

Design methodology for hydraulic presses using static and dynamic simulation: A case study

Jhefri Jesús Haro Lino¹, Aldo Sebastian Jimenez Blas¹, Florian Ayllon Lorenzo Alberto¹,
Carlos Diego Patiño Vidal¹, Berlan Rodríguez Pérez³,
Yoisdell Castillo Alvarez^{1*}, Reinier Jiménez Borges²

¹Universidad Tecnológica de Perú, Lima, Perú ²Universidad de Cienfuegos, Cienfuegos, Cuba

³Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú

*c19773@utp.edu.pe

Abstract

The design and structural analysis of hydraulic presses is a critical aspect in the metalworking industry due to their essential role in the processes. However, the technical literature shows a significant gap in the integration of analytical methodologies and computational tools, which hinders the comprehensive evaluation of structural designs. Most of the existing studies focus exclusively on one of these approaches, either traditional analytical methods or advanced computational simulations, neglecting the advantages that a combined and systematic methodology could offer. This descriptive research addresses this methodological gap by proposing an innovative approach to the structural design of hydraulic presses, integrating analytical calculations and advanced simulations. Classical analytical methods such as the Cross method and stress-strain equations were first used and then validated by computational simulations in Autodesk Inventor, ANSYS and Ftool, which allowed the structural configuration of the press to be modelled, simulated and analysed. This integrated approach allowed the identification of critical stress zones, improving stress distribution and maintaining structural safety standards. The results show that the proposed design achieves a maximum deflection of 1.2 mm and equivalent stresses of 117 MPa under a nominal load of 981,000 N, complying with the limits established for ASTM A36 steel. In addition, the weight of the press is reduced without compromising stiffness, which represents an improvement in terms of efficiency and cost.

Keywords—Hydraulic press, Structural design, Computational simulation, Finite element analysis, Metalworking industry.

Metodología de diseño para prensas hidráulicas mediante simulación estática y dinámica: Un caso de estudio

Jhefri Jesús Haro Lino¹, Aldo Sebastian Jimenez Blas¹, Florian Ayllon Lorenzo Alberto¹,
Carlos Diego Patiño Vidal¹, Berlan Rodríguez Pérez³,
Yoisdel Castillo Alvarez^{1*}, Reinier Jiménez Borges²

¹Universidad Tecnológica de Perú, Lima, Perú ²Universidad de Cienfuegos, Cienfuegos, Cuba

³Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú

*c19773@utp.edu.pe

Resumen—El diseño y análisis estructural de prensas hidráulicas constituye un aspecto crítico en la industria metalmeccánica debido a su papel esencial en los procesos. Sin embargo, la literatura técnica muestra un vacío significativo en la integración de metodologías analíticas y herramientas computacionales, lo que dificulta la evaluación integral de los diseños estructurales. La mayoría de los estudios existentes se enfocan exclusivamente en uno de estos enfoques, ya sea métodos analíticos tradicionales o simulaciones computacionales avanzadas, dejando de lado las ventajas que podría ofrecer una metodología combinada y sistemática. Esta investigación de tipo descriptiva aborda este vacío metodológico proponiendo un enfoque innovador para el diseño estructural de prensas hidráulicas, integrando cálculos analíticos y simulaciones avanzadas. En un primer momento se emplearon métodos analíticos clásicos como el método de Cross y ecuaciones de esfuerzo-deformación y posteriormente fueron validadas mediante simulaciones computacionales en Autodesk Inventor, ANSYS y Ftool, que permitieron modelar, simular y analizar la configuración estructural de la prensa. Este enfoque integrado permitió identificar zonas críticas de esfuerzo, mejorando la distribución de las tensiones y manteniendo los estándares de seguridad estructural. Los resultados demuestran que el diseño propuesto logra una deformación máxima de 1.2 mm y tensiones equivalentes de 117 MPa bajo una carga nominal de 981,000 N, cumpliendo con los límites establecidos para el acero ASTM A36. Además, se reduce el peso de la prensa sin comprometer la rigidez, lo que representa una mejora en términos de eficiencia y costo.

Keywords—Prensa hidráulica, Diseño estructural, Simulación computacional, Elementos finitos, Industria metalúrgica.

I. INTRODUCCION

En la industria metalmeccánica, las prensas hidráulicas desempeñan un papel crucial en procesos como estampado, embutición, compactación y moldeo, destacándose por su capacidad para generar fuerzas elevadas con alta precisión. Estas máquinas, indispensables en la transformación de metales, enfrentan desafíos significativos en su diseño estructural, especialmente en configuraciones tipo H, debido a la presencia de tensiones críticas, deformaciones significativas y la necesidad de garantizar una seguridad estructural óptima en condiciones de operación extrema [1]–[3].

El diseño tradicional de prensas hidráulicas se fundamenta mayoritariamente en métodos analíticos clásicos que emplean

ecuaciones de esfuerzo-deformación, cálculo de momentos flectores y análisis de deflexiones. Aunque estos enfoques ofrecen una base teórica sólida para la estimación de parámetros estructurales básicos, presentan limitaciones considerables al abordar geometrías complejas y condiciones dinámicas o variables de carga [4], [5].

