

Facultad de Tecnología de la Industria

Restauración de equipo para medir resistencia a flexión en vigas de concreto de la Facultad de Tecnología de la Construcción en el Laboratorio de Materiales Ing. Julio Padilla M.

Trabajo Monográfico para optar al título de
Ingeniero Mecánico

Elaborado por:

Br. Junior Antonio
Tuckler Lezama
Carnet: 2014-1106U

Br. Yedrid Josué
Vallejos Navarrete
Carnet: 2014-0984U

Tutor:

Dr. Jorge Alberto
Rodríguez García

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradecer a Dios por darme la paciencia y perseverancia de seguir una meta que me propuse hace tanto tiempo, el día de hoy me permite culminar un logro más en la vida como lo es optar aun título de estudio superior.

A mis padres, ustedes han sido siempre el motor que impulsa mis sueños y esperanzas, quienes estuvieron siempre a mi lado en los días y noches más difíciles durante mis horas de estudio. Siempre han sido mis mejores guías de vida. Hoy cuando concluyo mis estudios, les dedico a ustedes este logro amado padres, como una meta más conquistada.

A mis compañeros y docentes de viaje, hoy culminan esta maravillosa aventura y no puedo dejar de recordar cuantas tardes y horas de trabajo nos juntamos a lo largo de nuestra formación. Hoy nos toca cerrar un capítulo maravilloso en esta historia de vida y no puedo dejar de agradecerles por su apoyo y constancia, al estar en las horas más difíciles, por compartir horas de estudio.

A nuestro tutor, Dr. Jorge Alberto Rodríguez García agradecido con su apoyo, paciencia y calidad de enseñanza, sobre todo en la culminación de esta etapa como profesional y colega. Gracias por el tiempo dedicado y su interés durante el proceso.

Att.Br. Junior Antonio Tuckler Lezama

AGRADECIMIENTOS

“En primer lugar les agradezco a mis padres que siempre me han brindado su apoyo incondicional para poder cumplir todos mis objetivos personales y académicos. Ellos son los que con su cariño me han impulsado siempre a perseguir mis metas y nunca abandonarlas frente a las adversidades. También son los que me han brindado el soporte material y económico para poder concentrarme en los estudios y nunca abandonarlos”.

“Le agradezco muy profundamente a mi tutor MSc. Ing. Jorge Alberto Rodríguez García por su dedicación y paciencia, sin sus palabras y correcciones precisas no hubiese podido lograr llegar a esta instancia tan anhelada. Gracias por su guía y todos sus consejos, los llevaré grabados para siempre en la memoria en mi futuro profesional”.

Att.Br. Yedrid Josué Vallejos Navarrete

RESUMEN.

El presente documento es un trabajo monográfico de la carrera de ingeniería mecánica para optar al título de Ingeniero Mecánico.

El principal objetivo es realizar un mantenimiento integral y puesta en pleno funcionamiento la Maquina **para medir flexión en vigas de concreto** ubicada en el Laboratorio de Materiales y Suelos Julio Padilla Méndez de la Facultad de Tecnología de la Construcción, UNI – RUPAP.

Para el mantenimiento integral de la Maquina **para medir flexión en vigas de concreto**, se realizó un diagnóstico a los elementos tecnológicos que conforman la máquina.

Se plantearon soluciones en base al diagnóstico realizado, a las sugerencias de terceras personas y a los conocimientos adquiridos a lo largo de la etapa estudiantil.

Se realizó un mantenimiento integral, logrando así el objetivo principal de este trabajo monográfico.

Finalmente se elaboró un plan de mantenimiento preventivo para el equipo adjunto a una guía de posibles problemas y sus soluciones.

Índice de contenido

Contenido

I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES.....	2
III. JUSTIFICACIÓN.....	3
IV. OBJETIVOS.....	5
IV.1 Objetivo General	5
IV.2 Objetivos específicos	5
V. MARCO TEÓRICO	6
V.1 Definición de Fluido.....	6
V.2 Principales Propiedades de un fluido	6
V.2.1 Densidad específica o absoluta	6
V.2.2 Peso específico	6
V.2.3 Viscosidad	7
V.3 Mecánica de fluidos	7
V.3.1 Hidráulica	7
V.3.2 Aplicaciones de la hidráulica.....	7
V.3.3 Sistemas Hidráulicos.	8
V.3.4 Tipos de sistemas Hidráulicos.	9
V.3.5 Propiedades de los fluidos hidráulicos	10
V.3.6 Aceite hidráulico	10
V.3.7 Tipos de aceites hidráulicos.....	11
V.4 Principio de funcionamiento de los dispositivos de transferencia de energía a través de variaciones de presión.	13

V.4.1	Definición de Presión Hidráulica	13
V.4.2	Principio de pascal o ley de pascal	13
V.4.3	Tipos de ensayos en máquinas Universales	16
V.4.4	Tipos de Maquinas Universales de Pruebas.	17
V.4.5	Partes principales de una Maquina de ensayos Universal	19
VI.	Diagnóstico general del equipo.	24
VI.1.1	Estado actual de la maquina a restaurar	24
VII.	Descripción del diagnostico.....	29
VIII.	Mantenimiento integral de la Maquina.....	30
IX.	Plan de mantenimiento.	51
X.	Conclusiones	53
XI.	Recomendaciones	54
XII.	Anexos.....	57
XIII.	Bibliografía.....	58

I. INTRODUCCIÓN

Cuando se piensa en materializar un proyecto de construcción, desde el inicio es de vital importancia tomar en cuenta la calidad de los materiales, existen un sinnúmero de materiales de construcción, cada uno de ellos con características específicas que se adecúan a los diferentes tipos de proyectos. Un equipo para realizar pruebas de flexión en vigas de concreto es una herramienta utilizada para obtener información sobre las propiedades de los materiales que componen dicha viga como un solo elemento destinado ya sea al uso industrial o a la investigación. Los datos que se obtienen a partir de los ensayos de flexión son especialmente útiles cuando un material se va a utilizar como estructura de soporte, los ensayos de flexión son indispensables para garantizar el comportamiento de los materiales y el uso al que están destinados de forma óptima y eficiente garantizando su durabilidad en el campo de la construcción.

Existen distintos tipos de equipos que permiten realizar estas pruebas de flexión, estos varían según la necesidad de recopilación de datos y su tipo de funcionamiento. En el Laboratorio de Materiales y Suelos Ing. Julio Padilla Méndez, de la Facultad de Tecnología de la Construcción, en el Recinto Universitario Pedro Arauz Palacios de la Universidad Nacional de Ingeniería se cuenta con un equipo destinado para dicha tarea, el cual se encuentra inhabilitado actualmente.

La visión del presente proyecto es restaurar dicho equipo para conservarlo en óptimas condiciones para su operación y de esta manera futuras generaciones de estudiantes de la Facultad de Tecnología de la Construcción puedan hacer uso del mismo y contar con las distintas herramientas para fortalecer conocimientos en dicha materia y su empleo en las actividades de campo. Además de que este equipo es uno de los más antiguos en la institución por tanto también posee un valor de patrimonio dentro la entidad.

II. ANTECEDENTES

Los equipos para medir flexión en vigas de concreto también llamadas maquinas universales de ensayo, son semejante a prensas y son elementos indispensables que permiten obtener información específica sobre el comportamiento de los materiales ante situaciones de cargas progresivas.

Son elementos que han sido de gran importancia en el estudio de mecánica de materiales y su uso data desde siglos atrás, es incierto saber una fecha específica, pero se conoce que antiguos científicos como Leonhard Euler y Daniel Bernoulli, para el siglo XVIII poseían teorías sobre esfuerzos de flexión en vigas (Teoría de vigas de Euler-Bernoulli), mediante lo cual surgía la necesidad de tener elementos que pudieran comprobar estos estudios.

El equipo para medir flexión en vigas de concreto presente en el laboratorio laboratorio de materiales y suelos es un equipo antiguo, de los primeros equipos presentes en la institución, se trata de una herramienta mecánica manual que usaban estudiantes en sus prácticas estudiantiles cuando en lugar del recinto universitario existía un centro tecnológico alrededor de 1976, el mismo no ha recibido los mantenimiento establecido y en actualidad está inhabilitado, además se posee poca información técnica sobre el mismo.

III. JUSTIFICACIÓN

Con la ejecución de este proyecto se pretende una restauración completa del equipo para poder realizar ensayos de flexión en vigas de concreto, esto aspira a que nuevos estudiantes de la Facultad de Tecnología de la Construcción pueden conocer y hacer uso de las distintas herramientas aplicadas al campo de la construcción, lo que ambiciona un mayor dominio de los conocimientos acerca del tema en sus respectivos campos de estudio. Así como su utilización en obras constructivas pues el equipo permite por sus dimensiones ser movido con facilidad.

El principal objeto de este proyecto es habilitar el equipo, hacerlo funcional en todos los aspectos debido a que es un equipo antiguo y de un valor histórico dentro de la institución y la facultad. Además, cabe mencionar que al tratarse de un equipo compacto y de ejecución totalmente mecánico-manual, lo hace candidato a ser un equipo de fácil transporte para aplicaciones en campo.

Adicional a lo antes mencionado esquematizamos un plan de mantenimiento lo que permitirá prolongar la vida útil de la maquinaria. Esto permitirá además que futuras reparaciones sean de menor costo y sencillas de realizar.

Se establece que la índole del problema es de origen **científico-mecánico**, tratándose de la restauración completa de la maquina universal para realizar ensayos a flexión del Laboratorio de Materiales Y Suelos Ing. Julio Padilla Méndez de la Facultad de Tecnología de la Construcción (FTC).

