite en el cilindro émbolo.		

PRESENTACIÓN DE INFORME FINAL TRABAJOS DE GRADO

Tabla 7. Resultado 2 Prueba de Carga

		Formato Prueba de Carga Prensa Hidráulica		Versión 1		
Datos Generales						
Tipo: Prensa Hidráulica		Marca: Industrias Galcep		Modelo: V 10		
Máxima Capacidad: 10 Toneladas			Código: 601			
Propietario: Reciclaje Social Para Colombia			Ubicación: Cerete Córdoba			
Material para compactar						
Descripción: Latas de aluminio las cuales deben llenar el área de compactación de la prensa						
Ancho: 62 cm			Largo: 55 cm			
Densidad de compactado: 56 Kg						
Profundidad: 79 cm			Peso: 50 Kg			
Condiciones de Prueba						
# Prueba	Capacidad de llenado inicial	Capacidad de llenado Final	%Compactación con 128 Cm de longitud del émbolo	Presión Final	Tiempo Final	
2	41454,94 cm ³	62182,41 cm ³	33,3	600 Psi	2 minutos	
Observaciones: Una vez se realizó el cambio de la bomba hidráulica se determinó que la prensa hidráulica no pasó la segunda prueba de carga que se realizó, esto debido a que el alivio de esta no se encuentra funcionando adecuadamente. Sin embargo, se evidenció un leve incremento en la presión.						
						
No conformidades: Aunque se evidenció un leve incremento en la presión el material depositado no compactó de forma adecuada.						
Recomendaciones: Se recomienda cambiar la válvula de salida de las líneas hidráulicas debido a que la prensa no está aliviando presión, adicional a esto se corrige la fuga que presenta el cilindro émbolo. Se debe tener en cuenta que para que se haga una consideración de las pacas la presión mínima debe ser cercana a los 2.000 Psi.						
¿Este equipo aprueba el ensayo de carga?				SI	NO	X
Datos de quien realiza la prueba						
Nombre		Firma		Fecha Prueba		
				19 marzo 2021		

Debido a los resultados obtenidos en las pruebas de funcionamiento y de carga 2, fue necesario realizar un análisis detallado de la válvula de salida, desmontando las líneas hidráulicas y el tornillo que alivia la presión, llegando a la conclusión que los puestos donde conectan las líneas hidráulicas se encuentran bastante desgastados y el tornillo que alivia no se encuentra en buen estado, ya que no está cumpliendo con la función especificada debido a su tiempo de uso, por lo cual es necesario hacer un cambio de válvula de salida de las líneas hidráulicas. La válvula tándem presenta daño mecánico por desgaste y rotura en dos de sus puestos. (Ver Tabla 8).

Tabla 7. Comparación de piezas nuevas y las piezas antiguas

Válvula Nueva	Válvula Antigua
 <p data-bbox="237 1131 570 1163">Referencia: 5008151000</p>	
Válvula Nueva	Válvula Antigua
	 <p data-bbox="789 1759 1382 1822">Hallazgos: Se evidencia en dos de sus puestos daño mecánico por desgaste y rotura.</p>

Una vez hecho el cambio de válvula se procede a corregir la fuga que tiene el cilindro émbolo, para lo cual con ayuda del personal de la empresa se realiza el anclaje al montacargas con ayuda de una eslinga de cadena para evitar que este se desplome de manera precipitada al suelo. Luego se desgastan los cordones de soldadura y se liberan los tornillos que lo unen a la prensa, una vez sea realizado ese procedimiento este queda totalmente separado de la prensa (Ver Imagen 1) para luego llevarlo a un centro especializado donde se realizó el cambio de retenedores y empaques con los cuales esta cuenta, determinando así que el cilindro émbolo presentaba una deformación lo que ocasionaba que los retenedores con los cuales este contaba se salieran de su posición inicial y los deformara por completo (Ver Imagen 2). Para esto fue necesario realizar un mecanizado que permitiera nuevamente que el émbolo obtuviera circunferencia y poder montar los nuevos empaques y retenedores.

Imagen 1. Cilindro Émbolo



Imagen 2. Retenedores antiguos



Cabe mencionar que para llevar a cabo todas las modificaciones antes mencionadas fue necesario una inversión aproximada de \$3.227.326 COP donde los gastos van representados de acuerdo con lo mostrado en la tabla 9. Tabla de Presupuesto.

Tabla 8. Tabla de Presupuesto

Descripción de compra	Cantidad	Valor unitario en pesos colombianos
Bomba hidráulica referencia 1L16DH09R	1	\$800.000
Válvula de 4 salidas	1	\$850.000
Reparación del cilindro embolo	1	\$350.000
Mecanizado del acople	1	\$30.000
Libra de Soldadura 6013*1/8	1	\$6.300
Empaques	5	\$6.000
Retenedores del cilindro émbolo	2	\$10.000
Retenedores de la bomba de engranajes	3	\$27.000
Galón de aceite hidráulico 68 MAXFLUID ISO-L HM	3	\$205.000
Racor de 3/4"	1	\$8.500
Racor de 1/2"	6	\$24.000
Mano de Obra		\$908.526
TOTAL		\$3.227.326

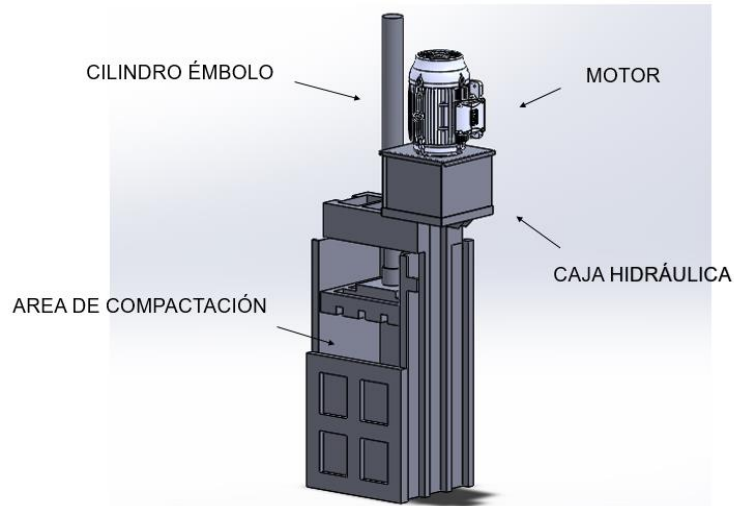
4.2. Rediseño

Se realizaron tres visitas a la empresa para conocer la prensa y realizar el levantamiento de esta. Se recolectó información del personal que la opera y las tablas de capacidades y especificaciones técnicas encontradas en esta.