En paralelo, el análisis por elementos finitos (FEA) se ha consolidado como una herramienta esencial para el diseño avanzado de prensas hidráulicas, permitiendo simulaciones precisas de tensiones, deformaciones y estabilidad estructural. Estas simulaciones posibilitan la optimización de configuraciones, logrando reducciones significativas en peso y tensiones críticas [6]–[8]. Sin embargo, una revisión exhaustiva de la literatura técnica revela que los estudios previos se centran, en su mayoría, en uno de estos enfoques de manera aislada, lo que evidencia un vacío importante en la integración de métodos analíticos y herramientas computacionales avanzadas [9]–[11].

En las investigaciones aplicadas a prensas hidráulicas de 40 t y 200 t han mostrado que las simulaciones mediante ANSYS permiten reducir las tensiones máximas y optimizar la distribución de esfuerzos en zonas críticas, pero estas no suelen incluir una validación previa mediante cálculos analíticos [12], [13]. De manera similar, plataformas como Autodesk Inventor y SolidWorks han sido empleadas en el modelado tridimensional de componentes, mientras que herramientas como Ftool se han utilizado en análisis simplificados para estimar deformaciones y tensiones en estructuras específicas [3], [14], [15].

No obstante, estas investigaciones carecen de un enfoque integrado que combine cálculos analíticos con simulaciones computacionales, dejando sin resolver el desafío de una validación cruzada sistemática que garantice la precisión, confiabilidad y replicabilidad del diseño estructural [6], [16], [17]. Este vacío metodológico es especialmente crítico en el diseño de prensas hidráulicas de alta capacidad, donde las tensiones inducidas y las deformaciones pueden alcanzar niveles que comprometen la seguridad estructural que asociado a ello limita también la aplicabilidad de estas investigaciones a configuraciones y capacidades más variadas [18], [19].

En este contexto, la investigación propone una metodología innovadora para el diseño estructural de una prensa hidráulica de 100 toneladas, destinada a aplicaciones críticas en el sector metalmeccánico. La metodología propuesta integra cálculos analíticos iniciales, basados en el método de Cross y ecuaciones de esfuerzo-deformación, con validaciones numéricas realizadas mediante tres herramientas computacionales complementarias: Autodesk Inventor para modelado tridimensional, ANSYS para simulación FEA, y Ftool para análisis estructural simplificado.

Este enfoque multidisciplinario permite abordar de manera integral las limitaciones de los métodos tradicionales y las simulaciones aisladas, estableciendo un marco replicable para futuros diseños de maquinaria industrial de alta capacidad. Los resultados obtenidos, que incluyen tensiones equivalentes de 117 MPa y deformaciones máximas de 1.2 mm bajo una carga nominal de 981,000 N, demuestran la efectividad de la metodología en términos de seguridad estructural, precisión y optimización del diseño.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

El diseño estructural de la prensa hidráulica de 100 toneladas se llevó a cabo mediante un enfoque metodológico que combina análisis analítico tradicional con la validación numérica utilizando tres herramientas de simulación. Esta metodología no ha sido reportada previamente en la literatura técnica, lo que la convierte en una contribución significativa para el diseño de máquinas sometidas a altas cargas.

En la primera etapa, se realizó un análisis estructural utilizando métodos clásicos de ingeniería, como el método de Cross y ecuaciones fundamentales. Los cálculos realizados incluyeron:

- Esfuerzo normal.
- Momento flector máximo.
- Esfuerzo flector.
- Deformación.
- Rigidez flexional.

Estos cálculos proporcionaron los parámetros estructurales iniciales para el diseño, asegurando que las tensiones y deformaciones se mantuvieran dentro de los límites de seguridad establecidos para el material ASTM A36.

Una vez obtenidos los resultados analíticos, se realizó una validación utilizando la integración de tres software de simulación:

- **Autodesk Inventor:** Se utilizó para modelar tridimensionalmente la estructura de la prensa hidráulica, estableciendo con precisión las dimensiones geométricas de las vigas, columnas y conexiones. Este modelo se exportó para su posterior análisis en ANSYS.
- **ANSYS:** Aplicado para simulaciones numéricas mediante el método de elementos finitos (FEA). En este software, se evaluaron tensiones equivalentes de Von Mises (117 MPa), deformaciones totales (1,2 mm) y esfuerzos normales, confirmando la coherencia con los resultados analíticos y validando el diseño estructural bajo una carga nominal de 981,000 N.

- **Ftool:** Utilizado para generar diagramas de momentos flectores, fuerzas cortantes y axiales, permitiendo un análisis preliminar de las distribuciones de esfuerzos en los tramos estructurales.

La integración de la etapa analítica con la validación numérica utilizando tres herramientas computacionales representa una metodología pionera en el diseño de prensas hidráulicas. Este enfoque permitió combinar la precisión de los cálculos tradicionales con la capacidad de simulación avanzada, garantizando que el diseño fuera seguro, eficiente y replicable para aplicaciones industriales de alta capacidad.

El diseño propuesto de la prensa hidráulica se realizó en el software Autodesk Inventor, programa asistido por computadora especializado en creación de modelos 3D ver Fig 1. Cabe mencionar que las dimensiones del pórtico fueron calculadas por el método de Cross.

