



INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**Proyecto Previo a la Obtención del Título de Ingeniero
Automotriz**

Autor: Edwin Miguel Quiroz Galarza
Tutor: Ing. Edgar Gustavo Vera Puebla, Msc.

**Aplicación de Escáner 3D con Láser de Cavidad Vertical
en Procesos de Ingeniería Inversa para Autopartes**

Certificación de Autoría

Yo, Edwin Miguel Quiroz Galarza, con CI: 0941451817, declaro bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad intelectual, reglamento y leyes.

Edwin Miguel Quiroz Galarza

C.I: 0941451817

Aprobación del Tutor

Yo, Edgar Vera Puebla certifico que conozco al autor del presente trabajo siendo responsable exclusivo tanto de su seguridad y autenticidad, como de su contenido

Ing. Edgar Vera Puebla, Msc

C.I.: 1715264105

Director del Proyecto

Dedicatoria

Este proyecto lo dedico principalmente a Dios porque gracias a él logré alcanzar una de mis metas. También se lo dedico a mis padres porque siempre estuvieron a mi lado y me brindaron su apoyo y consejos para ser cada día mejor persona, mis hermanos, mi novia, mi abuela, aunque no está físicamente con nosotros, pero siempre me acompaña desde el cielo y me cuida, a mis amigos, compañeros y a todas las personas que, de una forma u otra, contribuyeron a la culminación de mi camino universitario.

Edwin Miguel Quiroz Galarza

Agradecimiento

Primero, doy gracias a Dios por permitirme estar aquí en este momento para defender mi proyecto. También agradezco a mis padres, mis hermanos, mi novia, quiénes son los promotores que hacen realidad este sueño Gracias por confiar en mí y creer en mí. por estar a la altura de mis expectativas y por haberme acompañado todos los días, aunque fuera una noche agotadora de estudio, siempre sentí tu compañía, la llegada de sus palabras me motivó a hacer cosas buenas para que mi carrera profesional continúe. gracias a mis padres porque siempre quisieron que esté aquí para realizar mi formación profesional, gracias a sus consejos y por cada una de estas palabras que me han guiado a lo largo de mi vida, gracias a ellos me encuentro aquí en este lugar para poder defender mi proyecto. Agradezco a todos porque han sido un pilar en mi vida.

Edwin Miguel Quiroz Galarza

Índice General

Dedicatoria.....	v
Agradecimiento	vi
Índice General.....	vii
Índice de Figuras	xi
Índice de Tablas.....	xiii
Resumen	xiv
Abstract.....	xv
Introducción.....	1
Capítulo I	3
Problema de la Investigación.....	3
1.1. Tema de Investigación.....	3
1.2. Planteamiento, Formulación y Sistematización del Problema	3
1.2.1. <i>Planteamiento del Problema</i>	3
1.2.2. <i>Formulación del Problema</i>	4
1.3. Sistematización del Problema	4
1.4. Objetivos de la Investigación	4
1.4.1. <i>Objetivo General</i>	4
1.4.2. <i>Objetivos Específicos</i>	5
1.5. Justificación e Importancia de la Investigación	5
1.5.1. <i>Justificación Teórica</i>	5
1.5.2. <i>Justificación Metodológica</i>	5
1.5.3. <i>Justificación Práctica</i>	5

1.5.4. <i>Delimitación Temporal</i>	6
1.5.5. <i>Delimitación Geográfica</i>	6
1.5.6. <i>Delimitación del Contenido</i>	6
1.6. Alcance.....	6
Capítulo II.....	8
Revisión Literaria	8
2.1. Definición de Escaneo en Tres Dimensiones (3D)	8
2.2. Aplicaciones del Escaneo 3D en Diferentes Industrias.....	12
2.3. Tipos de Tecnología de Escaneo 3D	14
2.3.1. <i>Escaneo 3D por Luz Estructurada</i>	15
2.3.2. <i>Escaneo por Triangulación Láser</i>	17
2.3.3. <i>Tipo de Escaneo según Modo de Uso</i>	18
2.4. Ventajas y Desventajas del Escaneo 3D.....	19
2.4.1. <i>Ventajas del Escaneo 3D</i>	19
2.4.2. <i>Desventajas del Escaneo 3D</i>	20
2.5. Fundamentos de la Tecnología de Escaneo 3D.....	21
2.5.1. <i>Principio de Funcionamiento de los Escáneres 3D</i>	21
2.5.2. <i>Tipos de Sensores Utilizados en el Escaneo 3D</i>	22
2.5.3. <i>Resolución y Precisión en el Escaneo 3D</i>	23
2.5.4. <i>Consideraciones de Iluminación y Entorno</i>	24
2.6. Tecnología de Láser Emisor de Superficie de Cavidad Vertical (VCSEL)	25
2.6.1. <i>Antecedentes de la Tecnología VCSEL</i>	26
2.7. Preparación para el Escaneo 3D.....	27

2.7.1. Preparación del Objeto Por Escanear	28
2.7.2. Configuración de Hardware y Software	29
2.7.3. Calibración de Escáner 3D.....	30
2.7.4. Seguridad y Mejoras Prácticas en Proceso de Escaneo 3D	32
Capítulo III	34
Método de Escaneo 3D Aplicado en la Industria Automotriz	34
3.1. Escaneo 3D en la Industria Automotriz	34
3.2. Aplicaciones Automotrices	34
3.3. Proceso de Escaneado 3D en Autopartes del Vehículo.....	36
3.3.1. Escáner Gama CR-Scan Ferrest SE.....	37
3.4. Desarrollo de Guía de Uso	43
3.4.1. Descarga de Software	43
3.4.2. Escaneado de Objetos Oscuros, Transparentes o Reflectantes	44
3.4.3. Escaneado de Objetos con Superficies Planas.....	44
3.4.4. Escaneo de Color	47
3.4.5. Acerca del Escáner.....	48
3.4.6. Software CrealityScan.....	49
3.4.7. Procedimiento de Escaneo	50
3.4.8. Escaneo de Objetos Especiales	50
3.4.9. Interfaz de Usuario de acuerdo con la Página de Inicio	51
3.4.10. Interfaz del Espacio de Trabajo	52
3.4.11. Interfaz de Escaneo Completo.....	54
3.4.12. Interfaz de Aprendizaje	56

3.4.13. <i>Interfaz de Nueva Configuración de Proyecto</i>	56
3.4.14. <i>Edición de Proyectos de Escaneo 3D</i>	60
3.4.15. <i>Exportación de Proyectos Escaneados en 3D</i>	60
3.4.16. <i>Ejercicio de Aplicación del Proceso de Escaneo 3D</i>	62
Capítulo IV	68
Análisis de Resultados en Proceso de Escaneo 3D	68
4.1. Análisis Dimensional y Geométrico	68
Conclusiones.....	71
Recomendaciones	73
Bibliografía	74

Índice de Figuras

Figura 1 <i>Proceso de Escaneo 3D</i>	9
Figura 2 <i>Proceso Reconstrucción de Puntos Obtenidos</i>	10
Figura 3 <i>Texturización de Objetos</i>	11
Figura 4 <i>Aplicación del Escaneo 3D en la Industria</i>	14
Figura 5 <i>Escaneo por Luz Visible (LED)</i>	16
Figura 6 <i>Escaneo por Luz No Visible (Infrarrojos)</i>	16
Figura 7 <i>Escaneo por Triangulación Láser</i>	17
Figura 8 <i>Escáner 3D del Tipo Fijo o Escritorio</i>	18
Figura 9 <i>Escáner 3D del Tipo Portátil</i>	19
Figura 10 <i>Principio de Funcionamiento del Escáner 3D</i>	21
Figura 11 <i>Consideraciones de Iluminación y Entorno en el Escáner 3D</i>	24
Figura 12 <i>Valores y Evolución de Escáneres desde 1960 a 2010</i>	27
Figura 13 <i>Fijación de Objeto</i>	28
Figura 14 <i>Calibración Radial y Tangencial del Escáner 3D</i>	31
Figura 15 <i>Proceso de Bocetos en Creación de Vehículos</i>	35
Figura 16 <i>Escáner Gama Scanner 3D de la Marca Revopoint</i>	37
Figura 17 <i>Cámaras de Profundidad del Escáner 3D Gama</i>	39
Figura 18 <i>Distancia de Trabajo Recomendada para el Escáner 3D Gama</i>	40
Figura 19 <i>Chip de Desarrollo del Escáner 3D Gama</i>	41
Figura 20 <i>Power Bank y Trípode del Escáner 3D Gama</i>	41
Figura 21 <i>Logo de Aplicación Revo Scan</i>	42
Figura 21 <i>Marcadores Adhesivos de Contraste para Proceso de Escaneo 3D</i>	44

Figura 23 Marcadores Adheridos en Pieza Automotriz en Proceso de Escaneo 3D.....	45
Figura 24 Partes del Escáner Range 3D.....	48
Figura 25 Interfaz de Pantalla de Inicio Revo Scan 5V.....	51
Figura 26 Interfaz del Espacio de Trabajo Revo Scan 5V	53
Figura 27 Interfaz del Escaneo Completo.....	55
Figura 28 Interfaz del Escaneo Completo en Fase de Procesamiento	56
Figura 29 Interfaz de Configuración de Escaneo	57
Figura 30 Selección de Elemento para Proceso de Escaneo 3D.....	63
Figura 31 Preparación de Escáner 3D	63
Figura 32 Configuración de Escáner 3D	64
Figura 33 Finalización de Proceso de Escáner 3D	65
Figura 34 Procesamiento de Datos de Escáner 3D	66
Figura 35 Finalización del Procesamiento de Datos de Escáner 3D.....	66

Índice de Tablas

Tabla 1 Especificaciones Técnicas del Range Scanner 3D de la Marca Revopoint	38
Tabla 2 Superficies Difíciles de Escanear	51

Resumen

El presente estudio se enfoca en la aplicación de la ingeniería inversa mediante un escáner 3D con tecnología láser para proceder a escanear elementos o mecanismos automotrices, buscando comprender sus complejas geometrías con una precisión excepcional. El proceso comienza con la selección de la pieza específica del automóvil y la definición de objetivos, seguido por la configuración del escáner para adaptarse a las características de proceso o metodología. La emisión de haces láser captura datos que generan una nube de puntos 3D, representando con detalle la superficie de la pieza. Tras la captura, se lleva a cabo un exhaustivo procesamiento de datos que incluye la registración y limpieza de la nube de puntos, así como la creación de un modelo 3D mediante software CAD. Este modelo se compara con las especificaciones originales para evaluar tolerancias y desviaciones, lo que facilita la detección de defectos. El análisis resultante contribuye a mejoras de diseño y optimización de la pieza. Además, el modelo 3D sirve como base para aplicaciones prácticas, como la reproducción y fabricación de réplicas exactas mediante tecnologías de impresión 3D o mecanizado CNC. La metodología también respalda el diseño y desarrollo de nuevas versiones de las autopartes, permitiendo una adaptación continua a los estándares de la industria automotriz. En síntesis, este enfoque integral de ingeniería inversa no solo proporciona una comprensión detallada de la geometría de las autopartes, sino que también facilita la mejora constante de la calidad y funcionalidad de estas piezas clave en la fabricación de vehículos.

Palabras Clave: Escáner 3D, autopartes, automoción, ingeniería inversa.

Abstract

The present study focuses on the application of reverse engineering using a 3D scanner with laser technology to scan automotive elements or mechanisms, seeking to understand their complex geometries with exceptional precision. The process begins with selecting the specific automotive part and defining objectives, followed by configuring the scanner to suit the process characteristics or methodology. The emission of laser beams captures data that generates a cloud of 3D points, representing the surface of the part in detail. After capture, extensive data processing is carried out that includes registration and cleaning of the point cloud, as well as the creation of a 3D model using CAD software. This model is compared to the original specifications to evaluate tolerances and deviations, making it easier to detect defects. The resulting analysis contributes to design improvements and part optimization. Additionally, the 3D model serves as a basis for practical applications, such as reproducing and manufacturing exact replicas using 3D printing or CNC machining technologies. The methodology also supports the design and development of new versions of auto parts, allowing continuous adaptation to automotive industry standards. In summary, this comprehensive reverse engineering approach not only provides a detailed understanding of the geometry of auto parts but also facilitates the constant improvement of the quality and functionality of these key parts in vehicle manufacturing.

Keywords: 3D scanner, auto parts, automotive, reverse engineering.

Introducción

La aplicación de la ingeniería inversa a través de escáner 3D con tecnología láser para emisión de superficie de cavidades verticales en autopartes de vehículos es un proceso avanzado que permite capturar con alta precisión la geometría y detalles de componentes automotrices complejos. Este enfoque es especialmente útil cuando se trata de piezas con formas intrincadas o cavidades difíciles de medir con métodos tradicionales.

Aquí hay un desglose de los pasos clave involucrados en este proceso:

- Preparación y Planificación:

Identificación de la pieza: Se selecciona la autoparte específica que se va a analizar mediante ingeniería inversa.

Determinación de objetivos: Se establecen los objetivos del escaneo 3D, como la obtención de medidas precisas, la creación de modelos CAD, la detección de defectos o el análisis de tolerancias.

- Escaneo 3D:

Configuración del escáner: Se configura el escáner láser 3D para adaptarse a las características de la pieza y la cavidad vertical en cuestión.

Captura de datos: El escáner láser emite haces de luz que barren la superficie de la pieza, midiendo la distancia y generando una nube de puntos 3D que representa la geometría de la pieza, incluidas las cavidades verticales.

- Procesamiento de Datos:

Registración de nube de puntos: Si se realizan múltiples escaneos desde diferentes ángulos para cubrir toda la superficie de la cavidad, es necesario combinar y alinear los datos para obtener un modelo coherente y preciso.

Limpieza y filtrado: Se eliminan datos ruidosos o no deseados de la nube de puntos, mejorando la calidad y la precisión de la información.

- Creación de Modelo 3D:

Superficie y modelado CAD: Utilizando software de modelado 3D, se crea una superficie virtual que se ajusta a los datos capturados. Esto puede implicar la creación de superficies complejas para replicar la geometría de la cavidad vertical.

- Análisis y Optimización:

Verificación de tolerancias: El modelo CAD resultante se compara con las especificaciones originales para evaluar las desviaciones y la tolerancia. Esto puede ayudar a identificar defectos o discrepancias en la pieza escaneada.

Modificaciones y optimización: Si se encuentran discrepancias, se pueden realizar ajustes en el modelo CAD para mejorar la forma y función de la pieza.

- Aplicaciones Finales:

Reproducción y fabricación: El modelo 3D optimizado se puede utilizar para fabricar réplicas exactas de la pieza utilizando técnicas de fabricación aditiva (impresión 3D) o sustractiva (mecanizado CNC).

Diseño y desarrollo: El modelo 3D también puede servir como base para el diseño y desarrollo de nuevas versiones de la pieza o para la creación de mejoras.

La ingeniería inversa a través de escáner 3D con tecnología láser es una herramienta poderosa en la industria automotriz, ya que permite obtener mediciones altamente precisas y detalladas de componentes complejos, facilitando la optimización, el mantenimiento y la fabricación de piezas de vehículos.

Capítulo I

Problema de la Investigación

1.1. Tema de Investigación

Aplicación de proceso de ingeniería inversa a través de escáner 3D con tecnología láser emisor de superficie de cavidad vertical en autopartes de vehículos.

1.2. Planteamiento, Formulación y Sistematización del Problema

En la ingeniería mecánica existe un gran problema que no se ha tomado en cuenta, como la pérdida de tiempo que se toman diseñando piezas automotrices, por lo que se debería implementar algún sistema que facilite a esta industria.