Posteriormente, se realizó el levantamiento de dimensiones actuales de la máquina obteniendo así que la altura de la máquina es de 149.5 cm, el ancho de 72 cm y el área de compactación es de 61.5 x 55 cm. Adicionalmente se recolectaron otros datos como capacidad máxima de compactación la cual es de 10 toneladas, y cuenta con un motor eléctrico de marca Voges de 5 Hp (Ver Anexo 2 Planos de la prensa hidráulica), también se obtuvieron datos como el largo y ancho de las líneas hidráulicas las cuales son de 1/2" de diámetro con una longitud de 128 cm cada una, el diámetro del cilindro émbolo es de 5" x 128 cm de largo, con una frecuencia de uso diaria por periodos de tiempo de 6 horas aproximadamente.

Con el levantamiento realizado a la máquina se logró realizar el CAD de esta con ayuda del software SolidWorks 2020 ®. A continuación, se muestra el diseño original de la prensa hidráulica (Ver Imagen 3).

Imagen 3. Diseño inicial de la prensa hidráulica



El diseño actual de la prensa, como se muestra en la imagen 3, es inestable e inseguro según el personal de operación del equipo de la empresa debido a que el centro de masa de la prensa hidráulica se encuentra ubicado en la parte superior derecha de esta. Sin embargo, se procede a realizar simulación de cargas bajo el criterio Von Mises (ver imagen 4). Este se realizó teniendo en cuenta solo el peso del motor en la base donde se encuentra este. Aunque la simulación no generó fallas ni roturas en los elementos mecánicos de la prensa, si evidencia que el centro de gravedad de esta se encuentra en el cuadrante superior derecho, condición que se afirma mediante la simulación realizada (Ver imagen 5 Simulación Centro de gravedad) ocasionado así que esta cuando está en funcionamiento se desvíe hacia este costado ocasionando posibles daños a la propiedad y a los operadores del equipo. Por lo tanto, se debe modificar el diseño de tal manera que el centro de gravedad se encuentre en el cuadrante inferior derecho.

Imagen 4. Simulación por Von Mises

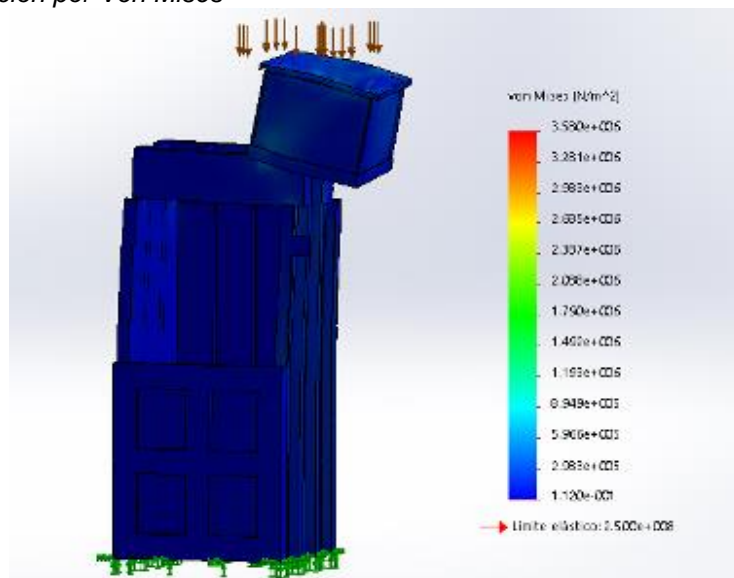
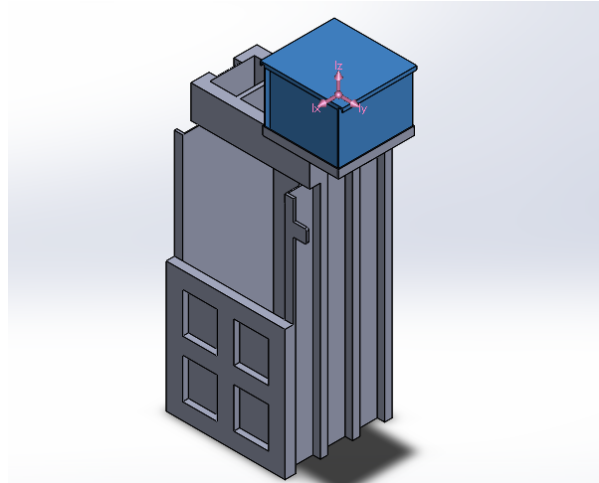
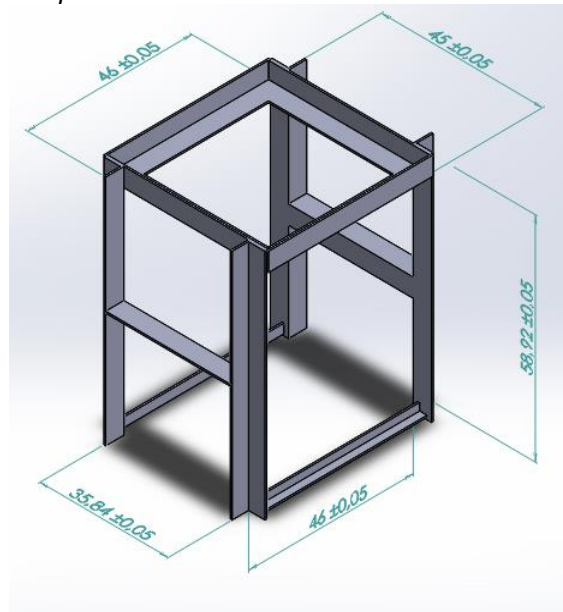