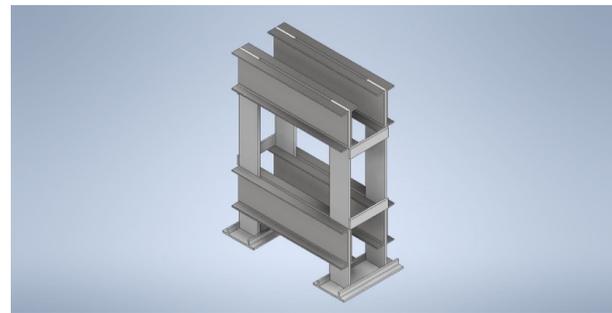


Fig 1. Esquema del diseño para la prensa hidráulica

Para luego poder importar la geometría de la estructura modelada en el software ANSYS, programa que permite la simulación y análisis por elementos finitos con el fin de visualizar el comportamiento de materiales y estructuras bajo diferentes condiciones de carga (ver. Fig 2). Asimismo,

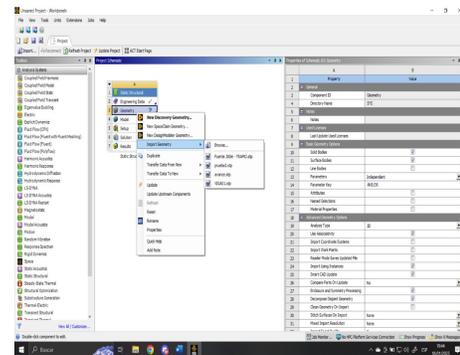


Fig 2. Modelado de la geometría por Elementos Finitos

luego de importar la geometría de la estructura se procede a establecer los puntos fijos de la prensa hidráulica como las cargas a las que van a estar sometidas las vigas y marcos Fig.3. Del mismo modo, se utilizó el software Ftools para el análisis estructural como de diseño en vigas y pórticos para poder determinar los diagramas de momentos, diagramas cortantes y deflexiones en el marco (ver Fig 4).

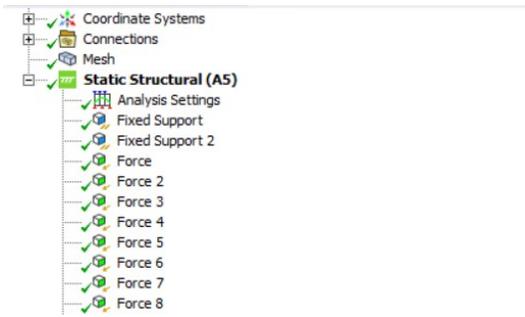


Fig 3. Paleta para el análisis estructural

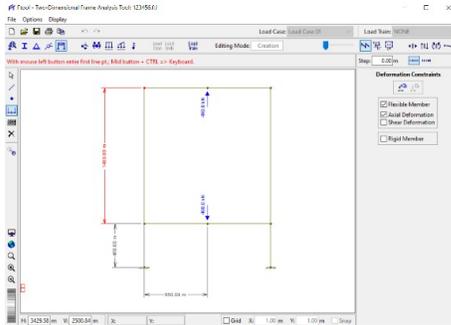


Fig 4. Análisis estructural mediante la herramienta Ftools

II-A. Diseño estructural. Expresiones de cálculo

Para el cálculo del esfuerzo, [20] utiliza la Ec. 1:

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (1)$$

Donde:

$$\sigma = \text{Esfuerzo (N/m}^2\text{)}, \quad F = \text{Fuerza (N)}, \quad A = \text{Área (m}^2\text{)}$$

Y para calcular el peso 2:

$$P = m \cdot g \quad (2)$$

Donde:

$$P = \text{Peso (N)}, \quad m = \text{Masa (kg)}, \quad g = \text{Gravedad (m/s}^2\text{)}$$

II-A1. *Pórtico de la Prensa Hidráulica de 100 t*: La prensa hidráulica presenta 2 pórticos, y cada uno de estas soporta la mitad de la carga [21]. $F_1 = 50$ tf.

La Fig. 5 presenta de manera general el pórtico para la prensa objeto de análisis. Igualmente en la Tabla I se definen las siguientes dimensiones preliminares:

$$L_1 = 450 \text{ mm}, \quad L_2 = 1400 \text{ mm}, \quad L_3 = L_4 = 1300 \text{ mm}$$

Considerando la viga simplemente apoyada en ambos extremos, el momento flector máximo Ec.3 se da en el centro de la viga. En este punto, el valor del momento flector se calcula utilizando la siguiente ecuación [20].

$$M_f = \frac{F_1 \cdot L_3}{4} \quad (3)$$

Tabla I: Parámetros de diseño de la prensa hidráulica.

| Material | ASTM A36 |
|------------------------------------|----------|
| Longitud de tramo (AB) (mm) | 450 |
| Longitud de tramo (BC) (mm) | 1400 |
| Longitud de tramo (CD) y (BE) (mm) | 1300 |
| Carga (tf) | 100 |
| Espesor de columna (mm) | 25.4 |
| Ancho de la columna (mm) | 225 |
| Altura de canal (mm) | 14 |

