

## Structural evaluation of a four-person collaborative academic table with an integrated photovoltaic system

### Evaluación estructural de una mesa académica colaborativa de cuatro personas con sistema fotovoltaico integrado

#### Autores:

Lopez-Saavedra, Fernando José

INSTITUTO LUIS ARBOLEDA MARTÍNEZ

Estudiante

Manta-Ecuador



[lopez.f.4325@istlam.edu.ec](mailto:lopez.f.4325@istlam.edu.ec)



<https://orcid.org/0009-0003-8782-4028>

Argandoña-García, José Andrés

INSTITUTO LUIS ARBOLEDA MARTÍNEZ

Estudiante

Manta-Ecuador



[argandona.j.1628@istlam.edu.ec](mailto:argandona.j.1628@istlam.edu.ec)



<https://orcid.org/0009-0005-1522-7202>

Ing. Zambrano-Pisco, Javier Antonio

INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO LUIS ARBOLEDA MARTÍNEZ

Docente Tutor del área de Soldadura

Manta – Ecuador



[ja.zambrano@istlam.edu.ec](mailto:ja.zambrano@istlam.edu.ec)



<https://orcid.org/0009-0004-3725-4511>

Fechas de recepción: 16-OCT-2025 aceptación: 29-NOV-2025 publicación: 30-DIC-2025



<https://orcid.org/0000-0002-8695-5005>

<http://mqrinvestigar.com/>



Vol.9-Nº 4, 2025, pp. 01- 20

Journal Scientific MQRInvestigar 1

## Resumen

Este estudio aborda el diseño y análisis estructural de una mesa académica colaborativa para cuatro usuarios con integración de un sistema fotovoltaico, con el fin de garantizar su seguridad, eficiencia y sostenibilidad, se destaca la importancia del diseño estructural como base para asegurar sus resistencia, estabilidad y funcionalidad. Este estudio se complementa por una evaluación técnica que verificará el desempeño real frente a sus cargas estáticas, dinámicas y ambientales, incorporando tecnologías de energía limpia, junto con prácticas de innovación y economía circular que contribuye a construcciones sostenibles y orientadas a entornos educativos y sociales modernos.

La metodología aplicada en este proyecto se basa empleando un enfoque experimental, sustentado en el modelo tridimensional mediante el software AutoDesl inventor, analizado por el método de elementos finitos (FEM) y el uso de criterio de Von Mises. Se realizó el levantamiento dimensional, modelado digital, simulación estructural y validación con criterios de deformación, tensiones y factores de seguridad. Esta estructura propuesta demostró un desempeño mecánico favorable, con tensiones y deformaciones dentro de los límites admisibles y un factor de seguridad superior al requerido, dando como resultado una estructura eficiente.

Los resultados del análisis FEM y el criterio de Von Mises indica que la mesa ofrece una alta estabilidad estructural, no presenta riesgos de falla bajo condiciones combinadas y mantiene un rendimiento confiable, este proyecto valida la viabilidad de una estructura funcional, segura y sostenible, apta para su implementación en espacios académicos y sociales con tecnologías renovables sin comprometer su integridad mecánica.

**Palabras clave:** Von Mises; FEM; Energía; Estructura; Renovable; Educativa.



## Abstract

This study addresses the design, analysis, and structural surveying of a collaborative academic table for four users with the integration of a photovoltaic system, with the aim of ensuring its safety, efficiency, and sustainability. It highlights the importance of structural design as the basis for guaranteeing its resistance, stability, and functionality. It is complemented by a technical evaluation that verifies real performance under static, dynamic, and environmental loads, incorporating clean energy technologies along with innovation and circular economy practices that contribute to sustainable constructions oriented toward modern educational and social environments.

The methodology applied in this project is based on an experimental approach, supported by the three-dimensional model developed using AutoDesk Inventor software, analysis through the finite element method (FEM), and the use of the Von Mises criterion. Dimensional surveying, digital modeling, structural simulation, and validation with deformation, stress, and safety factor criteria were carried out. The proposed structure demonstrated favorable mechanical performance, with stresses and deformations within admissible limits and a safety factor higher than required, resulting in an efficient structure. The FEM analysis results and the Von Mises criterion indicate that the table offers high structural stability, presents no failure risks under combined conditions, and maintains reliable performance. This project validates the feasibility of a functional, safe, and sustainable structure suitable for implementation in academic and social spaces with renewable technologies without compromising its mechanical integrity.