Imagen 5. Simulación Centro de Gravedad



Por otro lado, dentro de los requerimientos del representante legal de la empresa es que se utilicen los mismos elementos hidráulicos. Por tanto, se propone realizar una adaptación que permita que la prensa tenga una mejor estabilidad, separando la caja hidráulica que contiene el motor de la prensa. Las dimensiones de esta adaptación fueron resultados de las longitudes de las mangueras hidráulicas y teniendo en cuenta que el centro de gravedad esté en el cuadrante inferior derecho. El perfil seleccionado fue tomado en cuenta al material que se encontraba disponible en la empresa. A continuación, se muestra el diseño de la adaptación (Ver Imagen 6) y plano de la adaptación (Ver Anexo 1).

Imagen 6. Adaptación para la prensa hidráulica



Una vez terminado con el plano de detalle de la adaptación del motor de la prensa hidráulica, se procede a la fabricación de esta. El perfil utilizado fue ángulo L 2" x 1/8" ASTM A – 36 una longitud de 2,54 m, se utilizó otro ángulo L ¾" x 1/8" aproximadamente 1,36 m para darle estabilidad al perfil principal. se utilizó el equipo de soldadura SMAW (ver tabla 1) con un electrodo 6013 x 1/8". Se necesitó un mecánico de la empresa por 30 minutos aproximadamente para este armado. El costo aproximado de esta adaptación teniendo en cuenta el material utilizado y el tiempo requerido del mecánico para su fabricación fue de \$23.500 más los costos de la mano de obra que son aproximadamente de \$50.000.

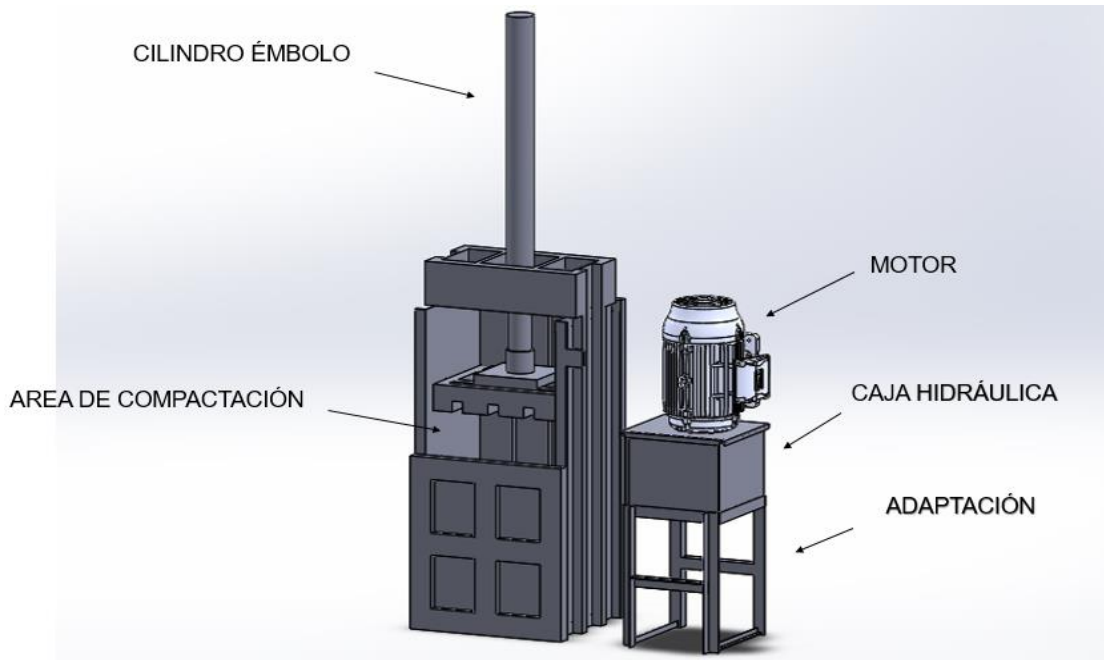
Al tenerse la adaptación fabricada, se procede a su ubicación y desmontaje del motor, para lo cual fue necesario hacer uso de algunas herramientas menores y personal disponible de la empresa. Para esto, primero se realizará un amarre en vertical con polipasto de cadena capacidad 1 tonelada para aseguramiento del motor. Posteriormente se procederá a la liberación de la base del motor la cual se encuentra soldada a la prensa hidráulica, para esto se usará una pulidora de marca DeWALT referencia DWE4010-B3 4 ½' (115 mm) esmeriladora, con la cual se desgastarán los cordones de soldadura que unen a la base del motor con la prensa. Una vez completado este paso se colocará el motor en una zona segura en el suelo y se procederá a la liberación de los tornillos de cabeza hexagonal de 11 milímetros de diámetro que sostienen la tapa de la caja hidráulica, la cual sostiene el motor en su posición actual, para luego evitar que este se desplome de forma inesperada, se usará un montacargas de marca Hyster con capacidad de 2.5 Toneladas (Ver Tabla 1) como equipo de izaje para elevar el motor y poder separarlo de su base; teniendo en cuenta las normas de seguridad de operación segura de montacargas de acuerdo con la norma AISI/ITDSF B56.1 y norma de aparejamiento de carga ASME B30.9. (Ver Imagen 7 Desmontaje del motor)

Finalmente, se procedió a realizar el montaje del motor en su adaptación (Ver imagen 8).