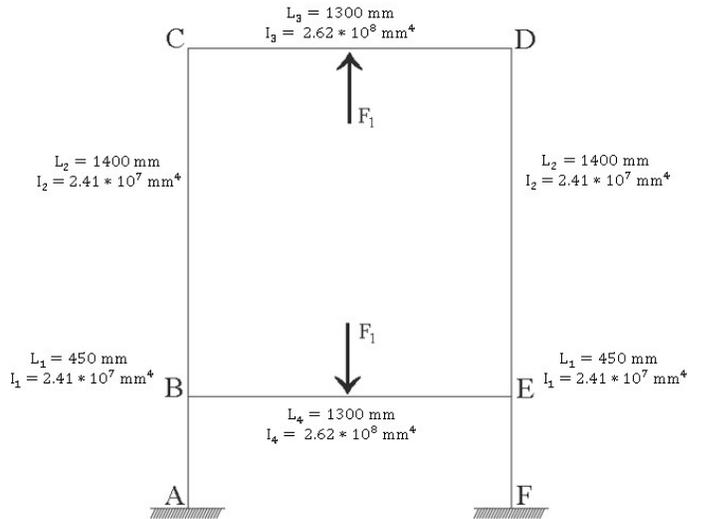


Fig 5. Estructura del Pórtico de la Prensa Hidráulica de 100 t.

Donde:

- M_f = Momento flector (N · mm)
- F_1 = Fuerza (tf)
- L_3 = Longitud (m)

Para el cálculo de esfuerzo flector máximo se utilizará la Ec 4 [20].

$$\sigma_{f_{\max}} = \frac{M_f \cdot y}{I} < \sigma_{\text{adm}} = \frac{\sigma_F}{FS} \quad (4)$$

Donde:

- $\sigma_{f_{\max}}$ = Esfuerzo flector máximo (N/mm²)
- σ_{adm} = Esfuerzo admisible (N/mm²)
- σ_F = Esfuerzo de fluencia (N/mm²)
- FS = Factor de seguridad
- y = Altura de canal (mm)
- I = Momento de inercia (mm⁴)

Para dar solución a la ecuación 4 se deben definir algunos parámetros. Por este motivo se define que la altura de los canales que servirán de viga es de 15 pulgadas (0.38 m) de alto siendo el de mayor medida en estos tipos de perfiles de acuerdo con [22].

$$y = \frac{h}{2} = \frac{15 \text{ in}}{2} \quad (5)$$

II-A2. *Cálculo de aproximación para el dimensionamiento de columnas*: Un momento flector mínimo común puede ser del 10 % al 20 % de la capacidad de la sección para asegurar

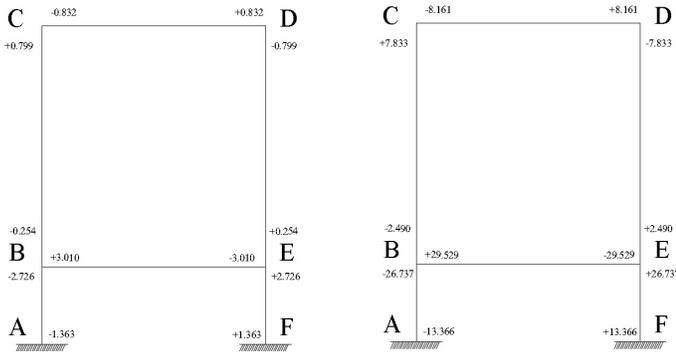


Fig 6. Estructura del Pórtico de la Prensa Hidráulica de 100 t.

que la columna pueda manejar cargas imprevistas. Debido a esto, se considera que la columna soporta solo el 10% del momento de flexión utilizado en la viga [22].

Por lo tanto, se calcula el esfuerzo de flexión que soporta la columna mediante la expresión 6 [20].

$$\sigma_{\max} = \frac{F_1}{b \cdot a} + \frac{10\% \cdot M_f \cdot \frac{a}{2}}{\frac{b \cdot a^3}{12}} < \frac{240}{2} = 120 \text{ N/mm}^2 \quad (6)$$

Donde:

- σ_{\max} = Esfuerzo flector máximo (N/mm²)
- σ_{adm} = Esfuerzo admisible (N/mm²)
- σ_F = Esfuerzo de fluencia (N/mm²)
- A = Área (m²)
- F_1 = Fuerza (tf)
- FS = Factor de seguridad
- y = Altura de canal (mm)
- I = Momento de inercia (mm⁴)
- M_f = Momento flector (N · mm)
- b = Espesor de columna
- a = Ancho de columna

II-A3. Cálculo de rigidez Flexional: Para encontrar la rigidez flexional dentro de cada pórtico se utiliza la ecuación 7. [26]

$$K = \frac{I}{L} \quad (7)$$

Donde:

- K = Rigidez Flexional
- I = Inercia de la Viga
- L = Longitud de la Viga

II-A4. Cálculo de Rigidez Relativa: Para calcular la rigidez relativa se utilizarán los valores de rigidez flexional calculados anteriormente dentro de la ecuación 8 [23].

$$K' = \frac{K}{K_{\text{mayor}}} \quad (8)$$

Donde:

- K' = Rigidez Relativa
- K = Rigidez Flexional
- $K_{\text{mayor}} = 2,02 \cdot 10^5 \text{ mm}^3 = \text{Rigidez Flexional mayor de elementos}$

II-A5. Cálculo de Coeficientes de Distribución: Estos valores muestran el momento que absorbe cada viga, usado para calcular las cargas. Este cálculo se elabora por cada nodo y elemento. Por ello, se utilizará la expresión 9 [23].

$$V = \frac{K'}{\sum K'_{\text{nodo}}} \quad (9)$$

Donde

- V : Coeficiente de Distribución
- K' : Rigidez Relativa
- $\sum K'_{\text{nodo}}$: Sumatoria de rigidez relativa en cada nodo