El objeto de estudio es el sistema **Hidráulico-Mecánico**, su área de acción está agrupada en las actividades de **mantenimiento correctivo** del equipo en cuestión, considerando los conocimientos adquiridos durante la formación y preparación en la carrera de Ingeniería Mecánica fundamentados en Diseño e Instalación de sistemas Hidráulicos, Mecánica de Fluidos, Maquinas- Herramientas y Mantenimiento.

Se define como hipótesis:

“Si se repara el equipo para realizar ensayos de flexión en vigas de concreto del Laboratorio de Materiales y Suelos Ing. Julio Padilla Méndez y se incorpora un plan de mantenimiento, supone prolongar la vida útil del equipo en cuestión, facilitando los mantenimientos preventivos y correctivos garantizando el pleno uso de este para prácticas de los estudiantes de la Facultad de Tecnología de la Construcción.”

IV. OBJETIVOS

IV.1 Objetivo General

Reconstruir el equipo para medir resistencia a flexión en vigas de concreto del Laboratorio de Materiales Y Suelos Ing. Julio Padilla Méndez de la Facultad de Tecnología de la Construcción (FTC).

IV.2 Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico mediante inspección y prueba del estado en que se encuentra el equipo de medición de resistencia a flexión que se encuentra en el laboratorio del Facultad de tecnología de la construcción.
- Solucionar los problemas que presente el equipo para que este quede totalmente operativo para ensayos de flexión.
- Mejorar estética del equipo y realizar las pruebas pertinentes.
- Elaborar un plan de mantenimiento preventivo a fin de prolongar la vida útil del mismo.

V. MARCO TEÓRICO

V.1 Definición de Fluido

“Un fluido es un conjunto de partículas que se mantienen unidas entre sí por fuerzas cohesivas débiles y las paredes de un recipiente; el término engloba a los líquidos y los gases.” (Holzapfel, 2022)

V.2 Principales Propiedades de un fluido

V.2.1 Densidad específica o absoluta

Magnitud escalar referida a la cantidad de masa en un determinado volumen de una sustancia o un objeto sólido. Usualmente, se simboliza mediante la letra rho (ρ) del alfabeto griego.

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Dónde:

m: Equivale a masa de la sustancia.

V: Unidad de volumen de la sustancia.

V.2.2 Peso específico

Se interpreta como la relación entre el peso de una sustancia y su volumen.

$$\gamma = \frac{\omega}{V} = \frac{mg}{V} = \rho g$$

Dónde:

γ : el peso específico.

w: el peso de la sustancia;

V: el volumen de la sustancia;

ρ : la densidad de la sustancia;

m: la masa de la sustancia.

g: la aceleración de la gravedad.

V.2.3 Viscosidad

Es una medida de su resistencia a las deformaciones graduales producidas por tensiones cortantes o tensiones de tracción en un fluido.

V.3 Mecánica de fluidos

“Se define como la ciencia que estudia el comportamiento de los fluidos en reposo

(Estática de fluidos) o en movimiento (dinámica de fluidos), y la interacción de

éstos con sólidos o con otros fluidos en las fronteras.” (CIMBALA, 2012)

La mecánica de fluidos también se divide en varias categorías. El estudio del

movimiento de fluidos que son prácticamente incompresibles (como los líquidos,

en especial el agua y los gases a bajas velocidades). Una subcategoría de ésta es la hidráulica. (CIMBALA, 2012)

V.3.1 Hidráulica

“Es la rama de la física que estudia el comportamiento de los líquidos en función de sus propiedades específicas y cómo se comportan dentro de tuberías cerradas o canales abiertos.” (CHOW, 2022)

V.3.2 Aplicaciones de la hidráulica

Se pueden distinguir dos tipos dentro de las aplicaciones de la hidráulica, móviles e industriales:

1-. Las aplicaciones móviles: En esta se emplea la energía proporcionada por el aire y aceite a presión pudiendo cumplir las funciones de transporte, excavación, levantamiento, perforación, manipulación de materiales, control e impulso vehículos móviles tales como tractores, grúas, retro-excavadoras, camiones recolectores de basura, cargadores frontales, frenos y suspensión de camiones, etc. (SUMIFLUID, 2022)

2-. *Industriales*: En el sector industrial es de gran importancia disponer de maquinaria especializada para controlar, impulsar, posicionar y mecanizar elementos o materiales propios de la línea de producción, para obtener estas funciones se usa con regularidad la energía proporcionada por fluidos comprimidos. (SUMIFLUID, 2022)

V.3.3 Sistemas Hidráulicos.

Los sistemas hidráulicos son aquellos conjuntos de mecanismos en los que interviene un fluido hidráulico. Para lograr este mecanismo son necesarios los movimientos de una serie de piezas que ayudan a que los sistemas hidráulicos funcionen. (WIKIPEDIA, 2021)

De forma general, los sistemas hidráulicos están compuestos por ciertos elementos básicos como:

- **Depósito**: Es el encargado de almacenar el elemento líquido de trabajo.
- **Bomba**: Cumple la función de mover el líquido por los distintos circuitos menores.
- **Válvula elevadora**: Es la encargada de regular la presión del elemento líquido.
- **Válvula distribuidora**: Se acciona a través de una palanca para poder redistribuir el elemento líquido hacia los distintos circuitos, sistemas y elementos de trabajo.
- **Algunos cilindros y motores**: Son los elementos capaces de llevar adelante el trabajo a través de una presión hidráulica.
- **Distintas tuberías y conexiones**: Encargadas de hacer circular el elemento líquido desde el depósito hacia los demás órganos del mecanismo hidráulico y también de permitir que se deriven desde los mismos hacia el depósito.
- **Filtro**: Tiene la importante labor de eliminar las impurezas y partículas pequeñas del elemento líquido, a fin de garantizar que llegue a las distintas partes del mecanismo en óptimas condiciones.

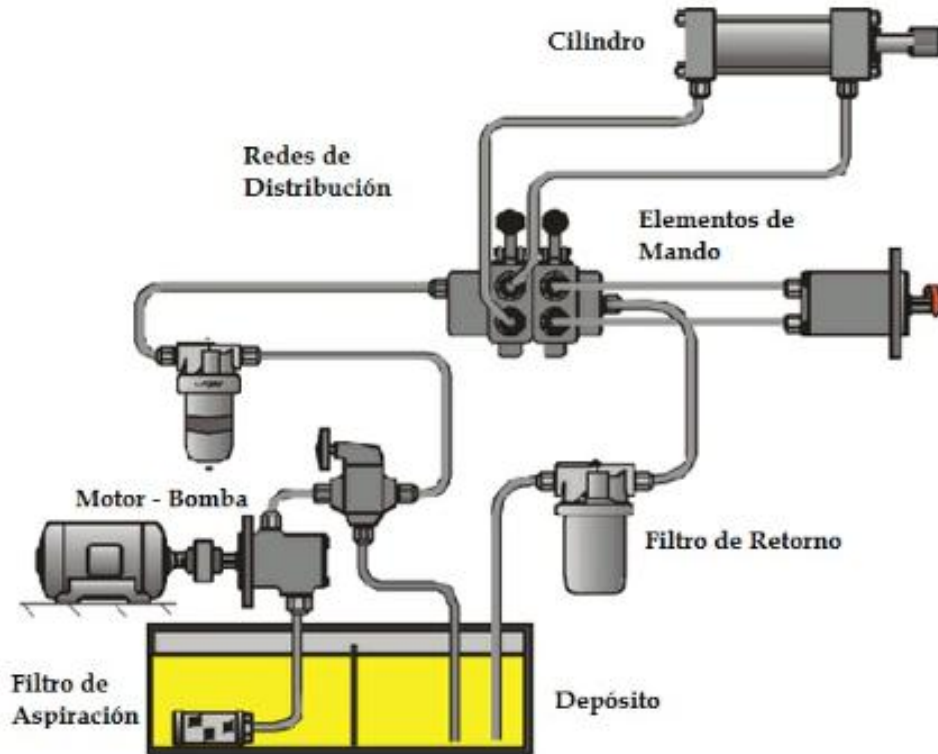


Figura 1: Esquema de Sistema Hidráulico de depósito Unitario. (Lubricantes industriales, 2015)

V.3.4 Tipos de sistemas Hidráulicos.

1. El sistema hidráulico de depósito unitario: está fabricado de tal manera que todos los elementos que lo componen, ya sean elementos de trabajo o control, están posicionados en una sola unidad o cuerpo.
2. Sistema hidráulico con depósito separado: en este tipo de sistema todos los elementos que lo componen se encuentran disgregados, es decir, en distintos sitios del mismo equipo.
3. Sistema hidráulico semi-unitario: se trata de un sistema híbrido, es decir, una combinación de los sistemas anteriores que se caracteriza por tener un depósito, la bomba y todos los elementos de control unificados en un solo espacio del cuerpo.

V.3.5 Propiedades de los fluidos hidráulicos

Estos son diversos factores propios de la sustancia que garantizan la calidad del fluido:

Viscosidad: se refiere a la resistencia interna que ofrecen entre sí las moléculas al deslizarse unas sobre otras y es a través de ésta que se obtiene la capacidad física de lubricación. (COÉXITO LUBRICANTES, 2021)

Punto de inflamación: es la temperatura en la que los vapores de la superficie del fluido se inflaman al contacto con una llama y desaparecen al retirarla. Esta característica es importante porque se refiere a la seguridad del uso del fluido. (COÉXITO LUBRICANTES, 2021)

Punto de congelación: esta característica tiene que ver con la capacidad del aceite cuando se encuentra en temperaturas muy bajas ya que desde el momento en el que inicia el funcionamiento del motor el aceite debe ser capaz de circular a través del mecanismo. (COÉXITO LUBRICANTES, 2021)

Poder anticorrosivo: es la capacidad para combatir los efectos de la humedad y el óxido. Los aceites deben tener además cualidades protectoras contra la corrosión al acero y metales amarillos. (COÉXITO LUBRICANTES, 2021)

Índice de desemulsión: es la facilidad que presenta un aceite para separarse del agua, de tal manera que en caso de que entrara al mecanismo, el aceite pueda separarla rápidamente. (COÉXITO LUBRICANTES, 2021)

V.3.6 Aceite hidráulico

“El aceite hidráulico es un fluido utilizado principalmente para transferir energía a través de variaciones de presión. Puede ser mineral o sintético, y su nivel de viscosidad se determina por las indicaciones de uso del fabricante de la maquinaria.” (COÉXITO LUBRICANTES, 2021)

El aceite hidráulico es un fluido no compresible que desempeña un papel fundamental para el buen funcionamiento de los sistemas hidráulicos. Además de su papel principal para la transferencia de energía, tiene varias funciones secundarias: eliminación de la contaminación, sellado y lubricación.

