

Estudio comparativo de IA generativa y fotogrametría para modelado 3D en diseño industrial, utilizando software gratuito

Mateo Alexander Gaibor Avalos (*)

Alexandra Elizabeth Barrionuevo Sagñay (**)

María Augusta Rojas Molina (***)

Resumen: Este trabajo realiza una comparación técnica del uso de la fotogrametría en dispositivos móviles y la construcción de modelos tridimensionales mediante inteligencia artificial en especial en su uso para diseño industrial y la construcción de modelos mediante software de código abierto este estudio surge para identificar alternativas que sean más baratas sin perder la precisión geométrica, en tareas fundamentales como la ingeniería inversa, prototipado y la documentación técnica la intersección de flujos de trabajo de sensores móviles y flujos de trabajo algorítmicos en un contexto controlado ha sido evaluada de manera insuficiente este trabajo en particular se centra en las ventajas y desventajas de las diferentes tecnologías de escaneo móvil en comparación con las tecnologías de inteligencia artificial generativa como ejemplo se presenta el proceso de digitalización fotográfica seguido del procesamiento en software de modelado como Blender y MeshLab para la verificación de la continuidad de las mallas la calidad geométrica y su interoperabilidad se ha comprobado que para una calidad de captura justificada, la digitalización fotográfica móvil siempre que la calidad de captura lo justifique, proporciona la mayor y más precisa cantidad de resultados en contraste la inteligencia artificial se especializa en la optimización y la reducción de los tiempos de trabajo así como en la simplificación del proceso de ideación creativa la integración de ambas metodologías se prevé como un camino para el aumento de la eficiencia y la conexión en el uso de tecnologías de alta fidelidad en los entornos laborales que cuentan con limitaciones presupuestarias.

Palabras clave: diseño industrial – fotogrametría – IA generativa – modelado 3D – software libre

[Resúmenes en inglés y portugués en la página 264 y 265]

(*) (**) (***) Ver CV de Mateo Alexander Gaibor Avalos, Alexandra Elizabeth Barrionuevo Sagñay y María Augusta Rojas Molina en página 266

Introducción

En la actualidad, el modelado tridimensional se ha consolidado como un componente crítico para el diseño industrial, permitiendo la integración de fases como la conceptualización y la ingeniería inversa en flujos de trabajo digitales ininterrumpidos. La creciente necesidad de obtener geometrías precisas en tiempos de producción cada vez más reducidos ha impulsado la implementación de metodologías accesibles que aprovechan desde dispositivos móviles hasta inteligencia artificial generativa, apoyándose frecuentemente en el ecosistema del software libre (Remondino, Karami, Yan, & Mazzacca, 2023) desde una perspectiva metodológica, es posible clasificar estos procesos en dos grandes vertientes: los enfoques reconstructivos, dedicados a la digitalización de objetos físicos mediante fotogrametría, y los enfoques generativos, que se fundamentan en la creación de formas a través de algoritmos. Esta distinción resulta fundamental, ya que cada vía conlleva implicaciones particulares en cuanto a la precisión de las estructuras y el control formal, factores que condicionan directamente su viabilidad técnica en el ámbito industrial (Niu, Liu, Huang,, Huang, & Chen, 2024)

El desarrollo de modelos tridimensionales efectivos exige un equilibrio riguroso entre la exactitud dimensional, la integridad de la malla, la carga poligonal y la viabilidad económica del proceso. En términos operativos, es común que representaciones visualmente aceptables presenten topologías irregulares o una densidad de datos que dificulte su posterior edición, un factor determinante cuando se busca la aplicabilidad real en el rediseño industrial. Esta realidad coincide con la perspectiva de (Zhang y Maga 2023) quienes argumentan que la necesidad actual de métodos de captura accesibles y versátiles obedece a la urgencia de obtener una poligonación precisa y un detalle superficial óptimo sin incurrir en las barreras financieras o logísticas de los equipos tradicionales bajo esta lógica las metodologías de reconstrucción suelen segmentarse en técnicas de contacto y de no contacto.

La captura de datos tridimensionales de alta fidelidad ha dependido tradicionalmente de sistemas de escaneo sin contacto, tales como el escaneo láser y la luz estructurada, reconocidos por su capacidad para generar geometrías de gran exactitud. Pese a estas ventajas técnicas, (Saif y Alshibani 2022) advierten que la implementación de dichos equipos suele verse condicionada por sus elevados costos la complejidad de su operación y una portabilidad limitada que dificulta su uso en entornos fuera de laboratorio ante este panorama, ha surgido una tendencia hacia el aprovechamiento de imágenes digitales como vía para reducir la dependencia de hardware especializado en este escenario el uso de dispositivos móviles ha ganado terreno como una opción técnica válida para la reconstrucción 3D puesto que la fotogrametría establecida en la técnica de Estructura a partir del Movimiento o SfM ha demostrado una notable fiabilidad operativa siempre y cuando se apliquen protocolos de captura estandarizados y meticulosos (Teixeira Coelho, Pinho , & Martínez, 2025)

La fotogrametría móvil a través de smartphones se basa en los conceptos de Structure from Motion y Multi View Stereo, que permiten la resolución de 3D de los fotogramas captura-

dos. Esta estrategia plantea una alternativa de bajo coste que iguala el rendimiento de los escáneres industriales en términos de accesibilidad aun así los modelos obtenidos no suelen considerarse productos finales, ya que requieren de fases intermedias de depuración y refinamiento topológico destinadas a aumentar su flexibilidad en ediciones posteriores esta refinación es determinante ya que es la que asegura la adecuación de la malla y el comportamiento de los polígonos a los requerimientos técnicos que se exigen en los procesos de diseño industrial (Jasińska, Pyka, Pastucha, & MidtibY, 2023)

Desde inicios de la presente década, la evolución de la inteligencia artificial generativa ha transformado la producción de representaciones tridimensionales, permitiendo la construcción de mallas, nubes de puntos y funciones implícitas mediante el uso de arquitecturas neuronales profundas. Aunque estas herramientas destacan por su capacidad para automatizar la creación de geometrías complejas durante las fases preliminares de la conceptualización, su utilidad en escenarios que demandan un control dimensional estricto y alta fidelidad geométrica, como ocurre en el diseño industrial, sigue siendo un área que requiere un escrutinio y una validación constantes (Qiu, 2024)

La literatura especializada reciente ha examinado con detalle la exactitud de la fotogrametría móvil, dejando claro que sus resultados mantienen una paridad notable con los estándares tradicionales, siempre que se apliquen protocolos de captura rigurosos no obstante, la producción académica que compare directamente el desempeño de la fotogrametría basada en el movimiento frente a la modelación tridimensional por inteligencia artificial sigue siendo escasa, en especial bajo una óptica de diseño industrial y con criterios de aplicación real compartidos. En esta perspectiva, el empleo de software gratuito va más allá de un simple ahorro, pues actúa como un motor de apertura tecnológica que facilita evaluar capacidades técnicas en contextos de bajos recursos sin depender de costosas licencias privadas (Yilmazturk y Gurbak, 2020) con el fin de cubrir este vacío. Se sostiene la hipótesis de que, aunque la fotogrametría móvil asegura una fidelidad de la estructura superior, la inteligencia artificial aporta ventajas en cuanto a rapidez y calidad de la topografía, elementos que resultan determinantes al momento de ejecutar tareas de reingeniería y desarrollo de nuevos productos. (Remondino, Karami, Yan, & Mazzacca, 2023)

