

# ESTUDIO COMPARATIVO DE TIEMPOS DE MODELADO ENTRE SOLIDWORKS, AUTODESK INVENTOR Y FUSION 360 EN UN ENTORNO EDUCATIVO DE INGENIERÍA

Osbaldo Abel Flores Contreras<sup>1</sup>, Jorge Alberto Cárdenas Magaña<sup>2</sup>, Francisco Miguel Hernández López<sup>3\*</sup>.

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez Unidad Académica Tamazula

**Palabras clave:**

Diseño asistido por computadora; Modelado CAD; SolidWorks; Autodesk Inventor; Fusion 360; Comparación de software; Modelado paramétrico; Ingeniería mecánica; Eficiencia de modelado.

**Resumen -** El diseño asistido por computadora (CAD) constituye una herramienta fundamental en la formación de ingenieros para el desarrollo de modelos mecánicos. Sin embargo, la elección del software influye directamente en la eficiencia del proceso de diseño, especialmente en tareas paramétricas recurrentes. El objetivo de este estudio fue comparar el rendimiento de tres plataformas CAD ampliamente utilizadas en el ámbito académico e industrial: SolidWorks, Autodesk Inventor y Fusion 360, mediante la medición del tiempo de modelado de piezas mecánicas con diferentes niveles de complejidad geométrica.

Se modelaron cuatro componentes: dos de nivel básico (Sellado Superior y Cubierta Superior) y dos de nivel intermedio (Engrane 1 y Engrane 2). El procedimiento experimental contempló un enfoque cuantitativo, controlando variables como hardware, operador y condiciones de diseño. Cada pieza fue modelada desde cero en los tres programas, registrando el tiempo en minutos y segundos. Los resultados mostraron que SolidWorks obtuvo los menores tiempos acumulados en todas las piezas, seguido por Inventor con incrementos moderados. Fusion 360 presentó tiempos significativamente mayores, especialmente en modelos complejos con patrones repetitivos.

Se concluye que SolidWorks ofrece mayor eficiencia para procesos de modelado mecánico paramétrico, mientras que Inventor representa una alternativa equilibrada para diseño y simulación. Fusion 360 destaca por su accesibilidad y trabajo colaborativo, aunque con menor rendimiento en operaciones repetitivas. Este estudio contribuye a orientar la selección de software CAD en contextos educativos y de ingeniería, favoreciendo la optimización del proceso de diseño.

*Abstract - Computer-Aided Design (CAD) has become an essential resource in engineering education for mechanical component development. However, software selection directly influences modeling efficiency, particularly in parametric and repetitive operations. The aim of this study was to compare the performance of three widely used CAD platforms—SolidWorks, Autodesk Inventor, and Fusion 360—by measuring the modeling time of mechanical parts with different geometric complexity levels. Four components were modeled: two basic parts (Upper Seal and Upper Cover) and two intermediate ones (Gear 1 and Gear 2). The experimental methodology followed a quantitative approach, controlling variables such as hardware, operator, and design conditions. Each part was created from scratch in all three programs, and the modeling time was recorded in minutes and seconds. Results showed that SolidWorks achieved the shortest times in every case, while Inventor presented moderate increases. Fusion 360 obtained the highest execution times, especially in complex geometries involving cyclic patterns. It is concluded that SolidWorks offers greater efficiency for parametric mechanical modeling tasks, whereas Inventor represents a balanced alternative for design and simulation. Fusion 360 stands out for accessibility and*

<sup>1</sup>Osbaldo Abel Flores Contreras, Estudiante del Electromecánica. Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez Unidad Académica Tamazula. [osbaldoabelf@gmail.com](mailto:osbaldoabelf@gmail.com)

<sup>2</sup>Jorge Alberto Cárdenas Magaña, Docente del departamento de Electromecánica. Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez Unidad Académica Tamazula. [jorge.cardenas@tamazula.tecmm.edu.mx](mailto:jorge.cardenas@tamazula.tecmm.edu.mx)

<sup>3</sup>\*Francisco Miguel Hernández López, Docente del departamento de Electromecánica. Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez Unidad Académica Tamazula. [francisco.hernandez@tamazula.tecmm.edu.mx](mailto:francisco.hernandez@tamazula.tecmm.edu.mx) (Autor de correspondencia)

*cloud-based collaboration but with lower performance in repetitive modeling processes. The findings of this study support informed software selection in academic and engineering environments, contributing to the optimization of CAD learning and design workflows.*

#### **Keywords (EN)**

Computer-Aided Design; CAD modeling; SolidWorks; Autodesk Inventor; Fusion 360; Software comparison; Parametric modeling; Mechanical engineering; Modeling efficiency.

## I. INTRODUCCIÓN

El diseño asistido por computadora (CAD) se ha consolidado como una herramienta fundamental en la ingeniería moderna, permitiendo modelar, simular y documentar componentes mecánicos con alta precisión. Estas plataformas han transformado los procesos de diseño al reducir tiempos de desarrollo, mejorar la comunicación técnica y facilitar la manufactura digital. Autores como Shah [1], Mohamad et al. [2] y Brière-Côté et al. [3] coinciden en que su efectividad depende tanto de las capacidades geométricas del software como de la metodología aplicada durante el modelado.

Asimismo, la elección de una herramienta CAD impacta directamente en la curva de aprendizaje. Estudios previos señalan que una interfaz intuitiva y con funciones de automatización favorece la comprensión del diseño, disminuye conflictos en la edición del modelo y promueve la colaboración entre estudiantes [4], [5]. Yilmaz y Gelmez [6] refuerzan que el entrenamiento práctico en plataformas CAD influye en la formación profesional, especialmente en programas de ingeniería con énfasis en manufactura y diseño mecánico.