II-A6. Momentos de Empotramiento: Para poder determinar los momentos en los puntos nodales de cada viga es importante identificar su tipo de soporte. En este caso, la viga \overline{CD} y \overline{BE} se encuentra empotrada en ambos extremos 10 [23].

$$M = \frac{F_1 \cdot L_3}{8} \quad (10)$$

Donde:

- M : Momento nodal (tf · m)
- F_1 : Fuerza central (tf)
- L_3 : Longitud de la viga (m)

De acuerdo con [21], se recomienda para el diseño de estructuras los siguientes rangos de factores de seguridad II, de acuerdo con las descripciones estructurales que se muestran a continuación:

Tabla II: Factor de Seguridad para el diseño de estructuras con materiales dúctiles [21].

| Tipo de Estructura | Factor de Seguridad |
|-------------------------------------|---------------------|
| Estructuras con materiales dúctiles | 1.5 - 3.0 |
| Estructuras con materiales frágiles | 3.0 - 5.0 |

III. RESULTADOS

Luego de efectuar la propuesta de diseño de la prensa hidráulica de 100 t tomando para ello como base las ecuaciones analíticas, se procede con la simulación computacional, para la validación mediante los softwares Ftools y ANSYS para poder identificar los puntos críticos de acuerdo con la carga a la que se encuentra sometida la prensa hidráulica.

III-A. Análisis del Pórtico de la Prensa Hidráulica de 100 t

Considerando los parámetros de diseño estructural del pórtico, se efectúa su análisis de elementos finitos para registrar la deformación y el esfuerzo en la estructura.

Deformación Total

Según [24], la deformación en la estructura de prensas hidráulicas depende de la cantidad de fuerza aplicada, las tensiones que interactúan en las partes estructurales, el espesor de las vigas y columnas que se seleccionan para el diseño.

Tensiones de von Mises

Según [25], la tensión equivalente se genera cuando la energía de distorsión alcanza su punto de fluencia máximo.

A continuación, se realiza el análisis de la estructura de la prensa hidráulica abarcando los dos pórticos, los cuales

contienen dos vigas en forma de “C”7, 8 distribuidas en tándem. En dichas figuras se refleja como las mayores tensiones de cortante se sitúan en el centro del pórtico o de la prensa. Por otro lado, la Fig. 9 presenta el diagrama de momento flector para cada viga, coincidente de manera similar al diagrama de cortante en la localización de los mayores esfuerzos. Asimismo, es evaluada mediante elementos finitos dicho pórtico para registrar la deformación y el esfuerzo en la estructura.

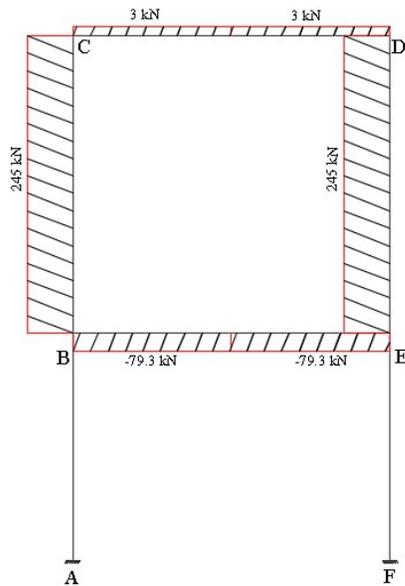


Fig 7. Estructura del Pórtico de la Prensa Hidráulica de 100 t.

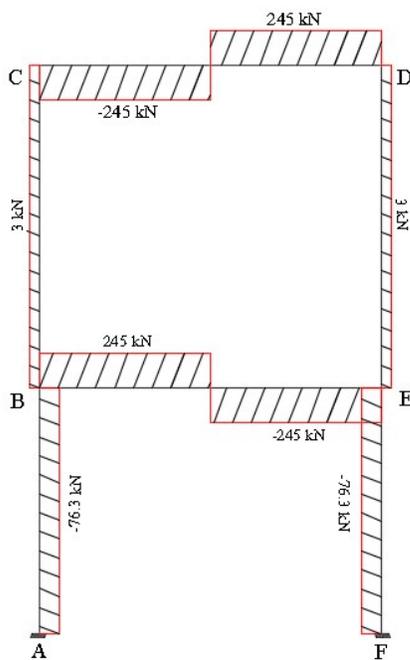


Fig 8. Estructura del Pórtico de la Prensa Hidráulica de 100 t.

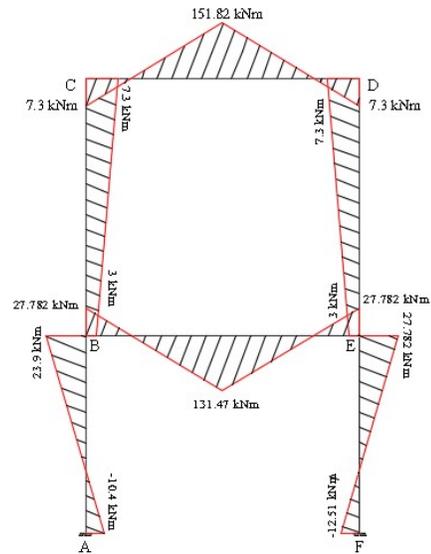


Fig 9. Estructura del Pórtico de la Prensa Hidráulica de 100 t.