Metodología

Diseño del estudio

La ruta metodológica se define mediante un esquema exploratorio, comparativo y de aplicación directa, orientado a la inspección de la utilidad real que poseen los modelos tridimensionales gestados por fotogrametría móvil e inteligencia artificial generativa en el campo del diseño industrial (Ramos Galarza, 2020) toma como punto de partida el examen de las mallas producidas en distintas plataformas, valorando su configuración geométrica y topológica junto con su desempeño en ecosistemas de código abierto, apoyándose

en indicadores técnicos de observación y medición ordinal. Con el fin de concretar dicha meta, se recurrió al uso de escalas de valoración discretas que permitieron la traslación de los diagnósticos técnicos hacia registros verificables, priorizando la funcionalidad en contextos de uso cotidiano por encima de mediciones metrológicas de alta complejidad (Quintero Madroñero, Baldiris Navarro, Cerón Cháves, & Burgos, 2021)

El estudio se aplicó a cuatro herramientas divididas en dos grupos principales: el primero corresponde a la captura fotogramétrica por smartphone bajo la aplicación RealityScan, mientras que el segundo integra soluciones de inteligencia artificial 3D de libre acceso como Hyper 3D, Tripo y TRELIS (Lin & Jian, 2025)

La intención metodológica central persigue el análisis de la estabilidad, la calidad y la eficacia operativa de los resultados obtenidos en un entorno de pruebas controlado que emplea hardware accesible, específicamente un teléfono de gama media alta, y software libre para las tareas de validación, ajuste y análisis detallado. (Remondino, Karami, Yan, & Mazzacca, 2023).Dicha estrategia permite identificar qué tecnología resulta más viable para los ciclos de trabajo reales en diseño (Adilkhan , Alimanova, Shi, & Soltiyeva,, 2025)

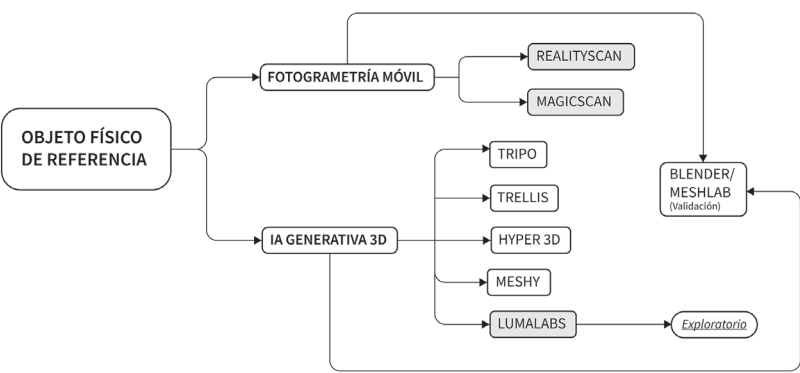


Figura 1. Esquema del flujo metodológico para la generación y evaluación de modelos 3D. **Nota.** Expone de manera integrada la ruta metodológica seguida para la creación y comprobación de representaciones tridimensionales. Elaboración propia Gaibor, 2025.

Selección de objetos de prueba

La investigación tomó como base un soporte plegable para dispositivos móviles, el cual funcionó como el patrón de referencia en la totalidad de las etapas analíticas. Los motivos para optar por esta pieza radican en su configuración geométrica, la cual combina planos, cantos definidos, zonas huecas y superficies con distintas inclinaciones. Tales particularidades son frecuentes en los productos de consumo masivo y resultan determinantes para poner a prueba la fidelidad de los sistemas de captura y reconstrucción en tres dimensiones. (Niu, Liu, Huang,, Huang, & Chen, 2024)

Dicho elemento permitió ejecutar un diagnóstico preliminar sobre los distintos métodos de reconstrucción, transiciones en la estructura y detalles funcionales, todo ello sin depender de infraestructuras metrológicas pesadas.

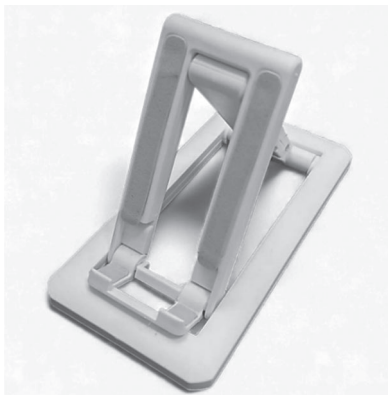


Figura 2. Objeto de referencia para el análisis.

Nota. Soporte para teléfono utilizado como objeto físico de referencia.
Elaboración propia Gaibor, 2025.

Captura y reconstrucción

La captura fotográfica se realizó utilizando un smartphone bajo condiciones controladas y siguiendo un protocolo estandarizado que incluyó trayectorias circulares y semicirculares de 360°, iluminación homogénea y un fondo neutro (Jasińska et al., 2023).

La gestión de las imágenes se realizó de manera interna en cada una de las aplicaciones utilizadas, aplicando los ajustes predeterminados y sin participación manual del usuario,

con el fin de asegurar que el proceso pudiera ser replicado y medir el rendimiento real de cada herramienta en una situación de uso habitual.

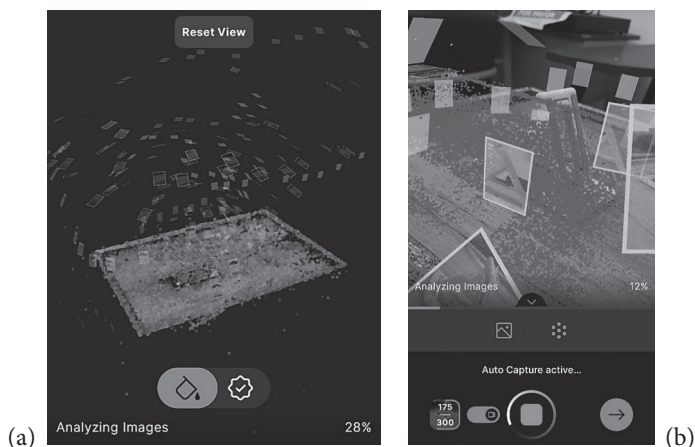


Figura 3. Proceso de reconstrucción 3D en RealityScan.

Nota. Proceso de reconstrucción 3D en RealityScan: (a) fase de análisis y alineación de imágenes capturadas para la generación inicial de la nube de puntos; (b) etapa de captura automática y visualización en tiempo real del proceso de escaneo del objeto. Elaboración propia Gaibor, 2025.

Inteligencia artificial generativa 3D

En el caso de las herramientas de inteligencia artificial, los modelos tridimensionales se generaron a partir de una única imagen del objeto físico, capturada en vista perspectiva o isométrica, utilizada como entrada principal para los sistemas evaluados. No se emplearon múltiples vistas ni descripciones técnicas detalladas, con el fin de mantener un enfoque simple, accesible y replicable, acorde con el carácter exploratorio del estudio.

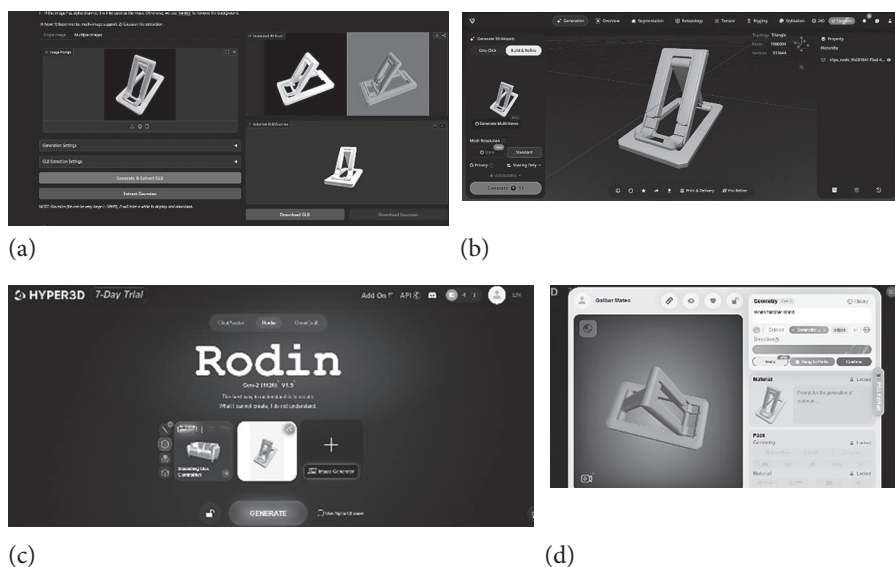


Figura 4. Interfaz y resultados iniciales de herramientas de IA generativa tridimensional. **Nota.** Esta composición visual agrupa los espacios de trabajo y las mallas iniciales resultantes de la experimentación con herramientas de inteligencia artificial para la modelación tridimensional. El cuadrante (a) muestra el panel de gestión técnica de TRELIS, al tiempo que en (b) se visualiza la fase embrionaria del modelo calculado por TRIPO. Por último, los sectores (c) y (d) presentan la configuración de usuario y la geometría primaria sintetizada bajo el entorno de Hyper3D. Elaboración propia Gaibor, 2025.