1.2.1. Planteamiento del Problema

En la actualidad la industria automotriz que es muy amplia encontramos el principal problema al momento de la fabricación de piezas automotrices, como la fabricación de estos, por lo que con la implementación de la tecnología láser y haciendo uso de un sistema de escáner, ayudaría a minimizar el tiempo y saber medidas exactas de piezas automotrices.

La tecnología de láser emisor de superficie de cavidad vertical con sus siglas en inglés VCSEL se ha hecho popular en los últimos años con la adopción de las fuentes de luz láser para el reconocimiento espacial en tabletas y el reconocimiento facial en teléfonos inteligentes. Y con la eclosión de los Vehículos de Guiado Automático o sus siglas en inglés AGV y los sistemas de inspección industrial que utilizan el reconocimiento de gestos y formas, se espera que la demanda de VCSEL crezca aún más. La tecnología VCSEL desarrollada recientemente por la empresa japonesa de nombre ROHM logra una mayor precisión en los sistemas de reconocimiento espacial y de medición de distancias gracias al uso de sistemas de Tiempo de Vuelo (ROHM, 2020).

Según (Redríguez, 2016) dice que “Los láseres de semiconductor, a cuya familia pertenecen los VCSEL, se han convertido en dispositivos con mayor aplicación dentro del

ámbito de las comunicaciones, por su capacidad para emitir luz coherente y trabajar en amplio rango de longitudes de onda”.

Es notable que este sistema podría ayudar mucho en la industria automotriz, disminuyendo tiempo de trabajo al momento de tomar medidas y realizar una pieza, por medio de un escáner con tecnología láser, que da con mayor precisión medidas con más exactitud a superficies irregulares, dando así ya una facilidad para el profesional de terminar su trabajo de una manera más rápida, óptima y exacta.

1.2.2. Formulación del Problema

¿Será que la aplicación de proceso de ingeniería inversa de escáner 3D con tecnología láser emisor de superficie de cavidad vertical en autopartes de vehículos, nos ayude a mejorar la eficacia y ahorrar mucho más tiempo en el diseño de piezas automotrices?

1.3. Sistematización del Problema

- ¿Qué influencia tiene el desarrollo de este proyecto en la rama de la Ingeniería Automotriz?
- ¿Cuáles serían los parámetros para medir para demostrar la eficacia de esta tecnología para la fabricación de autopartes automotrices?
- ¿Será que los altos costos de la implementación del láser emisor de superficies con tecnología VCSEL es la razón para no sustituirlas por la manera tradicional de la toma de medición para la elaboración de autopartes de un vehículo?
- ¿Qué ventajas brinda el uso de programas computacionales de ingeniería asistida por ordenador en la generación e interpretación de soluciones?

1.4. Objetivos de la Investigación

1.4.1. Objetivo General

- Desarrollar la aplicación de la tecnología de láser emisor de superficie de cavidad en proceso de ingeniería inversa en autopartes de vehículos automotrices.

1.4.2. *Objetivos Específicos*

- Analizar la función del escáner 3D láser en procesos de modelado virtual de autopartes de vehículos.
- Evaluar la eficacia del uso de un dispositivo de escaneo en 3D para la aplicación de un proceso de ingeniería inversa en autopartes de vehículos automotrices.
- Elaborar una guía de uso del escáner 3D con tecnología láser, aplicando un proceso de ingeniería inversa en autopartes de vehículos automotrices.

1.5. *Justificación e Importancia de la Investigación*

Definidos los objetivos de la investigación se responde la pregunta de por qué investiga a este interrogante. Se puede dar respuesta desde la perspectiva teórica, metodológica y práctica.

1.5.1. *Justificación Teórica*

La justificación teórica de este trabajo se fundamenta con temas direccionados con la tecnología VCSEL, teniendo de base información verídica para poder desarrollar el proyecto.

1.5.2. *Justificación Metodológica*

La implementación y adquisición del escáner con tecnología VCSEL, basándose en aspectos básicos para este trabajo. Mi investigación sobre el accionamiento del escáner 3D, puede comprobar la viabilidad de la adquisición de este producto, como solución al tiempo que regularmente se toma un Ingeniero mecánico al tomar medidas de una pieza automotriz, lo que se comprobaría sus ventajas al usarlo.

1.5.3. *Justificación Práctica*

Este estudio se llevará a cabo debido a que, en la actualidad en la rama de la Ingeniería Automotriz, existe un factor negativo al replicar una pieza mecánica, como la cantidad de tiempo que tomaría saber sus medidas exacta, debido a esto utilizando el escáner con tecnología

VSCEL, se buscaría una forma más práctica para realizar sus labores. Dando como finalidad ayudar al profesional a hacer un trabajo eficiente y eficaz.

1.5.4. Delimitación Temporal

El trabajo se desarrollará desde el mes de septiembre a diciembre de 2024, lapso que permitirá realizar la investigación, así como diseñar la propuesta.

1.5.5. Delimitación Geográfica

El trabajo se desarrollará e implementará en la Escuela de Ingeniería Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador sede Guayaquil, que será destinado para el estudio de futuros Ingenieros Automotrices.

1.5.6. Delimitación del Contenido

En el primer módulo encontraremos los marcos correspondientes como el conceptual, referencial que es donde se argumenta antecedentes y las líneas de un trabajo de investigación, por lo consiguiente argumentamos sobre la tecnología VCSEL su definición, los avances, funcionamiento de este sistema que está evolucionando y desarrollando nuevos avances tecnológicos.

El segundo módulo se basará en definir las ventajas y desventajas que se pueden presentar al utilizar esta tecnología en la fabricación de piezas automotrices, describir características del escáner, tipos que existen y el desarrollo de la guía de uso de este.

El tercer módulo está orientado a describir donde se aplica, las herramientas que se utilizarán para desarrollar este proyecto, presupuesto y cronograma correspondiente.

1.6. Alcance

El estudio se centra en la aplicación de la ingeniería inversa utilizando un escáner 3D con tecnología láser para analizar y comprender las características de las cavidades verticales en autopartes de vehículos. El objetivo es capturar con alta precisión la geometría y los detalles de estas cavidades, que a menudo son difíciles de medir mediante métodos convencionales. El

proceso involucra la configuración del escáner láser, la captura de datos mediante emisión de haces de luz y la generación de una nube de puntos 3D que representa la superficie de las cavidades.

Posteriormente, los datos se procesan para registrar, limpiar y alinear la nube de puntos. Luego se crea un modelo 3D utilizando software de modelado CAD, que se compara con las especificaciones originales para evaluar desviaciones y tolerancias. Esto permite detectar defectos y discrepancias, contribuyendo a mejoras de diseño y fabricación. El alcance del estudio abarca desde la preparación y planificación del escaneo hasta la aplicación práctica de los resultados, como la fabricación y el diseño de nuevas versiones de las autopartes. La metodología ayuda a optimizar la calidad y funcionalidad de las piezas, siendo especialmente relevante en la industria automotriz para mantener altos estándares de producción y diseño.

Capítulo II

Revisión Literaria

2.1. Definición de Escaneo en Tres Dimensiones (3D)

Un término utilizado en las últimas décadas es el de escaneo de elementos automotrices y que según (Decubre Arduino, 2014) dice que “El escaneo 3D implica la recopilación de datos sobre la forma y la apariencia de un objeto físico, estructura, entorno o persona”.

Este criterio lo que indica es que con el uso de la recopilación de estos datos contribuyen a la construcción de modelos 3D en su forma digital. Este escaneado se consigue a través de los escáneres 3D los mismos que son esencialmente utilizados para generar un análisis de objetos, así como de entornos para luego realizar una recopilación de datos y finalizar con la construcción de modelos digitales o físicos.

Actualmente el escaneo 3D posee una aplicación muy amplia en todas las áreas de las industrias como lo son: ingeniería automotriz, industrial, medicina, arquitectura, entretenimiento, entre otras.

A partir de la forma con que se han involucrado es este tipo de metodología tecnológica muchas de las personas involucradas en el desarrollo de diseño y producción han visto un avance significativo, así como el mejoramiento del desempeño en procesos tales como: examinación de objetos de forma digital, mejoramientos significativos de los procesos de desarrollo del trabajo por medio de la precisión y eficiencia.

El escaneo 3D es tan importante actualmente en la industria por lo que se han previsto de que sea compatible con otros procesos como lo es el diseño asistido por un ordenador o conocido por sus siglas CAD, así como con el proceso de impresión en 3D y por último el poder desempeñarse de forma correcta con un proceso actual conocido como ingeniería inversa.

Al ser un nuevo tipo de metodología y tecnología se ha generado una básica explicación de lo que conlleva el escaneo 3D, al tener en cuenta que es algo que cada día se desarrolla de

forma exponencial en lo que conlleva al conocimiento, por ende, cada persona que este involucrada con este proceso debe actualizarse de forma continua.

En la figura 1 se puede ver de forma clara un proceso de escaneo3D aplicado a un elemento de la industria automotriz.

Figura 1

Proceso de Escaneo 3D



Fuente: (AsorCAD, 2020)

De manera que se pueda entender en definitiva lo que conlleva el escaneo 3D pues se debe tener en cuenta que existen una variedad de técnicas que logran generar un proceso de escaneo 3D, de las cuales cada una de ellas se fundamentan en el mismo principio básico, el cual consiste en la utilización de un sensor el mismo que puede ser del tipo láser, sonda física o de luz, cualquiera de estos tipos tienen la función principal de medir la distancia que existe entre el lente de la cámara del escáner y el objeto a ser escaneado.

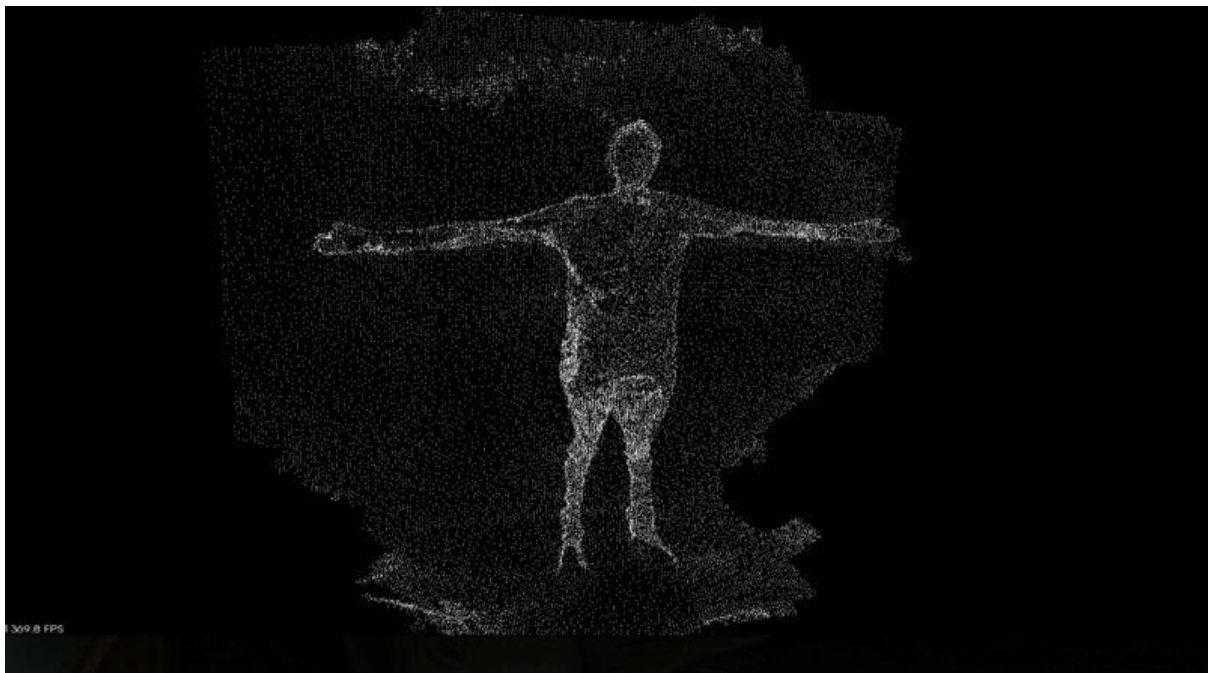
Estos escáneres 3D poseen la función de identificar básicamente puntos 3D, los mismos que son calculados a partir de imágenes o fotos y con mediciones de profundidad de la

superficie del objeto mediante triangulación de puntos referenciales que aparecen en la pantalla de forma individual.

Una vez que se integren de forma conjunta estos puntos 3D se genera una nube de puntos, que se muestran como en la figura 2, posterior el proceso en si genera una extrapolación de los puntos generando así la forma del objeto que se lo encuentra escaneando desde los puntos que se han determinado y a esta fase del proceso se la conoce como reconstrucción.

Figura 2

Proceso Reconstrucción de Puntos Obtenidos



Fuente: (AsorCAD, 2020)

Posteriormente a la fase en la que el escáner creó la nube de puntos del objeto, este procede a generar la malla la cual permite la creación de un modelo en tres dimensiones para de esta manera construir su respectiva superficie.

Cuando se habla de mallado, esto significa de manera esencial la conexión entre los puntos que se encuentran en la nube para estos generar un modelo de forma completa. Una de las mallas corresponde a un conjunto de vértices y caras, pero con las características que llevan información de como cada uno de los vértices conforman la superficie generada.

En lugar de proceder a la generación a valorar cada uno de los puntos para generar una malla que no sea considerablemente compleja y que por ende sea mucho más fácil de ser trabajada.

Para finalizar con el proceso de escaneado 3D la malla que se creó es texturizada refiriéndose este término según (Decubre Arduino, 2014) a que “la textura se refiere a una imagen pintada en un servicio y la aplicación de una textura a una superficie se denomina mapeo de texturas o asignación UV”.

Cuando una imagen de un objeto es texturizada esta se almacena en una carpeta o archivo especial en donde cada uno de los pixeles con sus coordenadas V y el usuario posee el color correspondiente como se puede apreciar en la figura 3.

Figura 3

Texturización de Objetos



Fuente: (AsorCAD, 2020)

Un aspecto por tomar muy en cuenta es el factor de iluminación durante el proceso de escaneo en la que se requiere una iluminación del tipo brillante y uniforme para poder obtener los mejores resultados a menos que el equipo de escáner cuente con un flash integrado.

De manera general siempre que se realice un proceso de escaneo 3D se debe tener en cuenta que se requieren de varias pasadas del escáner sobre la superficie a ser escaneada, lo que permitirá obtener un modelo completo, por el motivo que el escáner requiere obligatoriamente recopilar información o censar cada uno de los lados del objeto.

El proceso de escaneo se conjuga con un proceso de referencia en común, el cual es un proceso que dentro de este tipo de metodología es conocido como de registro o alineación. Posteriormente, los escaneos se enlazan entre sí, para generar el modelo 3D. A todo el proceso de escaneo 3D generalmente se lo identifica como la canalización de escaneo 3D.

2.2. Aplicaciones del Escaneo 3D en Diferentes Industrias

La innovación constante de la tecnología en el área del diseño ha permitido que la tecnología de escaneo 3D ocupe un lugar de suma importancia y a su vez con el transcurrir el tiempo se vuelva más accesible y asequible por la industria, así como por personas profesionales o aficionadas.

Este tipo de tecnología brinda a sus usuarios generar modelos en tres dimensiones de forma digital de estructuras, espacios y objetos físicos, los cuales pueden ser utilizados en una gama amplia de aplicaciones como en la creación de prototipos, nuevos diseños, control de calidad y conservación.