Imagen 7. Desmontaje del motor



Imagen 8. Ensamble final de la prensa hidráulica



4.3. Verificación y Plan de Mantenimiento

Una vez realizado los cambios antes mencionados de la bomba hidráulica, la válvula de salida y las correcciones de fuga que presentaba el cilindro émbolo, se procede a realizar la respectiva prueba de carga de la prensa hidráulica nuevamente con latas de aluminio para determinar si la prensa efectivamente quedó en buen estado.

Obteniendo como resultado una paca aluminio totalmente compactada, ya que en esta prueba la prensa obtuvo una presión superior a las 3.000 Psi, pero por cuestiones de seguridad esta no debe sobrepasar este límite, por lo cual se regula el tornillo de alivio de la válvula de salida para que este alivie la presión a 3.000 Psi. Como resultado se obtuvo una paca de latas de aluminio debidamente compactadas con un peso de 50 kg. A continuación, se anexa los resultados al momento de diligenciar el formato de lista de chequeo (Ver Tabla 10) y prueba de carga de la prensa hidráulica una vez la prensa queda funcionando de manera óptima (Ver Tabla 11).

PRESENTACIÓN DE INFORME FINAL TRABAJOS DE GRADO

Tabla 9. Resultados 3 Lista de Chequeo Funcionamiento

CONDICIONES DE LA PRENSA	CUMPLE	
	SI	NO
¿La presión de compactación es la adecuada?	X	
¿Las uniones soldadas están libres de grietas?	X	
¿La máquina está libre de golpes?	X	
¿Los botones de encendido y apagado están en buen estado?	X	
¿Las líneas hidráulicas están ajustada?	X	
¿Las líneas hidráulicas se encuentran en buen estado?	X	
¿La prensa enciende de manera correcta?	X	
¿La prensa está limpia y sin manchas?	X	
¿El desplazamiento del émbolo se da de manera correcta?	X	
¿El cilindro émbolo está limpio y sin fugas de aceite?	X	
¿La válvula de alivio opera de forma óptima?	X	
¿Los tornillos de la tapa del motor están completos?	X	
¿Los tornillos de la tapa del motor se encuentran ajustados?	X	
¿El motor presenta ruidos normales?	X	
¿El motor se encuentra limpio de aceite o algún otro residuo?	X	
¿El cableado eléctrico se encuentra en buen estado?	X	
¿El nivel de aceite en la caja del motor es el indicado?	X	
¿La caja del motor presenta ruidos normales?	X	
¿La línea de drenado de aceite se encuentra limpia y sin residuos?	X	
¿La bomba hidráulica presenta ruidos normales?	X	
¿El ruido de la prensa es normal?	X	
¿Las vibraciones y el ruido de la caja del motor son normales?	X	
OBSERVACIONES: Ninguna		

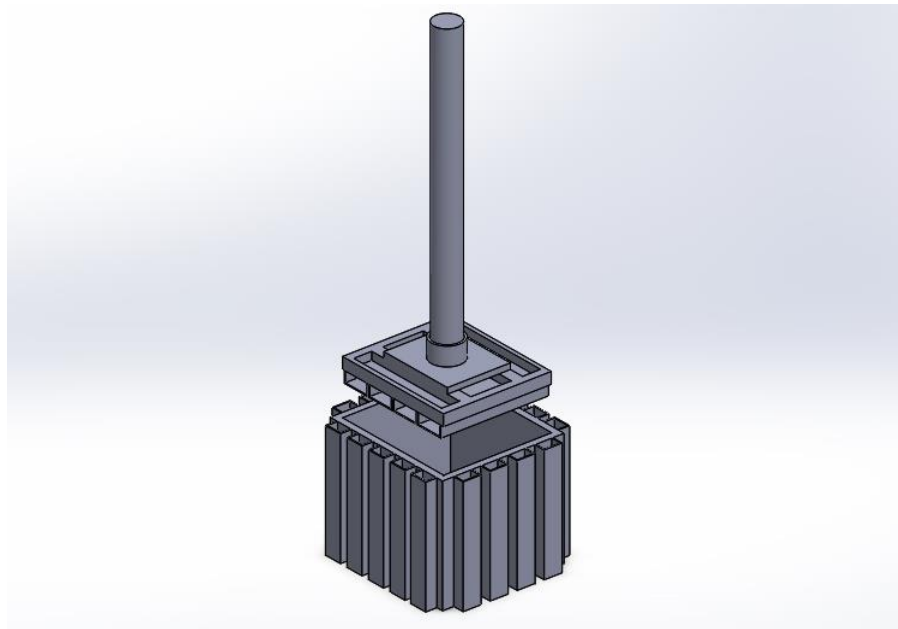
PRESENTACIÓN DE INFORME FINAL TRABAJOS DE GRADO

Tabla 10. Resultado 3 Prueba de Carga

 RSPC <small>Reciclaje Social Para Colombia</small>		Formato Prueba de Carga Prensa Hidráulica			Versión 1	
Datos Generales						
Tipo: Prensa Hidráulica		Marca: Industrias Galcep			Modelo: V 10	
Máxima Capacidad: 10 Toneladas			Código: 601			
Propietario: Reciclaje Social Para Colombia			Ubicación: Cerete Córdoba			
Material Para Compactar						
Descripción: Latas de aluminio las cuales deben llenar el área de compactación de la prensa						
Ancho: 62 cm			Largo: 55 cm			
Densidad de compactado: 56 Kg						
Profundidad: 79 cm			Peso: 50 Kg			
Condiciones de Prueba						
# Prueba	Capacidad de llenado inicial	Capacidad de llenado Final	%Compactación con 128 cm de longitud del émbolo	Presión Final	Tiempo Final	
3	41454,94 cm ³	124364,82 cm ³	66,7	3.000 Psi	1 minuto	
Observaciones: Ninguna						
						
No conformidades: Ninguna						
Recomendaciones: Realizar limpieza frecuente para el equipo.						
¿Este equipo aprueba el ensayo de carga?				SI	X	NO
Datos de quien realiza la prueba						
Nombre			Firma		Fecha Prueba	
					29 marzo 2021	

