

Optimización del diseño mecánico del Quetzal-2 mediante prototipado 3D

Mercedes Castillo, Sarili Heredia, Stephany Morales, Angel Muñoz

Abstract

Este trabajo analiza cómo la impresión 3D contribuye a la optimización del diseño mecánico en proyectos espaciales como Quetzal-2, mediante la fabricación de prototipos. El objetivo principal fue evaluar la efectividad de esta tecnología como herramienta para validar componentes mecánicos antes de su fabricación definitiva. La impresión a escala de los módulos permitió identificar y corregir dimensiones incorrectas, lo que facilitó la detección temprana de errores. Este proceso mejora la gestión de tolerancias y conexiones estructurales, y se presenta como una herramienta accesible, eficiente y de bajo costo para el desarrollo de prototipos.

Palabras clave

Impresión 3D, Prototipado, Diseño, CubeSat, Validación, Modelado

Introducción

El trabajo respondió a la pregunta: **¿Cómo contribuye el prototipado 3D a la optimización del diseño mecánico del Quetzal-2 en del desarrollo aeroespacial?** El objetivo fue analizar de qué manera la fabricación de prototipos mediante impresión 3D permite validar y mejorar componentes antes de su producción final. El trabajo consiste en el diseño CAD de piezas mecánicas y su impresión a escala. Esta combinación permitió realizar mejoras iterativas sin incurrir en altos costos de materiales especializados. Este trabajo buscó demostrar cómo la impresión 3D es una herramienta accesible y eficaz para acelerar procesos de diseño, reducir errores y fomentar el aprendizaje práctico en proyectos de ingeniería.

Objetivo general

Demostrar cómo el uso del prototipado 3D contribuye a la optimización del diseño mecánico del Quetzal-2, mediante la validación estructural y funcional de sus componentes antes de su fabricación final.

Objetivos específicos

- Determinar la funcionalidad de la impresión 3D para el prototipado del diseño mecánico.
- Validar el diseño mecánico de los módulos del Quetzal-2 mediante la revisión del modelo ensamblado.
- Identificar los errores realizados en el diseño que deben corregirse, usando el modelo impreso.

Metodología

Para la fabricación física de los módulos del satélite, se utilizaron impresoras 3D marca Bambú, disponibles en el laboratorio D-Hive de la Universidad. Cada módulo fue modelado previamente en Fusion 360, desde donde se exportaron en formato .STL, requerido por el software de impresión. Cada impresión tuvo una duración aproximada de 1 hora y 40 minutos. Este proceso permitió obtener una versión física de los diseños, para validar las dimensiones de los modelos CAD. Esto ayudando a realizar mediciones precisas en los agujeros y puntos de ensamblaje, lo cual fue fundamental para verificar la compatibilidad con los standoffs y otros componentes estructurales. Además, este paso fue parte esencial del proceso de prototipado, ya que permitió identificar y corregir posibles errores de diseño en una etapa temprana, asegurando así un ensamblaje correcto y eficiente en versiones posteriores del satélite.

Discusión

El objetivo del trabajo era confirmar las impresiones de Quetzal-2 a 3D. Para hacer esto, se utilizaron los modelos CAD de cada módulo, que se integraron físicamente en la estructura utilizando separadores de latón de diferentes tamaños. Durante este proceso, se identificaron varios problemas, como las no conformidades entre las ranuras para unir diferentes placas, así como distancias insuficientes entre algunos agujeros y los bordes de las placas, lo que dificulta su impresión correcta. Estos resultados están directamente relacionados con el propósito de identificar errores en el proyecto que se eliminarán analizando el modelo impreso. Las impresiones 3D realizaron estos errores que se descubrieron visual y funcionalmente, confirmando su utilidad como una herramienta para confirmar el diseño mecánico de los módulos Quetzal-2. Este método también demostró su capacidad para evaluar la funcionalidad estructural antes de un modelo final, cumpliendo así el objetivo de determinar la funcionalidad de la impresión 3D en el prototipo mecánico. Sin embargo, también se observaron restricciones de impresión 3D, como tolerancias relacionadas con la tecnología que creó desviaciones de la ubicación y el tamaño de los agujeros. Sin embargo, esta variación no coincide con el proceso; Por el contrario, enfatiza la importancia de considerar estas tolerancias de la fase de diseño y la presión durante la configuración. En general, se concluyó que el método de impresión 3D es útil en todas las etapas del diseño mecánico para la validación, ya que le permite detectar errores tanto en el modelo digital como en la colección física. El área de mejora más importante identificada fue la precisión de la ubicación y el tamaño de los agujeros, que durante la impresión fue la mayor fuente de problemas. Esto fortalece el objetivo general de mostrar cómo el uso de un prototipo 3D contribuye a la optimización de la construcción mecánica de Quetzal-2, que facilita la validación previa para la producción final, que es económica, flexible y eficiente.