Esta tecnología denominada de escaneo 3D posee una amplia gama de aplicación en distintas áreas de la industria a nivel mundial. En ingeniería y arquitectura, el escaneo 3D se lo utiliza con la finalidad de crear documentación de estructuras existentes de acuerdo con lo construido, permite la verificación de la precisión del diseño, así como el crear modelos en tres dimensiones de forma precisa que permiten ser usados con varios tipos de softwares de diseño.

Según (Sergi, 2023) dice que “En la fabricación, el escaneo 3D se utiliza para el control de calidad, la ingeniería inversa y la creación de moldes para los procesos de fabricación. En

la industria médica, el escaneado 3D se usa para crear prótesis personalizadas, implantes dentales y planificación quirúrgica”.

En el caso del área de la industria del entretenimiento la tecnología del escaneo 3D se aplica directamente para la creación de personajes y de diversos entornos digitales los cuales adquieren un valor muy alto de realismo que son aplicados en películas, experiencias de realidad virtual y videojuegos se logra alcanzar de manera significativa tener unas experiencias digitales hiperrealistas e inmersivas, perfeccionando el compromiso y de la satisfacción de toda su audiencia.

La aplicación de la tecnología de escaneo 3D en el campo de la industria del diseño de producto de forma global ha tenido un impacto significativo sobre todo en el área de la industria automotriz ya que la producción de nuevas piezas de vehículos con aplicación de la ingeniería inversa lo requiere de manera significativa.

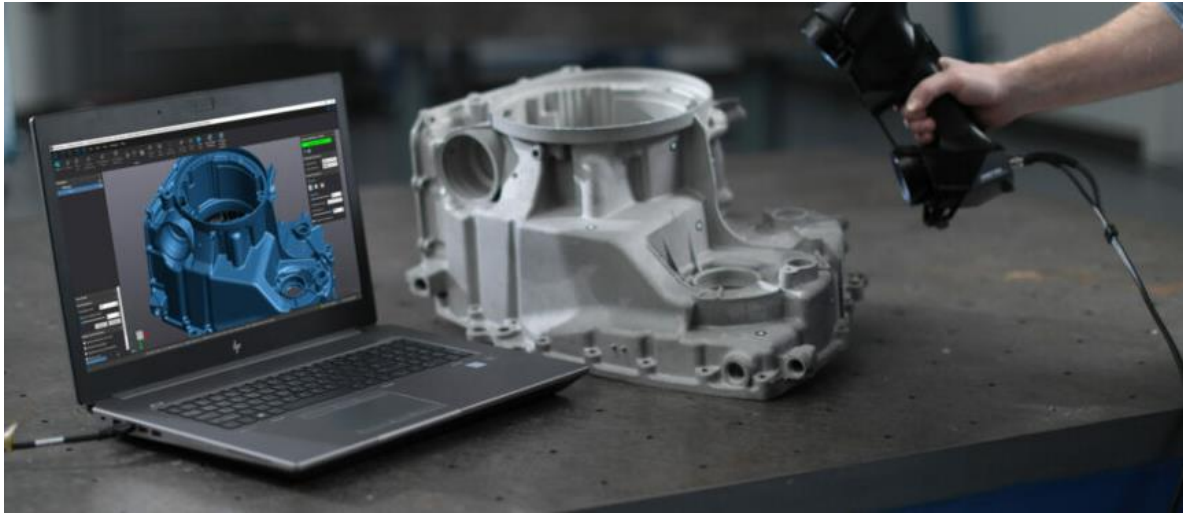
En el caso de la industria manufacturera, ha alcanzado a llegar a obtener procesos de producción mucho más precisos y rápidos, logrando la disminución de tiempos y costos que son asociados con la elaboración de distintos prototipos y del control de calidad de estos.

En el área de la industria médica se puede indicar que se han logrado alcanzar mejores resultados en las planificaciones quirúrgicas logrando que sean más precisas y eficientes, también el alcanzar elaboración de prótesis de forma personalizada y de esta forma han mejorado los resultados en los pacientes.

En definitiva, se puede concluir que con la tecnología de escaneo 3D se permitió lograr una evolución de forma rápida y al alcance de todos con su elección de tecnología aún más generalizadas y nuevas aplicaciones en un futuro en las que se dan solución a una gama muy amplia de industrias, un ejemplo de aplicación en la industria automotriz se puede observar en la figura 4.

Figura 4

Aplicación del Escaneo 3D en la Industria



Fuente: (AsorCAD, 2020)

2.3. Tipos de Tecnología de Escaneo 3D

Según (Shining 3D, 2023) indica que “El escaneo 3D se está integrando cada vez más en diferentes procesos de manufactura y creación”, esto involucra a ser aplicada en industrias como automotriz, manufacturera, arte, educación, diseño, médica.

La forma de cómo se realiza el proceso de escaneo 3D básicamente dependerá del tipo de tecnología que involucre al escáner y del tipo de datos que se pretende capturar, por lo que basándose en estos aspectos se puede generar una división del tipo de escaneo como son los siguientes:

- Escaneo con contacto
- Escaneo sin contacto
- Escaneo mediante tecnología por triangulación láser
- Escaneo con luz estructurada visible
- Escaneo con luz estructurada no visible
- Escaneo por fotogrametría
- Escaneo por sensores

A continuación, se describen alguno de estos tipos de escaneo 3D que comúnmente se aplican en la industria.

2.3.1. Escaneo 3D por Luz Estructurada

Básicamente el escaneo 3D por luz estructurada se genera por la proyección de unos patrones de la luz, los cuales se encuentran dirigidos al objeto o superficie que se escanea, así como la observación del barrido de deformidad de esta sobre el objeto.

La composición de este tipo de escaneo 3D se basa en un proyector el cual permite generar los patrones de luz de manera estable y de unas cámaras las cuales captan la distancia y recorrido entre cada uno de los puntos que se encuentran dentro del campo de visión que posee.

En lo que conlleva este tipo de tecnología que a la fecha de la presente investigación se la realiza esta se divide la fuente de luz en dos:

- Escaneo 3D con luz visible que es conformado por LED's
- Escaneo 3D con luz no visible que es conformado por luz infrarroja en su proceso de escaneo.

El tipo de escaneo 3D por luz visible (LED), están caracterizados por ser de fácil uso y muy rápidos en lo que conlleva a la captura de la información.

En este tipo de escaneado los escáneres de luz estructurada LED son muy accesibles y además poseen un rango muy amplio de aplicaciones.

Como ejemplo según lo detallado se pueden encontrar escáneres que permiten un alto nivel de detalles y otros escáneres que en cambio poseen un elevado rango de escaneo.

En la figura 5 se puede apreciar de manera clara un tipo de escáner del tipo escaneo por luz visible (LED), en donde se puede apreciar que posee un amplio rango de escaneo con el que logra obtener la recolección de información referente a la superficie del elemento a ser escaneado.

Figura 5

Escaneo por Luz Visible (LED)



Fuente: (Shining 3D, 2023)

En el caso de escaneo por medio de escáneres del tipo luz no visible o infrarrojos suelen ser muy aplicados en la industria médica por el motivo de no poseer luz de forma visible convirtiéndose esta característica del equipo en una ventaja al momento de generar la digitalización 3D sobre un cuerpo humano por su comodidad, como se puede ver en la figura 6. Otra ventaja es que capta de manera eficaz el color, logrando de esta forma tener su aplicación en procesos de restauración, así como en museos o donde existen archivos históricos o artísticos.

Figura 6

Escaneo por Luz No Visible (Infrarrojos)



Fuente: (Shining 3D, 2023)

2.3.2. Escaneo por Triangulación Láser

Este tipo de escaneo 3D se fundamenta básicamente por un principio de triangulación y su funcionamiento es mediante una proyección de punto o de una línea láser sobre la superficie del objeto, también interviene un sensor que cumple la función de medir la distancia de separación entre el escáner y el objeto, logrando así funcionar con una exactitud de captura del objeto 3D en forma de millones de puntos.

Este tipo de dispositivos de escaneo normalmente utilizan una fuente de luz del tipo láser de manera que son perfectos para aplicaciones en el área de la industria automotriz o industrial, como se aprecia en la figura 7, por el motivo que el láser es adecuado y además compatible en la forma de escaneo 3D de las superficies reflectantes o también conocidas como negras. Hay que tener muy en cuenta que los tipos de escaneo que su funcionamiento se basa en un láser también suelen ser menos sensibles a la luz, logrando de esta manera que se puedan aplicar en distintas condiciones lumínicas.

Figura 7

Escaneo por Triangulación Láser



Fuente: (Shining 3D, 2023)

2.3.3. Tipo de Escaneo según Modo de Uso

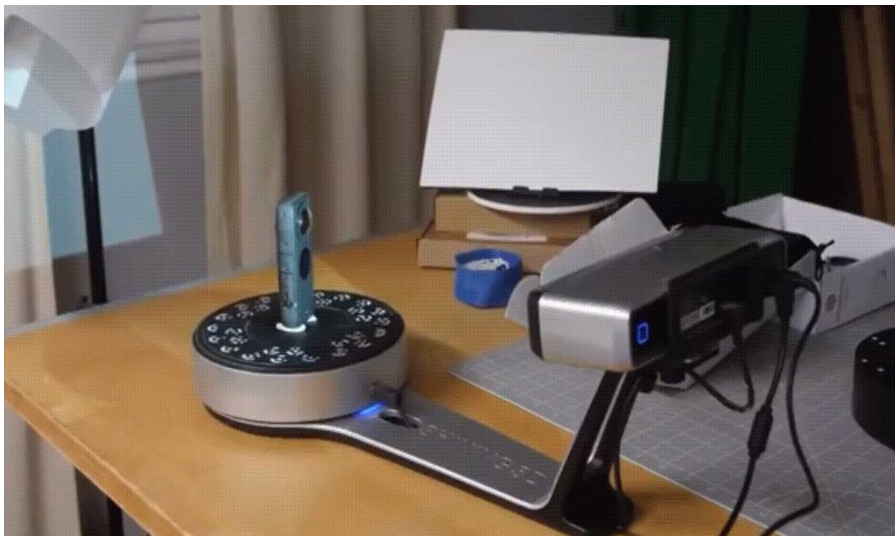
Otro tipo de clasificación a los escáneres 3D según su aplicación o forma de uso y esto también dependerá del tipo de objeto a ser obtenido en forma digital, así como la exactitud que se pretende conseguir, para esto se puede aplicar un escáner con características espaciales. En la industria del diseño se pueden aplicar estos tipos de escáner clasificándolos de la siguiente manera:

- Escáneres 3D fijos
- Escáneres 3D de escritorio
- Escáneres 3D versátiles: portátil y fijo

En la figura 8 se puede apreciar un tipo de escáner 3D fijo o de escritorio y es aplicado para un escaneado de elementos pequeños con una alta exactitud en el proceso, teniendo además la ventaja de ser de uso fácil y normalmente se los aplica en el campo del arte y la educación.

Figura 8

Escáner 3D del Tipo Fijo o Escritorio



Fuente: (Shining 3D, 2023)

En la figura 9 se puede apreciar el tipo de escáner 3D portátil que su ventaja es que son versátiles y pueden ser usados en distintos campos de acciones ya sea de objetos de distintas dimensiones.

Figura 9

Escáner 3D del Tipo Portátil



Fuente: (Shining 3D, 2023)

2.4. Ventajas y Desventajas del Escaneo 3D

El escaneo 3D es una tecnología que ofrece numerosas ventajas, pero también presenta algunas desventajas. A continuación, se detallan algunas de las principales ventajas y desventajas del escaneo 3D.

2.4.1. Ventajas del Escaneo 3D

- **Precisión y Detalle:** El escaneo 3D permite capturar objetos con una precisión milimétrica, lo que lo hace ideal para aplicaciones que requieren mediciones exactas y detalles minuciosos.
- **Rapidez:** Comparado con métodos tradicionales de medición y modelado, el escaneo 3D es mucho más rápido. Puede capturar datos tridimensionales en minutos o incluso segundos.

- **Digitalización de Objetos Físicos:** Permite convertir objetos físicos en modelos digitales, lo que facilita su análisis, modificación y almacenamiento sin necesidad de manipular el objeto real.
- **Reversión y Replicación:** Es útil en ingeniería inversa, ya que permite descomponer objetos complejos para comprender su diseño original o replicarlos con precisión.
- **Amplia Aplicabilidad:** El escaneo 3D se utiliza en una variedad de industrias, incluyendo la medicina, la arquitectura, la industria automotriz, la fabricación y la arqueología, entre otras.
- **Detección de Defectos:** Facilita la identificación de imperfecciones o defectos en objetos, lo que es crucial para la calidad y seguridad de productos.

2.4.2. Desventajas del Escaneo 3D

- **Costo:** Los escáneres 3D de alta calidad pueden ser costosos, lo que puede limitar su acceso para algunas empresas o personas.
- **Complejidad:** La adquisición y procesamiento de datos 3D puede ser compleja y requerir conocimientos técnicos avanzados y software especializado.
- **Requerimientos de Hardware y Software:** Se necesitan computadoras potentes y software costoso para procesar y manipular los datos escaneados.
- **Limitaciones de Tamaño y Material:** Algunos objetos, especialmente aquellos muy grandes o transparentes, pueden ser difíciles de escanear con precisión.
- **Condiciones Ambientales:** La iluminación y el entorno pueden influir en la calidad de los resultados, por lo que se deben controlar cuidadosamente.
- **Tamaño de Archivos:** Los modelos 3D generados pueden ocupar mucho espacio de almacenamiento, lo que puede ser un desafío en proyectos grandes.

En resumen, el escaneo 3D ofrece una precisión y rapidez significativas en la captura de objetos tridimensionales, lo que lo hace valioso en diversas aplicaciones. Sin embargo, su

costo y complejidad, junto con algunas limitaciones técnicas, deben ser considerados al decidir su implementación.

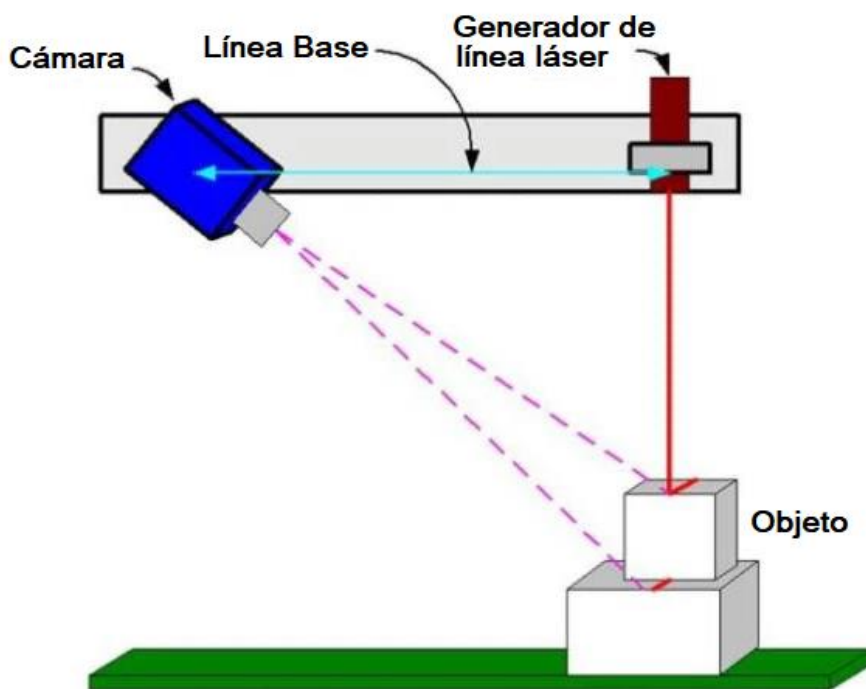
2.5. Fundamentos de la Tecnología de Escaneo 3D

2.5.1. Principio de Funcionamiento de los Escáneres 3D

Un escáner 3D es un dispositivo que captura información tridimensional de un objeto o entorno para crear representaciones digitales precisas en tres dimensiones. Su funcionamiento se basa en la emisión de algún tipo de energía (láser, luz estructurada o fotogrametría) hacia el objeto que se va a escanear, como se puede apreciar en la figura 10.