Pese a ello, en el ámbito educativo persiste un desafío común: **la diversidad de programas disponibles dificulta la selección de la herramienta más adecuada para la enseñanza y el desarrollo de proyectos académicos.** En el Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Unidad Académica Tamazula, los estudiantes de Ingeniería Electromecánica utilizan diferentes plataformas sin criterios definidos, lo que genera variaciones en tiempos de modelado, organización del diseño y dominio funcional.

Aunque existen investigaciones que comparan características o describen funciones de software CAD, aún es limitada la evidencia experimental que contrasta el rendimiento operativo entre herramientas ampliamente usadas a nivel académico como SolidWorks, Inventor y Fusion 360. En este contexto, el presente trabajo propone **un estudio comparativo orientado a medir tiempos de modelado y facilidad de uso en la creación de piezas mecánicas**, con el fin de identificar qué plataforma ofrece mejores ventajas técnicas y pedagógicas para fortalecer el aprendizaje y la eficiencia en proyectos de ingeniería.

Esta contribución busca servir como referencia para docentes y estudiantes que requieren seleccionar un software CAD con base en criterios cuantificables, aportando un análisis práctico que podrá replicarse en futuros estudios, desarrollo de prototipos o cursos relacionados con diseño mecánico asistido por computadora.

## II. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE

El diseño asistido por computadora (CAD) ha experimentado una evolución significativa en las últimas décadas, posicionándose como una herramienta esencial en el diseño mecánico, la generación de prototipos y la manufactura digital. Shah [1] señala que la capacidad técnica de un software CAD no garantiza, por sí sola, una experiencia de modelado eficiente, ya que esta se relaciona también con la interfaz, el flujo de trabajo y la estructura paramétrica de sus herramientas. Mohamad et al. [2], por su parte, enfatizan que la extracción y gestión adecuada de información geométrica es determinante para mejorar la calidad de representación en los modelos.

Brière-Côté et al. [3] describen que la comparación entre modelos CAD tridimensionales revela diferencias sustanciales en la forma en que distintas plataformas procesan geometrías complejas, lo que influye en la precisión y en la eficiencia del diseño. En una línea similar, Namouz y Summers [7] evalúan métodos de generación de gráficos para estimar tiempos de ensamble, destacando que la selección de estrategias de modelado impacta el tiempo total del proceso.

La incorporación de herramientas colaborativas ha ampliado el panorama del CAD moderno. Le [5] compara el diseño de productos utilizando plataformas en la nube como Onshape frente a software de escritorio como SolidWorks, resaltando que la accesibilidad remota y el trabajo colaborativo en tiempo real representan una ventaja operativa en entornos académicos y profesionales. Complementariamente, Kovalenko [8] analiza el flujo de trabajo en SolidWorks e Inventor, indicando que la gestión de procesos en estos programas facilita la organización del diseño y la interacción entre equipos.

Desde una perspectiva funcional, Zou y Feng [9] proponen un método de apoyo a la toma de decisiones mediante integración de mecanismos para resolver inconsistencias en modelado directo, subrayando la importancia de incorporar sistemas de corrección automatizada en el software para reducir errores y mejorar la calidad del diseño final. Estos aportes sugieren que la eficiencia del modelado no depende únicamente del nivel técnico del software, sino también de la capacidad del entorno para gestionar modificaciones, regenerar geometrías y mantener trazabilidad en el diseño.

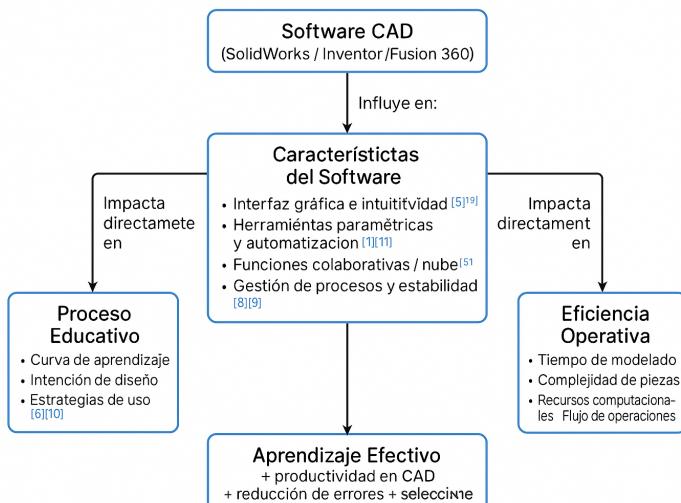
En el ámbito educativo, Yilmaz y Gelmez [6] destacan que la preparación práctica en CAD influye directamente en el desarrollo de competencias profesionales, especialmente en programas de ingeniería que requieren interpretación de planos, manufactura asistida y prototipado. Asimismo, Otey et al. [10] revisitan el concepto de *intención de diseño* en la enseñanza del

CAD, subrayando que la formación no debe centrarse únicamente en el dominio de comandos, sino en la planificación estratégica de las operaciones de modelado para obtener modelos robustos y fácilmente editables. Esta perspectiva es especialmente relevante para el presente estudio, ya que las diferencias entre SolidWorks, Inventor y Fusion 360 no solo se reflejan en el conjunto de herramientas que ofrecen, sino también en la manera en que cada entorno apoya la definición y ejecución de dicha intención de diseño.

A pesar de estos avances, **aún existen pocos estudios que comparan, mediante métricas experimentales, la eficiencia de software CAD ampliamente utilizado en instituciones educativas, como SolidWorks, Inventor y Fusion 360**. Esta ausencia de evidencia comparativa limita la toma de decisiones en la selección de herramientas para prácticas académicas, lo cual justifica la necesidad de investigaciones como la que se desarrolla en este trabajo.