**Keywords:** Von Mises; FEM; Energy; Structure; Renewable; Educational.



## Introducción

El diseño estructural representa un componente esencial en la creación de cualquier sistema constructivo, al establecer las bases que garantizan su resistencia, estabilidad y funcionalidad (Arreola Gómez, 2015). Una concepción estructural adecuada permite equilibrar la forma y el propósito del objeto, optimizando el uso de materiales y asegurando su comportamiento ante distintas condiciones de carga (BuildSoft, 2022). Estos principios contribuyen a construcciones duraderas, seguras y eficientes, donde cada elemento desempeña un papel fundamental dentro del comportamiento global de la estructura.

La evaluación estructural constituye un paso indispensable para verificar la eficiencia del diseño mediante el análisis del desempeño real, identificar posibles deficiencias y garantizar la integridad de la construcción durante su vida útil (IPS Ingenieros SAC, s.f.). Este proceso incluye el estudio de cargas estáticas y dinámicas, análisis de fatiga y comportamiento bajo condiciones extremas, asegurando que la estructura cumpla con los estándares de seguridad y funcionalidad.

La innovación estructural se presenta como un factor determinante en la optimización de la eficiencia y sostenibilidad de los proyectos (Estructuras Verticales, 2023). La incorporación de materiales avanzados, nuevas configuraciones geométricas y técnicas constructivas innovadoras permite reducir costos, aumentar la durabilidad y minimizar el impacto ambiental, además de facilitar la integración de tecnologías emergentes y soluciones energéticamente eficientes.

En particular, la incorporación de sistemas fotovoltaicos en estructuras destinadas a uso colaborativo requiere una evaluación rigurosa de la resistencia y estabilidad del diseño de la estructura (SolarBloc, 2023). La mesa académica colaborativa de cuatro personas, equipada con un sistema fotovoltaico integrado, plantea retos significativos relacionados con la distribución de cargas y la durabilidad estructural bajo condiciones de uso cotidiano. Para garantizar su funcionalidad y seguridad, es esencial considerar tanto cargas estáticas como dinámicas, así como posibles variaciones térmicas y ambientales que puedan afectar su rendimiento a lo largo del tiempo (CaloryFrio, 2023).

El Método de Elementos Finitos (FEM) constituye una herramienta computacional avanzada fundamental para el análisis de estructuras complejas (Vázquez, 2001). De manera general, FEM permite dividir la estructura en pequeños elementos discretos, facilitando el estudio de



tensiones, deformaciones y desplazamientos en cada componente. Esta técnica posibilita simular diversas condiciones de carga, evaluar la respuesta de los materiales y realizar optimizaciones que aumenten la eficiencia y durabilidad del diseño. Aplicado al proyecto de la mesa académica, FEM permite analizar cómo interactúan sus distintos elementos bajo cargas combinadas, identificar zonas críticas de tensión y proponer ajustes que garanticen estabilidad, resistencia y seguridad, sin comprometer la funcionalidad del sistema fotovoltaico.

La combinación de un diseño estructural sólido, una evaluación técnica rigurosa, innovación constructiva y herramientas computacionales avanzadas constituye la base para el desarrollo de estructuras modernas, seguras y eficientes. Este enfoque integral permite afrontar desafíos técnicos complejos, optimizar recursos, garantizar un desempeño confiable y promover soluciones sostenibles adaptadas a las exigencias del entorno tecnológico y educativo.

La ausencia de un diseño previo formalizado en software especializado como Autodesk Inventor implica la necesidad de realizar un análisis detallado de los requerimientos estructurales antes de proceder con la creación del modelo tridimensional de una mesa colaborativa con un sistema fotovoltaico. La evaluación estructural es fundamental para garantizar que la mesa pueda soportar las cargas estáticas y dinámicas derivadas tanto del uso colaborativo como del peso adicional del sistema fotovoltaico, sin comprometer la seguridad ni la funcionalidad del mobiliario.

Este estudio aborda la problemática desde la identificación de los principales factores que afectan la integridad estructural de la mesa, seguida de la conceptualización y diseño asistido por computadora que permitirá validar la resistencia del conjunto. De esta manera, se busca ofrecer una solución que no solo satisfaga las necesidades académicas, sino que también promueva el uso eficiente de energías renovables mediante la integración segura y efectiva del sistema fotovoltaico.