Figura 10

Principio de Funcionamiento del Escáner 3D



(Elite, 2021)

A medida que esta energía incide en la superficie del objeto, se produce una interacción que permite al escáner calcular distancias y ubicaciones precisas.

El escáner registra los datos de retorno de la energía, como la distancia y el ángulo de incidencia, para cada punto en la superficie del objeto. Estos datos se almacenan en una nube de puntos tridimensionales que representa la geometría del objeto escaneado.

Luego, un software procesa esta nube de puntos para crear un modelo 3D digital del objeto. Este modelo se puede utilizar para una variedad de propósitos, como ingeniería inversa, diseño, análisis de calidad, impresión 3D o simulaciones.

En resumen, el escáner 3D emite energía hacia un objeto, registra datos de retorno y crea una representación digital tridimensional precisa del objeto, lo que lo convierte en una herramienta valiosa en campos como la fabricación, la medicina y el diseño.

2.5.2. Tipos de Sensores Utilizados en el Escaneo 3D

En el escaneo 3D, se utilizan varios tipos de sensores para capturar datos tridimensionales de objetos o entornos. Los principales tipos de sensores incluyen:

- **Láser Scanner:** Los escáneres láser emiten un haz de luz láser y miden la distancia al objeto en función del tiempo que tarda en rebotar. Pueden ser de largo alcance y alta precisión, ideales para capturar detalles finos en objetos pequeños o grandes áreas.
- **Escáner de Luz Estructurada:** Estos dispositivos proyectan patrones de luz estructurada en el objeto y capturan la deformación de los patrones para calcular la forma tridimensional. Son rápidos y se utilizan en aplicaciones de ingeniería inversa y modelado 3D.
- **Escáner de Fotogrametría:** La fotogrametría utiliza múltiples imágenes tomadas desde diferentes ángulos para reconstruir objetos 3D. Es útil para escanear objetos grandes y para crear modelos detallados de alta resolución.

- **Escáner de Tiempo de Vuelo (ToF):** Los sensores ToF emiten pulsos de luz y miden el tiempo que tarda en regresar. Son adecuados para escaneos en tiempo real y se utilizan en aplicaciones como la visión por computadora y la detección de gestos.
- **Escáner de Ultrasonido:** Estos sensores utilizan ondas de sonido de alta frecuencia para medir la distancia al objeto. Son útiles en ambientes donde la luz no puede penetrar, como el escaneo de interiores.
- **Escáner de Imágenes Multiespectrales:** Utilizados principalmente en aplicaciones de cartografía y topografía, capturan información en diferentes longitudes de onda para crear modelos 3D de terrenos o áreas geográficas.

La elección del sensor depende de factores como el tamaño del objeto, la precisión requerida, la velocidad de escaneo y las condiciones ambientales. Los avances tecnológicos continúan mejorando la eficiencia y la precisión de estos sensores, lo que amplía las posibilidades de aplicación del escaneo 3D en diversas industrias.

2.5.3. Resolución y Precisión en el Escaneo 3D

La resolución y precisión en el escaneo 3D son dos aspectos clave para obtener resultados precisos y de alta calidad. La resolución se refiere a la capacidad del escáner 3D para capturar detalles finos en un objeto. Se mide en unidades de distancia por pixel o en puntos por pulgada (PPI). Una mayor resolución permite la captura de detalles más pequeños, pero también puede requerir más tiempo y recursos de almacenamiento.

Por otro lado, la precisión se refiere a la capacidad del escáner para medir con precisión las dimensiones y la forma de un objeto en comparación con el objeto real. La precisión se expresa generalmente en términos de tolerancia, que indica el margen de error aceptable en las medidas. La precisión está influenciada por factores como la calibración del escáner, la estabilidad del entorno y la técnica de escaneo.

Es importante equilibrar la resolución y la precisión según las necesidades del proyecto. En aplicaciones de ingeniería inversa, donde se requiere alta precisión, se pueden sacrificar velocidades de escaneo más altas para lograr resultados precisos. En aplicaciones de diseño o arte, una mayor resolución puede ser prioritaria para capturar detalles finos. En última instancia, la elección adecuada de la resolución y la precisión depende de los objetivos específicos del escaneo 3D y las limitaciones técnicas de la tecnología disponible.

2.5.4. Consideraciones de Iluminación y Entorno

Las consideraciones de iluminación y entorno son cruciales en el proceso de escaneo 3D, ya que pueden tener un impacto significativo en la calidad de los resultados, como se muestra el ejemplo en la figura 11.

Figura 11

Consideraciones de Iluminación y Entorno en el Escáner 3D



Fuente: (Kivolya, 2019)

Para obtener datos precisos y confiables, es importante tener en cuenta lo siguiente:

- **Iluminación Uniforme:** La iluminación debe ser uniforme para evitar sombras y reflejos en la superficie del objeto. La luz difusa es preferible para minimizar las distorsiones en los datos capturados.

- **Ausencia de Fuentes de Luz Directa:** Evitar fuentes de luz directa, como ventanas o lámparas brillantes, que pueden crear brillos en la superficie del objeto. Esto podría dificultar la captura de detalles precisos.
- **Entorno Libre de Interferencias:** Asegurarse de que no haya objetos o personas que obstruyan el escaneo o cambien la posición del objeto durante el proceso.
- **Fondo Contrastante:** Utilizar fondos que contrasten con el objeto escaneado para que el software pueda identificar con claridad los contornos y bordes del objeto.
- **Evitar Superficies Reflectantes:** Si el objeto tiene superficies reflectantes, se pueden utilizar recubrimientos temporales mate o marcadores de referencia para ayudar al escáner a rastrear esas áreas.
- **Control de la Temperatura y Humedad:** Las fluctuaciones extremas de temperatura y la humedad pueden afectar la precisión del escaneo. Mantener un entorno estable es importante.
- **Espacio Suficiente:** Asegurarse de que haya suficiente espacio para maniobrar el escáner alrededor del objeto y capturar todos los ángulos necesarios.
- **Calibración Continua:** Realizar calibraciones periódicas del escáner para garantizar mediciones precisas.

Estas consideraciones ayudan a minimizar los errores y las imperfecciones en el proceso de escaneo 3D, permitiendo obtener modelos digitales más precisos y útiles para aplicaciones posteriores.

2.6. Tecnología de Láser Emisor de Superficie de Cavidad Vertical (VCSEL)

La tecnología VCSEL con sensores 3D que cuentan que captan imágenes por medio de láser VCSEL lo usan en varios terrenos de trabajo. Por lo general existen ejemplos como la seguridad biométrica 3D que es una nueva generación, las aplicaciones de medición y detección industrial o la conducción autónoma.

El Láser emisor de superficie de cavidad vertical es un diodo láser semiconductor, se investiga y desarrolla en base a arseniuro de galio y otros materiales semiconductores, y es diferente de LED, LD y otras fuentes de luz.

A diferencia del láser emisor de borde tradicional, VCSEL emite verticalmente el rayo láser óptico de alta potencia desde la superficie superior y tiene ventajas tales como volumen pequeño, punto de salida circular, luz de estructura 2D natural, salida de modo longitudinal único, corriente de umbral pequeño, funcionamiento grande rango de temperatura, precio bajo y fácil integración en una matriz de área grande. Es ampliamente utilizado en la comunicación óptica, interconexión óptica, almacenamiento óptico y otros campos.

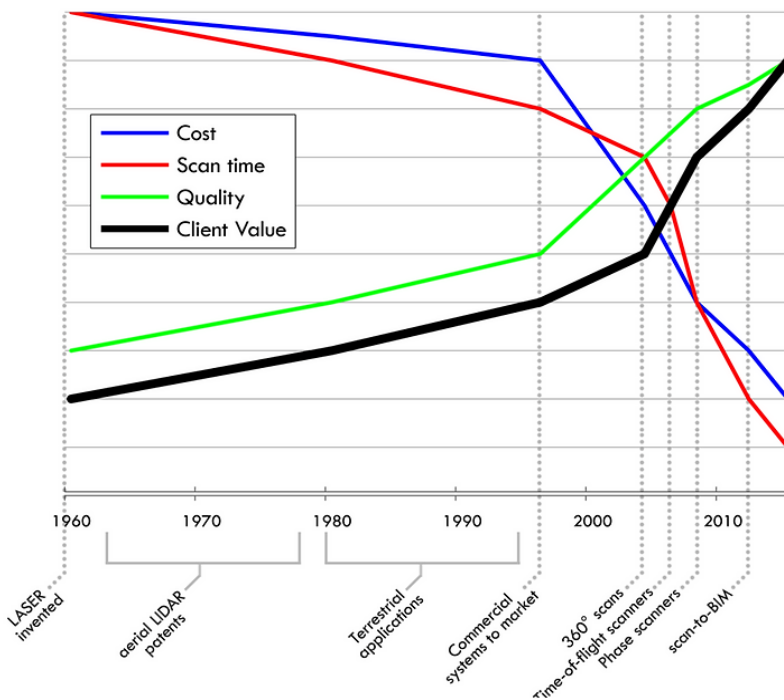
2.6.1. Antecedentes de la Tecnología VCSEL

Los sistemas de medición por láser han estado en uso en diversas industrias durante décadas, y los primeros instrumentos patentados aparecieron ya a finales de la década de 1980. El escaneo 3D se aplicó por primera vez en la industria de Arquitectura, Ingeniería y Construcción en la década de 1990 con el debut en el mercado de los primeros sistemas comerciales integrados para escaneo 3D y desde entonces el crecimiento en la industria ha sido rápido y profundo. Los primeros usuarios encontraron valor en las aplicaciones de plantas industriales para capturar las condiciones existentes, donde la escasa documentación disponible y el complejo equipamiento dificultan las modificaciones y el mantenimiento. La velocidad y la calidad han aumentado rápidamente desde ese momento, reflejando los aumentos en el almacenamiento de datos y las velocidades de procesamiento en el mismo periodo, como se ve en la Figura 12. Estos desarrollos, de hecho, han influido directamente en el avance de la tecnología de escaneo 3D haciendo que el procesamiento posterior sea rápido y más potente. (ScanPhase, 2019)

Cabe aclarar que en esta evolución lo que predomina es el aumento de la velocidad de escaneo y la su calidad, para el caso de costos de los programas computacionales la mano de obra se ven afectadas ya que este tipo de tecnología suplanta estas actividades de forma directa.

Figura 12

Valores y Evolución de Escáneres desde 1960 a 2010



Fuente: (ScanPhase, 2019)

2.7. Preparación para el Escaneo 3D

Según (Lema & Martínez, 2017) indica que “un objeto o imagen se debe preparar antes de realizar el respectivo tratamiento de esta con algoritmos y operaciones a través de la reducción de ruido y el filtrado de imágenes”.

Bajo este criterio se debe tener en cuenta que el proceso de escaneo 3D es una técnica la cual captura elementos tridimensionales para transformarlos en modelos digitales. Ya sea para elementos médicos, impresión 3D, animación, arquitectura, industria o cualquier otro propósito y entre las recomendaciones que se deben tener muy en cuenta están las siguientes:

2.7.1. Preparación del Objeto Por Escanear

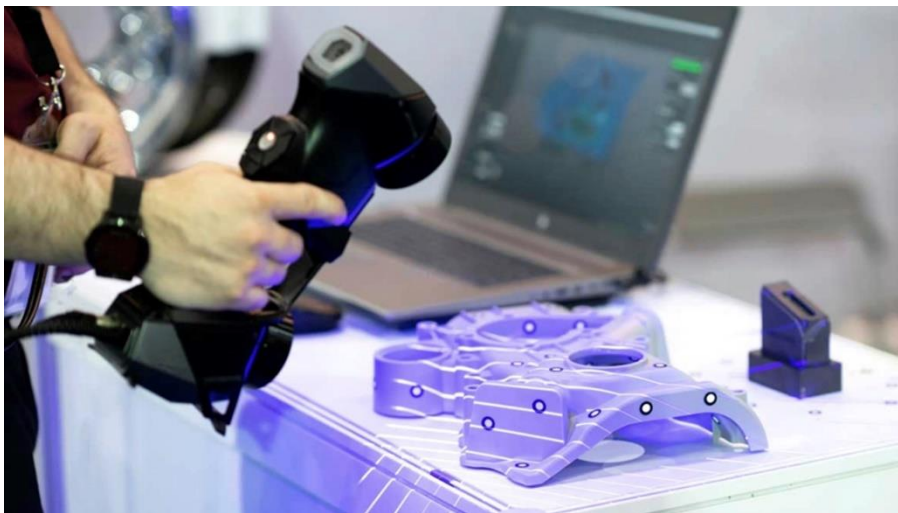
La preparación del objeto a escanear es un paso crucial en el proceso de escaneo 3D, ya que puede tener un impacto significativo en la calidad de los resultados obtenidos. A continuación, se presentan las principales consideraciones en este proceso:

En primer lugar, es esencial asegurarse de que el objeto esté limpio y en condiciones adecuadas para el escaneo. Cualquier suciedad, polvo o contaminación en la superficie del objeto puede interferir con la precisión del escaneo y generar datos inexactos. Por lo tanto, se debe realizar una limpieza minuciosa utilizando métodos apropiados, como aire comprimido o paños sin pelusa.

Además, la fijación del objeto es crucial. El objeto a menudo debe estar inmóvil durante el proceso de escaneo para evitar movimientos que puedan distorsionar los datos. Se pueden utilizar soportes, abrazaderas o dispositivos de sujeción según la forma y el tamaño del objeto, como se puede apreciar en la figura 13 en la que el objeto se encuentra sobre una base firme que no perjudica al proceso de escaneo 3D.

Figura 13

Fijación de Objeto



Fuente: (CIEC, 2023)

La iluminación también es un factor importante. Una iluminación uniforme y sin sombras puede ayudar a capturar datos más precisos. Se deben evitar fuentes de luz brillante o reflejos excesivos que puedan dificultar la captura.

En casos en los que el objeto sea transparente o tenga áreas reflectantes, puede ser necesario aplicar recubrimientos temporales, como polvos o esprays opacos, para que el escáner pueda capturar adecuadamente estas superficies.

En resumen, la preparación adecuada del objeto a escanear implica limpieza, fijación, iluminación adecuada y, en ocasiones, el uso de recubrimientos para garantizar que el proceso de escaneo 3D se realice de manera eficiente y se obtengan resultados precisos. Estos pasos son esenciales para maximizar la utilidad de la tecnología de escaneo 3D en diversas aplicaciones industriales y creativas.

2.7.2. Configuración de Hardware y Software

Esta es una etapa fundamental en el proceso de escaneo 3D, ya que garantiza que los escáneres funcionen correctamente y que los datos capturados sean precisos. A continuación, se describen los aspectos clave de esta configuración:

Para la configuración del hardware el primer paso es asegurarse de que el hardware esté en condiciones óptimas. Esto implica verificar que el escáner 3D esté correctamente ensamblado y en buen estado. Además, se deben calibrar los sensores del escáner para garantizar la precisión de las mediciones. Esto puede incluir la calibración de las cámaras, la configuración de la fuente de luz (en caso de escáneres de luz estructurada) y la alineación de los componentes ópticos.

Es esencial contar con una fuente de alimentación estable y adecuada para el escáner, así como un entorno de trabajo que minimice las vibraciones y evite las interferencias electromagnéticas, que podrían afectar la calidad de los datos.