V.3.7 Tipos de aceites hidráulicos

Aunque hay varios tipos de aceites, lubricantes y bases, la mayoría son de base mineral o sintética.

Aceites hidráulicos de base mineral: los aceites hidráulicos de base mineral se producen a partir de fracciones de petróleo crudo. También conocido como de hidrocarburo a fines estos están normados por la norma DIN 51524.

En dependencia del tipo de uso y aplicaciones existen un sin números de aceites de base mineral donde los más comunes tenemos:

- HL

Especialmente recomendados para sistemas de circulación e hidráulicos donde se requieren buenas propiedades antioxidantes y anticorrosivas, con moderadas propiedades anti desgaste.

- HM

Formulada con bases parafínicas altamente refinadas y aditivación seleccionada, especialmente recomendado para sistema hidráulicos de uso universal. A diferencia del tipo HL posee gran capacidad de demulsibilidad (separación del agua) además de una elevada resistencia a la formación de espuma, lodos, oxidación y corrosión.

- HV según ISO 11158.

Son aceites hidráulicos para ser usado en sistemas sujetos a grandes variaciones de temperaturas, formulados con bases minerales parafínicas, refinadas, aditivadas con extrema presión y anti desgaste. Para todo tipo de circuitos hidráulicos que trabajen en condiciones severas lo que lo hace una buena opción para sistemas de bombeo que trabajan a distintas velocidades.

Aceites hidráulicos de base sintética: los aceites hidráulicos sintéticos se componen de aceites base o fluidos producidos químicamente.

Cabe mencionar que los aceites de base sintética suelen estar formulados para añadir propiedades físicas superiores a las de los aceites minerales básicos. Ayudan al rendimiento a altas temperaturas, añaden biodegradabilidad y también estabilidad a la oxidación.

Uno de los más usados es el aceite hidráulico sintético usado en sistemas hidráulicos de trabajo severo en equipos de construcción, minería, forestal y de movimiento de tierra, en máquinas-herramientas, transmisiones hidrostáticas, equipos de control industriales y sistemas hidráulicos en general.

Dentro de los más comunes tenemos:

- ANT H1

Aceites atóxicos semis-sintéticos con amplio campo de aplicaciones como reductores de engranajes cerrados, cadenas de dientes invertidos y rodillos, cojinetes lisos, usillos, compresores y bombas de aire, etc.

- HIDRAULIC HFC

Aceite hidráulico resistente al fuego. Alta resistencia a la corrosión y estabilidad química. No tóxico. Aplicable en equipos de alta presión en las industrias del acero y de extrusión de aluminio o de plásticos.

- ANT-HIDRÁULICO Sintético

Aceite para Sistemas Hidráulicos sintético 100% ideales para Industria Alimentaria. Protege de la corrosión, herrumbre y desgaste, y posee una excelente relación Viscosidad-Temperatura. Formulados para transmitir potencia, lubricar y proteger los sistemas hidráulicos.

V.4 Principio de funcionamiento de los dispositivos de transferencia de energía a través de variaciones de presión.

V.4.1 Definición de Presión Hidráulica

La presión se define como fuerza por unidad de área. Si se intenta empujar un fluido en un sistema abierto, el fluido fluye. En cambio, si se hace en un espacio cerrado no fluye, por lo tanto, la presión aumenta más fácilmente con una fuerza inferior.

V.4.2 Principio de pascal o ley de pascal

En el siglo XVII, en Francia, el matemático y filósofo Blaise Pascal comenzó una investigación referente al principio mediante el cual la presión aplicada a un líquido contenido en un recipiente se transmite con la misma intensidad en todas direcciones.

Gracias a este principio se pueden obtener fuerzas muy grandes utilizando otras 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 presión aplicada a un fluido confinado, aumenta la presión en toda la extensión de éste en la misma cantidad” (CIMBALA, 2012)

Pascal también sabía que la fuerza aplicada por un fluido es proporcional al área superficial. Observó que se podían conectar dos cilindros hidráulicos de áreas diferentes y se podía usar el más grande para ejercer una fuerza proporcionalmente mayor que la aplicada al más pequeño. A este experimento que realizó se le conoce como la “máquina de Pascal”.

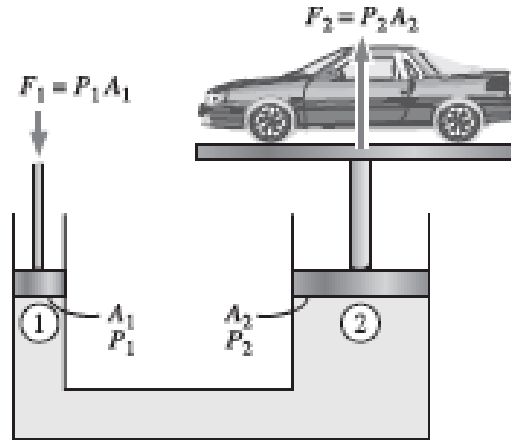


Figura 2: Principio de funcionamiento máquina de Pascal. (CIMBALA, 2012)

Con:

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

$$P_1 = P_2$$

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

Dónde:

P= Presión aplicada en dicho punto.

F= Fuerza.

A= Área de la sección transversal del pistón en dicho punto.

Su Unidad de medición es el **PSI** sistema Ingles equivalente a **1lb.f/in²**, es decir la cantidad de fuerza que ejerce una libra -fuerza sobre un área de una pulgada cuadrada y en el sistema internacional es el Pascal (**PA**) equivalente a **1N/m²** de igual manera la cantidad de fuerza que ejerce un Newton sobre un área de un metro cuadrado. Existen otras unidades como Atmosferas (ATM) o el BAR, estas son variaciones del Pascal.

Este método de ensayo es usado para determinar la resistencia a la flexión de especímenes preparados y curados de acuerdo con el Método de Ensayo C 42 ó Práctica C 31 ó C 192. Los resultados son calculados e informados como el módulo de ruptura. El esfuerzo determinado variará donde haya diferencias en el tamaño del espécimen, preparación, condiciones de humedad, curado, o cuando la viga ha sido moldeada o cortada al tamaño requerido.

La máquina de ensayo estará de acuerdo con los requerimientos de las secciones sobre Bases de Verificación, Correcciones, e Intervalos de Tiempo entre Verificaciones de la Práctica.

Maquina Universal

Es un equipo de medición semejante a una prensa hidráulica con la que es posible someter materiales a ensayos de tracción y compresión para medir sus propiedades. La presión se logra mediante placas o mandíbulas accionadas por tornillos o un sistema hidráulico.

La palabra ensayos significa que son pruebas en el lenguaje de laboratorio, y son utilizadas para llegar a unas conclusiones específicas de algunos materiales de interés. Se utilizan muestras a escala, que conservan las propiedades del material que deseamos probar para nuestro caso vigas de concreto.



Figura 3: Ensayo de flexión en viga de concreto. (WIKIPEDIA, 2021)

Estas máquinas son ampliamente utilizadas en la caracterización de nuevos materiales.

V.4.3 Tipos de ensayos en máquinas Universales

- **Tracción:**

Es la obtención de información con una máquina universal, en donde se definen comportamientos mecánicos de los materiales. Esta máquina universal deforma una muestra de material conocida como probeta, aplicando una fuerza de forma uniáxica en sentido del eje de la muestra. Conforme se va generando la fuerza se van registrando los datos, llegando hasta el fracturamiento de la muestra de material, obteniendo como resultado una curva de carga.

El ensayo por tracción tiene especialmente un objetivo, y es el de definir la resistencia elástica, resistencia última y su plasticidad de un material analizado.

- **Compresión:**

Este es un ensayo para determinar la resistencia de un material ante un esfuerzo a compresión, utilizado generalmente en la ingeniería para hormigones (concreto) y metales, pero su uso va dedicado a casi todos los materiales.

- **Cizalladura:**

En el ensayo de cizallamiento se generan fuerzas transversales al eje principal en una pieza de material.

- **Flexión:**

El objetivo del ensayo de flexión es determinar las propiedades mecánicas de los materiales relacionadas con los esfuerzos y flechas (deformaciones) en los puntos máximo y de rotura, y módulo elástico en flexión teniendo en cuenta la separación entre apoyos calculada a partir del espesor de la probeta.

V.4.4 Tipos de Maquinas Universales de Pruebas.

1) De una sola columna

El diseño de una sola columna permite realizar pruebas compactas, económicas y sencillas. Adecuado para ensayos de tracción, compresión, flexión, cizallamiento.



Figura 4: Prensa automática de una columna para ensayos de compresión para rotura de concreto. (P&S EQUIPOS, 2019)

2) Doble columna

Destinada para pruebas de mayor fuerza y más complejas.



Figura 5: Prensa automática de doble columna para ensayos Máquina de prueba de compresión 1000 - 5000 kN para rotura de concreto. (Direct Industry, 2020)

3) De suelo

Como su nombre lo indica es un equipo que por su diseño y estructura permite realizar pruebas directamente apoyado sobre el suelo.