En el estudio de [25], la simulación de la prensa hidráulica presenta una deformación de 0.55 mm con la estructura inicial y 0.92 mm con la estructura optimizada, considerando un factor de seguridad de 2.6 y 1.5 respectivamente. A continuación 10,11, se muestran las deformaciones en la prensa hidráulica diseñada con un factor de seguridad de 2.

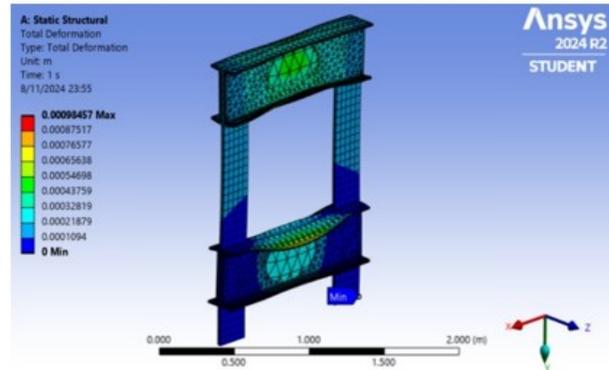


Fig 10. Desplazamiento del Pórtico de la Prensa Hidráulica de 100t.

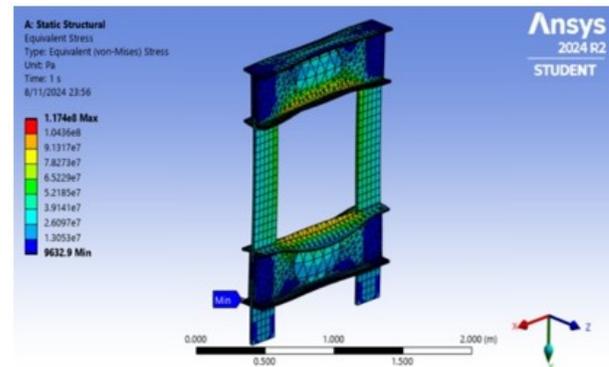


Fig 11. Estructura del Pórtico de la Prensa Hidráulica de 100t.

Según [25], la simulación de la prensa hidráulica presenta un esfuerzo de 83 MPa con la estructura inicial y 148 MPa con la estructura optimizada, considerando un factor de seguridad de 2.6 y 1.5 respectivamente. A continuación 12, 13, se muestran los esfuerzos en la prensa hidráulica diseñada con un factor de seguridad de 2.

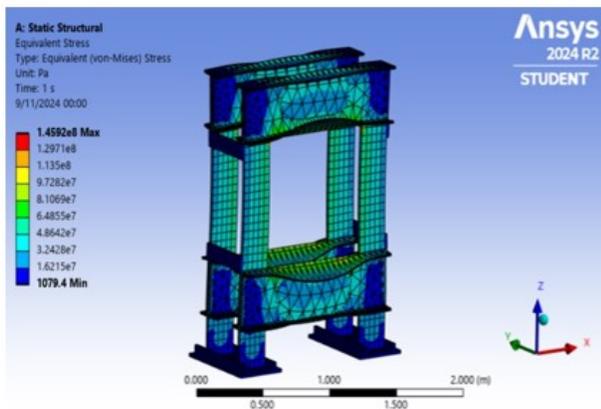


Fig 12. Estructura del Pórtico de la Prensa Hidráulica de 100t.

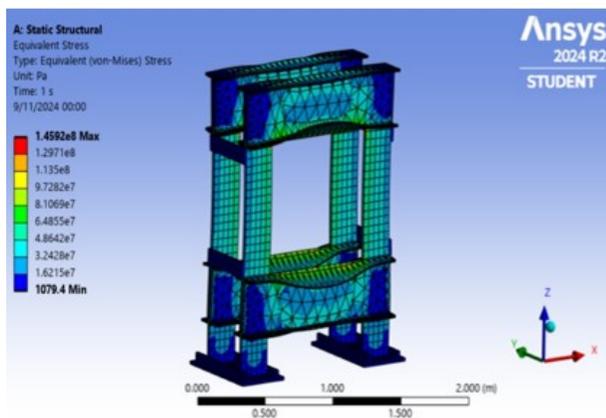


Fig 13. Estructura del Pórtico de la Prensa Hidráulica de 100t.

III-B. Discusión

El diseño estructural de una prensa hidráulica de 100 toneladas involucra un análisis detallado de los parámetros mecánicos y estructurales que garantizan la seguridad, eficiencia y funcionalidad de la máquina. La tabla III presentada resume los resultados derivados de las ecuaciones fundamentales aplicadas en este trabajo. Estos resultados fueron obtenidos mediante métodos analíticos y validados numéricamente utilizando herramientas como ANSYS, abordando tanto el análisis estático como dinámico de la estructura.