En el caso de la configuración de software, se debe instalar y configurar el software del escáner 3D en una computadora o estación de trabajo dedicada. Esto incluye la instalación de controladores y software de adquisición de datos. Además, se deben configurar los parámetros de escaneo, como la resolución, la velocidad de escaneo y las opciones de postprocesamiento de datos.

También se requiere software de modelado 3D para procesar y convertir los datos escaneados en modelos digitales. Este software puede variar según la marca y el modelo del escáner, por lo que es importante familiarizarse con la interfaz y las herramientas disponibles.

En definitiva, la correcta configuración de hardware y software en el escaneo 3D es esencial para garantizar resultados precisos y eficientes. Un hardware correctamente configurado y un software adecuadamente instalado y ajustado son fundamentales para el éxito del proceso de escaneo 3D.

2.7.3. Calibración de Escáner 3D

Según (VISI, 2023) indica que “debe asegurarse de que su equipo de escaneo esté correctamente calibrado para obtener mediciones precisas”.

La calibración del escáner 3D es un proceso crítico que asegura la precisión y la fiabilidad de los datos capturados durante el escaneo. Este procedimiento garantiza que el sistema esté correctamente configurado para medir dimensiones y formas de manera precisa.

La calibración del escáner 3D es un proceso esencial que se lleva a cabo antes de cada sesión de escaneo para garantizar que los datos capturados sean precisos y coherentes. Este proceso implica la configuración adecuada del hardware y el software del escáner.

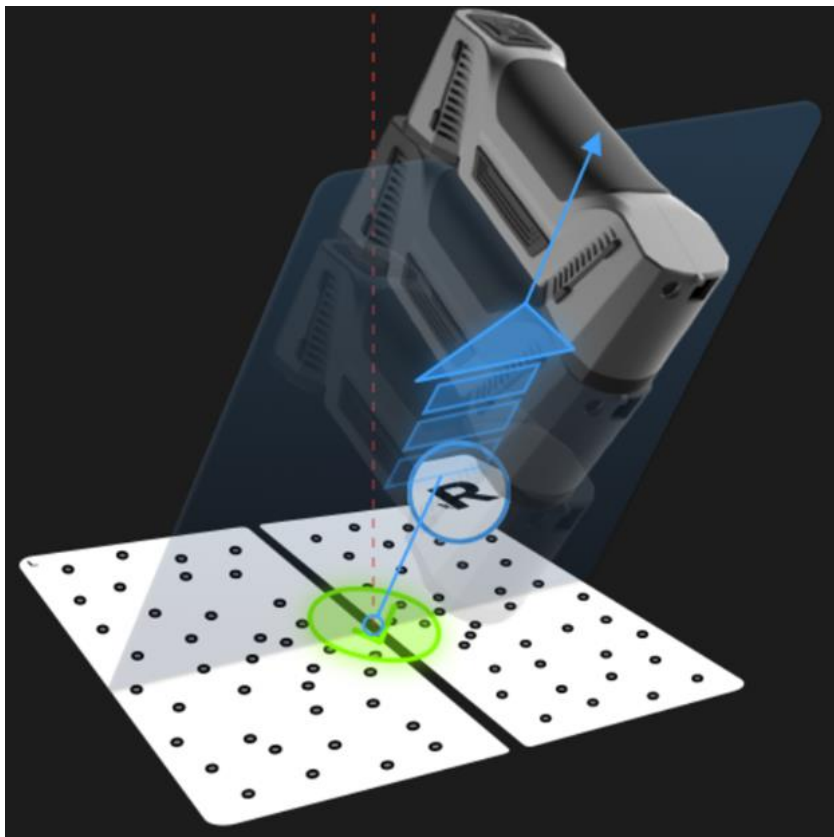
En primer lugar, se calibra el sistema óptico del escáner para garantizar que las cámaras o sensores de imagen funcionen correctamente y que las imágenes capturadas se correspondan con la realidad. Esto implica ajustar parámetros como la exposición, la ganancia y la velocidad de obturación para lograr una calidad de imagen óptima.

A continuación, se calibran los sensores 3D para asegurarse de que las mediciones sean precisas. Esto se logra mediante la calibración de la distancia focal y la corrección de distorsiones ópticas, como la distorsión radial y tangencial, como se puede apreciar en la figura 14.

La calibración geométrica es otro paso importante, que implica la medición de las posiciones relativas de los sensores y las cámaras en el escáner. Esto permite al sistema calcular la posición y la orientación de cada punto de datos en relación con un sistema de coordenadas global.

Figura 14

Calibración Radial y Tangencial del Escáner 3D



Fuente: (Akca, 2023)

Finalmente, se realiza una calibración de precisión, que implica la medición de objetos conocidos con geometrías bien definidas para verificar la precisión del escáner.

En resumen, la calibración del escáner 3D es un proceso crítico para garantizar que los datos capturados sean precisos y confiables. Una calibración adecuada mejora la calidad de los resultados y es esencial para aplicaciones como la ingeniería inversa, la fabricación y el diseño 3D.

2.7.4. Seguridad y Mejoras Prácticas en Proceso de Escaneo 3D

La seguridad y las mejores prácticas en el escaneo 3D son aspectos cruciales para garantizar la integridad de los datos y la eficiencia del proceso.

La seguridad en el escaneo 3D comienza con la capacitación adecuada del personal. Todos los usuarios deben comprender los riesgos asociados con la tecnología y seguir protocolos de seguridad rigurosos. Esto incluye el uso adecuado de gafas de protección, especialmente en escaneos láser, para evitar daños oculares.

En cuanto a las mejores prácticas, es fundamental realizar una planificación previa al escaneo. Esto implica inspeccionar el objeto a escanear para identificar posibles riesgos, como superficies reflectantes que puedan interferir con la captura de datos. Además, asegúrate de que el objeto esté debidamente asegurado y apoyado para evitar movimientos durante el escaneo.

La calibración regular del escáner es esencial para mantener la precisión de las mediciones. Los procedimientos de calibración deben seguirse estrictamente de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

El control de calidad durante y después del escaneo es otra práctica crucial. Durante el escaneo, verificar constantemente la calidad de los datos y realizar repeticiones si es necesario. Después del escaneo, la limpieza y el filtrado de datos son esenciales para eliminar artefactos no deseados y ruido.

La protección de la propiedad intelectual también es vital. Asegúrate de que los datos escaneados estén bajo control y no se compartan sin autorización. En entornos comerciales, se deben seguir estrictas políticas de seguridad de datos para proteger la información sensible.

En resumen, la seguridad y las mejores prácticas en el escaneo 3D son fundamentales para garantizar resultados precisos y la protección de datos sensibles. La capacitación, la planificación, la calibración, el control de calidad y la protección de la propiedad intelectual son componentes esenciales de un proceso de escaneo 3D exitoso y seguro.

Capítulo III

Método de Escaneo 3D Aplicado en la Industria Automotriz

3.1. Escaneo 3D en la Industria Automotriz

Muchos de las marcas fabricantes de automóviles a nivel mundial designan recursos en cada una de las fases del diseño y construcción que suelen ser elevados por lo que se ven en la obligación de innovar y aplicar nuevas tecnologías con las que se pretendan reducir costos y mejoras de forma exponencial en su eficiencia y calidad, dando soluciones en corto tiempo.

3.2. Aplicaciones Automotrices

Los departamentos de diseño en la industria automotriz, así como sus ingenieros de producción realizan conjuntamente su trabajo con el fin de lograr vehículos con diseño perfecto, lo que conlleva a tener un conjunto de procesos armoniosos con requisitos funcionales y estéticos. Teniendo en cuenta que para el diseño, desarrollo, producción y presentación real de un automóvil en el mercado conlleva un proyecto que normalmente tarda años en conseguirse.

En este proceso existe una gama muy amplia de fabricantes de equipos originales (OEM) y de proveedores de autopartes de vehículos los cuales están involucrados en los procesos de diseño, desarrollo y de fabricación de vehículos que se centran en llegar a la culminación de un proyecto que cumpla con las condiciones de tiempo y sobre todo de satisfacción del crecimiento del mercado, bajo este criterio lo que se busca de una manera continua es revolucionar la industria automotriz y sobre todo con tecnología de punta como lo es de ejemplo el escaneo 3D, los mismos que deben contar con excelentes características como: alta precisión y soluciones de medición 3D de forma automatizada para de esta forma poder capturar datos 3D de forma precisa en toda la superficie del elemento o autoparte automotriz, logrando de esta manera alcanzar un alto potencial al fabricante.

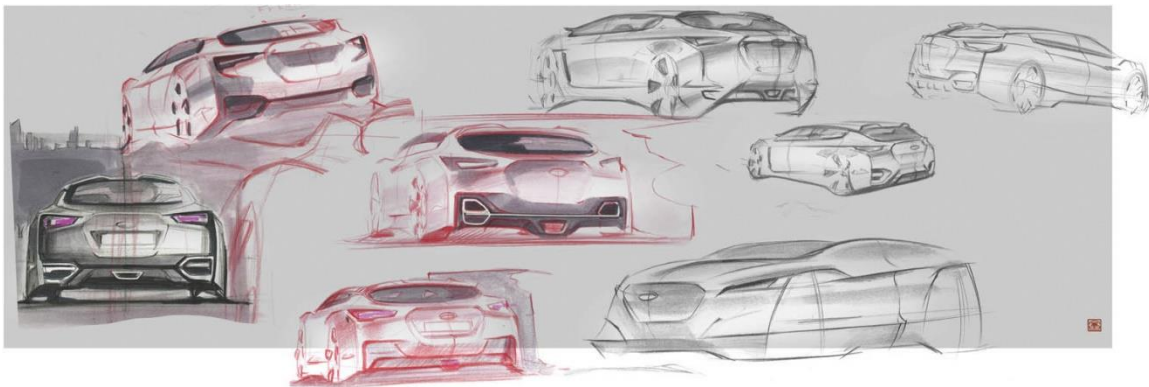
Esta forma de proceso permite obtener de forma acelerada el desarrollo de un producto y por ende influye en la optimización de los flujos de trabajo de inspección que normalmente se aplican en fábricas tradicionales y de bajo enfoque de innovación, y esto se refleja en una enorme ganancia con respecto a la calidad y eficiencia.

Si se analiza el proceso de desarrollo del producto, se debe tener en cuenta que con la tecnología de escaneo 3D se convierte en una herramienta metodológica que permite la creación de autopartes y o de vehículos, con un ahorro considerable de recursos por que la creación de un vehículo del futuro normalmente lleva mucho tiempo en su desarrollo para que este salga al mercado.

Las ideas de diseño por lo general se suelen presentar en forma de bocetos de forma artesanal o comúnmente llamado a mano, como se puede observar en la figura 15, los cuales en su siguiente fase se convierte en modelos 3D, siendo este el motivo por el cual un escáner 3D de última tecnología, los departamentos de ingeniería pueden adquirir de manera rápida y fácilmente información de piezas en 3D para así crear modelos en 3D completamente listos para un diseño posterior.

Figura 15

Proceso de Bocetos en Creación de Vehículos



Fuente: (WH, 2017)

Todos estos aspectos van de la mano con la inspección por parte del departamento de diseño y control de calidad en los que cuyos fabricantes de autos capturan cada uno de los datos

de campo completos de elementos para poder generar informes de inspección, lo cual es de suma importancia y útil para realizar la parte de la inspección dimensional de elementos complejos, así como de las superficies que poseen curvaturas. Por lo que un escáner 3D cumple otra función que lo es el de ayudas al aseguramiento de los productos suministrados y elaborados cumplan los requisitos acordados para que no hay ningún inconveniente durante el montaje.

Y sin duda alguna la fase de medición 3D automatizada dentro de la industria automotriz los procesos de fabricación de las piezas de chapa, fundamentalmente las piezas de estampación son utilizadas en un gran volumen. En una fábrica este tipo de elementos cada minuto se producen miles de piezas bajo el proceso de estampación.

La inspección de cada una de las piezas de estampación en el momento adecuado y de manera correcta es fundamental para poder garantizar una fabricación con altos niveles de calidad. Sobre todo, en la industria automotriz que es demasiado competitiva, esta es una forma en la que los fabricantes de automóviles puedan mantener una ventaja sobre sus rivales competitivos.

3.3. Proceso de Escaneado 3D en Autopartes del Vehículo

El proceso de escaneo 3D en piezas automotrices implica la captura de la geometría tridimensional del elemento en forma física para su representación digital. Comienza con la preparación del objeto y el escáner, seguido por la adquisición de datos mediante tecnologías como láser, luz estructurada o fotogrametría. Durante el escaneo, se recopilan miles de puntos de coordenadas que forman una nube de puntos tridimensional, representando la superficie del objeto. Posteriormente, se realiza el posprocesamiento de datos, que incluye la limpieza, filtrado y alineación de la nube de puntos para crear un modelo digital 3D. Se utilizan herramientas de software especializado para convertir estos datos en un modelo digital, que luego puede ser editado, analizado, o utilizado para la fabricación aditiva o su reproducción.

Finalmente, se documenta el proceso y se realiza un análisis para garantizar la precisión y la calidad del modelo 3D de la autoparte resultante.

3.3.1. Escáner Gama CR-Scan Ferrest SE

Para el presente estudio investigativo se seleccionó el dispositivo denominado CR-Scan Ferrest SE de la marca Creality, como se puede apreciar claramente en la figura 16, el cual brinda todas las características que permiten alcanzar cada uno de los objetivos planteados en este estudio.

Figura 16

Escáner Gama CR-Scan Ferrest SE de la Marca Creality



Este dispositivo posee un potente proyector de luz infrarroja de rango con el cual permite una distancia de escaneo de hasta 800 mm, pero conservando una impresionante precisión de fotograma único de hasta 0.1 mm, por lo que este excelente dispositivo se convierte en una excelente herramienta para poder escanear autopartes pequeñas como grandes de vehículos o piezas industriales, incluso para el caso de hacer estudios con dummies o personas también este dispositivo permite su escaneo en un solo barrido.

El dispositivo de rango permite el escaneo de autopartes para trasladarlos de forma digital al computador para lo cual actualmente en el mercado se cuenta con muchos programas computacionales para su procesamiento y así convertir el resultado de los modelos escaneados en formas adecuadas para paquetes de modelado y animaciones convencionales para estudios.

En la tabla 1 se puede observar cada una de las especificaciones técnicas con que cuenta el dispositivo de escáner 3D.

Tabla 1

Especificaciones Técnicas del CR-Scan Ferret SE de la Marca Creality

Descripción	Especificación Técnica
Nombre del producto	Escáner CR-Scan Ferret SE
Formato de salida	PLY, OBJ y STL
Tecnología	Luz estructurada infrarroja de doble cámara
Distancia del punto/resolución	0.16 mm
Precisión por fotograma	Hasta 0.004 pulgada
Escaneo de objetos especiales	Permite escanear objetos con textura de color
Exactitud por fotograma	Hasta 0.1 mm
Entorno de escaneo	En interiores y al aire libre
Rango de captura único	560*820mm @700 mm
Peso del escáner	1 libra
Distancia de trabajo	150 mm ~ 700 mm
Dimensiones del escáner	4.7 x 1 x 1.2 pulgadas
Volumen mínimo de escaneo	50 mm x 50 mm x 50 mm
Compatible con impresora 3D	Si
Velocidad de fotogramas y escaneo	Arriba de 30 fps
SO compatibles	Windows 10/11 (64 bits), Android, iOS, macOS
Fuente de luz	Luz infrarroja clase 1
Modos de conexión	USB 3.0/2.0
Modos de alimentación	Características geométricas, Marcador y textura
Escaneo en color	Si
Botón de hardware	Iniciar/Pausar escaneo

Fuente: (Revopoint, 2018)

Bajo estas características el escáner 3D brinda muchas facilidades para el escaneo de autopartes del vehículo ya que al tener una distancia de escaneo de 700 mm por lo que permite

generar capturas de manera eficiente en objetos grandes con el nuevo y potente proyector infrarrojo con luz estructurada más brillante y de mayor resolución que alimenta una distancia de trabajo de 150 mm a 750 mm y un rango de captura único de 560 x 820 mm x 700 mm.