Figura 6: Prensa automática de Suelo para pruebas en rotura de concreto. (Geo Ingenieros, 2020)

V.4.5 Partes principales de una Maquina de ensayos Universal

- **Depósito de la bomba:** Depósito de almacenaje para el fluido tipo hidráulico.
- **Tapón del depósito:** Orificio para ingreso del fluido hidráulico.
- **Llave de la bomba:** Dispositivo que acciona mecanismo para liberar presión del sistema.
- **Pistón de carga de la bomba:** Bombea el fluido hidráulico por la tubería hasta pistón de carga de la prensa.
- **Palanca de la bomba:** Acciona Pistón de carga de la bomba.
- **Manómetro digital:** Permite medir presión del sistema.
- **Pistón de carga de la prensa:** Embolo encargado de transmitir directamente la presión generada en el sistema hacia la probeta.
- **Platinas:** Soportes donde se coloca la probeta.

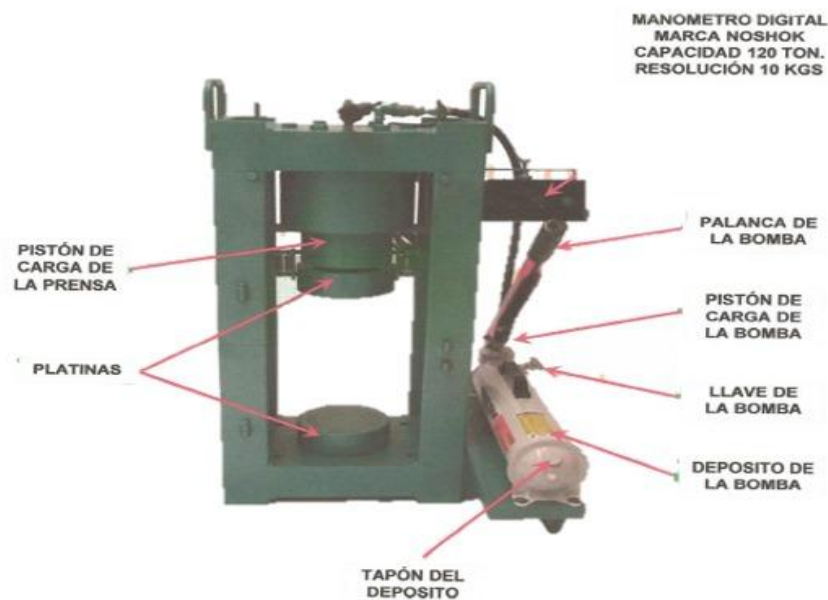


Figura 7: Esquema Partes Principales de prensa 120 T operación manual con manómetro digital (equipos de ingeniería Alcon, S.A)

El ensayo de resistencia a la flexión

La resistencia a la flexión es una medida de la resistencia a la tracción del concreto (hormigón). Es una medida de la resistencia a la falla por momento de una viga o losa de concreto no reforzado. Se mide mediante la aplicación de cargas a vigas de hormigón de 6 x 6 pulgadas (150 x 150) mm de sección transversal y con luz de como mínimo tres veces el espesor. La resistencia a la flexión se expresa como al Módulo de Rotura (M_R) en libras por pulgada cuadrada (MPa) y como se determina mediante los métodos de ensayo ASTM C78 (cargada en los puntos tercios) o ASTM C293 (cargada en el punto medio)

El módulo de rotura está cerca del 10% al 20% de la resistencia a compresión, depende del tipo de material, dimensiones y volumen del agregado utilizado, este valor para los materiales específicos es obtenida mediante ensayos de laboratorio para los materiales dados. El módulo de rotura determinado por la viga cargada en los puntos tercios es más bajo que el módulo de rotura determinado por la viga cargada en el punto medio, algunas ocasiones tanto como un 15%)



Figura 8: Ensayo de deflexión en viga de concreto rectangular 6x6 pulg con máquina de cuatro puntos de apoyo. (constructora Dávalos sac)

¿Porque es útil el ensayo de resistencia a flexión?

Los diseñadores de pavimentos utilizan una teoría basada en la resistencia a la flexión, por lo tanto, puede ser requerido el diseño de la mezcla en el laboratorio, basado en los ensayos de resistencia a la flexión, o puede ser seleccionado un contenido de material cementante, basado en una experiencia pasada para obtener el Módulo de Rotura de diseño. Se utiliza también el Módulo de Rotura para el control de campo y de aceptación de los pavimentos. Se utiliza muy poco el ensayo de flexión para el concreto estructural. Las Agencias y empresas que no utilizan la resistencia a la flexión para el control de campo, generalmente hallaron conveniente y confiable el uso de la resistencia a compresión para juzgar la calidad del concreto entregado.

¿Cómo utilizar la resistencia a la flexión?

Las vigas probetas deben ser fabricadas adecuadamente en el campo. Las mezclas para pavimentos de concreto son secas. con asentamiento (reventamiento) de a 2 pulgadas (1.25 ASTM C293 a 6,25 cm), se consolidan por vibración de acuerdo con la norma ASTM C31 y se golpean los laterales para liberar las burbujas de aire. Para asentamientos más altos, después de aplicarles golpes con varilla, se golpean los moldes para liberar las burbujas de aire y se agita o pincha a lo largo de los laterales para garantizar su consolidación Nunca permita que se sequen las superficies de la viga en ningún momento. Manténgala inmersa en agua saturada con cal durante 20 horas como mínimo antes de ensayarla.

La probeta a ensayar tiene forma de prisma, en el que d , corresponde a la altura y $L \geq 3.5 d$, a la longitud de la misma.

La dimensión d es función del tamaño máximo del árido, con la siguiente recomendación:

d	Por árido de tamaño máximo hasta:
100 mm	25 mm
150 mm	38 mm
200 mm	50 mm

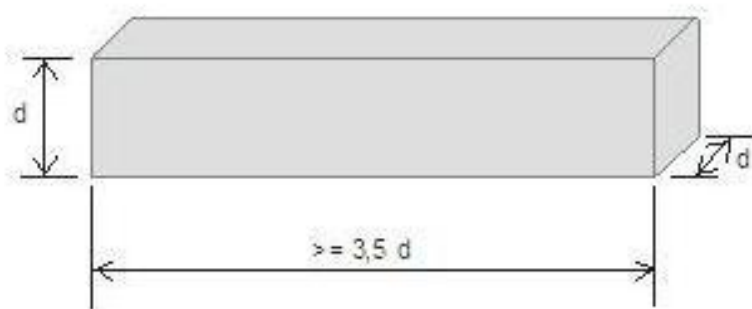


Figura 9: Dimensiones permisibles según norma ASTM C293 en vigas de concreto para pruebas de deflexión.

Las especificaciones y las investigaciones que se hagan de las aparentes bajas resistencias deben tener en cuenta la elevada de los resultados de los ensayos de resistencia a la flexión. La desviación típica para las resistencias a flexión del concreto de hasta 800 libras por pulgada cuadrada (5.5 MPa) para proyectos con un buen rango de control está entre las 40 a 80 libras por pulgada cuadrada (0.3 a 0.6 MPa). Los valores de las desviaciones típicas por encima de las 100 libras por pulgada cuadrada (0.7 MPa) pueden indicar problemas en los ensayos. Existe una probabilidad elevada de que problemas en los ensayos,

La Cargar el espécimen continuamente y sin golpe. La carga deberá ser aplicada a una razón constante hasta el punto de rotura. Aplique la carga en una razón que continuamente incremente los esfuerzos en la fibra extrema entre 125 y 175 psi/min

(0.86 y 1.21 Mpa/min), hasta que ocurra la fractura. La razón de carga es calculada usando la siguiente ecuación: $r = Sbd^2 / L$

Donde:

r = razón de carga, lb/min (MN/min)

S = razón de incremento del esfuerzo en la fibra extrema, psi/min (Mpa/min)

b = ancho promedio del espécimen, pulg. (mm)

d = altura promedio del espécimen, pulg. (mm)

L = longitud entre apoyos, pulg. (mm)

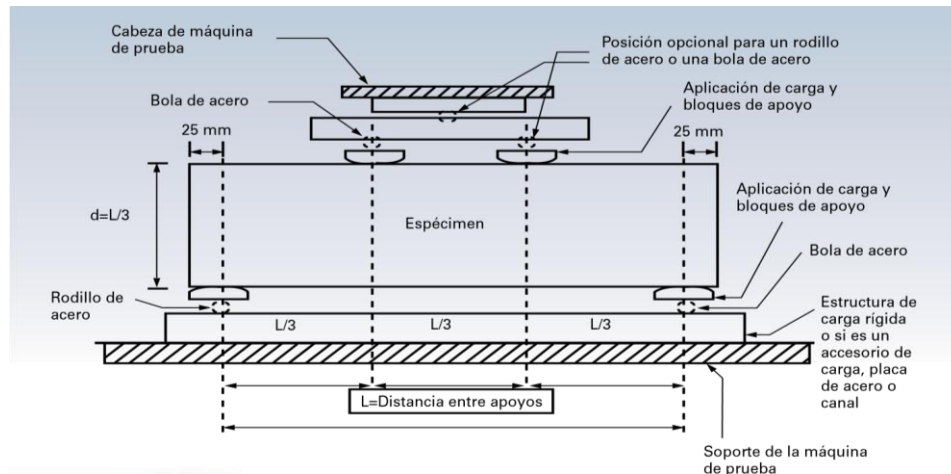


Figura 10: Dimensiones permisibles de apoyos según norma ASTM C293 para ensayos en vigas de concreto para pruebas de deflexión. (instituto mexicano del cemento y concreto ac)

VI. Diagnóstico general del equipo.

Cabe mencionar que la mayoría de los equipos modernos de ensayo son accionados por sistemas computarizados y el equipo del presente proyecto es un equipo análogo de accionamiento manual-mecánico.