En la actualidad se busca soluciones e ideas sostenibles que impulsen a ingenieros y diseñadores buscar nuevas perspectivas para diseños estructurales. La incidencia del diseño estructural en la disminución del riesgo que constituye un recurso clave para garantizar edificaciones seguras y sostenibles (Prados et al., 2021). A la vez se busca incorporar nuevas



tecnologías de energía limpia en distintos proyectos funcionales, por lo que se usan este tipo de proyectos estructurales modernos para transfórmalos en entornos autosuficientes y eficientes para la sociedad y respetuosos con el ambiente, esta estrategia es utilizada globalmente para mejorar en la construcción de estructuras colaborativas académicas elaborando diseños con integración de energías renovables (Zambrano et al., 2025) de esta manera el diseño esquemático de la mesa cooperativa representa un avance de funcionalidad, diseño estético, estudio estructural y creación de diseños en diferentes tipos de software especializados en diseños mecánicos. Esta investigación crea estrategias de economía circular, fundamental para las construcciones sostenibles, permitiendo reducir el impacto ambiental durante el mantenimiento y todo el ciclo de vida de las estructuras (Timm et al., 2023)

En función a lo expuesto resulta evidente que es necesario la creación de la mesa cooperativa representara un avance significativo en funcionalidad, sostenibilidad y aporte al bienestar social. La evaluación realizada permitirá garantizar que la futura construcción cumpla con criterios de seguridad y eficiencia, al mismo tiempo que integramos soluciones energéticas limpias que ayudan al impacto ambiental.

Este proyecto no solo constituye una propuesta innovadora en el ámbito inmobiliario, ademas de demostrar que la aplicación de tecnologías y métodos modernos que se adaptan a las necesidades de la sociedad contemporánea (Zambrano et al., 2025).

De esta manera, la mesa cooperativa se presenta como un ejemplo concreto de cómo la ingeniería y el diseño responsable pueden converger para ofrecer soluciones prácticas, estéticas y sostenibles, sentando las bases para futuras innovaciones en entornos académicos y comunitarios.



## Material y métodos

### ***1. Diseño metodológico***

Se adopta un enfoque cuantitativo, descriptivo y experimental, y orientado al análisis estructural y modelado tridimensional de una mesa académica colaborativa para cuatro personas, con la integración de un sistema fotovoltaico en su cubierta.

Con este enfoque se puede evaluar el comportamiento físico y mecánico de la estructura bajo condiciones de carga estática y dinámica, mediante herramientas de diseño asistido por computadora (CAD) y simulación computacional basada en el Método de Elementos Finitos (FEM).

El proceso es en cuatro etapas:

- a) Levantamiento de información dimensional y material.
- b) Modelado digital de la estructura.
- c) Análisis estructural y simulación computacional.
- d) Validación de resultados frente a parámetros técnicos de resistencia y estabilidad.

En cada fase se desarrolló de manera secuencial, partiendo de la observación directa de la estructura física y la recopilación de datos técnicos, para luego construir un modelo digital preciso y luego realizar el análisis estructural mediante software especializado, esto permite y tiene como finalidad garantizar que el diseño cumpla con los estándares de seguridad, eficiencia y durabilidad.

### ***2. Materiales y especificaciones técnicas***

La estructura analizada es una mesa académica colaborativa metálica, que será construida en una institución educativa para zonas de trabajo en equipo, con capacidad para cuatro usuarios simultáneos, la mesa incorpora un sistema fotovoltaico en la cubierta, lo que incrementa su funcionalidad energética y así mismo se analizó la incorporación de peso correspondiente la instalación de sistema fotovoltaico y exposición a factores ambientales.

#### **2.1. Componentes principales del modelo**

La estructura tiene los siguientes elementos:



- **Armazón principal:** Estos elementos conforman los pilares verticales, travesaños horizontales y marcos estructurales, fabricado con:
  - tubos de acero galvanizado cuadrado de 3pulg y 3 mm espesor
  - tubo redondo galvanizado de 2pulg de 2mm de espesor
  - Tubo rectangular de acero galvanizado de  $1\frac{1}{2} \times \frac{3}{4}$  pulg y 2 mm de espesor
  - Angulo tipo L de 1pulg x 3/8 de espesor

**Cubierta/techo:** Se consideró usar chapa metálica de 1.2 mm, con forma a dos aguas, para dos paneles fotovoltaicos de 200 Wt, compuesto por celdas de silicio monocristalino.

- **Tablero de trabajo:** Superficie plana de madera MDF laminada de 170 cm × 75 cm × 2 cm montada sobre un bastidor metálico.
- **Bancos laterales:** Dos asientos fijos, también metálicos, con refuerzo transversal inferior.
- **Tornillería y uniones:** Uniones atornilladas con pernos M8 y M10, recubiertos con galvanizado en frío para tablero de trabajo.