En la figura 17 se aprecia claramente la parte frontal del escáner 3D en la que se muestra las dos cámaras de profundidad con que cuenta el dispositivo y las mismas cumplen la función de censar la superficie para generar una nube de puntos por las que son capturadas por dicho sensor.

Figura 17

Cámaras de Profundidad del Escáner CR-Scan Ferrest SE



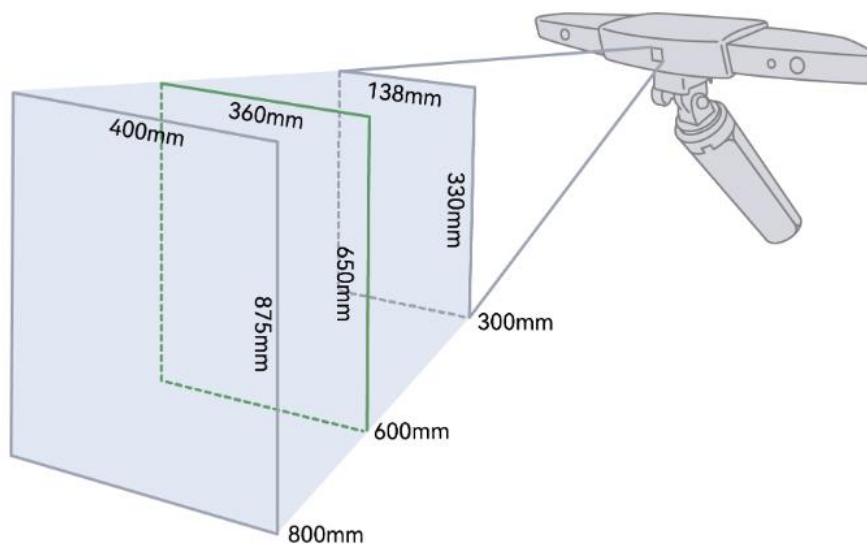
Así mismo este dispositivo brinda una gran distancia de trabajo al momento de escanear y esta distancia lo que permite es el calcular una coordenada para una pequeña sección de la superficie que es golpeada por el rayo láser, con escáneres 3D de alta gama se puede llegar a realizar capturas de grandes distancias que de manera promedio podría ser de hasta 700 mm.

Sin embargo, habitualmente los rangos de trabajo suelen estar de forma promedio para la captura de imagen de 50 a 800 m.

En la figura 18 se puede ver las características que brinda el escáner 3D según su distancia de trabajo desde 300 mm como mínimo y una de 800 mm como máximo, pero lo aconsejado según el fabricante es que la distancia adecuada promedio para trabajar sería de unos 600 mm.

Figura 18

Distancia de Trabajo Recomendada para el Escáner CR-Scan Ferrest SE



Fuente: (Revopoint, 2018)

Otro aspecto para tomar en cuenta sobre las características de este dispositivo es que brinda un escaneo rápido y fluido ya que posee una velocidad de escaneo de hasta 30 fps (fotogramas por segundo), con lo que se puede desplazar el rango de forma natural y fluida mientras se encuentra en el proceso de escaneo. La integración de un chip de desarrollo propio y de nuevos algoritmos avanzados permite que se genere una unión de cuadros aún más suave para una mayor eficiencia del proceso de escaneo, este chip se lo puede apreciar en la figura 19.

Figura 19*Chip de Desarrollo del Escáner CR-Scan Ferrest SE*

Fuente: (Revopoint, 2018)

Al ser un dispositivo con un modelo 3D preciso permite versatilidad de libertad al momento del escaneo ya que posee un mango con una batería de poder volviéndose en un dispositivo inalámbrico con el que se puede trabajar hasta por 2 horas ininterrumpidas, además como se puede apreciar en la figura 20 posee un trípode desmontable con lo que también se puede trabajar de forma estática y con el objeto en movimiento de forma giratoria.

Figura 20*Trípode del Escáner CR-Scan Ferrest SE*

Es de suma importancia las ventajas que brinda el escáner CR-Scan Ferrest SE ya que posee una cámara RGB que son siglas en inglés de rojo, verde y azul; lo cual se hace referencia

al sistema de composición de colores los cuales están basados en la adición de los colores primarios de la luz, lo que permite que su rango de captura de forma óptima los colores de un objeto al momento que se lo está escaneando, y esto permite que se fusione con el modelo 3D después de que se combinen los datos para la creación del modelo 3D precisos, completamente coloreados y llegando a obtener detalles casi realistas.

Normalmente, la creación de piezas personalizadas, autopartes o de repuestos automotrices requieren de mediciones y modelados manuales, los cuales ocupan mucho el recurso del tiempo para fabricar piezas que encajen. Pero con este tipo de escáner 3D, permite capturar rápidamente modelos 3D precisos listos para procesos de diseño asistido por un ordenador CAD, incluso al escanear superficies geométricas de suma complejidad, logrando en el campo automotriz capturar completamente el exterior, interior sus elementos y así realizar modificaciones como conversiones de motores, reemplazo de paneles de carrocería y reparaciones.

Finalmente, el escáner CR-Scan Ferrest SE permite realizar el proceso de escaneo de forma rápida en conjunto con dispositivos como, celulares y tabletas, a través de la aplicación denominada Creality Scan en su dispositivo Android o iOS. Su logo de identificación se puede apreciar en la figura 21.

Figura 21

Logo de Aplicación Creality Scan



Fuente: (Google , 2023)

Una vez que se haya terminado de escanear la autoparte del vehículo, puede exportar rápidamente sus modelos o proyectos a la versión para PC de CreaScan para su procesamiento, pero lo más aconsejable es impórtalo a programas computacionales 3D avanzados, los cuales brindan muchas herramientas en procesos CAD como, por ejemplo, los siguientes:

- Maya
- Inventor
- Fusión 360
- Solidworks
- Catia
- Rhinoceros, entre otros.

3.4. Desarrollo de Guía de Uso

Uno de los objetivos específicos del presente proyecto es el generar el desarrollo de uso del escáner 3D aplicado en el campo automotriz para lo cual en la presente sección se proporciona instrucciones detalladas sobre cómo utilizar el dispositivo, así como la preparación del entorno y del objeto a ser escaneado, para de esta manera orientar al usuario a través de pasos claros y concisos para optimizar la experiencia y el rendimiento del proceso de escaneo de piezas automotrices.

Al desarrollar esta guía de uso referente al proceso de escaneo 3D de autopartes, es fundamental considerar los conocimientos e interpretación de los resultados por parte del usuario y su nivel de familiaridad con el tema. La claridad en la redacción, el uso de ilustraciones y ejemplos prácticos son elementos clave para garantizar la comprensión.

3.4.1. Descarga de Software

Para poder utilizar el dispositivo de escáner CR-Scan Ferrest SE, se debe descargar el Software CreaScan, el cual está disponible para Windows y MacOS, esto se realiza en el

sitio web de Creality y para el caso de teléfonos celulares Android y iOS a través de Google Play, así como en la Apple App Store.

3.4.2. Escaneado de Objetos Oscuros, Transparentes o Reflectantes

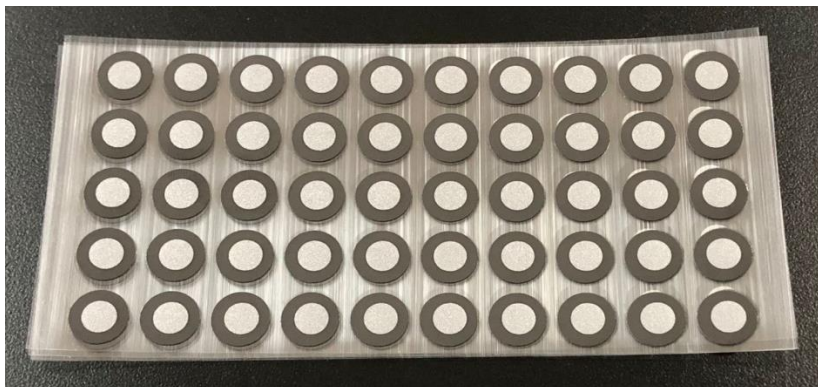
Este aspecto es de suma importancia para proceder a un escaneado en 3D y es que lo más probable es que se tenga problemas en el caso que el elemento tenga las características de negro, transparente o reflectante siempre y cuando no se les realizó un tratamiento sobre su superficie como lo es la aplicación de talco, spray para escaneos o champú en seco, ya que estos compuestos permiten que dicha superficie se vuelva detectable por los sensores del escáner, aunque cabe aclarar que las características del equipo permiten escanear cualquier tipo de superficie con textura, color y brillo.

3.4.3. Escaneado de Objetos con Superficies Planas

Para el proceso de escaneado de autopartes cuyas superficies cuenten con detalles geométricos simples, este proceso requiere del uso de los marcadores que son unos adhesivos de contraste como se muestra en la figura 22, así como un escaneo por parte del dispositivo en modo marcador, siguiendo los siguientes dos pasos:

Figura 22

Marcadores Adhesivos de Contraste para Proceso de Escaneo 3D



- Colocar los marcadores adhesivos en forma irregular en toda la superficie del objeto que será escaneada y asegurarse que no existan al menos 5 marcadores en el mismo

cuadro durante el proceso de escaneo, caso contrario el escáner perderá el seguimiento de cierre de coordenadas.

- Alternativamente se puede utilizar objetos de referencia esto quiere decir que pueden ser elementos con características distintas en sus superficies los cuales se los puede rastrear fácilmente. En este caso se recomienda colocar de 1 a 3 objetos de referencia al contorno de la pieza que se encuentra escaneando para que de esta manera el escáner 3D los rastree. En el caso que se aplique este tipo de procedimiento lo que el fabricante sugiere es que se active el modo de escaneo de seguimiento de características.

Una de las funciones esenciales para el modo de uso de los marcadores de escáner 3D de nivel profesional ya que estos tipos de escáner tienen una variedad de métodos de alineación que incluyen marcadores de características y textura, mientras que otro tipo de dispositivos solo suelen tener un modo de alineación de partición y sus aplicaciones son limitadas, tal como se puede observar en la figura 22.

Figura 23

Marcadores Adheridos en Pieza Automotriz en Proceso de Escaneo 3D



Fuente: (Revopoint, 2018)

¿Qué es el modo marcador y por qué se lo requiere? Pues un marcador de este tipo es un pequeño adhesivo o imán con un punto blanco impreso. Un escáner 3D utiliza objetos de alto contraste y alta precisión para poder determinar la ubicación relativa y la orientación de cada cuadro de datos de escaneo en comparación con los cuadros anteriores.

Los marcadores generalmente se aplican sobre o cerca del objeto que se escanea para así aumentar la precisión y repetibilidad del escaneo 3D. Los escáneres de punto opuesto los utilizan para realizar comprobaciones en tiempo real, lo que permite una verificación rápida y precisa en la captura de datos al escanear objetos con pocas características geométricas, por lo que el software de escaneo reconoce y analiza cada marcador al escanear hasta 30 fps, ya que registra la ubicación exacta de cada marcador a medida que se relaciona entre sí y al reconocer los patrones hechos por los marcadores, alinea cada nueva marca con los datos registrados anteriormente.

¿Por qué es importante del modo Mac? El modo marcador es una función necesaria para un escáner 3D de nivel profesional. Permite escanear objetos que son demasiados suaves o con colores oscuros.

El proceso de escaneo requiere una precisión muy alta, por lo que los centros de puntos de los marcadores son utilizados para la alineación y los escaneos de recarga debido a que poseen mayor precisión por lo que garantiza la precisión, siendo esta una función imprescindible de los escáneres de alta precisión.

¿Por qué se requieren este tipo de marcadores al momento de escanear objetos que poseen en su superficie características geométricas? El modo de característica no es posible aplicarlo, ya que el escáner perderá su alineación mientras escanea algunos objetos como splat o de salpiqueo, por lo que los paneles y el software no sabrían cómo es el proceso de alineación entre el marco 1 con el marco 2, marco 3 y así sucesivamente con objetos cuyas superficies es

grande y plana, además con superficies planas y sin geometrías únicas, incluso el algoritmo más sofisticado donde al colocar estos marcadores sobre el objeto a ser escaneado.

El software es una función de referencia para verificar la mayor precisión, también proporciona repetibilidad y evita errores de acumuladores en largas distancias.

En tercer lugar, el modo de marca de punto real. El modo inteligente de punto posterior está diseñado para escanear objetos que poseen grandes áreas suaves o características que se repiten regularmente.

Las técnicas indican que se deben colocar marcadores de verificación de manera irregular o alrededor del objeto a escanear teniendo en cuenta su distribución para que no tengan patrones repetidos porque el escáner determina la ubicación relativa en cada área para así cuadrar la nube de puntos e ir identificando sus patrones, por lo que la recomendación es el de colocar 5 o más marcadores para que estos sean triangulados por el escáner en el momento del escaneo ya que el modo de punto posterior brinda la ventaja de usar el software en el mismo instante que se está escaneando y se verifica los resultados en tiempo real, la segunda ventaja que se tiene es que se elimina automáticamente del fondo el algoritmo del escáner de punto y así poder escanear de forma libre y consiguiendo datos del escaneo, en definitiva para un escaneo 3D fácil y preciso se deben resolver dos problemas por separado como lo son:

Escanear objetos que poseen características geométricas y escanear objetos grandes mientras se mantiene el modo de marcador de seguimiento dentro de una función especial para los escáneres 3D de nivel profesional.

3.4.4. Escaneo de Color

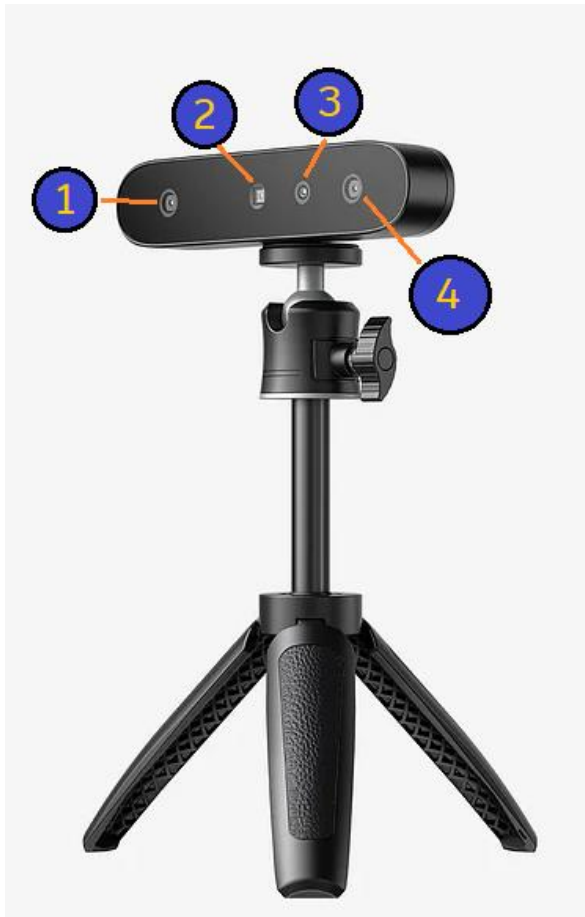
En el caso que pretenda escanear un sistema o autoparte con precisión de color durante el escaneo se debe tener en cuenta que la pieza debe estar iluminado con una luz suave y que no haya la presencia de sombras denominadas duras ni muy oscuras para que el escaneado salga preciso y con color.