El prototipo de la figura 7 fue que más se asemeja al equipo que trabajaremos, el cual cuenta con el diseño para realizar ensayos de Resistencia, flexión y elasticidad.

VI.1.1 Estado actual de la maquina a restaurar

Daño general en la estructura de la carcasa.

Presencia de corrosión, picaduras en la lámina, golpes, mal estado en la pintura de protección.



Figura 11: Mal estado de la pintura en la de la carcasa de la maquina a restaurar.

(Fuente propia)



Figura 12: Presencia de corrosión y picaduras en carcasa. (Fuente propia)



Figura 13: Presencia de golpes en la carcasa. (Fuente propia)

Estado actual del sistema mecánico hidráulico.



Figura 14: Vista frontal del conjunto sistema hidráulico-mecánico. (Fuente propia)



Figura 15: Conjunto sistema hidráulico-mecánico visto desde plano superior.
(Fuente propia)



Figura 16: Mecanismo de liberación de presión. (Fuente propia)



Figura 17: Mecanismo de palanca-pistón para accionamiento manual. (Fuente propia)

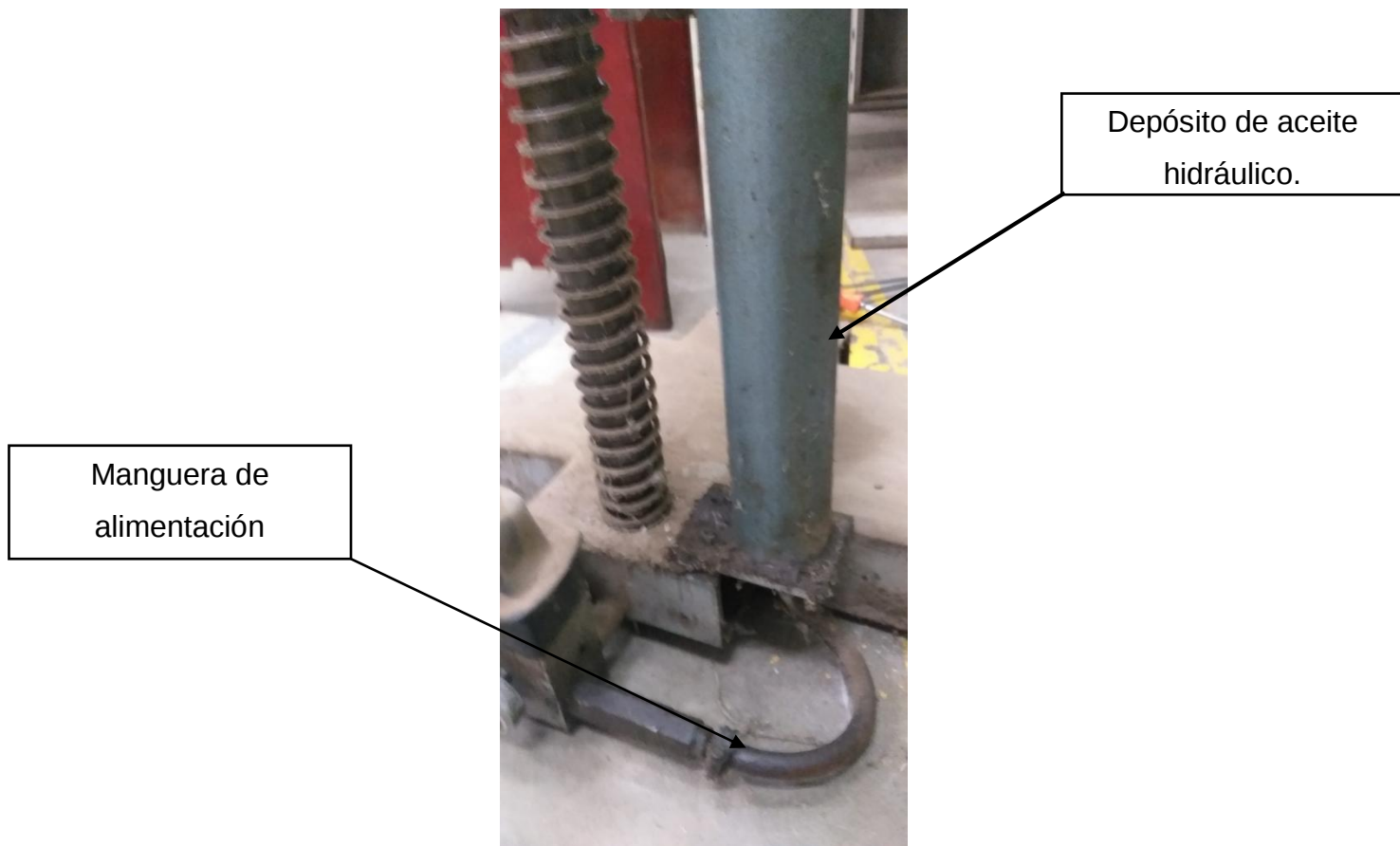


Figura 18: Depósito de aceite hidráulico y manguera de alimentación (Fuente propia)

VII. Descripción del diagnostico

A partir de la inspección realizada encontramos las siguientes observaciones:

- Carcasa del equipo con deterioro por corrosión y golpes por mala operación.
- Equipo sin fluido hidráulico.
- Daños en las barras guías del cabezal de compresión.
- Flojedad y desajuste en los pernos del equipo.
- Comparador de presión descalibrado (Manómetro).

Una vez rellenamos de fluido hidráulico el equipo notamos las siguientes anomalías:

- Fugas en la manguera del depósito de fluido hidráulico.
- Fuga en las válvulas de mando y distribución del fluido.
- Cabezal de compresión sin desplazamiento de retorno.
- Pistón de compresión sin desplazamiento para compresión.
- Mal estado de conectores hidráulicos.
- Mal estado de sellos hidráulicos.

Del diagnóstico preliminar identificamos estos puntos, posterior en las pruebas logramos encontrar otro tipo de desviaciones que iremos abordando en el desarrollo de este trabajo.

VIII. Mantenimiento integral de la Maquina

Despues de haber culminado el diagnostico detallado, se procedio a aplicarle mantenimiento integral a todos los sistemas y elementos del equipo.

Una definición breve de lo que es el mantenimiento integral es el conjunto de trabajos tanto de carácter preventivo como correctivo, necesarios para mantener al equipo en condiciones de uso durante su período de vida útil.

Las etapas que se ejecutaron en el mantenimiento correctivo fueron las siguientes:

- Desarme de los elementos
- Estudio minucioso de los sistemas
- Limpieza total
- Restauracion total de la pintura
- Reemplazo de sellos
- Cambio de mangueras en mal estado
- Instalación de conectores sistema de alimentación y retorno
- Selección de lubricante
- Rectificación de cilindro
- Rectificación de placa guía
- Implementación de mejoras.

A continuacion se describe lo que se realizó para corregir los problemas en cada uno de los elementos de máquina que presentaban averías.

- Desmontaje de piezas de la maquina.

Se procedio al desmontaje completo de todos los componentes y su identificación como paso inicial, apartir de la identificación visual detectamos las correcciones necesarias en el sistema.

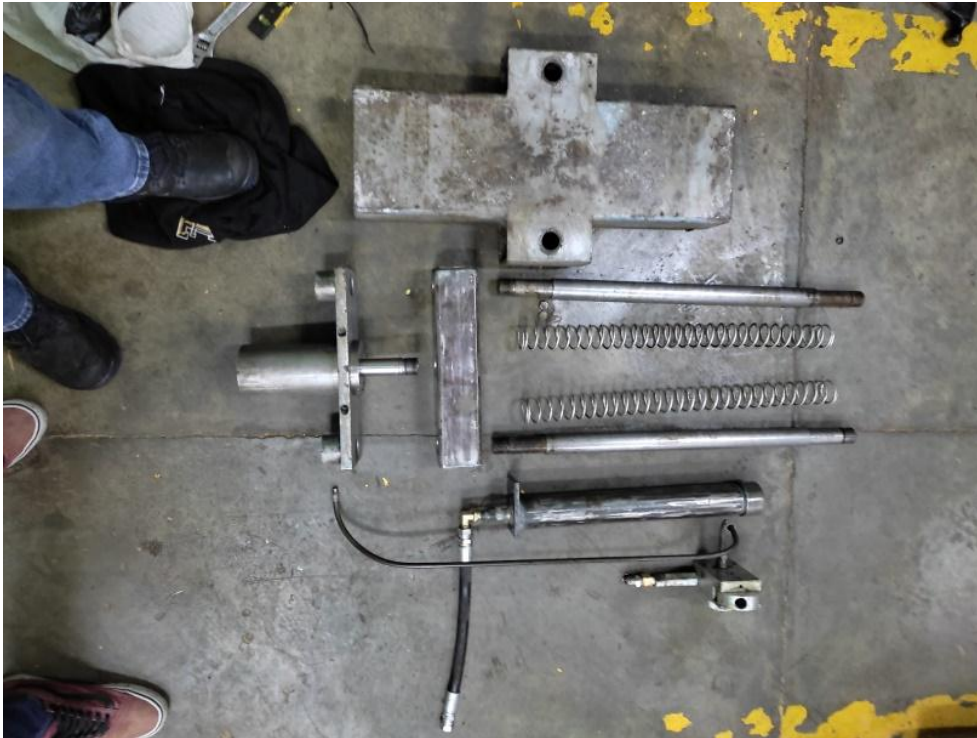


Figura 19: Componentes del sistema hidráulico-mecánico (Fuente propia)

- Pulido de barras guías del cabezal

Como primer paso de manera correctiva pulimos las barras guías del cabezal de compresión, esto debido a que observamos golpes y rayones en la zona de recorrido del cabezal. Posterior hicimos pruebas sin carga para asegurar no hubiese problemas de alineación en ambas barras guías.