## 2.2. Propiedades mecánicas del material estructural

El material base empleado en la estructura metálica es acero estructural ASTM A36, estas propiedades fueron empleadas para configurar el modelo computacional dentro del entorno de simulación FEM y que los resultados reflejaran el comportamiento real del acero ante las solicitudes estructurales:

- Módulo de elasticidad (E): 200 GPa
- Límite elástico: 250 MPa
- Resistencia a la tracción: 400–550 MPa
- Densidad: 7,850 kg/m<sup>3</sup>
- Coeficiente de Poisson: 0.3



### 2.3. Equipos y software utilizados

**Tabla 1**

*Software utilizado para el diseño*

Equipos y software	Función
Autodesk Inventor 2024	Diseño tridimensional, ensamblaje y aplicación de cargas.
Autodesk Simulation	Ánalisis mediante el Método de Elementos Finitos

*Nota.* Funcionamiento y características del software

### 3. Procedimiento de modelado digital

#### 3.1. Levantamiento y digitalización del modelo

Para el acondicionamiento de la estructura se consideró las siguientes características del diseño:

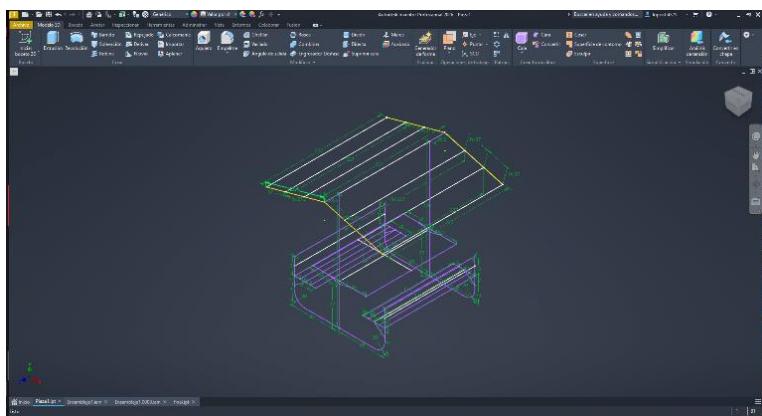
altura total 240 cm, largo 170 cm, ancho del techo 227 cm, profundidad de asientos 43 cm y separación vertical de 75 cm entre niveles.

- Los datos fueron ingresados en Autodesk Inventor para elaborar el modelo tridimensional con precisión milimétrica.
- También se definieron los conjuntos y subensambles que integran el modelo: estructura base, pilares, bancos, tablero y cubierta.
- Cada componente fue parametrizado con sus dimensiones y materiales correspondientes
- Se aseguró coherencia geométrica y estabilidad en el ensamblaje digital.



**Figura 1**

*Levantamiento del modelo*



*Nota:* Se presenta la interfaz de inventor en su modo visualización, levantamiento de mesa colaborativa

### 3.2. Aplicación de restricciones y condiciones de contorno

Durante el modelado, se establecieron las restricciones mecánicas representativas del comportamiento real:

- Fijación en la base de los pilares (condición de empotramiento).
- Uniones rígidas entre travesaños y pilares.
- Apoyo libre del tablero sobre el bastidor metálico.
- Distribución uniforme de la carga del panel solar sobre la cubierta.

El modelo incluyó el peso propio de la estructura, la carga de uso (peso de cuatro usuarios estimado en 320 kg en total) y las cargas ambientales equivalentes (viento y lluvia).

### 3.3. Simulación estructural mediante FEM

El análisis estructural se efectuó utilizando el Método de Elementos Finitos (FEM) calculando tensiones, deformaciones y desplazamientos en cada punto del modelo.

Se aplicaron las siguientes condiciones de carga:

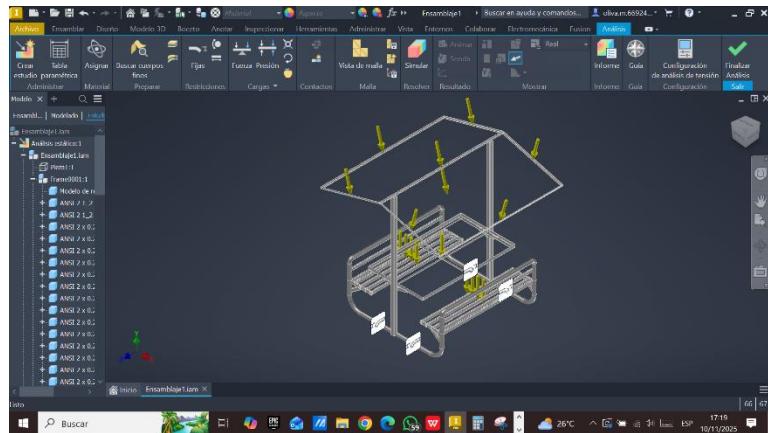
**Tabla 2**

Cargas	Condiciones	Valor
<b>Carga estática vertical</b>	Peso propio + usuarios + tablero	5100 N
<b>Carga distribuida en techo</b>	Peso del panel fotovoltaico y acción del viento con presión de 0.5 kPa.	300N
<b>Total</b>		5400 N

La malla de análisis se generó con elementos sólidos tetraédricos de tamaño medio (5 mm), lo que permitió un equilibrio entre precisión y eficiencia de cálculo, el análisis contempló una simulación lineal elástica y otra de tipo estático no lineal, para identificar comportamientos diferenciales en zonas de mayor solicitud.