#### A. 2.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS ENTORNOS CAD ANALIZADOS

- SolidWorks:** software CAD para modelado 2D/3D de componentes mecánicos, basado en entorno de escritorio y con amplia adopción industrial. Destaca por su biblioteca de elementos automatizados y funciones para diseño paramétrico [11].
- Autodesk Inventor:** plataforma orientada al diseño mecánico y simulación de productos con enfoque paramétrico. Su arquitectura integra contenido nativo para ensamblaje y prototipado digital [12].
- Fusion 360:** herramienta basada en la nube que combina CAD, CAM y CAE en un mismo entorno. Permite colaboración remota y acceso desde múltiples dispositivos, lo que la diferencia de los sistemas tradicionales [13].



**Figura 1.** Relación conceptual entre el software CAD, el proceso educativo y la eficiencia en el modelado, tomada como base teórica para la comparación de SolidWorks, Inventor y Fusion 360.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo experimental, orientado a comparar la eficiencia temporal de tres entornos CAD (SolidWorks, Autodesk Inventor y Fusion 360) durante el modelado de piezas mecánicas con distintos niveles de complejidad geométrica. El diseño metodológico consistió en registrar y contrastar el tiempo de creación de cada pieza bajo condiciones controladas, manteniendo constantes el hardware, el operador y las dimensiones del modelo con el fin de identificar diferencias operativas atribuibles exclusivamente al software utilizado. El flujo general de trabajo y las etapas que componen el proceso experimental se resumen en la Figura 2 (Metodología), donde se visualizan los seis pasos desde la selección del participante y entorno de pruebas, hasta la medición final del tiempo empleado en cada software.



Figura 2. Etapas metodológicas generales del estudio comparativo de software CAD.

#### A. PARTICIPANTE Y ENTORNO EXPERIMENTAL

Para evitar variaciones atribuibles al nivel de habilidad del usuario, el modelado fue realizado por un **único operador**, estudiante de **7.º semestre de Ingeniería Electromecánica**, con **dos años de experiencia previa en software CAD**, lo que garantiza un dominio intermedio de modelado paramétrico y reduce el sesgo por curva de aprendizaje.

Las pruebas se ejecutaron en una estación de trabajo con las siguientes especificaciones:

- Laptop Lenovo**
- Procesador Intel Core i5-10210U @ 1.60 GHz
- 8 GB de RAM**
- Almacenamiento SSD (no limitante para el estudio)

Los programas se utilizaron en versiones educativas actualizadas, tal como se observa en la tabla 1.

Tabla 1. Versiones de software utilizadas

Software	Versión utilizada
SolidWorks	2022
Autodesk Inventor Professional	2025
Fusion 360	2025

Todos los entornos se configuraron con parámetros de instalación por defecto para evitar sesgos por personalización de interfaz o atajos.

#### B. SELECCIÓN DE LA MUESTRA (PIEZAS DE ESTUDIO)

Para evaluar el desempeño en diferentes escenarios de dificultad se seleccionaron **cuatro piezas mecánicas**, clasificadas en dos niveles, como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Piezas seleccionadas para el estudio

Nivel	Piezas	Características
<b>Básico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Sellado superior</li> <li>■ Cubierta superior</li> </ul>	Extrusiones básicas, cortes simples, taladros y vaciados
<b>Intermedio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Engrane 1</li> <li>■ Engrane 2</li> </ul>	Modelado de patrones geométricos, dientes de engranaje, herramientas automáticas

Las piezas básicas representan operaciones estándar de aprendizaje inicial, mientras que las intermedias demandan funciones especializadas y automatización, lo que permite comparar la capacidad del software para reducir tiempo de operación en piezas más complejas.

#### C. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

El experimento se llevó a cabo siguiendo las fases mostradas en la Figura 3.

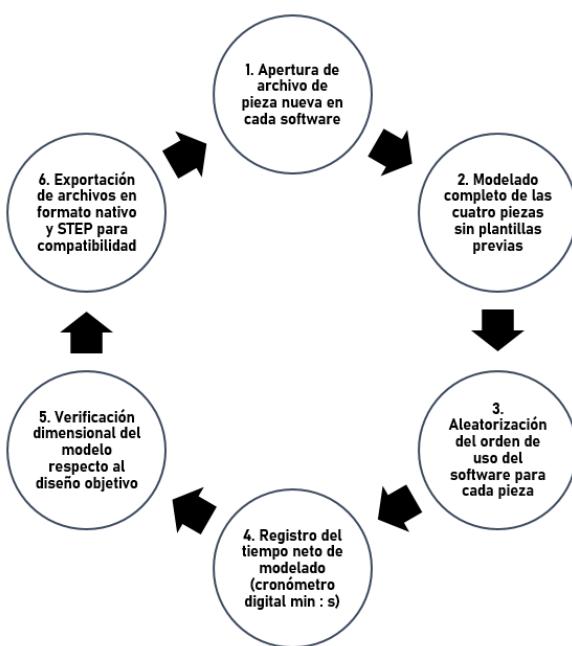


Figura 3. Procedimiento experimental aplicado para el registro del tiempo de modelado en cada software.

- Apertura de archivo de pieza nueva en cada software.
- Modelado de las cuatro piezas **de inicio a fin**, replicando el diseño original sin plantillas previas.
- Aleatorización del orden del software** para cada pieza, evitando aprendizaje secuencial.
- Registro del tiempo neto de modelado mediante cronómetro digital (*mm:ss*).
- Verificación dimensional final para asegurar que la pieza coincide con el diseño objetivo.
- Exportación en formato nativo y **STEP**, permitiendo compatibilidad cruzada.

El tiempo considerado corresponde **únicamente al proceso de modelado**, excluyendo inicio del equipo, carga del programa o fallos externos.