Para aumentar la capacidad de compactación de la prensa hidráulica(Ver Imagen 9); Como recomendación se propone diseñar, fabricar e instalar una adaptación a la prensa hidráulica encargada para la compactación de material reciclable, la cual tendrá dimensiones sujetas al área de compactación de la prensa, con el fin de reducir esa área de compactación para las latas de aluminio y así aumentar la cantidad de pacas de aluminio para la carga del vehículo de transporte sin aumentar el volumen destinado para este. Con esto se busca aumentar en mayor proporción las utilidades para la empresa, teniendo en cuenta además que se le genera un valor agregado, ya que se podría vender el servicio de compactación a las demás empresas recicladoras de la región, así la empresa Reciclaje Social Para Colombia tendría una ventaja competitiva a nivel local.

Imagen 9. Adaptación de compactación



Como última medida se crea un plan de mantenimiento preventivo anual de la prensa hidráulica, con esto se busca prolongar la vida útil del equipo, con el fin de evitar paros inesperados en la producción y posibles accidentes laborales en el futuro, por ende, asegurar una compactación exitosa de esta. Adicional a esto se realizarán pruebas empíricas sobre el funcionamiento del nuevo diseño de la máquina, revisando volumen final de las pacas de material compactado, tiempo de compactación y que tanto espacio se aprovecha en la empresa, para determinar cuánto material se ha logrado vender, para establecer el porcentaje de las utilidades o ingresos. No obstante, se harán sugerencias en cuanto a mejoras para una mayor optimización del equipo. (Ver Tabla 12).

El plan de mantenimiento que se recomienda para la empresa fue basado en las visitas realizadas, en las modificaciones y revisiones que se hicieron durante el desarme y la reparación de la prensa hidráulica, verificando los datos obtenidos mediante el proceso y determinando su condición de operación, frecuencia de uso y capacidad de carga que se utiliza de la prensa, bajo estos criterios se recomienda realizar en la máquina las siguientes actividades de mantenimiento en cierto periodo de tiempo.

Tabla 11. Plan de mantenimiento anual

PLAN DE MANTENIMIENTO ANUAL												
TIEMPO EN MESES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Cambio de aceite hidráulico 68 Chevron Hydraulic Oil AW						X						X
Análisis de aceite				X				X				X
Cambio de retenedores												X
Revisión de válvula												X
Revisión de bomba hidráulica												X
Revisión del cilindro émbolo			X			X			X			X
Limpieza del filtro de succión						X						X
Revisión del motor						X						X
Revisión del cableado eléctrico				X				X				X
Revisión de las líneas hidráulicas				X				X				X

Como se evidencia en la tabla anterior, este es un plan de mantenimiento preventivo anual, pero es importante mencionar que debido a las condiciones a las cuales opera la prensa hidráulica es necesario ejecutar una lista de inspección o checklist diario (Ver anexo 2).

Por otro lado, para la lubricación del equipo se está empleado el aceite hidráulico 68 Maxfluid ISO-L HM (Ver ficha técnica en el archivo 1, Anexo 4), el cual no es el adecuado porque como lo indica en sus especificaciones este brinda un mejor desempeño en bombas de pistones con contactos de bronce o acero - bronce lo cual no aplica en este caso, sin embargo, se recomienda realizar el cambio por un aceite hidráulico que aplique para bombas de engranajes. Haciendo un análisis comparativo entre las fichas técnicas de diferentes aceites hidráulicos como lo es el 68 Chevron Hydraulic Oil AW, ISO 68 Terpel, ISO 68 Shell Tellus S2 M 68 e ISO 68 Rando (Ver fichas técnicas en los archivos 2, 3, 4, 5 anexos 5, 6, 7 y 8 respectivamente), se propone realizar el cambio por un aceite hidráulico 68 Chevron Hydraulic Oil AW o un aceite hidráulico ISO 68 RANDO puesto que según sus especificaciones estos aceites son idóneos para bombas de engranajes y cuentan con un excelente supresor de espuma especial el cual minimiza los problemas de espuma y aireación, es decir, reduce el desgaste por cavitación (Ver Tabla 13 Cuadro comparativo de las fichas técnicas de los aceites hidráulicos).

Finalmente; cada seis meses se recomienda realizar revisión de funcionamiento de la prensa, usando análisis de aceite para determinar el estado de este y dependiendo de los resultados que arroje el análisis, se recomienda cambiar el aceite, cuando se realice un nuevo plan de mantenimiento se recomienda dar una limpieza adecuada a cada pieza, teniendo en cuenta que no queden residuos de ningún tipo, esto se puede lograr lavando los componentes de la prensa hidráulica con un aceite de más baja viscosidad como puede ser un aceite hidráulico ISO 32 o ISO 46 de la misma marca, para este caso de Chevron Hydraulic Oil AW (Ver ficha técnica en el archivo 2, Anexo 5), llevando como guía el plan de mantenimiento entregado a la empresa. El plan de mantenimiento propuesto presenta revisiones a los puntos más relevantes en la máquina. En el mismo momento que el operador evidencie algún tipo de daño o no conformidad deberá realizarse el cambio de esta de forma inmediata.