Validación y análisis en software libre

Los modelos tridimensionales generados fueron importados y analizados en los entornos de software libre Blender y MeshLab, con el fin de realizar una validación exploratoria basada en parámetros geométricos y topológicos, sin aplicar procesos de posprocesado avanzado. El análisis consideró indicadores como la cantidad relativa de vértices, la estructura y triangulación de la malla, la continuidad superficial, la presencia de artefactos y la estabilidad del archivo durante su manipulación.

A partir de estos parámetros, se definieron criterios de evaluación discretos orientados al uso aplicado en diseño industrial, incluyendo la fidelidad geométrica general, la calidad de la malla, el tiempo de procesamiento y la editabilidad del modelo. Cada criterio fue valorado mediante una escala ordinal de 1 a 5, facilitando la conversión de la observación

técnica de la conducta del modelo en datos numéricos que se pueden comparar, sin necesidad de instrumentación metrológica, siguiendo enfoques de evaluación comparativa previamente reportados en antecedentes metodológicos (Lin & Jian, 2025)

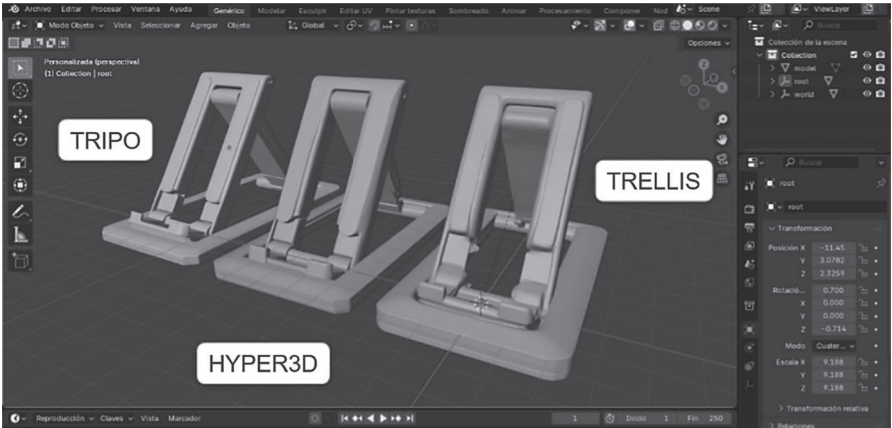


Figura 5. Comparación de modelos 3D generados mediante IA.
Nota. Modelos tridimensionales de plataformas como Hyper3D, Trellis y Tripo.
Elaboración propia Gaibor, 2025.

Tabla 1. Criterios empleados para la evaluación comparativa de los modelos 3D.
Nota. Elaboración propia, Gaibor 2025.

CATEGORÍA DE ANÁLISIS	CRITERIO	DESCRIPCIÓN RESUMIDA
Correspondencia geométrica	Coherencia geométrica general	Evaluación de la consistencia de la forma global del modelo respecto al objeto físico, considerando proporciones relativas, estabilidad dimensional y continuidad de aristas
	Deformaciones globales	Identificación de distorsiones de escala, colapsos geométricos e inconsistencias formales que afecten la integridad del modelo
Calidad de la malla	Complejidad de malla	Análisis de la cantidad relativa de vértices y caras, así como su adecuación para edición y prototipado
	Defectos topológicos	Detección de agujeros, triángulos degenerados, geometría no manifold y ruido superficial
	Continuidad superficial	Evaluación de la estabilidad topológica y continuidad de las superficies sin interrupciones críticas
Comportamiento en software libre	Importación y estabilidad	Verificación del comportamiento del archivo durante la importación y manipulación en Blender y MeshLab
	Normales y sombreado	Identificación de inconsistencias en normales, sombreado y orientación de caras
Flujo de trabajo	Tiempo de procesamiento	Tiempo relativo requerido para la generación del modelo desde la captura o entrada inicial hasta su exportación
	Editabilidad	Facilidad de intervención del modelo para ajustes, correcciones o rediseño dentro del entorno de trabajo
	Compatibilidad de formatos	Disponibilidad y consistencia de formatos estándar (OBJ, GLB, PLY) para su uso en distintos flujos

Metodología de evaluación y validación técnica

Con el objetivo de garantizar un buen análisis, se implementó un protocolo estructurado para la validación de los activos tridimensionales derivados de Inteligencia Artificial Generativa y fotogrametría. La fase de evaluación fue ejecutada por un panel de expertos compuesto por los autores del presente estudio, cuyas áreas de especialización abarcan la Ingeniería en Diseño Industrial, la Ingeniería en Sistemas y Computación, y la Arquitectura. Esta convergencia multidisciplinar facilitó una auditoría técnica multid-

mensional, integrando criterios de morfología funcional, topología algorítmica y coherencia espacial-constructiva.

Protocolo de inspección y criterios de valoración

El examen técnico de los modelos se llevó a cabo de forma independiente mediante entornos de software especializado (Blender y MeshLab). Se evaluaron cuatro dimensiones críticas conforme a los parámetros normalizados en la Tabla 1:

- 1. Fidelidad geométrica:** Precisión de la correspondencia volumétrica respecto al referente empírico.
- 2. Calidad de la malla:** Optimización de poligonización y ausencia de artefactos.
- 3. Eficiencia de procesamiento:** Latencia y consumo de recursos computacionales.
- 4. Editabilidad:** Versatilidad del activo para modificaciones en flujos de trabajo de producción.

Para la cuantificación de estas variables, se empleó una escala de Likert de cinco puntos, donde el valor 1 denota un desempeño deficitario y el valor 5 representa la excelencia técnica. Con el fin de mitigar el sesgo de observación, cada nivel fue vinculado a descriptores operativos unívocos. Por ejemplo, la máxima calificación en fidelidad geométrica exigió una paridad isométrica sin distorsiones estructurales, mientras que el nivel inferior se reservó para modelos con pérdida de coherencia formal o presencia de ruido geométrico severo.

Consolidación de datos y control de sesgo

El registro de puntuaciones se efectuó inicialmente bajo un protocolo de evaluación ciega entre pares para salvaguardar la independencia del juicio técnico. Tras la fase individual, se procedió a una etapa de triangulación y consenso. En instancias donde la divergencia interevaluador superó el umbral de un punto en la escala ordinal, se realizó una inspección técnica íntegra de la malla hasta alcanzar una validación unificada.

Análisis comparativo

El análisis de datos se ubicó en el ámbito comparativo y exploratorio, considerando indicadores técnicos reproducibles en rutina de diseño industrial las matrices de datos se procesaron considerando análisis de contraste y representaciones gráficas multivariantes, tales como diagramas de red y sistemas de coordenadas paralelas fundamentados en escalas de valoración discretas el análisis evaluativo estuvo centrado en el examen de comportamiento del producto tridimensional final considerando la coherencia de la geometría integridad de la malla número de ciclos de procesamiento y versatilidad de edición en entornos de software libre los resultados se integran en la gráfica adjunta lo que permite contrastar tendencias y operativas distintas entre los métodos evaluados.