#### D. VARIABLES DEL ESTUDIO

Con el fin de estructurar adecuadamente el análisis experimental, se definieron las variables involucradas en la comparación de los softwares CAD. La variable independiente corresponde al entorno de diseño utilizado, mientras que la variable dependiente se relaciona con el tiempo total requerido para modelar cada pieza. Asimismo, se establecieron variables controladas que permanecieron constantes durante las pruebas, garantizando que las diferencias observadas fueran atribuibles únicamente al software empleado. La Tabla 3 resume la definición operativa de cada variable.

Tabla 3. Tipos de variables/Detalle de los softwares

Tipo	Variable	Detalle
Independiente	Software CAD	SolidWorks / Inventor / Fusion 360
Dependiente	Tiempo de modelado	Duración total para completar la pieza
Controladas	Hardware, operador, medidas, complejidad	Constantes durante el experimento

#### E. INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN Y CRITERIOS DE COMPARACIÓN

Para la evaluación del desempeño entre los tres entornos CAD se establecieron indicadores cuantitativos y cualitativos que permiten analizar la eficiencia operativa y la complejidad del proceso de modelado. Los resultados obtenidos se interpretarán considerando el tiempo promedio requerido para la creación de cada pieza, así como aspectos relacionados con la fluidez del diseño, recursos computacionales utilizados y nivel de automatización disponible en cada software. La Tabla 4 resume los criterios empleados en el proceso de comparación.

Tabla 4. Tipos de INDICADORES Y SU JUSTIFICACIÓN.

Indicador	Tipo	Justificación
Tiempo promedio de modelado	Cuantitativo	Mide la eficiencia directa del software durante la ejecución

Número de operaciones empleadas	Cualitativo	Indica fluidez y complejidad del proceso de modelado
Recursos computacionales requeridos	Observacional	Evaluá la carga sobre el equipo y la respuesta gráfica
Dificultad percibida por el operador	Descriptivo	Relacionada con la curva de aprendizaje y usabilidad
Automatización disponible	Descriptivo	Funciones como Toolbox, Design Accelerator o patrones

Los datos obtenidos serán tabulados y comparados mediante:

### 1. Tiempo promedio de modelado por software:

$$T_{promedio} = \frac{T_1 + T_2 + T_3}{3}$$

### 2. Diferencia porcentual relativa entre plataformas:

$$\% \Delta = \frac{T_{software} - T_{mejor}}{T_{mejor}} * 100$$

### F. CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS DE LOS SOFTWARES EVALUADOS

Con el fin de comprender las capacidades técnicas de cada plataforma y su posible influencia en el tiempo de modelado, se realizó una revisión descriptiva de las principales características operativas de los tres entornos CAD utilizados en el estudio. Esta comparación considera aspectos como la facilidad de uso, herramientas automatizadas y requerimientos computacionales. La Tabla 5 muestra una síntesis de sus fortalezas y limitaciones identificadas a partir de documentación técnica y experiencia de uso en laboratorio académico.

Tabla 5. Características operativas de los softwares evaluados

Software	Fortalezas	Limitaciones
<b>SolidWorks</b>	Interfaz intuitiva, amplia biblioteca de automatización, uso extendido en la industria	Mayor demanda de recursos de CPU, costo elevado en licencias comerciales
<b>Autodesk Inventor</b>	Entorno paramétrico robusto con herramientas para simulación y ensamble	Curva de aprendizaje menos fluida para usuarios principiantes
<b>Fusion 360</b>	Plataforma en la nube con bajo consumo de recursos y licencia accesible para educación	Requiere conexión estable, menor rendimiento en ensambles de gran tamaño

Se espera que las diferencias observadas en el desempeño temporal estén relacionadas con las fortalezas operativas de cada software. Por ejemplo, SolidWorks podría ofrecer menor tiempo de modelado en piezas paramétricas debido a sus

herramientas automatizadas, mientras que Fusion 360 podría mostrar ventajas en accesibilidad, pero con posibles incrementos en tiempos para ensambles complejos. Inventor, por su parte, podría situarse en un punto intermedio al equilibrar robustez de modelado con mayor exigencia en la estrategia de diseño.

## IV. RESULTADOS

Los resultados obtenidos permiten comparar el rendimiento de SolidWorks, Autodesk Inventor y Fusion 360 en el modelado de piezas mecánicas bajo condiciones controladas. La Tabla 5 y Tabla 6 muestran el desempeño para piezas de nivel básico, mientras que las Tablas 7 y 8 corresponden a las piezas de nivel intermedio. De forma complementaria, las Figuras comparativas permiten visualizar de manera gráfica los tiempos de modelado registrados.

### A. PIEZAS DE DIFICULTAD BÁSICA

En las piezas **Sellado Superior** y **Cubierta Superior**, SolidWorks registró los tiempos más bajos (1:29 y 3:53 min), seguido de Fusion 360 y posteriormente Inventor. Este comportamiento sugiere que SolidWorks ofrece **un flujo de trabajo más directo para operaciones elementales como extrusiones, cortes y taladros**, lo que coincide con su enfoque paramétrico orientado a diseño mecánico y su interfaz optimizada para tareas básicas. La tabla 6 muestra los resultados obtenidos de esta pieza

Tabla 6. Resultados De Las Pieza De Sellado Superior de Diseño Básico

Realización	SolidWorks	Inventor	Fusion 360
<b>Piezas básicas</b>			
<b>Herramientas</b>	- Extruir Saliente/base - Chaflán - Círculo	- Extrusión - Chaflán - Círculo	- Pulsar/Tirar - Chaflán - Círculo de diámetro central
<b>Tiempos</b>	00:01:29	00:01:35	00:02:46

En la Figura 4 se observa el tiempo requerido para modelar la pieza Sellado Superior. SolidWorks obtuvo el menor tiempo (1:29 min), seguido por Inventor (1:35 min), mientras que Fusion 360 duplicó el tiempo (2:46 min). La gráfica muestra una ventaja operativa en herramientas paramétricas automáticas de SolidWorks, lo que reduce clics y operaciones manuales. El diagrama de herramientas confirma que los tres softwares emplean rutinas similares, pero SolidWorks integra funciones más directas para este tipo de geometría.