Figura 20: Proceso de pulido de barras guías del cabezal de compresión (Fuente propia)

- Instalación de conector de rosca para la manguera de alimentación en el depósito de aceite:

En el depósito de almacenamiento de aceite optamos por soldar un acople macho de rosca jic a 37°, debido a que aquí la manguera se sujetaba únicamente con bridas metálicas, y aunque no era necesario por las bajas presiones consideramos que para efectos de mantenimiento y estéticos era mejor dejar un acople roscado.



Figura 21: Estado inicial alimentación del depósito hidráulico (Fuente propia)



Figura 22: Adaptación de terminal tipo flare 37° macho para alimentación del depósito hidráulico (Fuente propia)

- Cambio de empaques de la bomba de mando hidraulico:

Se reempaco completamente la válvula de mando hidraulico, al sacar sellos antiguos estos estaban cristalizados debido a condiciones de vida útil, era necesario el cambio por sellos nuevos según muestras ya que no se cuenta con información de manual de partes para esta máquina.



Figura 23: Desmontaje de sellos hidráulicos en pistones de la válvula de mando
(Fuente propia)



Figura 24: Identificación de sellos hidráulicos en pistones de la válvula de mando
(Fuente propia)

- Rectificación de embolo en el cabezal de compresión

Al querer retirar el embolo del cilindro en el cabezal de compresión este se encontraba atascado al aplicar presión al fluido hidráulico este solo se desplazaba en el recorrido de ida no permitía el retorno de su estado natural poseía un golpe en los buchings guías por lo consiguientes al insertar presión no permitía el desplazamiento adecuado. Esto se identifico mediante un técnico especializado del taller hidráulico en Casa de las Mangueras, el cual nos asesoro y se aplicara un maquinado para rectificar el daño.

En la parte del cilindro se realizo un pulido con un desbaste de 1 decima de Pulgada, y en los Buchings de la placa guía de igual manera.



Figura 25: Conjunto cabezal de desplazamiento de compresión (fuente propia)



Figura 26: Pistón cabezal de desplazamiento de compresión (fuente propia)

- Cambio de sello tipo O-ring en cilindro de cabezal guía.

El tipo de sello que se encontraba al interior del cilindro del cabezal de compresión era un O-ring de 175 mm, el cual ya estaba deteriorado por el desgaste y prolongación de vida útil hicimos el reemplazo se hizo por uno nuevo de 180 mm debido a que existía desbaste en el cilindro y se debía realizar el ajuste en función de las nuevas medidas de trabajo de igual forma esto se hizo en asesoría del técnico especializado.



Figura 27: Sello del cilindro de cabezal de compresión. (fuente propia)

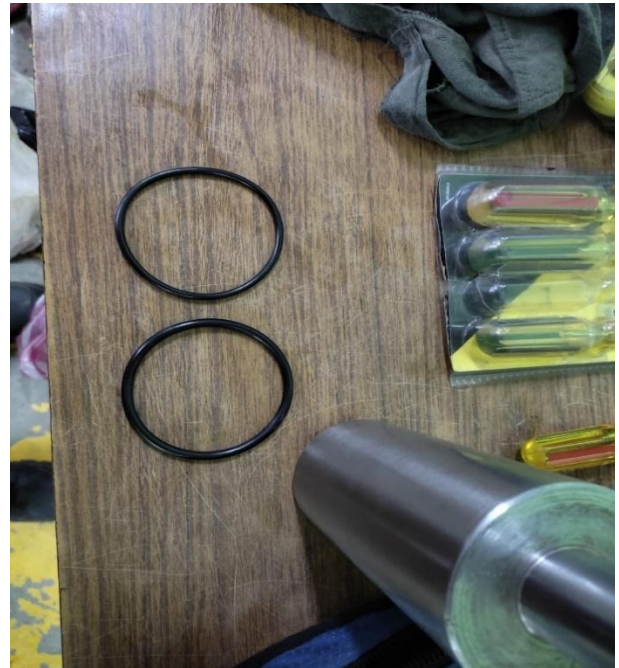


Figura 28: Reemplazo de sellos del cilindro de compresión. (fuente propia)

- Cambio y mejora de sistema de alimentación



Figura 29: Estado anterior manguera de PVC para alimentación del fluido hidráulico. (fuente propia)



Figura 30: Detalle manguera de PVC para alimentación del fluido hidráulico. (fuente propia)

- Estado actual del sistema de alimentación

Optamos por realizar cambio de manguera de PVC que es la que usaba, a una del tipo hidráulico con terminales roscados tipo flare de asiento cónico de $\frac{1}{2}$ pulgada y acoples de bronce para facilitar el desarme del sistema para mantenimiento de los mecanismos.



Figura 31: Manguera hidráulica para alimentación del sistema hidráulico. (fuente propia)

- Accesorios del sistema hidráulico

Se procedió a cambiar los terminales de asiento plano roscados ya que estaban deteriorados por el uso, presentaban fugas al someter a presión el sistema, en su lugar usamos terminales giratorios del tipo hembra flare JIC 37° en la tubería y en las conexiones usamos del tipo macho.



Figura 32: Acoples y accesorios hacia la válvula de distribución. (fuente propia)



Figura 33: Detalle acoples y accesorios hacia la válvula de distribución. (fuente propia)



Figura 34: Accesorio tipo T conectores macho con asiento flare JIC 37°(fuente propia) 38



Figura 35: Accesorio conector tipo hembra giratorio con asiento flare JIC 37°(fuente propia)



Figura 35: Accesorio conectados al sistema de compresión(fuente propia)



Figura 36: Detalle de accesorios conectados al manómetro del sistema, vista posterior. (fuente propia)

- Mantenimiento en la estructura placa base

Retiramos los rodos de apoyo para pruebas de ruptura ya que dichas piezas estaban soldadas en una placa de acero la cual ocupaban para realizar ensayos en otras máquinas, se realizó el retiro con un esmeril eléctrico para posterior realizar limpieza y pulido de los mismos.

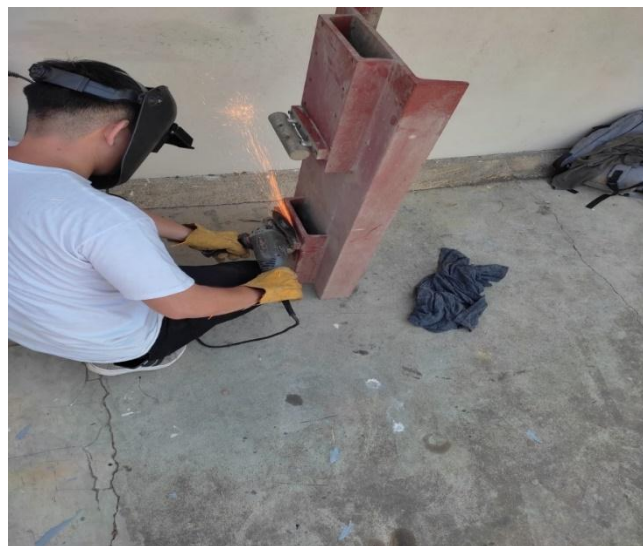


Figura 37: Retiro de los rodos de apoyo de la placa base. (fuente propia)



Figura 38: Rodos de apoyo de la placa base desmontados. (fuente propia)



Figura 39: Detalle de rodo de apoyo. (fuente propia)

- Limpieza de máquina (eliminar capas de pintura)

Para remover la capa de pintura antigua se utilizó un removedor de pintura de uso industrial seguido de lijado manual, esto con lija para metal no.60 y posterior no. 80 con la finalidad de asegurar la limpieza del equipo y asegurar la adherencia de la nueva capa de pintura.



Figura 40: Lijado de la capa externa de pintura en mal estado en la carcasa metálica. (fuente propia)

Proceso de pintado de la maquina

Se procedio a la aplicación de base gris para mejorar la imprimacion y adherencia de la pintura de acabado.



Figura 41: Aplicación de primer en estructura de la carcasa. (fuente propia)



Figura 42: Aplicación de primer en componentes. (fuente propia)



Figura 43: Enmascarado previo a aplicar capas de acabado cabezal de compresión (fuente propia)



Figura 44: Aplicación de capas de acabado cabezal de compresión (fuente propia)

Calibración de manómetro

El estado inicial del manómetro arroja valores fuera del valor inicial sin carga aplicada es decir la posición de la aguja no partía del valor 0, optamos por abrir el reloj comparador de carga para observar el mecanismo e identificar posibles ajustes a realizar en el mecanismo.



Figura 45: Comparador manómetro estado inicial. (fuente propia)

Posterior a la inspección de estado del mecanismo observamos que este presentaba desajuste en el perno que regulaba recorrido de la aguja en función de la carga aplicada por el flujo hidráulico y procedimos a relizar una calibracion de prueba y error comparando los valores de carga que obteniamos del modulo digital ADR

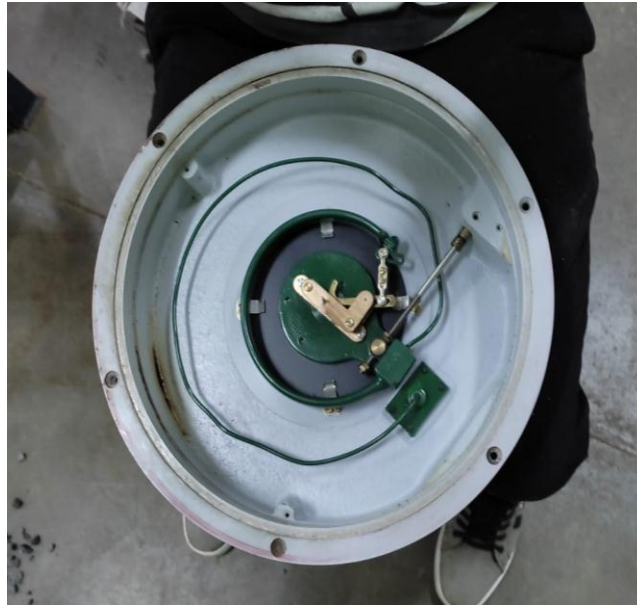


Figura 46: Mecanismo interno del reloj comparador.
(fuente propia)



Figura 47: Manómetro
calibrado(fuente propia)

Ensamble de componentes

Posterior a la aplicación de pintura en todos los componentes, procedimos al ensamble de estos mismos siguiendo el proceso inverso al desarmado.