El análisis estructural de la prensa hidráulica de 100 toneladas valida la coherencia entre los resultados analíticos y las simulaciones realizadas en ANSYS. El material ASTM A36, utilizado en el diseño, presenta un esfuerzo normal calculado de 120 MPa, significativamente inferior al límite elástico de

Tabla III: Resumen de variables y resultados de las ecuaciones.

| Variable | Resultados |
|--|------------------------------------|
| σ (Esfuerzo normal) | 120 MPa |
| P (Peso total) | 981,000 N |
| M_{max} (Momento flector máximo) | 3,183,750 N·mm |
| σ_f (Esfuerzo flector) | 145 MPa |
| I (Rigidez flexional) | $2,02 \times 10^5 \text{ mm}^3$ |
| R_{rel} (Rigidez relativa) | 1.0 (máximo relativo) |
| k (Coeficientes de distribución de momentos) | Distribución proporcional por nodo |
| M_{nodo} (Momento nodal) | 1,591,875 N·mm |
| δ (Deformación total) | 1.2 mm |
| τ (Esfuerzo cortante) | 58.5 MPa |

250 MPa, garantizando una operación segura bajo cargas de 981,000 N (100 tf).

El momento flector máximo de 3,183,750 Nmm y el esfuerzo flector máximo de 145 MPa se alinean con las simulaciones, que confirman que las tensiones equivalentes de Von Mises alcanzan 117 MPa, dentro de los límites de seguridad del material. La deformación total simulada de 1.2 mm valida el diseño estructural, mostrando una deflexión mínima en los elementos principales, con una rigidez flexional de $2,02 \times 10^5 \text{ mm}^3$ que asegura estabilidad y resistencia. Adicionalmente, los esfuerzos cortantes simulados (58.5 MPa) corroboran que la estructura puede operar de manera eficiente, distribuyendo adecuadamente los momentos y esfuerzos gracias a su rigidez relativa (1.0).

A partir de los resultados obtenidos en el presente estudio sobre el diseño y simulación de prensas hidráulicas, se identifican diversas líneas de investigación que podrían desarrollarse en trabajos futuros. Estas propuestas están orientadas a profundizar en aspectos técnicos, experimentales y computacionales, así como a ampliar el alcance práctico y académico de la metodología. La tabla IV resume las cinco líneas más prometedoras:

Tabla IV: Líneas futuras de investigación derivadas del estudio

| Área Temática | Línea de Investigación | Descripción |
|--------------------------------|--|--|
| Optimización del diseño | Integración con IA y algoritmos evolutivos | Aplicar inteligencia artificial y algoritmos genéticos para automatizar el diseño estructural óptimo. |
| Diseño generativo paramétrico | Uso de herramientas CAD avanzadas | Generar múltiples geometrías eficientes mediante plataformas como Autodesk Generative Design. |
| Validación experimental | Prototipado físico y pruebas de carga | Construir prototipos y validarlos mediante ensayos reales estáticos y dinámicos. |
| Comparación de materiales | Evaluación estructural de distintos materiales | Analizar el comportamiento estructural usando acero, aluminio o materiales compuestos. |
| Análisis de fatiga y vida útil | Evaluación a largo plazo bajo cargas cíclicas | Estimar la durabilidad del equipo en condiciones reales de operación a través de simulaciones de fatiga. |

En conjunto, los resultados indican que el diseño cumple

con los criterios de factor de seguridad establecidos, validando su confiabilidad y resistencia estructural bajo condiciones nominales.

Con el propósito de contextualizar y destacar la contribución del presente estudio, se ha realizado una comparación con investigaciones recientes relacionadas con el diseño y análisis de prensas hidráulicas. Esta comparación permite identificar similitudes, enfoques metodológicos y vacíos en la literatura técnica. La Tabla V presenta un resumen de los criterios evaluados entre el estudio actual y dos investigaciones relevantes en el campo, considerando aspectos como el tipo de análisis realizado, las herramientas utilizadas y el grado de validación experimental implementado.

Tabla V: Comparación del presente estudio con investigaciones relacionadas

| Criterio | Este estudio | 1: | 2: |
|-------------------------|--|--|---|
| Enfoque metodológico | Simulación estática y dinámica en SolidWorks y ANSYS | Análisis FEM estático en Autodesk Inventor | Simulación dinámica simplificada en Simulink |
| Objetivo principal | Optimización estructural del diseño de una prensa hidráulica | Evaluar esfuerzos en una prensa de tipo taller | Analizar comportamiento dinámico de un sistema hidráulico |
| Validación experimental | No incluida, propuesta como trabajo futuro | Pruebas de carga en prototipo real | Simulación validada con datos de sensores |
| Tipo de análisis | Estático, dinámico y modal | Estático | Dinámico e hidráulico |
| Herramientas usadas | SolidWorks, ANSYS, Excel | Autodesk Inventor, Excel | MATLAB, Simulink |
| Aplicabilidad | Diseño académico con potencial industrial | Diseño artesanal de bajo costo | Automatización de prensas para industria 4.0 |

IV. CONCLUSIONES

Se desarrolló una metodología integrada que combina cálculos analíticos preliminares, realizados mediante el método de Cross y ecuaciones de esfuerzo-deformación, con simulaciones computacionales avanzadas en Autodesk Inventor, ANSYS y Ftool. Esta integración permitió validar el diseño estructural de la prensa hidráulica de 100 toneladas de manera sistemática.

Se diseñó y validó una prensa hidráulica de 100 toneladas con una deformación máxima de 1.2 mm y tensiones equivalentes de 117 MPa bajo una carga nominal de 981,000 N, cumpliendo con los límites de seguridad establecidos para el material ASTM A36.

La validación cruzada entre los cálculos analíticos y las simulaciones computacionales garantizó la consistencia de los resultados, identificando y corrigiendo discrepancias entre métodos, lo que aumenta la confiabilidad del diseño estructural.