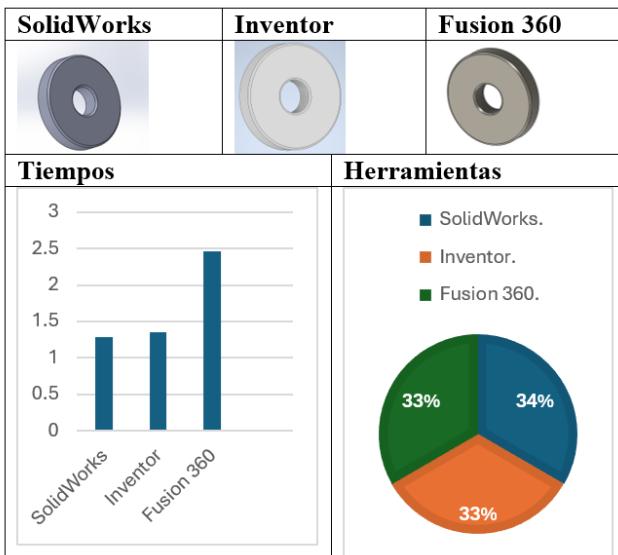


Figura 4. Resultados pieza de sellado superior.

Los resultados obtenidos de la pieza de cubierta superior se muestran en la tabla 7.

Tabla 7. Resultados de la pieza de cubierta superior de diseño básico

Realización	SolidWorks	Inventor	Fusion 360
Piezas Básica			
Herramientas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Crear simetría de entidades</li> <li>- Chaflán</li> <li>- Extruir Saliente/base</li> <li>- Círculo</li> <li>- Equidistanciar entidades</li> <li>- Línea</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Extrusión</li> <li>- Chaflán</li> <li>- Línea</li> <li>- Círculo</li> <li>- Desfase</li> <li>- Simetría</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pulsar/Tirar</li> <li>- Chaflán</li> <li>- Círculo de diámetro central</li> <li>- Desfase</li> <li>- Simetría</li> </ul>
Tiempos	00:03:53	00:06:43	00:15:22

En la Figura 5 se observa el tiempo requerido para modelar la pieza Cubierta Superior. SolidWorks registró el menor tiempo (3:53 min), mientras que Inventor incrementó el proceso hasta 6:43 min, y Fusion 360 presentó el tiempo más alto (15:22 min), triplicando el rendimiento de SolidWorks. Esta diferencia evidencia que, en geometrías básicas con vacíos y cortes sucesivos, SolidWorks ofrece una estructura operativa más fluida y con menor cantidad de pasos. Inventor fue funcional, pero con más interacciones por operación; en contraste, Fusion 360 demandó mayor tiempo debido a procesos de edición más manuales y a la gestión de geometría paramétrica desde la nube.

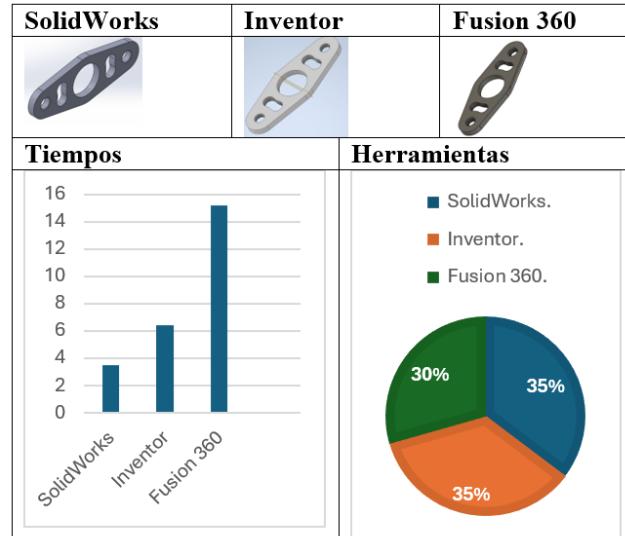


Figura 5. Resultados pieza de cubierta superior.

Fusion 360 mostró un desempeño intermedio: si bien completó ambas piezas sin dificultad, los tiempos fueron mayores en comparación con SolidWorks, posiblemente debido a **su arquitectura en nube**, que puede introducir latencia en regeneración de modelos y en la gestión de operaciones básicas. Inventor presentó el mayor tiempo total, lo cual puede asociarse a **una estructura de comandos menos directa para usuarios con experiencia intermedia**, requiriendo más pasos para operaciones equivalentes.

En síntesis, para piezas iniciales se observa que:

- **SolidWorks es más eficiente en piezas simples** por su rapidez operativa.
- **Fusion 360 es funcional pero ligeramente más lento**, adecuado para diseño general.
- **Inventor requiere mayor interacción del usuario**, aumentando el tiempo de modelado básico.

#### B. PIEZAS DE DIFICULTAD INTERMEDIA

En las piezas **Engrane 1** y **Engrane 2**, que requieren patrones geométricos repetitivos para dientes y herramientas específicas de transmisión, SolidWorks volvió a presentar el menor tiempo de ejecución, seguido de Inventor, mientras que Fusion 360 obtuvo el tiempo más elevado, especialmente en Engrane 2 (13:14 min). Los resultados obtenidos del engrane 1 se observan en la tabla 8.