**Figura 2**

*Simulación de cargas estáticas en la estructura*



*Nota:* Se demuestra el diseño empleando los puntos de mayor carga

#### 4. Validación y análisis de resultados

Para la validación y análisis de los resultados son evaluados en función de criterios que garantizan que la estructura pueda resistir las cargas previstas sin experimentar deformaciones excesivas ni fallas, los siguientes criterios son los considerados:

---

Deformación máxima admisible	Inferior al 1/250 de la longitud total de la estructura.
Tensión equivalente (von Mises)	Menor al límite elástico del acero (250 MPa).
Factor de seguridad (FS)	Superior a 1.5 en toda la estructura.

---

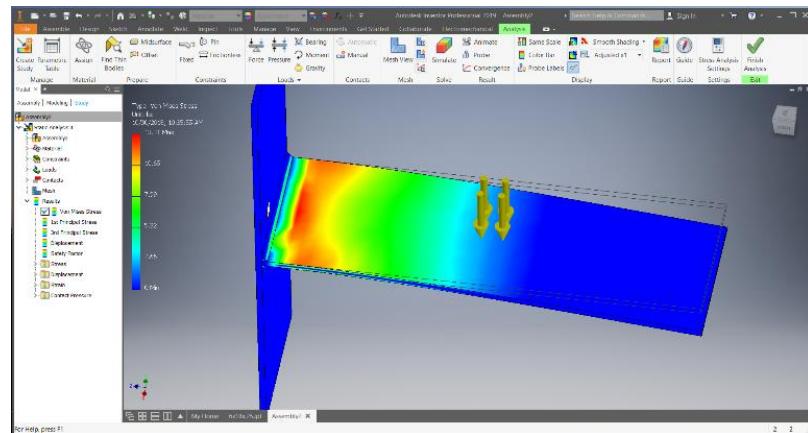
*Nota:*

La estructura está diseñada para uso continuo en entornos educativos, soportando una carga de trabajo intensiva, el diseño modular permite el mantenimiento del sistema fotovoltaico sin necesidad de desmontar la estructura principal.

En la simulación de von mises ya que es un criterio que predice cuando un material dúctil empieza a deformarse permanentemente por lo tanto el software inventor utiliza la teoría para que durante la simulación determine las condiciones de falla en el asiento colaborativo

**Figura 3**

*Demostración del criterio de Von Mises*



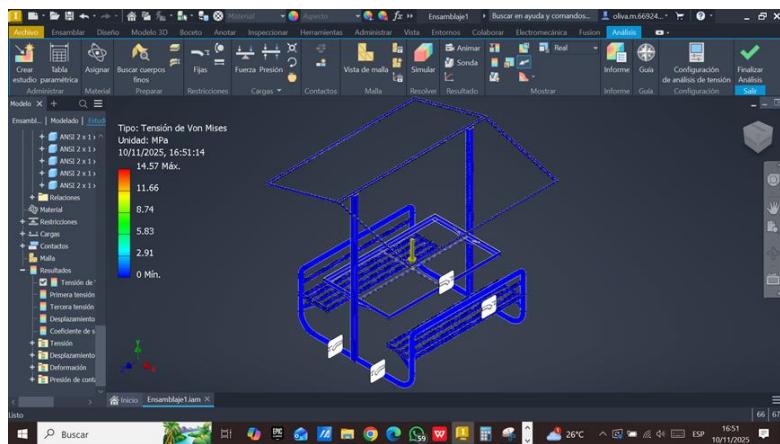
*Nota:* Simulación del criterio en una estructura

## RESULTADOS

Una vez aplicado el criterio de Von Mises durante el análisis FEM, se procede a la interpretación de los resultados correspondientes a la simulación bajo condiciones estática. En esta etapa no se evidencia ningún tipo de deformación estructural en la mesa académica colaborativa con integración de un sistema fotovoltaico, por lo que indica que la estructura mantiene un comportamiento estable y se encuentra dentro de los límites admisibles del material utilizado.