3.4.5. Acerca del Escáner

El presente dispositivo denominado CR-Scan Ferrest SE, es un escáner 3D infrarrojo de luz estructurada diseñado para el escaneo de objetos grandes como lo es el caso de los autos. El chip autodesarrollado y de los algoritmos inteligentes combinados con este poderoso proyecto y de cámaras duales con lentes esféricos los cuales permiten un rango de captura de 360 mm x 650 mm, una distancia de trabajo de 300 mm a 800 mm, una velocidad de escaneo de 12 a 18 cuadros por segundo y una precisión de fotogramas de 0.1 mm. En la figura 24 se puede observar las partes con que cuenta este dispositivo, tanto de la parte delantera como posterior teniendo en cuenta que el diseño ergonómico, así como de sus cámaras brinda comodidad al usuario al momento de escanear.

Figura 24

Partes del Escáner CR-Scan Ferrest SE



1. Cámara de profundidad
2. Proyector
3. Cámara RGB
4. Cámara de Profundidad

3.4.6. *Software CrealityScan*

Este software es conocido como de entrada el cual permite crear escaneos 3D con toda la línea de productos de escáneres 3D de la marca Creality y a su vez la fase de posprocesamiento, el cual es un programa compatible con algunos sistemas operativos como lo son iOS, Android, macOS y Windows.

Así mismo todos los escáneres de la marca Creality pueden ser conectados a tabletas, teléfonos celulares y computadores a través de conexión USB o por Wi-Fi. Al poseer un diseño amigable de la interfaz de usuario de software logra que sea fácil de operar, para finalizar el programa CrealityScan permite generar formatos de modelo PLY, STL y OBJ los cuales son compatibles con la gran mayoría de software 3D convencionales que se encuentran en el mercado.

Para poder utilizar el escáner CR-Scan Ferrest SE necesariamente se debe descargar el software CrealityScan, y esto se lo puede encontrar a través de un buscador en internet como puede ser para Apple App Store o en Google Play.

Para su conexión se debe tener en cuenta que si trabaja con un dispositivo Android su modo de conexión puede ser por modo USB o Wi-Fi, pero en el caso de iOS o iPadOS solo se puede conectar mediante Wi-Fi.

Antes de iniciar un proceso de escaneado con este tipo de dispositivo se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Antes de abrir el programa CrealityScan, se debe encender el escáner 3D y conectarlo al teléfono inteligente.

- Si se requiere de más funciones y posprocesamiento, se debe exportar el proyecto que fue escaneado por el teléfono inteligente a un computador o aplicación.
- Para el caso de las capturas de pantalla son de CREALITYSCAN en iOS 16.4. Suelen existir ciertas diferencias para los dispositivos Android, pero todos los procesos fundamentales o básicos son los mismos.

3.4.7. Procedimiento de Escaneo

Para el caso del procedimiento de escaneo con las condiciones expuestas se procede realizarlo siguiendo la siguiente secuencia:

Nuevo proyecto > Configuración de escaneo > Iniciar escaneo > Escaneo completo > Posprocesamiento > Comprobación o exportación de modelo.

Para el caso de un nuevo proyecto se debe dirigir al botón que permite fusionar y combinar de forma automática los datos de la nube de puntos capturados por el escáner durante su proceso normal de recepción de información.

Para el caso de comprobación o exportación de modelos se debe comprobar el escaneo o compartirlos con un computador para así obtener más opciones de edición.

3.4.8. Escaneo de Objetos Especiales

Con la mayoría de los escáneres 3D de luz estructurada puede generarse un fenómeno negativo al momento de escanear por el motivo de la luz o su tipo de superficie, lo que hace que estos objetos presenten dificultades al momento de escanear. Pero esto se puede solucionar por medio de un proceso de preparación correcta de las superficies antes de ser aplicado el proceso de escaneado.

En la tabla 2 se puede apreciar algunas características de superficies y cuáles serían las soluciones para poder ser escaneadas.

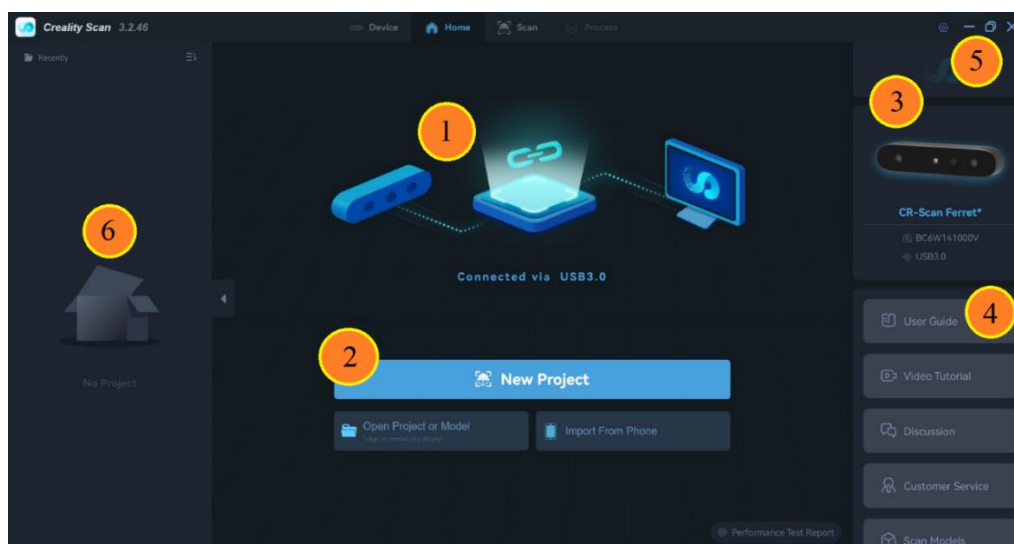
Tabla 2*Superficies Difíciles de Escanear*

Características de la superficie	Soluciones posibles
Objetos negros o poco oscuros	Aplicar spray de escaneo
Objetos brillantes o reflectantes	Aplicar spray de escaneo
Superficies metálicas o galvanizadas	Aplicar spray de escaneo
Objetos transparentes	Aplicar spray de escaneo
Pocas características geométricas	Pegue marcadores sobre o alrededor del objeto

3.4.9. Interfaz de Usuario de acuerdo con la Página de Inicio

Para iniciar con el uso de la interfaz del programa CrealityScan se procede abrir la aplicación, en la que la página de inicio muestra el estado de conexión del escáner, el estado de conexión del estabilizador portátil, aprendizaje y configuración.

En la figura 25 se puede apreciar la interfaz de pantalla de inicio y sus opciones las cuales de indicarán a continuación:

Figura 25*Interfaz de Pantalla de Inicio CrealityScan*

1. Este es el botón es utilizado para elegir un nuevo proyecto el mismo que permite ingresar al menú de configuración de escaneo antes de iniciar el proceso de escaneo.
2. Esta sección de la interfaz del programa de edición pertenece a la conexión del escáner en la que se muestra el estado de la conexión del escáner 3D, para verificar si está o no conectado, así como su tipo de conexión que puede ser por USB o Wi-Fi.
3. En la sección de conexión del estabilizador portátil del escáner 3D, aquí se muestra el estado de conexión para el caso que se encuentre conectado o desconectado.
4. En la sección de Aprendizaje, se encuentra una serie de tutoriales en los que se muestran cómo usar esta aplicación, así como el de los escáneres de la marca Creality.
5. Esta sección de preferencias permite seleccionar el idioma de la aplicación, verificar la versión de la aplicación y también permite enviar comentarios al equipo de soporte de la marca.
6. La sección más amplia es la de proyectos en la que se puede ver de forma clara y compartir con otras aplicaciones. Se tiene en cuenta que en esta sección también se puede continuar escaneando, cambiar el nombre del proyecto o eliminarlo.

3.4.10. Interfaz del Espacio de Trabajo

En la figura 26 se puede apreciar e identificar de manera clara las secciones que brinda de forma muy interactiva al usuario la interfaz del espacio de trabajo o área de trabajo al momento de realizar el proceso de escaneado de un objeto de manera tridimensional el mismo que se describe en los 8 puntos numerados para su respectiva identificación a continuación:

Figura 26*Interfaz del Espacio de Trabajo CrealityScan*

1. En esta sección se encuentra el indicador de distancia visual el cual representa la distancia entre el objeto y el escáner. Se debe tener muy en cuenta al momento de escanear que la cama de colores de presenta es correcta cuando esta se encuentra en color verde para lo cual indica que la distancia de escaneado es la correcta.
2. La barra de herramientas permite controlar el color con lo que muestra u oculta la textura del objeto por medio de barras de superficies con lo que se puede eliminar automáticamente de superficies de fondo planas no deseadas durante el proceso de escaneo del objeto. Otra opción es la de alcance el cual permite ajustar la distancia de trabajo de las cámaras de profundidad. Finalmente se encuentra una opción de captura de pantalla por lo que permite tomar capturas de pantalla de la imagen en la ventana de visita previa de manera central las cuales son capturadas antes o durante el proceso de escaneo.
3. Ajuste de exposición de la cámara, aquí se cuenta con la opción de cámara RGB la cual puede ser activada o desactivada la luz de relleno infrarroja automática de la cámara RGB y esta se puede ajustar la exposición para así poder obtener

mejores escaneos en color. En la parte de Cámara de profundidad permite ajustar la exposición de las cámaras de profundidad y obtener más detalles del objeto. Para poder garantizar en escaneo preciso se debe ajustar la exposición hasta el punto de que exista la menor cantidad posible de manchas de color azul y rojo en el objeto de la ventana de vista previa de la cámara de profundidad de CrealityScan.

4. Esta es la ventana de vista previa central, la cual muestra una vista del modelo 3D y los datos capturados durante el proceso de escaneo o el del modelo final ya escaneado.
5. Botones de escaneo, en esta sección se presentan dos botones con los que se puede iniciar y pausar el proceso de escaneo del objeto y el botón de completar permite finalizar el proceso de escaneo.
6. Esta sección es de información del modelo, en la que por un marco se muestra el número de fotogramas del escaneo actual y en el otro indica el uso de memoria que ocupa el proyecto de escaneo que se encuentra realizando.
7. Aquí se presentan tres botones de los cuales uno es del de rehacer con el que al tocarlo se elimina 15 fotogramas escaneados, al tocar el botón deshacer permite recuperar 15 fotogramas eliminados y al tocar el botón eliminar permite eliminar por completo los datos de la nube de puntos capturados en el proceso de escaneado.
8. En esta área se muestra el estado del escáner de acuerdo con su conexión.

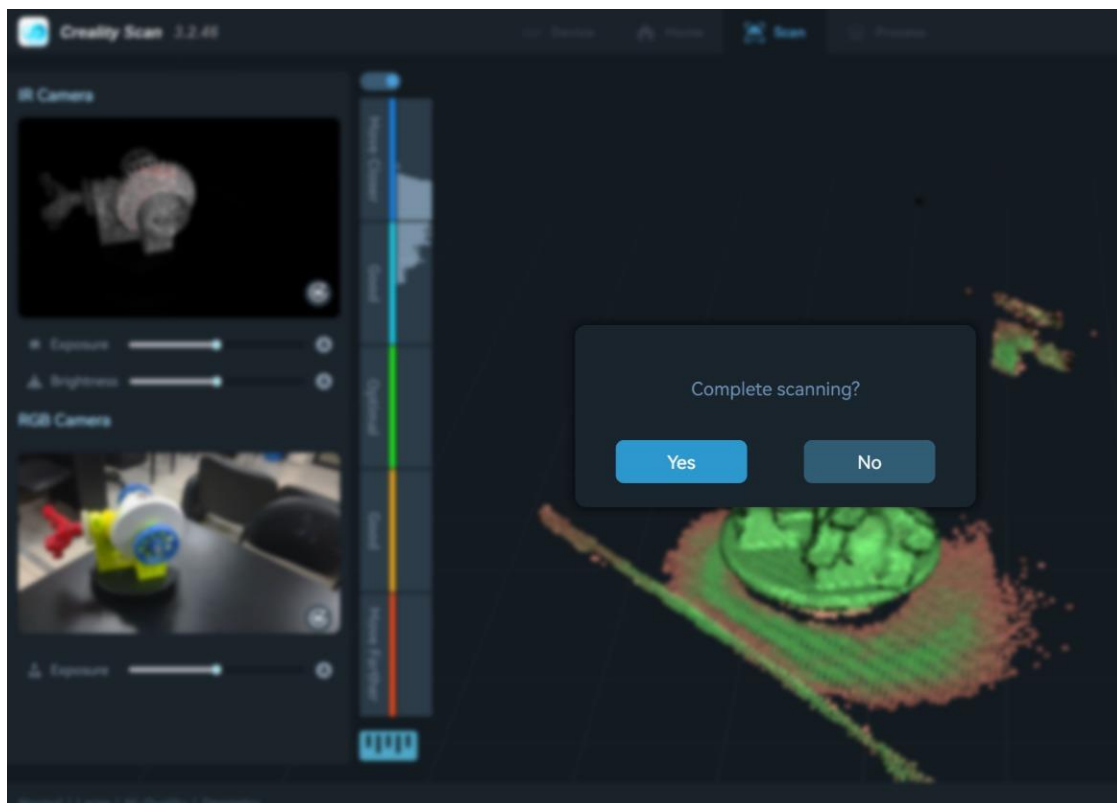
3.4.11. Interfaz de Escaneo Completo

Una vez que el proceso de escaneo del elemento automotriz se considere que se ha finalizado se procede a tocar el botón de completar para de esta manera finalizar el proceso de escaneo.

Luego de esta acción se desplaza una interfaz como se muestra en la figura 27, en la que muestra un mensaje emergente con el que da dos opciones, la primera que si se desea continuar escaneando el elemento automotriz o la segunda que es de realizar el proceso de posprocesamiento para así fusionar y mallar la nube de puntos.