Tabla 8. Resultados De Las Pieza De Engrane número uno De Diseño Intermedio

Realización	SolidWorks	Inventor	Fusion 360
-------------	------------	----------	------------

<b>Piezas Intermedio</b>			
<b>Herramientas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Arco centro extremos</li> <li>- Línea</li> <li>- Línea constructiva</li> <li>- Extruir saliente/base</li> <li>- Matriz circular</li> <li>- Círculo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Extrusión</li> <li>- Chaflán</li> <li>- Línea</li> <li>- Círculo</li> <li>- Circular</li> <li>- Simetría</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pulsar/Tirar</li> <li>- Círculo de diámetro central</li> <li>- Patrón circular</li> <li>- Simetría</li> <li>- Arco de 3 puntos</li> </ul>
<b>Tiempos</b>	00:02:13	00:03:33	00:05:43

En la Figura 6 se muestra el tiempo de modelado para la pieza *Engrane 1*.

SolidWorks fue nuevamente el más eficiente (2:13 min), seguido por Inventor con un tiempo ligeramente mayor (3:33 min) y Fusion 360 con un incremento notable (5:43 min). Esto confirma que SolidWorks aprovecha mejor sus herramientas para generación de patrones circulares, acelerando la creación de dientes en el engrane. Inventor mantiene un desempeño competitivo, aunque requiere configuraciones intermedias adicionales; por su parte, Fusion 360 presenta un flujo más manual que impacta en la velocidad cuando se modelan componentes con repetición geométrica.

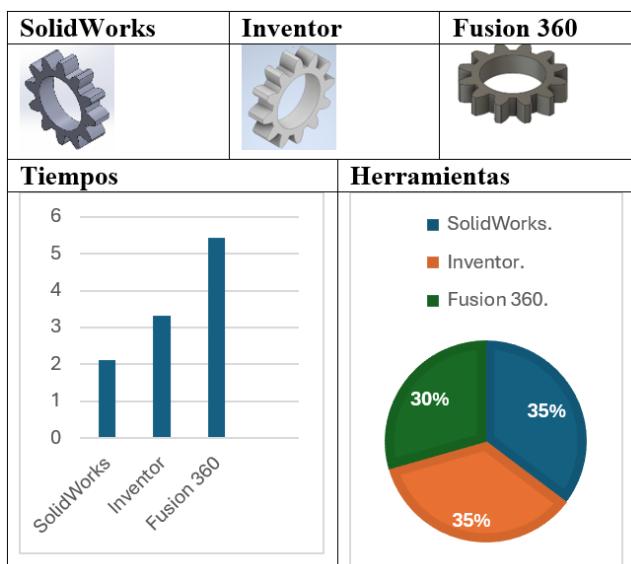


Figura 6. Resultados obtenidos para el engrane uno.

Estos resultados resaltan el impacto del software en tareas con alto nivel de repetición geométrica. SolidWorks, al contar con funciones automatizadas como **Toolbox para engranes** y **patrones circulares con parámetros predefinidos**, reduce

significativamente la cantidad de operaciones necesarias. Inventor logró un rendimiento aceptable, aunque demandó una configuración manual mayor en la parametrización del engrane, lo que incrementa su tiempo total. Los resultados obtenidos del engrane dos se observan en la tabla 9.

Realización	SolidWorks	Inventor	Fusion 360
<b>Piezas Intermedio</b>			
<b>Herramientas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Arco centro extremos</li> <li>- Línea</li> <li>- Línea constructiva</li> <li>- Extruir saliente/base</li> <li>- Matriz circular</li> <li>- Círculo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Extrusión</li> <li>- Chaflán</li> <li>- Línea</li> <li>- Círculo</li> <li>- Circular</li> <li>- Simetría</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pulsar/Tirar</li> <li>- Círculo de diámetro central</li> <li>- Patrón circular</li> <li>- Simetría</li> <li>- Arco de 3 puntos</li> </ul>
<b>Tiempos</b>	00:03:38	00:05:01	00:13:14

Tabla 9. Resultados De Las Pieza De Engrane número dos De Diseño Intermedio

En la Figura 7 se aprecia el tiempo para modelar *Engrane 2*, la pieza más compleja del estudio. SolidWorks obtuvo el menor tiempo (3:38 min), seguido por Inventor (5:01 min), mientras que Fusion 360 alcanzó 13:14 min, mostrando la mayor diferencia entre los softwares evaluados. Esto sugiere que, ante geometrías avanzadas con múltiples operaciones y patrones de alta repetición, SolidWorks se beneficia de funciones paramétricas y automatización en Toolbox. Inventor mantiene un desempeño estable, aunque con más pasos operativos, y Fusion 360 resulta menos eficiente en este escenario al depender de un flujo más secuencial y manual de generación de engranes.

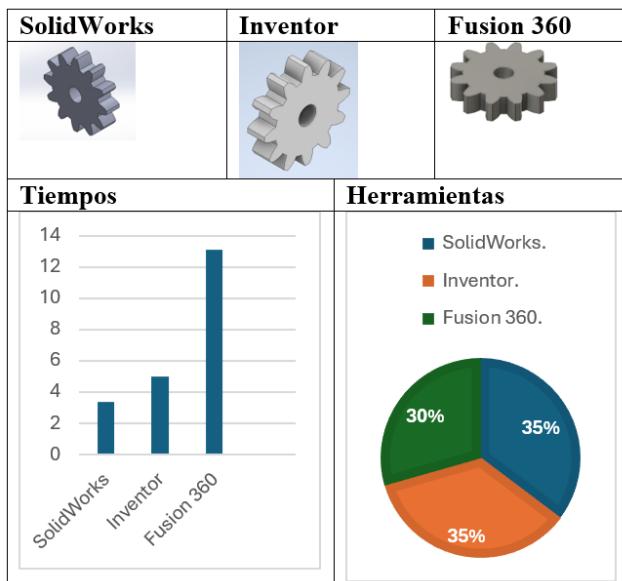


Figura 7. Resultados obtenidos para el engrane dos.