Tabla 12. Cuadro comparativo de las fichas técnicas de los aceites hidráulicos

CUADRO COMPARATIVO DE LAS FICHAS TÉCNICAS DE LOS ACEITES HIDRÁULICOS	
Aceite	Aplicaciones
Aceite hidráulico 68 Max fluid ISO-L HM 	El aceite hidráulico MAXFLUID ISO-L HM es un lubricante con propiedades anti-desgaste, cumple con los estándares de calidad ISO L-HM, especialmente diseñados para el trabajo bajo las exigencias de las condiciones de operación de las bombas hidráulicas modernas de desplazamiento positivo que operan a presiones entre 1000 y 5000 Psi y velocidades sobre los 1200 rpm. Su formulación especial brinda un mejor desempeño en bombas de pistones con contactos de bronce o bronce-acero.
68 Chevron Hydraulic Oil AW 	Los aceites Chevron Hydraulic Oils AW son lubricantes versátiles disponibles en los grados 32, 46 y 68. Los grados ISO 32, 46 y 68 son más comúnmente utilizados para bombas hidráulicas de tipo vane-, pistón- y engranajes-, especialmente en donde la presión excede 1000 Psi. Pueden también ser utilizados para lubricar compresores recíprocos con cargas ligeras.
ISO 68 Rando 	Los aceites Rando HD ISO 32, 46 o 68 son recomendados para: <ul style="list-style-type: none"> • bombas de tipo vane-, pistón-, o engranajes, especialmente en donde las presiones exceden 1000 Psi • compresores recíprocos ligeramente cargados
TERPEL 68 HIDRAULICO 	<ul style="list-style-type: none"> • Para sistemas hidráulicos en maquinaria industrial, de remoción de tierras, minera, agrícola, grúas, montacargas. • Para maquinaria de fabricación de papel, donde se requiere un fluido hidráulico de alta resistencia a la oxidación, estabilidad térmica, estabilidad hidrolítica y excelente propiedad de filtrabilidad. • En los sistemas de lubricación de Máquinas Herramientas, compresores alternativos, cajas de engranajes donde un lubricante sin extrema presión es requerido.
ISO 68 Shell Tellus S2 M 68 	<p>Sistemas hidráulicos industriales</p> Con una amplia gama de aprobaciones de equipos recomendaciones, Shell Tellus S2 M esta específicamente recomendado para un amplio rango de aplicaciones industriales de manufactura donde se requieran fluidos para transmisión de poder. <p>Fluidos hidráulicos para sistemas móviles de transmisión de poder</p> Shell Tellus S2 M pueden ser usados efectivamente en equipos móviles para transmisión de potencia como excavadoras grúas, excepto donde se presenten significativas variaciones de la temperatura ambiente. Para estas aplicaciones recomendamos SHELL TELLUS “V “ <p>Sistemas hidráulicos marinos</p> Apto para aplicaciones marinas, donde la norma ISO para fluidos hidráulicos categoría HM se recomienda.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una vez se realicen las visitas programadas a las empresas se puede concluir que las empresas deben velar por la estabilidad, la operación de los equipos de tal manera que sean seguros, funcionales y estables para que se puedan generar utilidades. En cuanto a este trabajo se refiere se modificó un diseño inestable e inseguro que tenía la prensa hidráulica capacidad 10 toneladas para la compactación de material reciclable, porque la empresa necesita garantizar estabilidad, operatividad y seguridad con el equipo. Por lo que también se concluye que los equipos deben ser inspeccionados funcionalmente diariamente por los operadores y debe verificarse periódicamente los componentes mecánicos de este por el personal de mantenimiento.

Este trabajo crea el formato de inspección diaria o lista de chequeo que deberá ser ejecutado por los operadores antes de utilizar el equipo y también crea el plan de mantenimiento de anual que deberá ser ejecutado por el personal de mantenimiento. Es responsabilidad de los directivos de la empresa Reciclaje Social Para Colombia S.A.S que se ejecuten estas inspecciones en los periodos establecidos y así garantizar la funcionalidad, seguridad, estabilidad y operatividad. Por otro lado, es necesario realizar a los equipos pruebas de carga con regularidad y realizar cambios de repuestos programados para garantizar la operatividad y la funcionalidad y así evitar paros y pérdidas en las utilidades.

Cabe mencionar que para llevar a cabo el desarrollo de este proyecto fue necesario realizar una inversión de tres millones trescientos cincuenta mil ochocientos veintiséis pesos (\$3.227.326) aproximadamente, esto con el fin de llevar el funcionamiento de la prensa a su máximo posible; obteniendo así que el funcionamiento de la prensa con la prueba de carga subió de 600 Psi a 3.000 Psi en donde la compactación de las pacas se dio de una forma más eficiente; lo cual aumenta las utilidades debido a que se compacta mayor volumen de material en menos tiempo y se aprovecha más el espacio de la empresa el cual es aprovechado ingresando nuevo material. Lo anterior demuestra que las empresas deben contar con un plan de mantenimiento preventivo, ya que esto garantiza que los equipos operen al 100% de su capacidad y más en equipos antiguos generando mayores utilidades.

6. BIBLIOGRAFÍA

Iglesias, A. E. (2013). *Reciclaje en Colombia "Oportunidad para incursionar en el mercado internacional"*. Bogotá.

Juárez, J. L. (2005). *Programa de mantenimiento para la prensa hidraulica T60XDRC de la empresa Avangard de mexico S.A de C.V.* Mexico: Escuela Superior de Ingenieria Mecánica y Electrica.

Montería, Biblioteca UPB. (25 de Marzo del 2019). Listado del programa de Ingenieria Mecánica. Montería, Colombia.

MSc.Gladis Sanartín Ramón, M. A. (2017). El Reciclaje: Un nicho de innovación y emprendimiento con enfoque ambientalista. *Universidad Metropolitana. República de Ecuador.*

Periodico Nuevo Siglo. (25 de Marzo de 2019). ¿Como vamos en colombia con el reciclaje? pág. 1.

Programa de Ingenieria Mecánica. (26 de 03 de 2019). Estadisticas de practicas profesionales de estudiantes. Montería, Colombia.

Soto, J. D. (2019). *Plan de mantenimiento preventivo para la maquina industrial de la empresa Fluoroplasticos S.A.S.* Santiago de Cali: Universidad Autónoma de Occidente. Facultad de ingenieria.

William Olarte, M. B. (2017). *Importancia del mantenimiento industrial de procesos de producción.* Pereira: Universidad Tecnologica de Pereira.