Figura 48: Acabado de pulido y pintado en carcasa (fuente propia).



Figura 49: Acabado de pulido y pintado en pistón de compresión. (fuente propia)

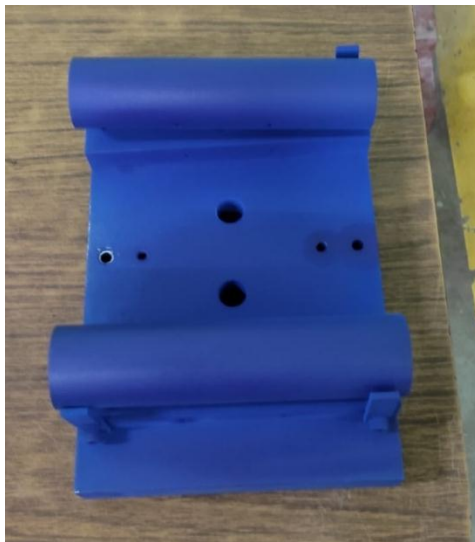


Figura 50: Acabado de pulido y pintado en cabezal de compresión superior (fuente propia)



Figura 51: Ensamble de componentes (fuente propia)

Ensayos de Deflexión

Posterior a la calibración del manómetro, realizamos las pruebas de ensayo de las cuales se obtuvieron valores en promedio de 42 KN para alcanzar el módulo de ruptura en las vigas de ensayo, de un total de 4 pruebas en la máquina de deflexión manual y 1 ensayo con el ADR en la máquina de deflexión automática como valor parámetro. A continuación, Mostramos la siguiente tabla con los valores registrados.

Valores obtenidos del ADR		
No. Muestra	Fuerza Aplicada (KN)	Equivalencia LBF
ADR	44,22	9940

Tabla 1: Valores obtenidos del módulo digital ADR.

Valores de prueba		
No. Muestra	Fuerza Aplicada (KN)	Equivalencia lbf
1	42,0	9441,98
2	44,0	9891,60
3	41,2	9262,13
4	42,2	9486,94
Promedio	42,4	9520,7

Tabla 2: Valores obtenidos ensayos en máquina de deflexión. (fuente propia)



Figura 52: Ensayos comparativos con modulo ADR(fuente propia)



Figura 53: Ensayo de deflexión con vigas de concreto con tres puntos de apoyo (fuente propia)



Figura 54: Ruptura de viga tras ensayo de deflexión. (fuente propia)

Antes y después de la reconstrucción del equipo.



Figura 55: Estado inicial de la máquina de medición de deflexión. (fuente propia)



Figura 56: Estado final de la máquina operativa en ensayos de deflexión. (fuente propia)

Esquema sistema hidráulico máquina para medir deflexión en vigas de concreto simbología según norma ISO 1219.

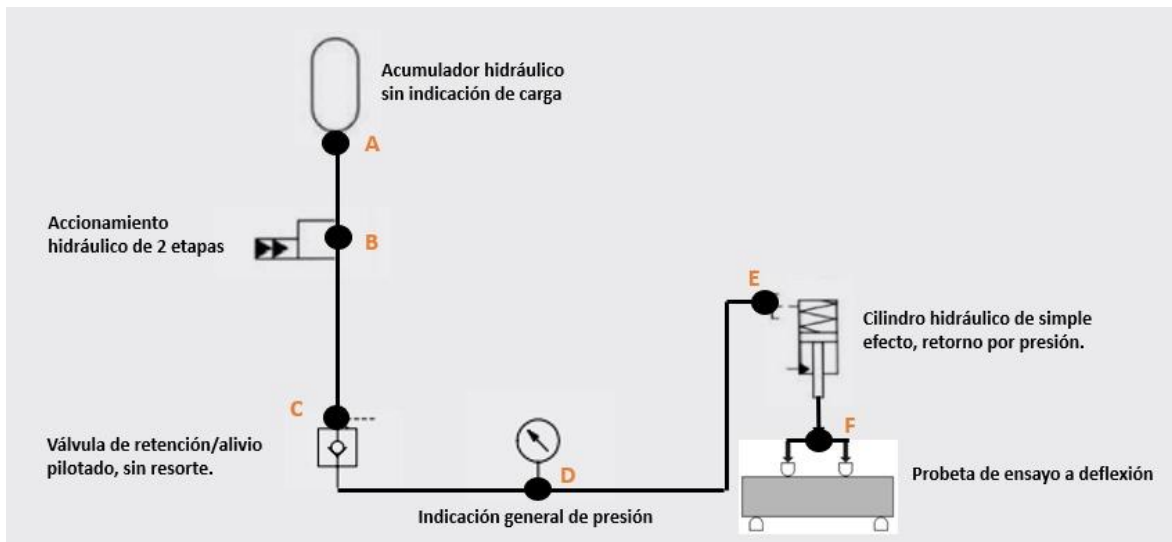


Figura 57: Esquema sistema hidráulico máquina para medir deflexión en vigas de concreto (fuente propia)

IX. Plan de mantenimiento.

La siguiente tabla se describe el check list del plan de mantenimiento preventivo este está pensado en una estrategia mensual, esto debido al poco uso que tendrá el equipo y dadas las condiciones operacionales y de entorno, estas actividades de mantenimiento son capaces de realizarse por una sola persona debido a la facilidad de las acciones.

En la siguiente tabla podemos ver reflejados los costos por tipo de actividad de mantenimiento donde se requieren insumos para dicho trabajo. (Tabla no.3 Plan de mantenimiento máquina para realizar pruebas a deflexión en vigas de concreto)

Tabla no.3: Plan de Mantenimiento y costos, máquina para medir deflexión en vigas de concreto.

Actividad	Frecuencia				Costos de Mantenimiento				
	Quincenal	Mensual	Semestral	Anual	Componente	Cant.	U.M.	Costo	Total
Limpieza de la estructura exterior	x				Desengrasante Simple	0,5	GLN	C\$477,25	C\$238,63
Inspección fugas en manguera hidráulicas	x								
Inspección fugas en válvula de control	x								
Inspección fugas en tuberías hidráulicas	x								
Inspección nivel y relleno de aceite del depósito		x			ATF-5W30	0,5	Lt	C\$200,00	C\$100,00
Limpieza y lubricación de barras guías del cabezal de deflexión		x			Desengrasante Simple	0,5	GLN	C\$477,25	C\$238,63
		x			Grasa de Litio	1	C/U	C\$110,50	C\$110,50
Ajuste y apriete conexiones hidráulicas			x						
Ajuste y apriete pernos en el sistema mecánico de compresión			x						
Calibración de manómetro (En función del ADR)				x	Servicio de Calibración	1	C/U	C\$4.000,00	C\$4.000,00
Limpieza y lubricación de componentes mecánicos				x	Desengrasante Simple G.	0,5	GLN	C\$477,25	C\$238,63
				x	Grasa de Litio	1	C/U	C\$110,50	C\$110,50
Reemplazo de aceite hidráulico (ATF-5W30)				x	ATF-5W30	3	Lt	C\$200,00	C\$600,00

X. Conclusiones

Como conclusiones a la culminación del proyecto tenemos que:

- Se completó la reconstrucción integral del equipo para medir resistencia a flexión en vigas de concreto del Laboratorio de Materiales Y Suelos Ing. Julio Padilla Méndez de la Facultad de Tecnología de la Construcción (FTC).
- Se realizó un diagnóstico mediante inspección y prueba, lo que nos dio la pauta del estado actual en el que se encontraba el equipo de medición de resistencia a flexión que se encuentra en el laboratorio de la facultad de tecnología de la construcción.
- Se lograron solucionar los problemas mecánicos que presentaba el equipo, este se encuentra totalmente operativo para ensayos de flexión.
- Se mejoró la estética del equipo mediante actividades de chapistería y se lograron realizar las pruebas pertinentes de operación.
- Se elaboró un plan de mantenimiento preventivo a fin de prolongar la vida útil del mismo en función del contexto operacional.
- La recuperación del equipo presenta un beneficio económico de \$6,313.15 dólares,

XI. Recomendaciones

Como recomendaciones para mantenimiento del equipo tenemos los siguientes puntos:

- Purgar todos los sistemas antes de la puesta en marcha inicial.
- No dejar el depósito de aceite del sistema hidráulico abierto o expuesto a un entorno sucio.
- Mantener el nivel de fluido apropiado en el depósito hidráulico.
- Asegurarse de que los envases de fluido hidráulico, embudos y el área circundante al depósito estén limpios, para evitar atasques en la tubería del sistema.
- Asegurarse de que el fluido que se añada sea compatible con cualquier fluido restante en el sistema (utilizar el recomendado ATF-5W30).
- Asegurarse de que las mangueras hidráulicas tengan el apriete adecuado en el caso que se reemplacen o reparen.
- Limpieza antes y después de utilizar el equipo.
- Posicionar correctamente la viga de ensayo para evitar daños en los rodos de apoyo.
- No introducir objetos para pruebas fuera de los parámetros de funcionamiento del equipo.
- No realizar ajustes al sistema hidráulico una vez haya presión en el sistema.
- Evitar los golpes bruscos al trasladar el equipo, sobre todo en el manómetro.