Fusion 360, pese a soportar modelado de engranes, requiere pasos manuales adicionales para generar dientes y definir patrones, lo que explica el incremento notable en tiempos conforme la geometría aumenta en complejidad. Esto evidencia que **Fusion 360 es eficiente para modelado conceptual**, pero su desempeño disminuye cuando se exigen funciones avanzadas o automatizadas.

Conclusión de nivel intermedio:

- SolidWorks mostró el mejor desempeño en engranes al aprovechar su automatización paramétrica.
- Inventor se posicionó como una alternativa competente, aunque más lenta.
- Fusion 360 presentó tiempos mayores debido a su flujo manual para engranes complejos.

La tabla 10 muestra la comparativa de tiempos de ejecución obtenidos.

Tabla 10. Tiempos de realización de piezas en diferentes softwares.

Realización	SolidWorks	Inventor	Fusion 360
<b>Sellado Superior</b>	00:01:29	00:01:35	00:02:46
<b>Cubierta Superior</b>	00:03:53	00:06:43	00:15:22
<b>Engrane 1</b>	00:02:13	00:03:33	00:05:43
<b>Engrane 2</b>	00:03:38	00:05:01	00:13:14
<b>Total</b>	0:11:13	0:16:52	0:37:05

### C. COMPARACIÓN GLOBAL DE TIEMPOS

Tras promediar las cuatro piezas modeladas, se identifica una tendencia clara:

**SolidWorks fue el software más rápido en el modelado total**, mejorando entre un 20% y 60% frente a Inventor y hasta más del 100% respecto a Fusion 360 en la pieza más compleja. Estos resultados sugieren que, en entornos académicos donde se busca agilizar el aprendizaje y reducir tiempos de modelado, **SolidWorks representa la mejor alternativa para prácticas centradas en diseño mecánico con piezas paramétricas**.

No obstante, aunque Fusion 360 obtuvo el mayor tiempo, destaca por su accesibilidad, trabajo colaborativo y disponibilidad gratuita educativa. Por ello, resulta adecuado como entorno formativo para proyectos colectivos o líneas CAD-CAM.

En la Figura 8 se presenta la comparación global del tiempo total requerido para modelar las cuatro piezas evaluadas. SolidWorks mostró el mejor desempeño general con menor tiempo acumulado, seguido por Inventor con incrementos moderados según la complejidad. Fusion 360 registró los tiempos más altos en todos los casos, especialmente notorio en las piezas de geometría compleja (Cubierta Superior y Engrane 2), donde el tiempo prácticamente se duplicó o triplicó frente a SolidWorks. Esto evidencia que las herramientas paramétricas y automatizadas de SolidWorks favorecen la eficiencia en modelos mecánicos, mientras que Fusion 360 resulta ventajoso para proyectos colaborativos, pero menos competitivo en operaciones repetitivas o piezas técnicas con alto detalle.

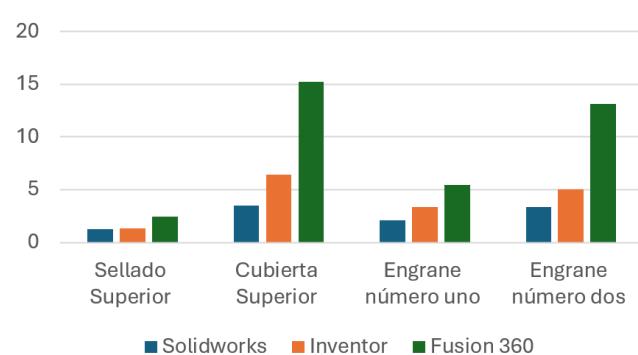


Figura 8. Comparación global de tiempos.

### V. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos evidencian diferencias notables en el rendimiento de los tres softwares de modelado CAD evaluados. SolidWorks registró el menor tiempo de modelado en todas las piezas, tanto básicas como intermedias, lo que sugiere un flujo de trabajo más eficiente en modelos mecánicos paramétricos. Estos hallazgos coinciden con lo planteado por Otey et al. [10], quienes mencionan que la automatización y la disponibilidad de herramientas especializadas optimizan la ejecución de tareas repetitivas dentro del diseño industrial.

En el caso de Inventor, los tiempos se mantuvieron en rangos intermedios, presentando un comportamiento estable en piezas simples y un incremento moderado en geometrías complejas. Esto puede estar relacionado con su estructura de comandos y la necesidad de pasos adicionales durante la creación de patrones geométricos, lo que impacta directamente en la fluidez del modelado. No obstante, Inventor mostró un equilibrio entre control paramétrico y precisión en la definición de componentes, lo que confirma lo señalado por Zou y Feng [9] respecto a su capacidad de gestión de información en modelos con múltiples entidades.

Fusion 360 presentó los mayores tiempos de modelado, particularmente en piezas intermedias como los engranes. Esto puede atribuirse a que la plataforma, al operar principalmente en la nube, ejecuta ciertos procesos de cálculo de forma secuencial y requiere más intervención del usuario al generar patrones. Aun así, su accesibilidad y baja demanda de hardware lo posicionan como una herramienta valiosa en contextos educativos o colaborativos, aunque menos competitiva en tareas que requieren alta repetición geométrica o automatización avanzada.

En términos pedagógicos, los resultados sugieren que SolidWorks puede ser más adecuado para cursos donde se busca desarrollar rapidez operativa y comprensión del modelado paramétrico. Inventor, en cambio, podría favorecer el aprendizaje orientado a simulación y análisis mecánico, mientras que Fusion 360 destaca como alternativa para proyectos colaborativos o entornos con restricciones de recursos computacionales. La selección del software, por lo tanto, no solo debe basarse en el tiempo de modelado, sino en las competencias que se pretende desarrollar en el estudiante.