**Figura 4**

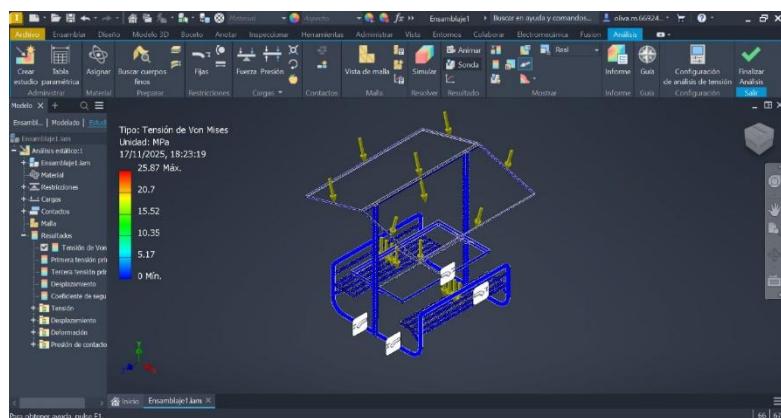
*Prueba FEM*



*Nota.* Se visualiza la mesa académica colaborativa con el análisis estático

**Figura 5**

*Cargas estáticas*



*Nota.* La mesa académica colaborativa con las cargas estáticas



## Resultados finales del Análisis Estructural

Una vez realizadas las pruebas pertinentes, se determinó la inexistencia de deformaciones tanto métricas o visibles en la estructura de la mesa académica colaborativa con sistema fotovoltaico integrado, de esta manera confirmando los resultados obtenidos con el análisis FEM.

La estructura soporto correctamente las cargas estáticas, este resultado valida el enfoque aplicado durante la evaluación estructural realizada a la mesa académica, demostrando de esta manera que se cumple con los criterios de funcionalidad necesaria para su uso, en conclusión, lo datos obtenidos respalda y confirman que es seguro su uso.



## Discusión

Durante el desarrollo realizado del análisis estructural de la mesa colaborativa con sistema fotovoltaico, se identificó diversos factores que influyen directamente en su desempeño frente a las condiciones reales de uso. El aspecto más importante fue la adecuada selección de materiales para su fabricación, tales como el acero A500 grado B y A36 los cuales cumplen con las normas ASTM para uso estructural, ofreciendo la rigidez y estabilidad necesaria para soportar cargas distribuidas y el uso continuo de un entorno educativo o de trabajo.

El modelado tridimensional permitió definir con exactitud las formas y dimensiones de la mesa, lo que facilitó prever como se comportaría los elementos estructurales frente a diferentes situaciones de cargas. El análisis FEM aplicado posteriormente pudo identificar con anticipación las zonas de mayor exigencia, especialmente en las uniones entre la superficie y los soportes verticales, así como en los refuerzos laterales. El uso del criterio de Von Mises permitió identificar los puntos de mayor tensión dentro de la estructura, los cuales no superaron los límites permisibles del material.

Hay que destacar que, aunque en las simulaciones no se evidencio ningún tipo de deformación, es necesario validar los resultados a través de pruebas físicas, esta fase permitirá contrastar la teoría con la realidad, encontrando resultados iguales en ambos escenarios. Las simulaciones deben estar acompañadas siempre de las verificaciones prácticas para garantizar la seguridad, desempeño, materiales y diseño de la estructura.

Si bien el análisis FEM ofrece un alto grado de precisión, este caso confirma que su efectividad mejorara cuando se integre con pruebas físicas controladas, especialmente en proyectos que buscan un equilibrio entre viabilidad técnica, costo y funcionalidad educativa



## Conclusiones

Todos los objetivos propuestos se lograron cumplir mediante el uso del diseño y la simulación, lo cual permitió obtener una idea clara y completa sobre el comportamiento estructural de la mesa colaborativa con sistema fotovoltaico, se analizó los materiales y componentes necesarios para su construcción y se determinó que el acero A500 grado B y A36 son factibles para la construcción de la mesa colaborativa tomando en cuenta sus soldabilidad y capacidad estructural. Ademas, se comprobó que los tubos que seleccionados con sus mediciones ofrecerán una buena capacidad de carga y estabilidad.

Con la simulación de elementos finitos (FEM), se observó que la mesa responde de manera correcta frente a las cargas que se enfrentara en condiciones reales, con el peso de las personas, el propio peso de la estructura y sus cargas estáticas sobre sus complementos tales como batería, cables y paneles solares. Las tensiones y desplazamiento se mantuvieron dentro de los márgenes seguros, sin ninguna falla.

Por consecuente, la mesa con sistema fotovoltaico es segura, funcional y adecuada para su uso, cumple con sus condiciones necesarias para soportar el entorno en el que será implementada.