Cotización de la maquinaria

Como punto adicional realizamos cotizaciones por el costo de maquinas similares o de la misma funcionalidad

Se realizaron 2 cotizaciones la cual solo se encontraron en mexico, el detalle de la primer cotizacionronda alrededor 92,835.80 pesos mexicanos realizando la conversion de pesos mexicanos a costo del dólar en Nicaragua la cantidad de 5,110.10 \$ dolares



EQUIPOS DE INGENIERIA ALCON, S.A. DE C.V.
R.F.C. : EIA051219F40
Tels./ Fax: (33) 3810-9292 / 3810-9210 / 3810-9293
Calle: GOBERNADOR LUIS G. CUREL No. 1771, Col. LA AURORA, CP: 44460,
GUADALAJARA, JALISCO, MEXICO

COTIZACIÓN:
Folio : B 16836
Fecha : 12/07/2022

CLIENTE: yedrk522@gmail.com (**MOSTR**)

OBSERVACIONES
EL ENVÍO LO PAGA EL CUENTE. PAGO DE CONTADO. ENTREGA INMEDIATA Y LA PRENSA SE MANDA CALIBRADA.

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION	P.U.	DESC. %	IMPORTE
1	PP	PRENSA 1207 COP/MANCIPTRO NOSHOK DIGITAL, RESOLUCION DE 1080, ROMPA MANUAL DE DOBLE PASO LIGERA (PBL)	84,243.01	5.00	80,030.86

Total con letra:
NOVENTA Y DOS MIL OCHOCIENTOS TREINTA Y CINCO PESOS 80/100 M.N.

SUB-TOTAL	80,030.86
I.V.A. 16%	12,804.94
TOTAL :	92,835.80

Agradecemos la atencion que den a la presente

ATENTAMENTE
LIC. ABRAHAM MARTIN

PRECIOS SUJETOS A CAMBIO SIN PREVIO AVISO
TIEMPO DE ENTREGA SUJETO A EXISTENCIA

CUENTAS BANCARIAS PARA DEPÓSITO / TRANSFERENCIA:

Banco: BANAMEX
A nombre de: Equipos de Ingenieria Alcon, S.A. de C.V.
Cuenta: Cta. 73711113 Clabe 002320700873711135
Sucursal: Suc. 7098

Enviar via fax o eMail ficha de depósito y datos de facturación

<http://www.alcongdi.com>
[eMail: ventas@alcongdi.com](mailto:ventas@alcongdi.com)

La segunda cotiza un valor de 114,691.72 pesos mexicanos que rondan alrededor de 6,313.15 \$dólares



DAVI

Metrología y Equipo de Laboratorio para Construcción, DAVI SA de CV

Cotización: CTZ30946

FABRICANTES Y DISTRIBUIDORES DE MÁQUINAS PARA:
Tensión, compresión, penetración, flexión, universales y pruebas no destructivas.

OPERADAS CON SISTEMA:
Mecánica, hidráulica, manual, eléctrica, digital, analógica, computadora, impresora, graficadora y control de velocidad.

XAXX010101000 PUBLICO GENERAL (MOSTRADOR)

Dirección Fiscal: Ext

Dirección de Entrega:

Estado de México, Estado de México a: 2022/Jul/20

ATN:

E-mail: MMM@mm

Tel.: 0000

CANT.	CLAVE	DESCRIPCIÓN	DESCUEN TO	PRECIO U.	TOTAL
1.00	D-1200M	PRENSA HIDRAULICA DE OPERACION MANUAL DE 120.000 kgf. DE Capacidad, equipada con manómetro graduado en sistema métrico decimal con sensibilidad de 200 kgf. , espejo para ver la paralelidad de la aguja de arrastre y determinar la resolución en la sensibilidad del manómetro a 100 kgf. Cuenta con bomba hidráulica manual SPX o similar, Marca Davisa. *Esta máquina se entrega con certificado oficial ema, el cual tiene reconocimiento internacional. PESO: 326 kg Aditamento para flexión no incluido.	30.00	\$ 141,245.96	\$ 98,872.17

NOTAS:
 TIEMPO DE ENTREGA: Inmediata, salvo venta previa.
 LOS PRECIOS SON EN NUESTROS ALMACENES EN XALOSTOC EDO. DE MEX.
PRECIOS SUJETOS A CAMBIO SIN PREVIO AVISO.
 CONDICIONES DE PAGO: Inmediato.

A nombre de: **Metrología y Equipo de Laboratorio para Construcción DAVI SA de CV**
 Banco: **Baramex** Cuenta: 7006-4711294 Clabe: 002180700647112948
 Banco: **Barorte** Cuenta: Sud. 0118 Cta 0271207863 Clabe: 072180002712078632
 Referencia: **280510**

EN CASO DE REALIZAR ALGUN PAGO, FAVOR DE ENVIARLO A: ventas@davi.mx
CALIBRACION CON CERTIFICADO OFICIAL ema, Acreditados en un intervalo de 0.3 kN a 2 MN
 Sin más por el momento, y agradeciendo de antemano sus finas atenciones a la presente Nos repetimos de ustedes como sus Attos, y S.s. S.s.

SUB-TOTAL 98,872.17

DESCUENTO 0.00

I.V.A. 15,819.55

TOTAL (MXN) 114,691.72

ATENTAMENTE
YARA CARMONA MARTINEZ

La más alta Tecnología Nacional y con Servicio de Calibración para la mejor calidad y Control de su laboratorio

Laboratorio acreditado por ema para las calibraciones indicadas en el escrito con número de acreditación No- F-24. Acreditado a partir del 2011-11-24

OFICINAS CORPORATIVAS / MEXICO . CIPRES
 Nº 26, COL. VIVEROS DE XALOSTOC,
 ECATEPEC, EDO. DE MEX., C.P. 56340 TEL.:
 0155.4335.5200 / 0155.5569.4901 /
 0155.5569.4888

davisamexico.com
www.davi.com.mx

XII. Anexos

Cronograma de trabajo

Actividades	2023																								
	ENERO					FEBREO					Marzo					Abril					Mayo				
	Semana					Semana					Semana					Semana					Semana				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Fase I																									
Aprobación del tema	x																								
Realización de protocolo					x	x	x																		
Entrega de protocolo al tutor									x	x															
Protocolo corregido											x														
Entrega de protocolo												x													
Fase II																									
Revisión y diagnóstico del equipo													x	x											
Mantenimiento correctivo del equipo																	x	x	x	x	x				
Fase III																									
Prueba del equipo																					x				
Redacción del informe final																					x	x	x	x	
entrega de protocolo al tutor																									x

XIII. Bibliografía

CHOW, V. T. (02 de 06 de 2022). WIKIPEDIA. Obtenido de WIKIPEDIA:
<https://es.wikipedia.org/wiki/Hidr%C3%A1ulica>

CIMBALA, Y. A. (2012). MECÁNICA DE FLUIDOS. Ciudad de México: McGraw-Hill.

COÉXITO LUBRICANTES. (03 de MARZO de 2021). Obtenido de COÉXITO LUBRICANTES: <https://lubricantescoexito.com/conoces-que-es-un-aceite-hidraulico.html>

CONDAT. (2019). Obtenido de CONDAT FLUIDOS HIDRÁULICOS: <https://www.condatlubricantes.com/producto/aceites/aceites-hidraulicos/fluidos-hidraulicos-estandares-hm-hv/>

Direct Industry. (2020). Obtenido de Direct Industry: <https://www.directindustry.es/>

ELESA LUBRICANTES. (s.f.). Obtenido de ELESA LUBRICANTES: <http://elesalubricantes.com/es/elesa/productos/hidraulicos/hidraulicos-sinteticos/>

Geo Ingenieros. (2020). Obtenido de Geo Ingenieros: <https://geoperuingenieros.com/laboratorio-de-suelos-concreto-asfalto-maquinas.html>

Holzapfel, G. A. (02 de Julio de 2022). WIKIPEDIA. Obtenido de WIKIPEDIA.

Lubricantes industriales. (febrero de 2015). Obtenido de Lubricantes Industriales: <https://lubricantesindustriales.cl/producto/aceite-hidraulico-sintetico-biodegradable/>

MOTT, R. L. (2006). MECÁNICA DE FLUIDOS. MÉXICO: PEARSON EDUCACIÓN.

Ocariz, C. (s.f.). OXYBLOG-CLUB. Obtenido de OXYBLOG-CLUB: <https://oxyblog.club/coches/tipos-de-aceites-hidraulicos-y-sus-caracteristicas/#tipos-de-aceite-hidraulico-pdf>

P&S EQUIPOS. (2019). Obtenido de P&S EQUIPOS:
<https://pys.pe/producto/prensa-automatica-de-ensayos-de-compresion-para-rotura-de-concreto/>

PINTO., A. (AGOSTO de 2020). Ingeniería Real. Obtenido de Ingeniería Real:
<https://ingenieriareal.com/tipos-de-maquinas-universales-de-tension-y-compresion/>

SUMIFLUID. (15 de JUNIO de 2022). Obtenido de SUMIFLUID:
<https://sumifluid.com/hidraulica-procesos-aplicaciones/>

Villaarrea, M. D. (2018). Laboratorio de Mecánica de Materiales. México: Universidad Autónoma de León.

WIKIPEDIA. (10 de DICIEMBRE de 2021). Obtenido de WIKIPEDIA:
https://es.wikipedia.org/wiki/M%C3%A1quina_universal#:~:text=En%20ingenier%C3%ADa%20se%20denomina%20m%C3%A1quina,tornillos%20o%20un%20sistema%20hidr%C3%A1ulico.

<https://www.alcongdl.com/producto/prensa-de-120t-bomba-manual/>