Finalmente, las diferencias observadas muestran que la complejidad de la pieza influye directamente en el desempeño del software. A medida que aumenta el número de operaciones necesarias, la eficiencia del entorno CAD y la disponibilidad de funciones automáticas se vuelven factores determinantes. Este estudio demuestra que, aunque los tres programas son capaces de resolver las mismas piezas, la experiencia de modelado y el tiempo requerido pueden variar significativamente según la herramienta seleccionada.

En resumen, SolidWorks fue el software más eficiente en términos de tiempo, Inventor obtuvo un rendimiento intermedio y Fusion 360 mostró desventajas temporales en piezas complejas. Sin embargo, cada entorno ofrece beneficios particulares que pueden orientar su aplicación según el objetivo académico o industrial.

## VI. CONCLUSIONES

El análisis comparativo realizado entre SolidWorks, Autodesk Inventor y Fusion 360 permitió identificar diferencias sustanciales en su desempeño durante el modelado de piezas mecánicas con distintos niveles de complejidad. Los resultados indican que SolidWorks fue el software más eficiente, obteniendo los menores tiempos en todas las pruebas debido a su capacidad de automatización y a la disponibilidad de

herramientas paramétricas optimizadas para geometrías repetitivas.

Por su parte, Autodesk Inventor mostró un desempeño intermedio, manteniendo tiempos moderados y un flujo de trabajo estable, lo que lo posiciona como una alternativa adecuada para procesos de diseño que requieren precisión y simulación mecánica, aun cuando implica un mayor número de operaciones durante la construcción de modelos complejos.

En contraste, Fusion 360 presentó tiempos más elevados, especialmente en piezas con patrones cílicos como los engranes. No obstante, su accesibilidad, operación en la nube y menor demanda de hardware lo convierten en una opción viable en entornos educativos con limitaciones de recursos o donde se prioriza la colaboración en línea más que la velocidad de modelado.

En términos formativos, los resultados sugieren que la elección del software debe responder al objetivo pedagógico: SolidWorks facilita el aprendizaje operativo acelerado, Inventor fortalece la comprensión del modelado paramétrico estructurado y Fusion 360 fomenta el acceso universal y el trabajo colaborativo. Considerar estas fortalezas puede mejorar la experiencia de enseñanza-aprendizaje en programas de ingeniería relacionados con diseño mecánico.

Finalmente, se concluye que, aunque los tres programas permiten desarrollar las piezas planteadas, la eficiencia temporal y fluidez del modelado varían considerablemente según el software utilizado, siendo relevante seleccionar la herramienta más adecuada según la complejidad de la pieza y la competencia específica que se deseé potenciar en el estudiante.

## VII. REFERENCIAS

- [1] J. J. Shah, *Designing with Parametric CAD: Classification and Comparison of Construction Techniques*, in **Geometric Modelling**, pp. 53–68, 2001. doi: 10.1007/978-0-387-35490-3\_4.
- [2] M. F. Mohamad, M. Shafry, M. Rahim, N. Z. S. Othman, and Z. Jupri, “A comparative study on extraction and recognition method of CAD data from CAD drawings,” in *Proc. 2009 Int. Conf. Information Management and Engineering (ICIME)*, IEEE, 2009, pp. 709–713. doi: 10.1109/ICIME.2009.56.
- [3] A. Brière-Côté, L. Rivest, and R. Maranzana, “Comparing 3D CAD models: Uses, methods, tools and perspectives,” *Computer-Aided Design and Applications*, vol. 9, no. 6, pp. 771–794, 2012. doi: 10.3722/CADAPS.2012.771-794.
- [4] Z. Kostic, D. Radakovic, D. Cvetkovic, S. Trajkovic, and A. Jevremovic, “Comparative Study of CAD Software, Web3D Technologies and Existing Solutions to Support Distance-Learning Students of Engineering Profile,” *unpublished*, disponible Google Scholar.
- [5] N. Le, *Product Design with Cloud Based and Desktop CAD software: A comparison between SolidWorks and Onshape*, Thesis, Theseus, 2018. Access: <http://www.theseus.fi/handle/10024/157180>
- [6] O. Yilmaz and K. Gelmez, “Rethinking 3D modeling software tools in industrial design education: A student-informed framework based on experiences and expectations,” *Int. J. Technology and Design Education*, pp.

1–20, 2025. Available: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10798-025-10016-z>

[7] E. Z. Namouz and J. D. Summers, “Comparison of graph generation methods for structural complexity based assembly time estimation,” *Journal of Computing and Information Science in Engineering*, vol. 14, no. 2, 2014. doi: 10.1115/1.4026293.

[8] T. Kovalenko, *Porovnání CAD systémů SolidWorks a Inventor verze 2017*, Západočeská univerzita v Plzni, 2019. Available: <http://hdl.handle.net/11025/39466>

[9] Q. Zou and H. Y. Feng, “A decision-support method for information inconsistency resolution in direct modeling of CAD models,” *Advanced Engineering Informatics*, vol. 44, 101087, 2020. doi: 10.1016/j.aei.2020.101087.

[10] J. Otey, P. Company, M. Contero, and J. D. Camba, “Revisiting the design intent concept in the context of mechanical CAD education,” *Computer-Aided Design and Applications*, vol. 15, no. 1, pp. 47–60, 2018. doi: 10.1080/16864360.2017.1353733.

[11] Dassault Systèmes, **SolidWorks – Software CAD para diseño mecánico**. Accessed: Nov. 17, 2025. [Online]. Available: <https://www.solidworks.com/es>

[12] Autodesk, **Fusion 360 | Software CAD – CAM – CAE basado en la nube**. Accessed: Nov. 17, 2025. [Online]. Available: <https://www.autodesk.com/mx/products/fusion-360/overview>

[13] Autodesk, **Autodesk Inventor | Diseño mecánico y modelado paramétrico**. Accessed: Nov. 17, 2025. [Online]. Available: <https://www.autodesk.com/mx/products/inventor/overview>