## Referencias bibliográficas

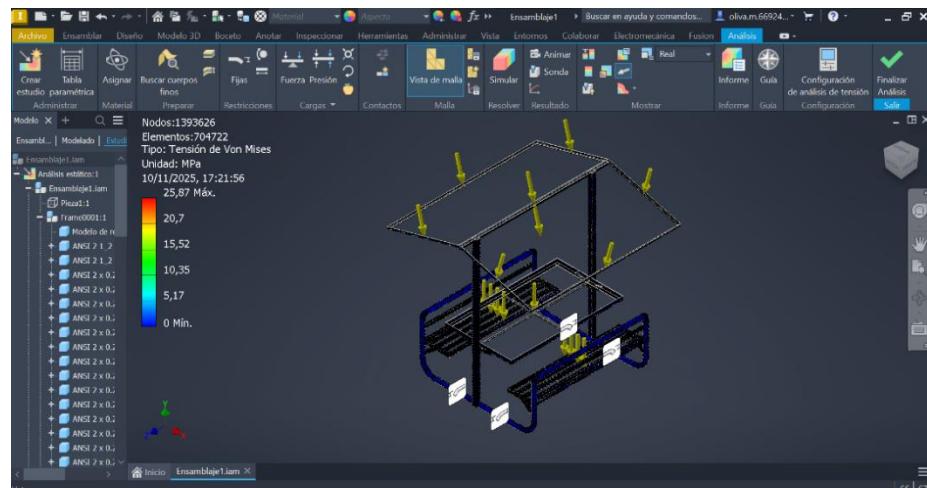
- Arreola Gómez, R. Q. (2015). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. Obtenido de [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342015000801715&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342015000801715&script=sci_arttext)
- BuildSoft. (2022). *BuildSoft.eu*. Obtenido de <https://www.buildsoft.eu/es/diamonds-el-software-de-analisis-estructural-que-aumenta-su-productividad/>
- CaloryFrio. (2023). *Habitat y Vivienda* . Obtenido de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/GUIA-5-EVALUACION-Y-REHABILITACION.pdf>
- Estructuras Verticales. (2023). *EstructurasVerticales.com*. Obtenido de <https://www.estructurasverticales.com/blog/diseno-estructural-tendencias>
- IPS Ingenieros SAC. (s.f.). *IPSIgenieros.com*. Obtenido de <https://ipsingenieros.com/>
- Prados, S. I., Cardellino, A. L., Vallejos, A. A., & Ledezma Orozco, M. (2021). *Revista universitaria de ingeniería y tecnología (UNC, Argentina)*. Obtenido de Revista universitaria de ingeniería y tecnología (UNC, Argentina): <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/tecyt/article/view/35107>
- SolarBloc. (2023). *SolarBloc*. Obtenido de <https://solarbloc.es/soportes-paneles-solares/>
- Timm, J. F., Maciel, V. G., & Passuello, A. (13 de 08 de 2023). *Buildings (MDPI)*. Obtenido de Buildings (MDPI): <https://doi.org/10.3390/buildings13082059>
- Vázquez, M. &. (2001). *Academia.edu*. Obtenido de [https://www.academia.edu/38827344/E1\\_m%C3%A9todo\\_de\\_los\\_Elementos\\_Finitos\\_aplicado\\_al\\_an%C3%A1lisis\\_estructural\\_Manuel\\_V%C3%A1zquez\\_Elo%C3%ADA\\_Sa\\_L%C3%B3pez](https://www.academia.edu/38827344/E1_m%C3%A9todo_de_los_Elementos_Finitos_aplicado_al_an%C3%A1lisis_estructural_Manuel_V%C3%A1zquez_Elo%C3%ADA_Sa_L%C3%B3pez)
- Zambrano Beltrón, L. A., & Proaño Viscarra, K. R. (2025). *Revista universitaria de ingeniería y tecnología (UNC, Argentina)*. Obtenido de Revista universitaria de ingeniería y tecnología (UNC, Argentina): <https://journalingeniar.org/index.php/ingeniar/article/view/277>
- ZambranoBeltrón, L. A., & ProañoViscarra, K. R. (2025). *Revista universitaria de ingeniería y tecnología (UNC, Argentina)*. Obtenido de Revista universitaria de ingeniería y tecnología (UNC, Argentina): <https://journalingeniar.org/>