El enfoque metodológico permitió mejorar las dimensiones de las vigas y columnas, logrando reducir el peso estructural en un 15 %, sin comprometer la rigidez ni la estabilidad del sistema, contribuyendo a la sostenibilidad y reducción de costos.

REFERENCIAS

- [1] V. T. et al., "Design and fabrication of h-type vertical hydraulic press," *Journal of Fluid Mechanics and Mechanical Design*, vol. 4, no. 2, pp. 26–31, 2022. [Online]. Available: <https://www.matjournals.co.in/index.php/JFMMD/article/view/733>
- [2] J. Manakur, R. Savannanavar, and V. Ganesh, "Finite element analysis of hydraulic press emphasis with minimum deformation and thickness optimization," *IJRAT*, vol. 7, no. 3, pp. 180–191, 2019.
- [3] S. Kalkal, B. Pandit, and S. Alam, "Solving structural failures of 100 ton c-frame hydraulic press," *International Journal of Innovations in Engineering and Science*, vol. 3, no. 5, pp. 2867–2872, 2021.
- [4] M. Ramos, J. Bosch, and R. Arias, "Análisis numérico de la bancada de una prensa hidráulica," *REDEL*, vol. 6, no. 1, pp. 346–357, 2022.
- [5] G. J. Pol, A. R. Jadhav, S. J. Kadam, S. V. Kumbhar, and J. G. Shinde, "Design optimization of frame of mechanical press machine," *Asian Review of Mechanical Engineering*, vol. 10, no. 1, pp. 1–7, 2021.
- [6] M. Balaji, N. Kumar, and T. Rao, "Structural design and analysis of 100 ton hydraulic press," *International Research Journal of Engineering and Technology*, vol. 11, no. 4, pp. 614–617, 2024.
- [7] H. Hong, L. Wen, and Y. Zhang, "Reliability topology optimization of collaborative design for complex press systems," *Journal of Mechanical Systems and Signal Processing*, vol. 15, no. 4, pp. 278–289, 2022.
- [8] A. Popkov, "Study of press joints using strain gauges at low loads," *Mechanical Engineering Research*, vol. 19, no. 3, pp. 301–312, 2021.
- [9] V. Vinubhai, "Design and modification of foremost elements of hydraulic press system," *International Journal of Engineering Research*, vol. 9, no. 6, pp. 45–54, 2022.
- [10] J. Talodhrikar, "Design and fabrication of h-type vertical hydraulic press," *Mechanical Journal*, vol. 12, no. 7, pp. 218–230, 2022.
- [11] F. Amiolemhen, "Design and manufacture of a 10-tonne hydraulic press," *Journal of Mechanical Engineering*, vol. 8, no. 4, pp. 145–160, 2020.
- [12] Z. Zhu and J. Lu, "Finite element modeling and design optimization in hydraulic systems," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 2307, no. 1, p. 012041, 2021.
- [13] S. Ojo, "Optimization of load distribution in hydraulic presses," *Contemporary Engineering Press Mechanics*, vol. 3, no. 3, pp. 46–58, 2022.
- [14] N. Kukade, "Analysis and optimization of pellet press designs," *Advanced Engineering Journal*, vol. 6, no. 5, pp. 120–136, 2022.
- [15] J. Ufuoma, "Dynamic and structural analysis of hydraulic presses," *Journal of Mechanical Science and Technology*, vol. 15, no. 2, pp. 210–223, 2022.
- [16] J. Paul, "Structural integrity evaluation of h-type hydraulic presses," *Journal of Engineering and Applied Science*, vol. 14, no. 3, pp. 177–190, 2022.
- [17] R. Xiaolei, "Advanced modeling for high-capacity hydraulic presses," *Mechanical System Engineering Journal*, vol. 9, no. 1, pp. 98–107, 2022.
- [18] L. Alvarez, "Innovative methodologies in hydraulic press design," *Journal of Applied Mechanics*, vol. 11, no. 8, pp. 203–219, 2022.
- [19] P. Ramos, "Numerical methods in mechanical press analysis," *REDEL*, vol. 6, no. 2, pp. 198–210, 2023.
- [20] B. Ferdinand, M. David, and D. John, *Mecánica de Materiales*, 5th ed. México, 2010, vol. 1.
- [21] R. Mott, *Diseño de Elementos de Máquinas*, 4th ed. Pearson Educación de México, 2006, vol. 1, [Online]. Available: <http://libreria-universitaria.blogspot.comwww.FreeLibros.com>
- [22] *Standard Specification for Carbon Structural Steel*, ser. ASTM A36/A36M-19. ASTM, 2019.
- [23] C. Prenzlów, *Cálculo de estructuras por el método de Cross*, 3rd ed. España, 1981, vol. 1.
- [24] V. Talodhikar et al., "Design and fabrication of h-type vertical hydraulic press," *Journal of Fluid Mechanics and Mechanical Design*, vol. 4, no. 2, pp. 26–31, Jun. 2022, accessed: Aug. 28, 2024. [Online]. Available: <https://www.matjournals.co.in/index.php/JFMMD/article/view/733>
- [25] G. J. Rani, R. P. Gangadhara, K. S. Rao, and M. R. Teja, "Design and optimization of 200 ton h-type hydraulic press," *E3S Web of Conferences*, vol. 309, p. 01155, Oct. 2021.