Resultados

Los resultados se exponen en función del análisis del desempeño práctico de los modelos 3D obtenidos a partir de fotogrametría portátil y técnicas de inteligencia artificial generativa considerando la calidad geométrica de la malla, los tiempos de procesamiento y el comportamiento del archivo en software libre la valoración se basa en principios técnicos que son evidentes y que pueden ser clasificados ordinalmente métricas fundamentales que son brindadas por los entornos de análisis y por las observaciones técnicas que emergen del proceso experimental y los resultados obtenidos.

Resultados obtenidos mediante fotogrametría móvil con RealityScan y MagicScan

Los resultados de los diferentes programas evaluados con fotogrametría móvil fueron diferentes. RealityScan fue capaz de generar modelos con alta fidelidad geométrica y adecuada correspondencia dimensional sin embargo estos modelos también fueron caracterizados por tener alta densidad poligonal y ruido, especialmente en los bordes y zonas de baja visibilidad. Modelos de este tipo requieren de un posterior proceso de limpieza y optimización en programas como Blender por el contrario MagicScan, aún bajo las mismas condiciones de captura, mostró un desempeño inferior con un tiempo de procesamiento mucho mayor (≈ 3 horas) y sus resultados fueron caracterizados por la presencia de deformaciones falta de detalles y una malla irregular que impide su uso por completo en el flujo de rediseño la documentación técnica, o en la impresión 3D.

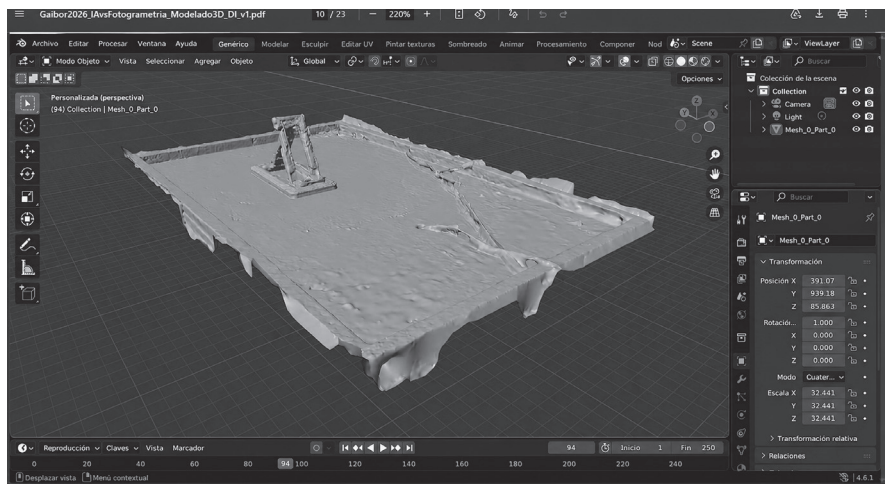


Figura 6. Visualización del modelo 3D generado en RealityScan para análisis geométrico.
Nota. Modelo 3D reconstruido. Elaboración propia Gaibor, 2025.



Figura 7. Modelo 3D reconstruido mediante MagicScan.
Nota. Modelo 3D generado a través de fotogrametría móvil mediante MagicScan, utilizado para la evaluación de la geometría superficial y la calidad.
Elaboración propia Gaibor, 2025.

Comparación entre RealityScan y la inteligencia artificial generativa

El primer bloque de resultados analiza la comparación entre la fotogrametría móvil a través de la aplicación RealityScan y la fotogrametría a partir de inteligencia artificial generativa (Hyper3D, TripoSR y Trellis), considerando el mismo objeto de estudio y validados en la misma plataforma de software libre. RealityScan exhibió la mayor fidelidad en comparación a los demás en lo que respecta a la geometría y a la correspondencia en dimensiones, a pesar de que tuvo una alta densidad poligonal y ruido superficial que exigió a los investigadores realizar diversos procesos de limpieza. En contraste, los modelos de IA presentaron una menor cantidad de precisión métrica, pero presentaron mallas más limpias y estables para su posterior edición, siendo TripoSR el más destacado considerando el balance de todos los demás en lo que respecta a la coherencia formal, continuidad superficial y facilidad de edición. Hyper3D evidenció pérdida de detalle en zonas.

Por otro lado, Trellis mostró una mayor variabilidad geométrica. Colectivamente, los resultados muestran que la fotogrametría móvil favorece la precisión dimensional, mientras que la inteligencia artificial generativa favorece la editabilidad y la eficiencia durante las etapas de rediseño y prototipado temprano. (Jasińska, Pyka, Pastucha, & MidtibY, 2023)

Comparación entre MagicScan y la inteligencia artificial generativa

En la segunda sección de resultados, se encuentra un análisis de desempeño de MagicScan comparado con algunas herramientas de inteligencia artificial generativa, esto, tanto con métricas de oficina como con observaciones cualitativas sobre los comportamientos de los distintos modelos generados a pesar de que MagicScan pudo generar un modelo 3D de un objeto, el tiempo de procesamiento de casi 3 horas no se vio acompañado de un resultado de calidad tal que MagicScan tuvo problemas de geometría, de niveles de detalle, y de malla que hicieron que el modelo no fuera utilizable para edición o manufactura digital en contraste, Meshy mostró buena eficiencia de tiempo al generar en minutos modelos que eran editables y de malla estable para prototipado 3D aunque la calidad de la geometría y la de la imagen eran pobres. LumaLabs tuvo comportamientos insatisfactorios también, y el modelo de volumetría se generaba de forma inconsistente, siendo lo que se obtenía un modelo de apariencia plástica, lo que evidencia que para el diseño de productos industriales la tecnología actual de generación de modelos 3D a partir de texto, resulta inútil.

Matriz comparativa de desempeño

Con base en los resultados derivados de ambas fases de la investigación, se estructuró una matriz comparativa global destinada a condensar el desempeño de la totalidad de las

herramientas puestas a prueba. Esta síntesis técnica se apoya en una serie de parámetros unificados tales como la exactitud de la geometría, la integridad de la topología de malla, la celeridad en el procesamiento de datos, la versatilidad para realizar ajustes posteriores y la viabilidad de aplicación directa dentro de los procesos de diseño industrial. (Ramos Galarza, 2020)

Bajo una perspectiva global, RealityScan sobresale como el sistema de mayor fidelidad dimensional, cualidad que potencia su utilidad en tareas de ingeniería inversa y registros de documentación técnica. Por su parte, TripoSR y Meshy exhiben una relación equilibrada entre los tiempos de cómputo y la integridad de la topología, lo cual las posiciona como alternativas útiles para la experimentación conceptual y el desarrollo acelerado de prototipos. En contraste, MagicScan manifiesta deficiencias marcadas tanto en los lapsos de ejecución como en la nitidez del modelo definitivo, mientras que los procesos de generación basados en texto de LumaLabs carecen de la solidez necesaria para satisfacer requerimientos de carácter técnico.

Tabla 2. Comparación global de métodos de reconstrucción 3D.
Nota. Clasificación global basada en el desempeño práctico de los métodos de reconstrucción 3D según criterios técnicos y su aplicabilidad en diseño industrial.
Elaboración propia, Gaibor 2025.

Herramienta	Tipo	Fidelidad geométrica	Calidad de malla	Tiempo	Editabilidad	Uso recomendado
RealityScan	Fotogrametría	Muy alta	Media	Alto	Media	Ingeniería inversa
Hyper3D	IA (imagen)	Media	Alta	Bajo	Alta	Rediseño
TripoSR	IA (imagen)	Media-Alta	Alta	Bajo	Alta	Prototipado
Trellis	IA (imagen)	Media	Media	Bajo	Media	Exploratorio
MagicScan	Fotogrametría	Baja	Baja	Muy alto	Baja	Limitado
Meshy	IA (imagen)	Media	Alta	Muy bajo	Alta	Ideación
LumaLabs	IA (texto)	Muy baja	Muy baja	Bajo	No usable	No recomendado

Tabla 3. Matriz de puntuación de métodos de reconstrucción 3D.