Aceites Shell Tellus. (21 de 11 de 2013). *Shell Tellus S2 M 68.* Obtenido de Shell Tellus S2 M 68: <http://tradsa.com.ar/wp-content/uploads/2015/08/Tellus-S2-M-68.pdf>

Chevron Intellectual Property LLC. (17 de 6 de 2014). *CHEVRON HYDRAULIC OIL AW ISO 68.* Obtenido de CHEVRON HYDRAULIC OIL AW ISO 68: <https://cglapps.chevron.com/msdspds/PDSDetailPage.aspx?docDataId=411660&docFormat=PDF>

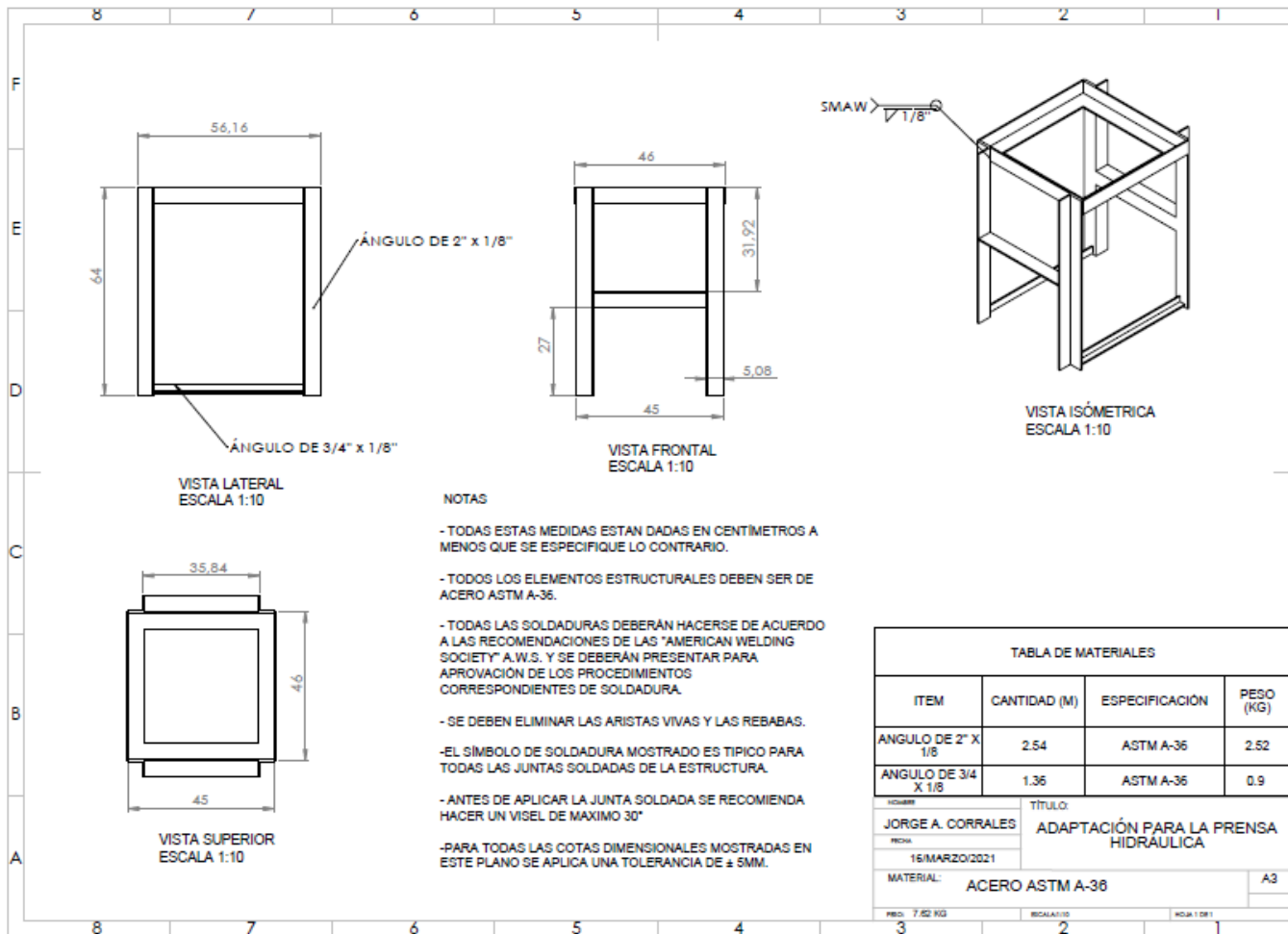
Chevron Intellectual Property LLC. (29 de 7 de 2016). *RANDO HD 68*. Obtenido de RANDO HD 68: <http://www.lubricantestexaco.com.uy/content/rando-hd-68>

Global Oil. (6 de 2 de 2018). *Ficha tecnica MAXFLUID ISO-L HM*. Obtenido de Ficha tecnica MAXFLUID ISO-L HM: <https://www.globallubricantes.com/wp-content/uploads/MAXFLUID.pdf>

Lubricantes Terpel. (12 de 4 de 2018). *DEPARTAMENTO INNOVACIÓN Y DESARROLLO / ORGANIZACIÓN TERPEL S.A.* Obtenido de DEPARTAMENTO INNOVACIÓN Y DESARROLLO / ORGANIZACIÓN TERPEL S.A: https://www.terpelpanama.com/productos-y-servicios/lubricantes/terpel/transmision/terpel_hidraulico_AW_ISO.html