Resultados

Figura 1. Prototipo inicial Módulo PLD-MILO con errores en la impresion de agujeros

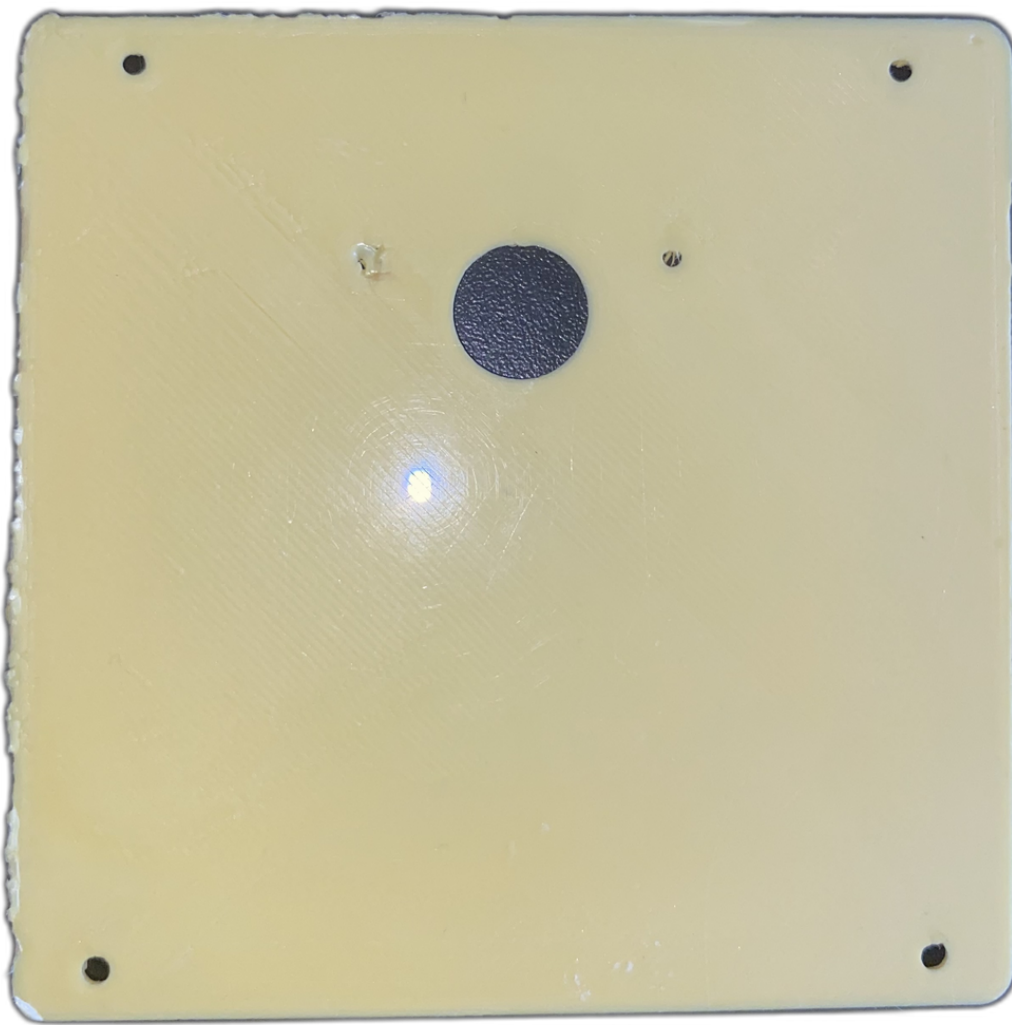
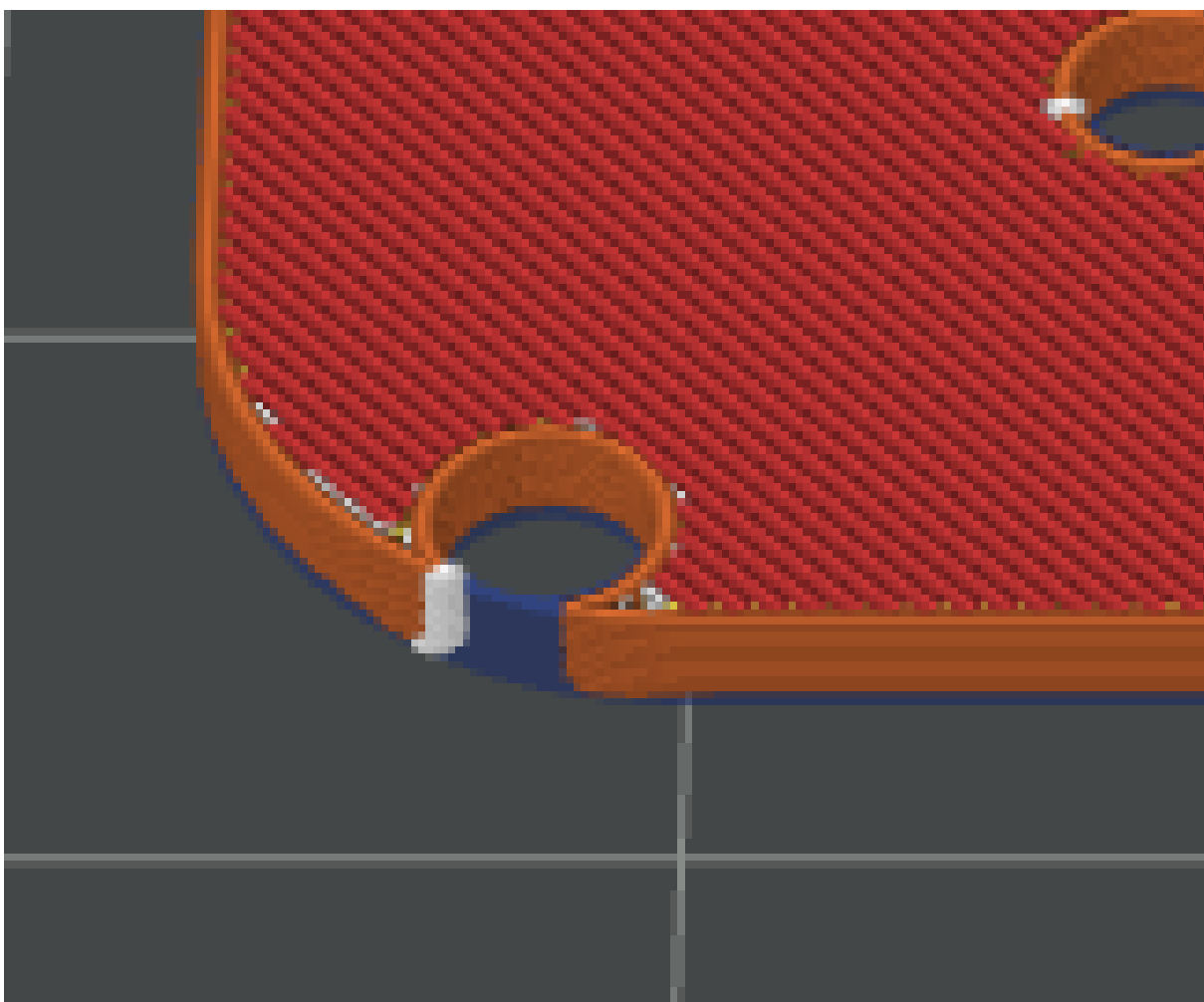