Nota. Se construyó a partir de una evaluación exploratoria basada en criterios técnicos definidos previamente, utilizando una escala ordinal de 1 a 5.

Elaboración propia, Mateo Gaibor 2025

HERRAMIENTA	FIDELIDAD GEOMÉTRICA	CALIDAD DE MALLA	TIEMPO DE PROCESAMIENTO	EDITABILIDAD	PUNTAJE TOTAL
RealityScan	5	3	2	3	13
Hyper3D	3	4	4	4	15
TripoSR	4	4	4	4	16
Trellis	3	3	4	3	13
MagicScan	2	2	1	2	7
Meshy	3	4	5	4	16
LumaLabs (texto)	1	1	4	1	7

Partiendo de los registros consignados en la matriz de la Tabla 3, surgen diferencias claras en la efectividad de los sistemas evaluados conforme a los parámetros definidos. TripoSR y Meshy registran los valores más elevados con una suma de 16 puntos, cifra que evidencia una relación equilibrada entre la integridad de la topología, los lapsos de cómputo y la flexibilidad para ajustes posteriores. En una vertiente distinta, RealityScan lidera el apartado de exactitud dimensional, si bien muestra cifras reducidas en lo que respecta a la agilidad del proceso y las posibilidades de edición. Bajo esta comparativa, MagicScan y LumaLabs (en su modalidad de texto) arrojan los resultados globales más discretos, dejando ver carencias críticas que dificultan su implementación en escenarios reales de trabajo.

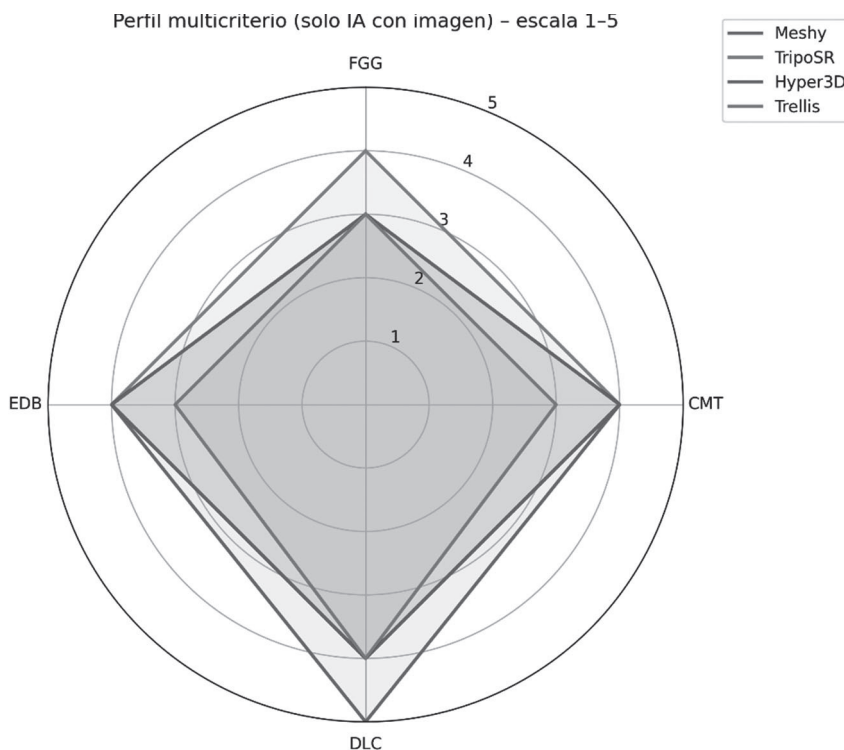


Figura 8. Perfil multicriterio de métodos de IA generativa 3D basados en imagen.

Nota. Perfil multicriterio (escala 1-5) de las herramientas de inteligencia artificial generativa 3D basadas en entrada por imagen, evaluadas según los criterios: FGG (fidelidad geométrica general), CMT (calidad de la red y su disposición), DLC (rendimiento en el tiempo de creación) y EDB (capacidad de modificar el modelo).

Elaboración propia Gaibor, 2025.

La Figura 8 permite identificar patrones de desempeño diferenciados entre los métodos de reconstrucción evaluados al integrar simultáneamente los criterios considerados. RealityScan se posiciona con una ventaja clara en la fidelidad de la geometría, ratificando una aptitud superior para calcar la volumetría del elemento original; no obstante, esta precisión técnica se ve contrarrestada por lapsos de procesamiento extensos y una rigidez que dificulta las tareas de edición, factores que merman su operatividad en entornos de trabajo dinámicos. En contraste, los motores de inteligencia artificial generativa fundamentados en imágenes, con TripoSR y Meshy a la cabeza, logran una armonía funcional superior al sostener niveles óptimos tanto en la integridad de la topología como en la celeridad de

los ciclos de creación y la ductilidad para realizar ajustes posteriores. Si bien esta agilidad implica ceder cierto grado de exactitud respecto al sólido físico, su rendimiento global resulta más equilibrado para el flujo proyectual. Por su parte, Hyper3D y Trellis se sitúan en un rango intermedio con un comportamiento más regular entre los parámetros medidos, mientras que propuestas como MagicScan y LumaLabs evidencian déficits críticos al arrojar valores mínimos en casi la totalidad de las variables examinadas.

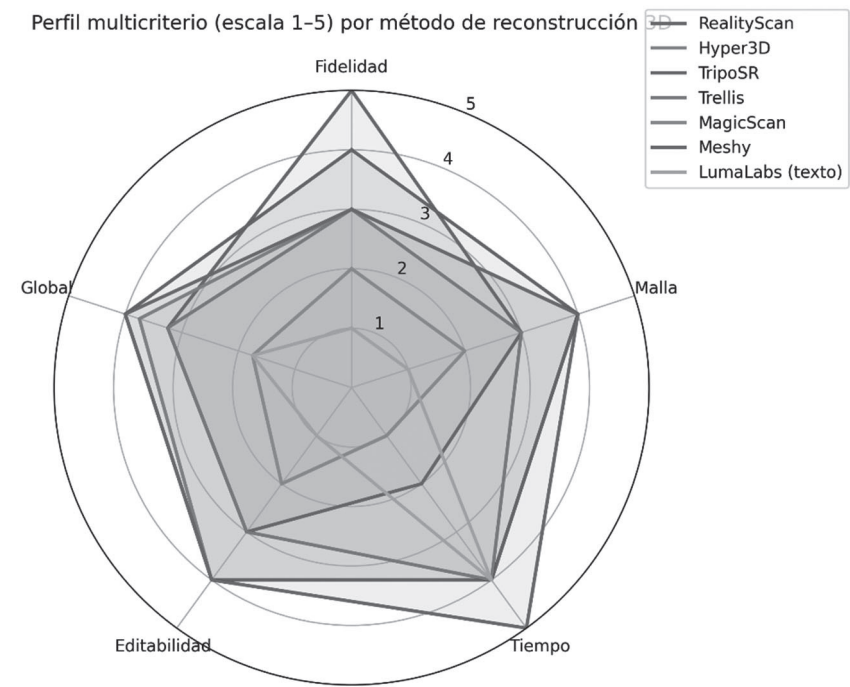


Figura 9. Perfil multicriterio de métodos de reconstrucción 3D. **Nota.** Perfil multicriterio (escala 1–5) de los métodos de reconstrucción 3D. Elaboración propia Gaibor, 2025.