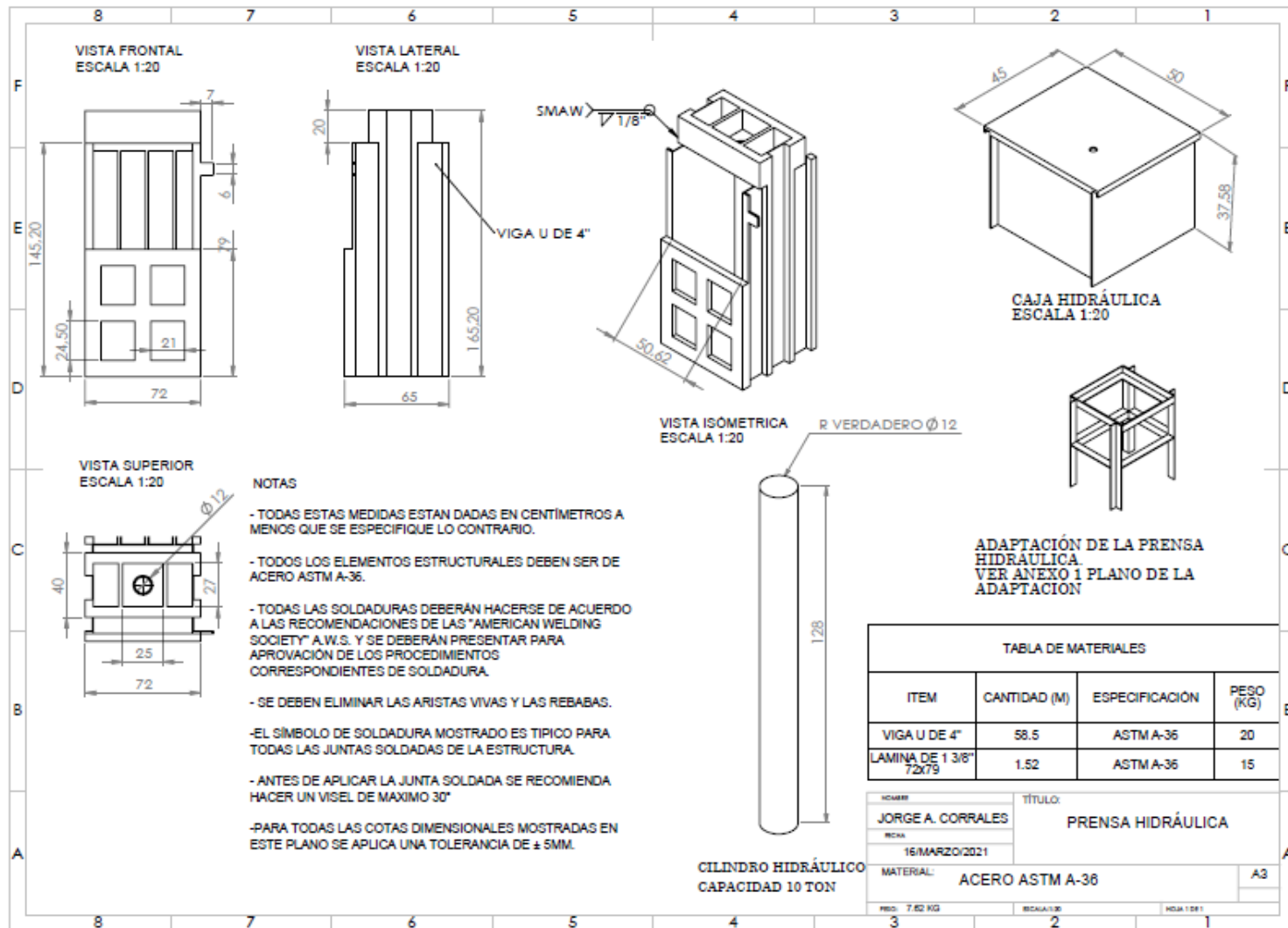
ANEXOS

Anexo 1. PLANOS FABRICACIÓN DE ADAPTACIÓN



Anexo 2. PLANOS DE LA PRENSA HIDRÁULICA

PRESENTACIÓN DE INFORME FINAL TRABAJOS DE GRADO



Anexo 3. FORMATO DE LISTA DE CHEQUEO FUNCIONAMIENTO

CONDICIONES DE LA PRENSA	CUMPLE	
	SI	NO
¿La presión de compactación es la adecuada?		
¿Las uniones soldadas están libres de grietas?		
¿La máquina está libre de golpes?		
¿Los botones de encendido y apagado están en buen estado?		
¿Las líneas hidráulicas están ajustada?		
¿Las líneas hidráulicas se encuentran en buen estado?		
¿La prensa enciende de manera correcta?		
¿La prensa está limpia y sin manchas?		
¿El desplazamiento del émbolo se da de manera correcta?		
¿El cilindro émbolo está limpio y sin fugas de aceite?		
¿La válvula de alivio opera de forma óptima?		
¿Los tornillos de la tapa del motor están completos?		
¿Los tornillos de la tapa del motor se encuentran ajustados?		
¿El motor presenta ruidos normales?		
¿El motor se encuentra limpio de aceite o algún otro residuo?		
¿El cableado eléctrico se encuentra en buen estado?		
¿El nivel de aceite en la caja del motor es el indicado?		
¿La caja del motor presenta ruidos normales?		
¿La línea de drenado de aceite se encuentra limpia y sin residuos?		
¿La bomba hidráulica presenta ruidos normales?		
¿El ruido de la prensa es normal?		
¿Las vibraciones y el ruido de la caja del motor son normales?		
OBSERVACIONES:		

Anexo 4. FORMATO DE PRUEBA DE CARGA

		Formato Prueba de Carga Prensa Hidráulica		Versión 1	
Datos Generales					
Tipo:		Marca:		Modelo:	
Máxima Capacidad:			Código:		
Propietario:			Ubicación:		
Material Para Compactar					
Descripción:					
Ancho:			Largo:		
Densidad de compactado:					
Profundidad:			Peso:		
Condiciones de Prueba					
# Prueba	Capacidad de llenado inicial	Capacidad de llenado Final	%Compactación con 128 cm de longitud del émbolo	Presión Final	Tiempo Final
Observaciones:					
No conformidades:					
Recomendaciones:					
¿Este equipo aprueba el ensayo de carga?				SI	NO
Datos de quien realiza la prueba					
Nombre		Firma		Fecha Prueba	