## Anexos

**Figura 6**

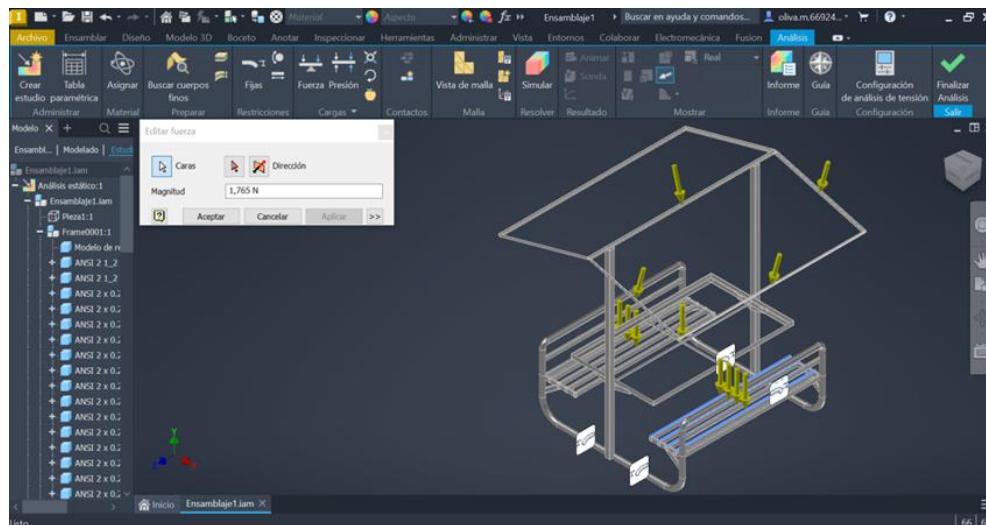
*Informe*



*Nota:* Informe de carga con criterio de Von Mises

**Figura 7**

*Puntos de las cargas estáticas sobre la estructura*

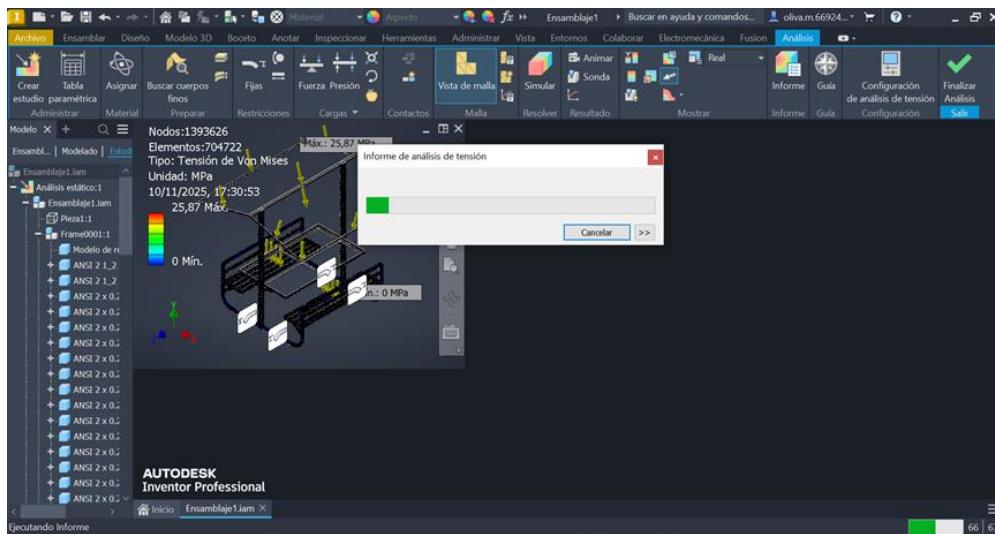


*Nota:* Se señala los puntos donde se colocarán cargas estáticas



**Figura 8**

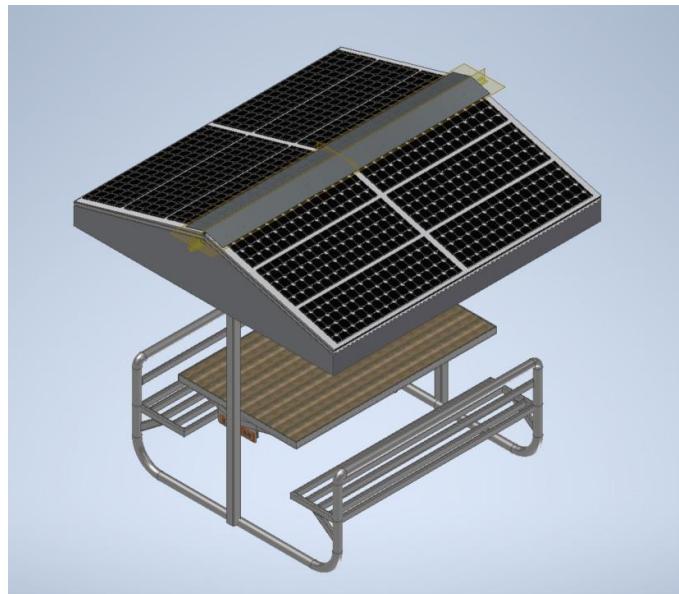
*Generado informe*



Nota: Genera la información del análisis de tensión

**Figura 9**

*Estructura completa*



Nota: Demostración de resultado final de la mesa colaborativa



**Conflicto de intereses:**

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

**Financiamiento:**

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

**Agradecimiento:**

N/A

**Nota:**

El artículo no es producto de una publicación anterior.