La Figura 9 combina el rendimiento multicriterio de todos los métodos de reconstrucción 3D evaluados, lo que hace posible analizar las relaciones y compensaciones entre la fidelidad geométrica, la calidad de la malla, el tiempo de procesamiento, la editabilidad y el rendimiento general. A diferencia del perfil anterior que se centraba únicamente en la IA generativa basada en imágenes, esta figura ilustra más claramente la divergencia de enfoques entre la fotogrametría móvil y las herramientas de inteligencia artificial.

RealityScan destaca por su singular precisión dimensional, no obstante, presenta limitaciones que afectan la rapidez en sus procesos y la versatilidad para realizar modificaciones en etapas posteriores lo cual reafirma su especialización en campos en donde la alta fidelidad técnica es más importante en otro orden, TripoSR y Meshy tienen un desempeño más equilibrado, logrando un balance adecuado en la integridad de la topología.

Por su parte, Hyper3D y Trellis muestran una competencia intermedia sin que se aprecien oscilaciones agudas en sus parámetros, en tanto que propuestas como MagicScan y LumaLabs muestran cifras discretas en la mayor parte de las áreas examinadas lo que muestra una utilidad casi nula ante las necesidades de la contemporaneidad del diseño industrial.

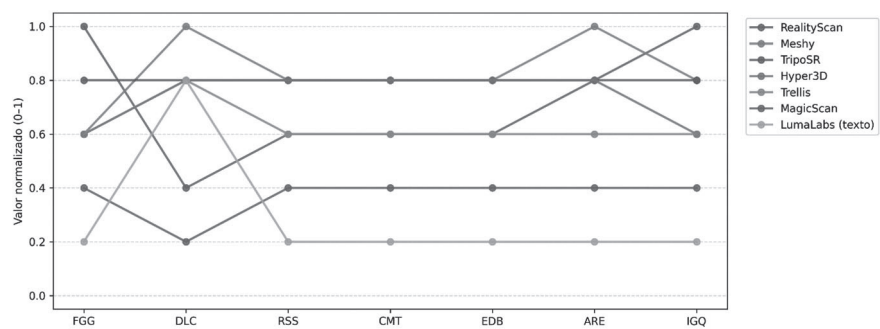


Figura 10. Análisis multicriterio mediante coordenadas paralelas de métodos de reconstrucción 3D. **Nota.** Representación de coordenadas paralelas del rendimiento de los métodos de reconstrucción 3D. Elaboración propia Gaibor, 2025.

La Figura 10 ilustra el rendimiento multicriterio de los métodos de reconstrucción 3D evaluados y normalizados respecto a una escala de 0 a 1 y permite una comparación directa de las herramientas según los criterios definidos. Los métodos de fotogrametría móvil (RealityScan y MagicScan) presentan un comportamiento homogéneo, destacándose RealityScan con fidelidad geométrica (FGG) y adecuación para el rediseño (ARE), aunque con un bajo rendimiento en ruido y suavidad de superficie (RSS) y tiempo de procesamiento (DLC). Por otro lado, las herramientas de IA generativa (Meshy y TripoSR) presentan un rendimiento más equilibrado, destacándose en editabilidad (EDB) y adecuación para el rediseño (ARE), con Meshy también destacándose en calidad de malla (CMT) y tiempo de procesamiento. LumaLabs (en modo texto) y MagicScan, por el contrario, muestran malos resultados en parámetros vitales como la fidelidad dimensional y la integridad de la malla, condicionando seriamente su inserción en ecosistemas de producción industrial.

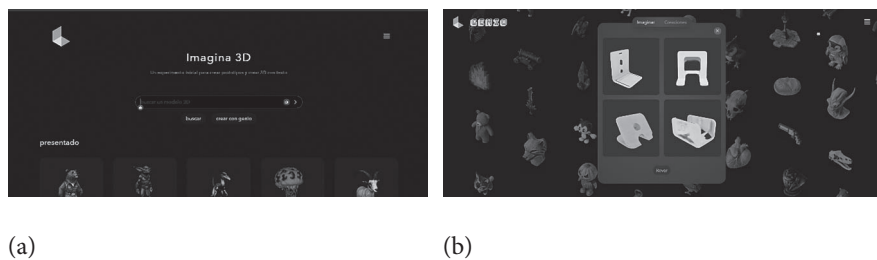
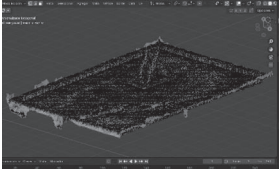
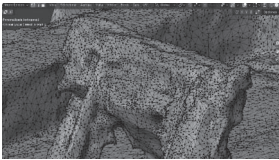
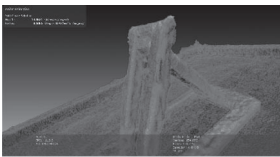
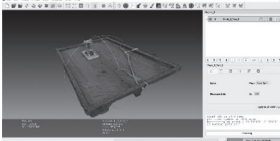
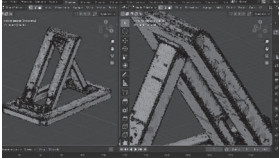
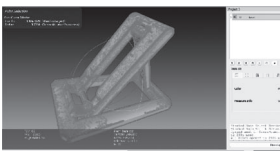


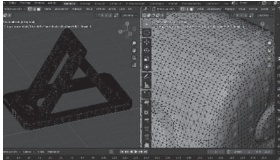
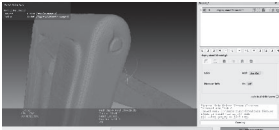
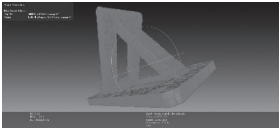
Figura 11. Interfaz y resultados de LumaLabs.

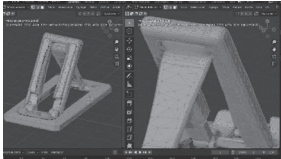
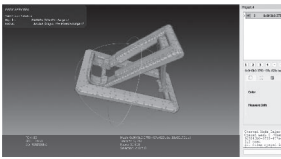
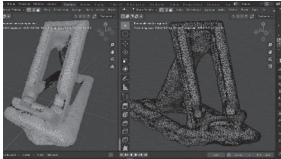
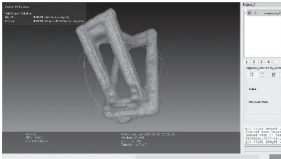
Nota. Visualización de la interfaz de generación y ejemplos de resultados preliminares obtenidos mediante LumaLabs (Imagine 3D). Elaboración propia Gaibor, 2025.

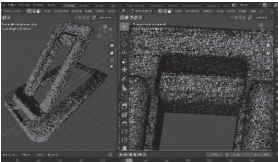
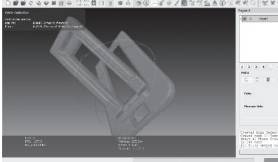
La Figura 11 ilustra que en función del texto ingresado LumaLabs produce modelos 3D con muy poca correspondencia geométrica al objeto de referencia haciendo énfasis en una versión genérica de la forma en vez de una captura exacta de proporciones y detalles funcionales, es cierto que el sistema permite una generación de modelos de forma rápida y accesible, pero la malla final del modelo tiene una excesiva simplificación de la geometría y la estructura y, además, resulta muy poco editable y poco validable. Elaboración propia Gaibor, 2025.

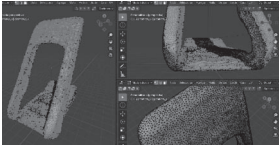
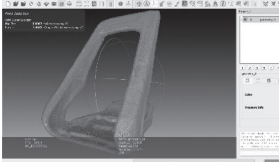
Tabla 4. Validación de mallas en Blender y MeshLab.
Nota. Análisis cualitativo de las mallas generadas por los diferentes métodos de reconstrucción 3D, evaluadas a través de la validación técnica en Blender y MeshLab. Elaboración propia Gaibor, 2025.