Figura 2. Prototipo corregido Módulo PLD - MILO con agujeros correctamente espaciados y funcionales.



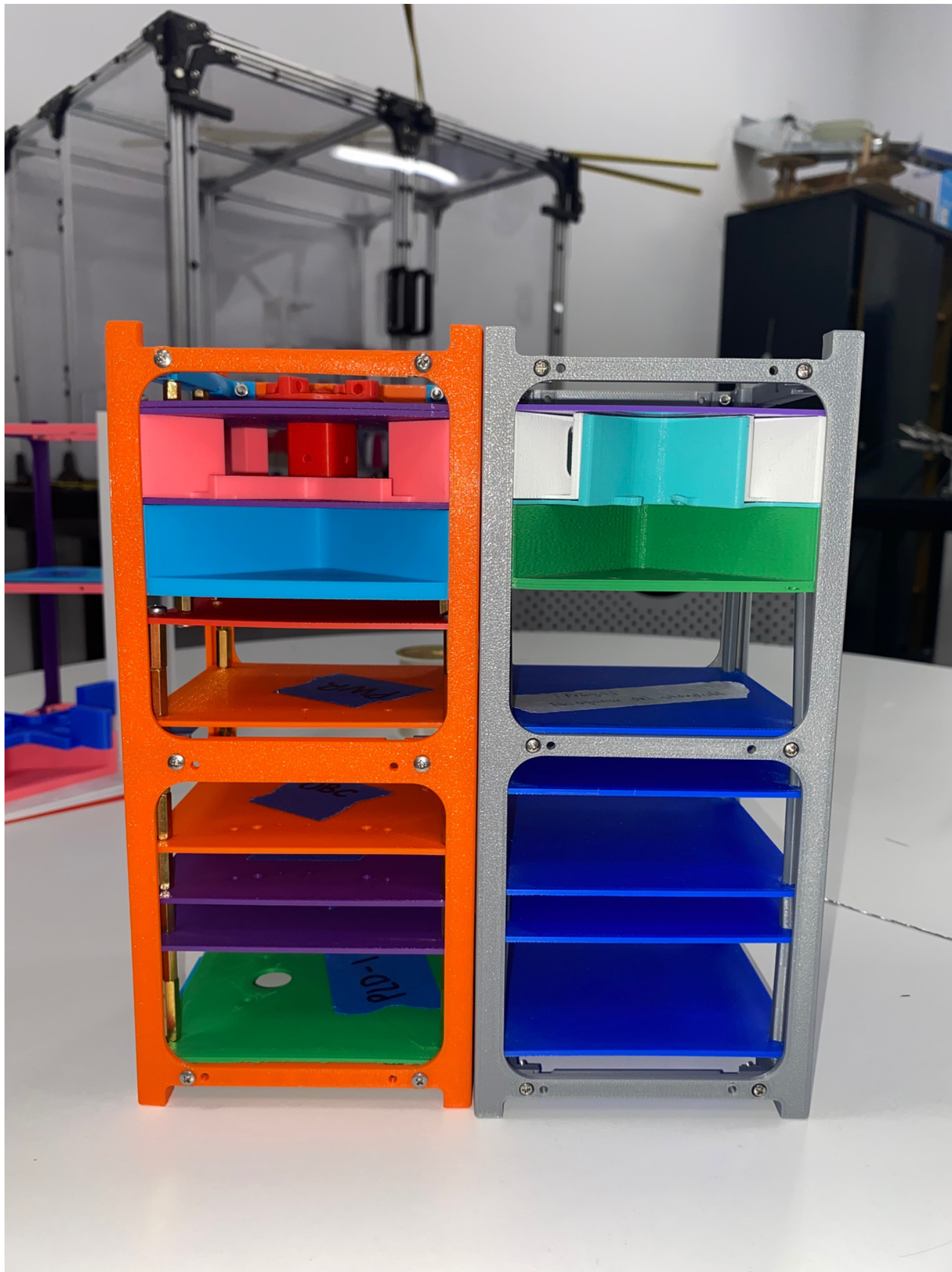
Figura 3. Verificación previa al prototipado 3D Módulo ADCS donde se identifico errores en los agujeros



Cuadro 1. Cuadro comparativo de Dimensiones y Tolerancias

Componente	Dimensión errónea (mm)	Dimensión correcta (mm)	Tolerancia (mm)
Agujero posición de cámara para el módulo de	3.70	3.10	0.60

Figura 4. Estructura completa impresa en 3D con módulos finales.



Recomendaciones

- El primer punto que debe de tratarse entre los módulos es la ubicación y tamaños de los agujeros. Porqué es el problema con mayor impacto en este primer prototipado de la estructura del Quetzal-2.
- Las distancias de los agujeros a las orillas de las placas , se deben de reevaluar, considerando la tolerancia de las impresoras.
- Al realizar los cambios definidos por los errores presentados, se debería de realizar otro modelo, usando este mismo método, previo a continuar con una manufactura con otros materiales

Conclusiones

- Se logró concluir que el método de impresión 3D, a lo largo de sus fases es útil para la validación del diseño mecánico, pues tanto en la configuración como en el resultado, fue posible identificar errores.
- La parte más crucial que se identificó a lo largo de este proceso, que debe mejorarse son las posiciones y tamaños de los agujeros. Siendo esta la mayor fuente de problemas.

Referencias