SOFTWARE	INTERPRETACIÓN DE MALLA	RESULTADO BLENDER	RESULTADO MESHLAB
RealityScan	(a) Malla muy densa y continua, pero con ruido superficial (granulado) y triangulación irregular. (b) En la proximidad se observan pequeños relieves y áreas que necesitan ser limpiadas y desmalezadas.	 (a)  (b)	 (a)  (b)
Hyper 3D	Malla más estable y uniforme que fotogrametría; buena continuidad general. Tiende a suavizar detalles finos (pierde aristas pequeñas), pero es más editable.		

TRIPO	(a) Se puede notar con precisión una red ordenada y suavizada; podrían existir simplificaciones en las esquinas o en las curvaturas. (b) La vista general del modelo asegura una coherencia morfológica que potencia los procesos de ideación y el desarrollo de prototipos preliminares. Al mismo tiempo, este método destaca por proyectar una menor densidad de ruido técnico y artefactos en comparación con las mallas obtenidas por fotogrametría, garantizando superficies más limpias para la interpretación visual del objeto		 (a)  (b)
--------------	--	---	---

TRELLIS	Malla simplificada y regular, con superficies relativamente uniformes. Presenta menos ruido, pero también menor fidelidad en detalles geométricos finos.		
Magic Scan	Se observa una trama saturada de anomalías y distorsiones morfológicas manifiestas, lo cual se traduce en una degradación de la solidez estructural del modelo. Dicha merma en la integridad del conjunto impone la necesidad de un refinamiento técnico más estricto antes de considerar su inserción en flujos de trabajo operativos, sobre todo si se toma como referencia la estabilidad geométrica que ofrece RealityScan.		

ME SHY	La malla resalta por su sólida estructuración y una transición de superficies sin discontinuidades o defectos visibles hay una relación directa entre la definición de una forma y la posibilidad de ejecutar libremente modificaciones sobre el modelo si bien la malla ofrece espacio para trabajar en la definición de ciertos detalles su situación inicial brinda una base funcional suficiente para las múltiples torsiones y el desarrollo conceptual de productos.		
-------------------	---	---	--

LUMALABS (exploratorio)	El desenlace morfológico se halla estrechamente supeditado a la interpretación del comando textual, lo que se traduce en una escasa capacidad de control sobre los parámetros del volumen generado. Si bien funciona como un recurso orientado a la prospección visual inicial y la exploración de ideas, este método manifiesta carencias críticas en cuanto a la exactitud dimensional y la validación de su estructura geométrica para fines técnicos.	 (a)  (b)	
------------------------------------	--	---	--

De acuerdo con los datos en la Tabla 4, la inspección técnica de las mallas a través de Blender y MeshLab muestra claras disparidades en la configuración geométrica y la topología de los activos generados por cada sistema. Por un lado, RealityScan proporciona una estructura altamente densa y continua, lo que garantiza una alta fidelidad al sólido original; sin embargo, la captura incluye interferencias y ruido en la superficie que requieren un proceso de limpieza profundo posterior a la captura. En cambio, las plataformas de reconstrucción basadas en IA a partir de fotografías, como Hyper3D, TripoSR y Meshy, generan mallas con una organización más estable y uniforme. Estos sistemas presentan menos errores visuales y reducen la carga de la post-edición, aunque este orden en la malla implica una pérdida de algunas (la mayoría) de las características sutiles del objeto real. (Remondino, Karami, Yan, & Mazzacca, 2023)

Discusión

Los resultados corroboran que en la praxis del diseño industrial, el criterio para la selección de un sistema de reconstrucción 3D radica en un balance geométrico, completitud topológica, latencia en el flujo computacional y la capacidad de realizar modificaciones en el flujo operativo la analogía entre la fotogrametría portátil y la IA (inteligencia artificial), los dos enfoques cumplen con ciertos requisitos, pero su funcionamiento óptimo es como tecnologías complementarias, no como sustitutos directos dentro del universo fotogramétrico, RealityScan ha conseguido la paridad dimensional más satisfactoria en comparación con el sólido físico en relación y captura del grosor proporción y geometría de los vínculos relacionales no obstante este rigor técnico se tradujo en una carga poligonal densa y ruido de superficie, que fue particularmente evidente en bordes y cavidades internas esta situación estableció fases de limpieza y optimización obligatorias en Blender y MeshLab, antes de su incorporación a los procesos de rediseño o fabricación digital como se valida en los resultados de malla de la tabla 4.

Por otra parte, las funciones de IA fundamentados en imágenes arrojaron valores inferiores en cuanto a exactitud métrica si bien aportaron ventajas claras en la organización de la malla, la continuidad de la superficie y la rapidez para aplicar ediciones. TripoSR y Meshy exhibieron el desempeño más armónico conjugando periodos de procesamiento reducidos con estructuras de malla estables, idóneas para el prototipado acelerado y la maduración formal de ideas. En una dirección opuesta, Hyper3D mostró una pérdida de definición en zonas funcionales, mientras que Trellis manifestó una variabilidad errática, en las formas la experiencia con MagicScan dejó claro que la fotogrametría móvil no es un estándar uniforme a pesar de emplear un principio similar, requirió un tiempo desproporcionado cerca de 180 minutos sin ofrecer una mejora sustancial en la definición final entregando modelos con distorsiones que limitaron su aplicación inmediata en cuanto a la creación desde texto mediante LumaLabs los resultados carecieron de consistencia geométrica, quedando relegados a un plano exploratorio para la fase de conceptualización inicial.

Conclusiones

Este análisis evidencia que la fotogrametría y la inteligencia artificial generativa no son métodos separados, se complementan para crear flujos accesibles de reconstrucción tridimensional en el ámbito del diseño industrial. RealityScan ofreció la mejor precisión geométrica y es más idóneo para actividades que necesitan coincidencia de dimensiones en ingeniería inversa y en la elaboración de documentación técnica; sin embargo, requiere más tiempo tanto para la captura como para el procesamiento, además de pasos extra para la optimización de la malla.

Las arquitecturas de IA generativa que son capaces de trabajar con datos visuales, como

TripoSR y Meshy, mostraron velocidades de procesamiento y estructuras de mallas que simplifican tareas de edición. Esto resulta beneficioso para la experimentación y el desarrollo de ideas sin embargo, en comparación con la fotogrametría móvil MagicScan presentó problemáticas sustanciales tanto en tiempos de procesamiento como en la definición del producto final lo que restringe su utilidad a casos de uso muy limitados finalmente la variante de generación de texto de LumaLabs no logró demostrar una capacidad técnica suficiente para satisfacer las demandas del diseño industrial en su nivel actual de madurez.

En general, los resultados apoyan la teoría del razonamiento: la fotogrametría en movimiento muestra una clara ventaja en términos de precisión geométrica; sin embargo, la IA generativa muestra velocidad y facilidad para realizar modificaciones en este marco, un enfoque híbrido, que combina la precisión fotogramétrica como base y el uso de recursos de IA para agilizar el proceso de diseño.

Referencias bibliográficas

- Adilkhan, S., Alimanova, M., Shi, L., y Soltiyeva, A. (2025). Advances in artificial intelligence-driven 3D model generation: a review of GAN and VAE methodologies. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, 14(6), 4988–5011. <https://doi.org/10.11591/eei.v14i6.10755>
- Billi, D., Caroti, G., y Piemonte, A. (2025). Metric Error Assessment Regarding Geometric 3D Reconstruction of Transparent Surfaces via SfM Enhanced by 2D and 3D Gaussian Splatting. *Sensors*, 25(14). <https://doi.org/10.3390/s25144410>
- Jasińska, A., Pyka, K., Pastucha, E., y Midtiby, H. S. (2023). A Simple Way to Reduce 3D Model Deformation in Smartphone Photogrammetry. *Sensors*, 23(2). <https://doi.org/10.3390/s23020728>
- Lin, R., Ji, Y., Ding, W., Wu, T., Zhu, Y., y Jiang, M. (2025). A Survey on Deep Learning in 3D CAD Reconstruction. *Applied Sciences (Switzerland)*, 15(12). <https://doi.org/10.3390/app15126681>
- Niu, Y., Liu, L., Huang, F., Huang, S., y Chen, S. (2024). Overview of image-based 3D reconstruction technology. *Journal of the European Optical Society-Rapid Publications*, 20(1), 18. <https://doi.org/10.1051/jeos/2024018>
- Qiu, Z. (2024). A Review of the State of the Art 3D Generative Models and Their Applications. <https://doi.org/10.54254/2755-2721/112/2024.17919>
- Quintero Madroño, J. H., Baldiris Navarro, S. M., Cerón Chaves, J. R., Burgos, D., Muñoz Erazo, Y., Jurado Ortega, L. C., y Meneses Díaz, E. J. (2021). Fotogrametría para realidad aumentada, un método de bajo costo aplicado al modelado 3D en escuelas secundarias. *Revista Facultad de Ingeniería*, 30(57), e13080. <https://doi.org/10.19053/01211129.v30.n57.2021.13080>
- Ramos Galarza, C. A. (2020). Alcances de una investigación. *CienciAmérica*, 9(3), 1–6. <https://doi.org/10.33210/ca.v9i3.336>

- Remondino, F., Karami, A., Yan, Z., Mazzacca, G., Rigon, S., y Qin, R. (2023). A Critical Analysis of NeRF-Based 3D Reconstruction. *Remote Sensing*, 15(14). <https://doi.org/10.3390/rs15143585>
- Saif, W., y Alshibani, A. (2022). Smartphone-Based Photogrammetry Assessment in Comparison with a Compact Camera for Construction Management Applications. *Applied Sciences (Switzerland)*, 12(3). <https://doi.org/10.3390/app12031053>
- Saniman, M. N. F., Zulkifli, H. S., Ishak, M. I., Wahid, K. A. A., Zhahir, A., y Muhamad, W. M. W. (2023). Performance of Photogrammetry-Based Makeshift 3D Scanning System for Geometrical Object in Reverse Engineering. *International Journal of Integrated Engineering*, 15(7), 47–56. <https://doi.org/10.30880/IJIE.2023.15.07.005>
- Santa Quintero, R. A., García Sarmiento, C. A., y Infante Andrade, J. E. (2024). Inteligencia artificial para la creación de modelos 3D aplicados en un ambiente de realidad virtual. *Ciencia y Poder Aéreo*, 19(2). <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.825>
- Teixeira Coelho, L. C., Pinho, M. F. C., Martinez de Carvalho, F., Meneguci Moreira Franco, A. L., Quispe-Enriquez, O. C., Altónaga, F. A., y Lerma, J. L. (2025). Evaluating the Accuracy of Smartphone-Based Photogrammetry and Videogrammetry in Facial Asymmetry Measurement. *Symmetry*, 17(3). <https://doi.org/10.3390/sym17030376>
- Yilmazturk, F., y Gurbak, A. E. (2020). Geometric Evaluation of Mobile-Phone Camera Images for 3D Information. *International Journal of Optics*, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/8561380>
- Zhang, C., y Maga, A. M. (2023). An Open-Source Photogrammetry Workflow for Reconstructing 3D Models. *Integrative Organismal Biology*, 5(1). <https://doi.org/10.1093/iob/obad024>

Abstract: This research study documents a systematic analysis of photogrammetry and a mobile-based 3D modeling technology using a mobile device, and artificial intelligence (AI) based 3D modeling technologies, and their relative usefulness for industrial design and industrial design using open source software. Research studies the optics and the methodologies that are cost effective, yet allow for precise and accurate measurement of geometric shapes for reverse engineering, prototyping, and technical documentation. This study research gap on mobile sensor workflows and algorithmic workflows based on mobile sensors, and mobile based AI of the algorithmic workflows based on mobile sensors and holistically. Best use, of mobile scanning devices and of emerging generative AI technologies to increased use, of mobile scanning devices and emerging generative technologies to assist in the capture of data using scanning devices and Pedagogy AI to capture of data using scanning devices and Pedagogy AI based workflows. methodology use to capture data using scanning devices to, and Pedagogy AI, and of capture data using scanning devices to, and Pedagogy AI, and of capture Pedagogy AI, and Pedagogy AI based algorithms, and the use of Pedagogy AI to capture data using scanning devices. The mobile-based digitization process is captured the scanning capture process and is mobile

based, and Its mobile based and is mobile based, and is mobile based and is mobile based, and is mobile based, and is mobile hands toll captured. AI supports, and captures, and is mobile based, and supports the democratic use of technology to capture data. closed loop technologies based on 3D volumetric modeling technologies for high professionals with cost based on 3D volumetric scanning technologies using 3D voluntary volumetric scanning technologies. 3D volumetric scanning technologies.

Keywords: artificial intelligence – industrial design – mobile photogrammetry – 3D modeling – open-source software

Resumo: Este artigo apresenta uma análise da fotogrametría em dispositivos móveis em comparação ao uso de inteligência artificial para a construção de modelos 3D, especificamente ao design e engenharia industrial, e ouvindo o uso de software livre. A pesquisa se desenvolveu a partir da identificação de alternativas que atendessem a requisitos de baixo custo e que pudessem ser desenvolvidas em relação ao plano da exatidão geométrica dentro de atividades como engenharia reversa, prototipagem e documentações técnicas. Atualmente se percebe uma carência de estudos práticos diretos em comparação ao fluxos de trabalhos com sensores móveis e com sensores móveis que utilizam algoritmos em ambientes controlados. A proposta em questão, se estabelece em determinar o que cada uma das ferramentas de escaneamento a dispositivos móveis e o que as novas soluções geradas em inteligência artificial se propõem. Para isso, foi desenvolvida uma estratégia que se ocupa da aquisição de imagens em fotograma a fotograma até chegar ao processamento nas plataformas como Blender e MeshLab, visando conter uma análise em relação a continuidade da malha, a qualidade geométrica e a qualidade dos arquivos. A partir dos dados coletados da pesquisa, foi possível afirmar que a escaneamento com a fotogrametría móvel, dentro do método ideal para a captura das imagens, a precisão ao escaneamento. Por sua vez, a inteligência artificial se limita ao proporcionar uma maior agilidade nos processos e a possibilitar uma maior liberdade nas etapas dos processos criativos.

Em conclusão, sugere-se que a fusão de ambos os sistemas aumentará a eficiência e democratizará o acesso à tecnologia de alta fidelidade em contextos profissionais com orçamentos restritos.

Palavras-chave: design industrial – fotogrametría – inteligência artificial generativa – modelagem 3D – software livre

Mateo Alexander Gaibor Avalos: Diseñador Industrial de la Universidad Técnica de Ambato, está realizando su Maestría en Ciencias de la Ingeniería con mención en Dinámica de Fluidos Computacional en la Universidad Regional Amazónica Ikiam. Universidad Técnica de Ambato, Técnico de Laboratorio, Facultad de Diseño y Arquitectura de la Universidad Técnica de Ambato. Correo electrónico: ma.gaibor@uta.edu.ec

Alexandra Elizabeth Barrionuevo Sagnay: Ingeniera con un título en Sistemas Computacionales e Ingeniería en Computación y está cursando una maestría en Inteligencia Artificial Aplicada. Universidad de Ambato, Técnico de Laboratorio, Facultad de Diseño y Arquitectura de la Universidad de Ambato. Correo electrónico: ae.barrionuevo@uta.edu.ec

María Augusta Rojas Molina: Arquitecta de la Universidad Central del Ecuador, Máster en Construcción y Ciencias Tecnológicas Arquitectónicas de la Universidad Politécnica de Madrid (España). Universidad de Ambato, docente en la Facultad de Diseño y Arquitectura de la Universidad Técnica de Ambato. Correo electrónico: ma.rojas@uta.edu.ec