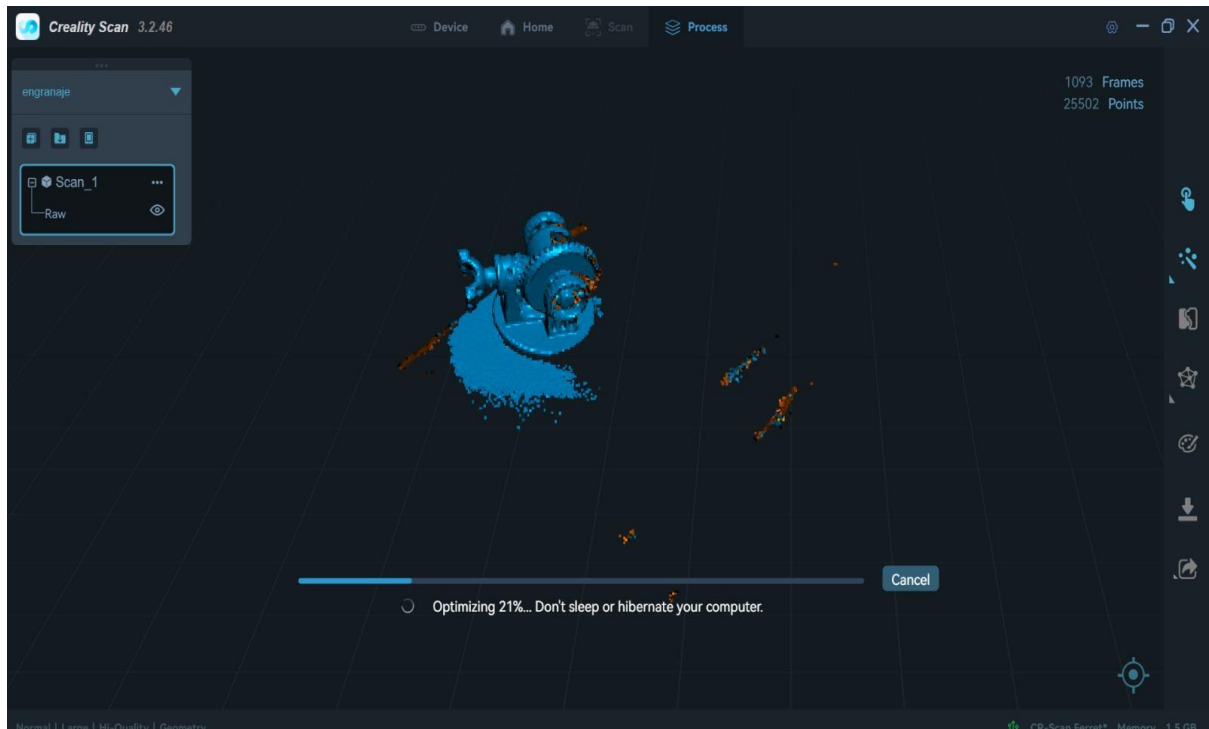
Figura 27

Interfaz del Escaneo Completo



En la Figura 28 se puede observar la interfaz en la que se puede ver la fase del inicio del procesamiento para luego pasar a la siguiente fase en la que las nubes de puntos capturadas se proceden a fusionar y finalmente una fase muy importante del programa que es la de generar el mallado del elemento escaneado en 3D.

Se debe tener en cuenta que en este proceso no se debe desconectar los dispositivos ya que cada fase de los procesos ocupar un determinado tiempo y se debe esperar hasta que finalice por completo.

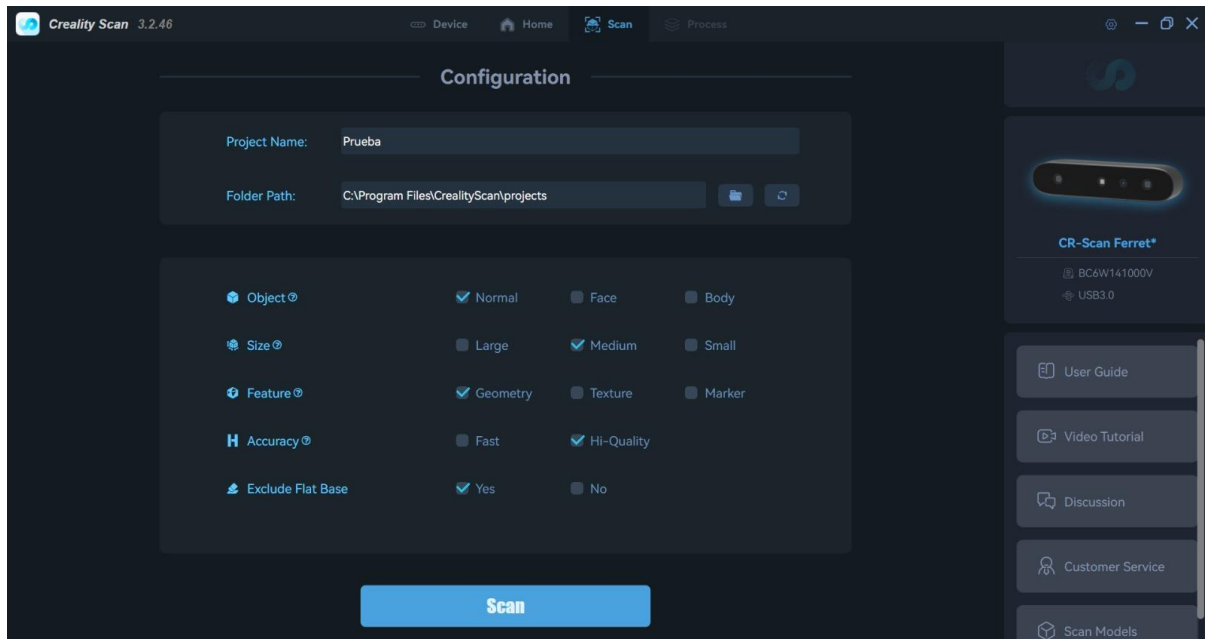
Figura 28*Interfaz del Escaneo Completo en Fase de Procesamiento***3.4.12. Interfaz de Aprendizaje**

En esta sección se genera un interfaz que permite al usuario realizar algunas acciones como lo es la configuración de la página de inicio en la que se pueden realizar funciones como:

- Cambio de idioma ya que cuenta varias opciones según el gusto del usuario.
- Opción para conocer acerca del programa, así como de su versión actualizada de la aplicación.
- También se presenta la sección de comentarios en la que se abre un interfaz por donde se puede enviar comentarios y sugerencias ya sea del programa como del dispositivo de escaneo 3D hacia los fabricantes.

3.4.13. Interfaz de Nueva Configuración de Proyecto

En esta interfaz permite dar al usuario algunas opciones de trabajo las cuales se detallan a continuación y se pueden apreciar claramente en la figura 29.

Figura 29*Interfaz de Configuración de Escaneo*

1. Precisión, en esta sección se genera una subárea para el tipo de escaneo la cual puede ser estándar, que es un escaneo de forma rápida que está diseñada para elementos automotrices simples con superficies planas. Dentro de esta opción de interfaz se desplazan las opciones de:
 - a. Alto: Esta opción permite un tipo de escaneo mucho más lento en cuento al proceso de captura de objetos con estructuras complejas y detalladas con una alta precisión. Con este modo de alta en precisión, el tiempo de procesamiento para operaciones de mallado, así como de fusión de nube de puntos lleva más tiempo.
 - b. Alta velocidad (30 fps): En esta opción el nivel de precisión sigue siendo el mismo que el nodo estándar. Sin embargo, lo bueno es que la velocidad de fotogramas aumenta hasta los 30 fps, lo que lo hace adecuado para escanear piezas o elementos automotrices grandes y

además hasta personas. Cabe aclarar que la selección de velocidad puede variar según los diferentes escáneres 3D que existen en el mercado.

2. Seguimiento, en esta sección se proporciona dos métodos de son: característica y marcador.
 - a. Características: Para escanear elementos automotrices con formas únicas y características distintivas, como estructuras o personas.
 - b. Marcador: En este caso para escanear elementos que tienen áreas grandes y suaves o características que se repiten regularmente. Los planos como un tablero o elementos simétricos como capots o carrocerías automotrices suelen ser adecuados para escanear con este modo. Este método de seguimiento requiere que se coloquen marcadores sobre o alrededor el elemento.
3. Tipo de objeto, en esta sección se permite la selección del tipo de objeto apropiado para su escaneo y de acuerdo con estos se tienen las siguientes opciones:
 - a. General: Esta opción se la utiliza para el escaneo cuando el elemento o persona a escanear no contenga partes de color oscuras.
 - b. Oscuro: Esta opción se la utiliza para escaneos de partes automotrices o personas en las que contengan superficies oscuras, dentro de los elementos cuando ciertas superficies tengan partes de color negro, gris oscuro o marrón oscuro. Cabe aclarar en esta sección que no todos los elementos oscuros se puede realizar un escaneo de forma exitosa, un claro ejemplo puede ser el escaneo de un neumático por el motivo que el caucho del neumático es de color negro y lo que ocurre es que este color lo que hace es absorbe la luz (o a su vez puede ocurrir lo contrario

esto quiere decir que estas partes o elementos suelen ser demasiado brillantes lo que hace que refleje demasiado la luz). Por lo que el brillo se suele ajustar en consecuencia.

- c. **Cuerpo:** con esta opción que brinda la interfaz está diseñada para realizar el proceso de escaneado a personas, así como de objetos mucho más grandes desde una distancia mayor de la acostumbrada al escanear objetos que normalmente se realiza en otros modos ya indicados. La exposición y la calidad se configuran en consecuencia esto quiere decir que se realiza sin ajuste de exposiciones de modo automático al momento de realizar el proceso de escaneo.
 - d. **Objetos grandes:** En este modo se permite un proceso de escaneo con una velocidad más rápida. Se debe tener en cuenta que este modo solo está disponible para trabajar en velocidades altas como lo son a 30 fps y no se permite el modo de control de exposición automático.
4. **Textura,** en esta sección permite trabajar de acuerdo con las cualidades de la superficie del elemento a ser escaneado y sobre todo del color con el que esta cuanta y las opciones son las siguientes:
- a. **Sin color:** Esta opción se la utiliza en el caso de que no se requiera durante el proceso de escaneo capturar el color del objeto.
 - b. **Color:** Esta opción se la utiliza en el caso que se requiera capturar el color del elemento a escanear. Se debe tener en cuenta que este tipo de marca de escáner y su interfaz solo permite exportar modelos de colores en los formatos de archivo PLY y OBJ.
5. **Tipo de elemento para escanear,** este modo se procede a iniciar el escaneo siempre y cuando se hayan realizado previamente la configuración indicada

anteriormente como el tipo de selección de escaneo teniendo en cuenta las características del elemento a ser escaneado.

3.4.14. Edición de Proyectos de Escaneo 3D

Una vez escaneado el elemento y guardado se presenta una nueva interfaz de la aplicación en la que se muestra las siguientes opciones:

- Espacio de memoria: En la que se muestra la disponibilidad de memoria que dispone el dispositivo electrónico que para este caso es la memoria del teléfono celular.
- Editar: Aquí se permite eliminar proyectos de escaneo 3D, pero por lotes o conjunto de escaneos.
- Más: Esta opción permite desplazar más opciones las cuales permiten realizar lo siguiente:
 - Cambio de nombre del proyecto
 - Eliminar proyecto
 - Continuar con el proceso de escaneo
- Compartir: Esta sección es de importación ya que permite compartir el modelo seleccionado en una PC o aplicación la misma que puede ser con la selección de formatos de extensión adecuados para edición o procesamiento en otros programas compatibles.
- Vista previa del modelo: En esta área se permite dar un toque en cualquier punto de esta sección para de esta manera obtener una vista del modelo de la pieza automotriz que fue escaneada en 3D.

3.4.15. Exportación de Proyectos Escaneados en 3D

Básicamente todo escáner 3D debe importar su proyecto desde el dispositivo de escaneo hacia un ordenador u otros dispositivos con el fin de preparar correctamente al modelo para de esta manera continuar con los procesos de rediseño o pos-procesos.

Para lo cual se presenta la interfaz de compartir en PC, el cual permite realizar el enlace entre el teléfono celular y la PC, pero teniendo que el único elemento de que permite el traslado es con la conexión de red wifi propia del dispositivo de escáner y luego que se genere la conexión se debe seguir los siguientes pasos ya que este tipo de trasportación se establece que este es por código de verificación o por código QR:

Para el caso que se desee trasportar por código, se debe seleccionar el proyecto y enviar mediante código de verificación realizando un clic en la sección que dice importar desde el teléfono que se encuentra en el programa instalado en la PC, luego de esto se debe colocar el código de verificación en el teléfono celular.

En este caso se debe seguir la siguiente secuencia:

- Tocar el ícono de compartir en un proyecto
- Se procede abrir el programa CrealityScan en la PC
- Se da clic en el botón de importar desde el teléfono celular
- Finalmente se procede a ingresar el código que se muestra en la PC en el teléfono celular y de esta manera se inicia el proceso de transferencia de archivos correspondiente al proyecto de escaneo 3D, cabe aclarar que este proceso solo se lleva a cabo en el caso que se requiere un proceso de escaneo de forma inalámbrica en la que por el espacio de la conectividad sea incómodo su realización.

En cambio, que, si se desea otra ruta de exportar el proyecto, esta consiste en enviar mediante código QR para posteriormente dar un clic en la sección de Importar desde teléfono en su PC y se debe realizar es escaneo de código QR de igual manera con el teléfono celular, para que con este enlace se procesa a realizar la importación.

En este caso se debe seguir la siguiente secuencia:

- Tocar el ícono de compartir en un proyecto
- Posteriormente abrir CrealityScan en la PC

- Dar clic en el botón de importar desde el teléfono celular
- Luego se procede a dar clic en el ícono del código QR en la PC
- Tocar el ícono de escanear código QR en el teléfono celular
- Para continuar con el proceso se da clic en escanear el código QR con el teléfono celular.
- Finalmente, de esta manera se inicia la transferencia de archivos desde el programa base al de exportación.

Durante cualquiera de estas acciones que permiten la transferencia de archivos no se debe cerrar la aplicación ni se debe permitir que la pantalla del teléfono celular se apague durante este proceso caso contrario se interrumpe y por ende falla el proceso de transferencia del proyecto.

Para el caso de que se desee compartir los archivos del proyecto escaneado en 3D con otras aplicaciones que se encuentren instaladas en el teléfono celular se procede de la siguiente manera:

- Tocar el ícono compartir en un proyecto
- Tocar el ícono más
- Finalmente se selecciona la aplicación con la que se desea compartir y se inicia el proceso.

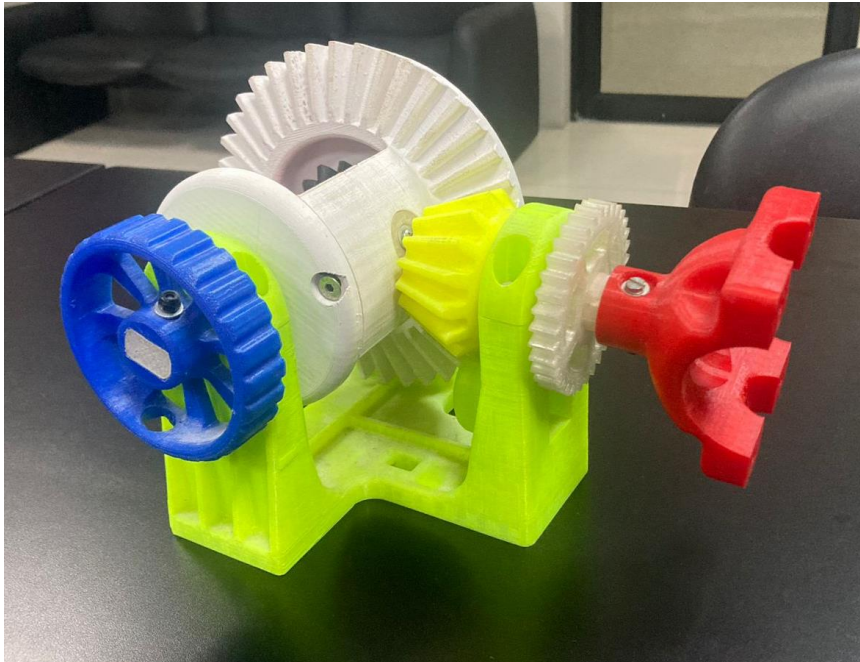
3.4.16. Ejercicio de Aplicación del Proceso de Escaneo 3D

Dentro del proceso de aplicación de la metodología de escaneo en 3D de uno o varios elementos automotrices generalmente se procede a realizarlo de la siguiente manera:

Se selecciona y prepara al elemento o elementos a ser escaneados, esto quiere decir que tengan las condiciones que se requieren como limpieza, preparación de la superficie la cual no debe ser de color negra o brillante, como se puede apreciar de manera clara en la figura 30.

Figura 30

Selección de Elemento para Proceso de Escaneo 3D



Una vez seleccionado y preparado el elemento se procesa a la preparación y calibración del escáner 3D, como se puede apreciar en la figura 31.

Figura 31

Preparación de Escáner 3D

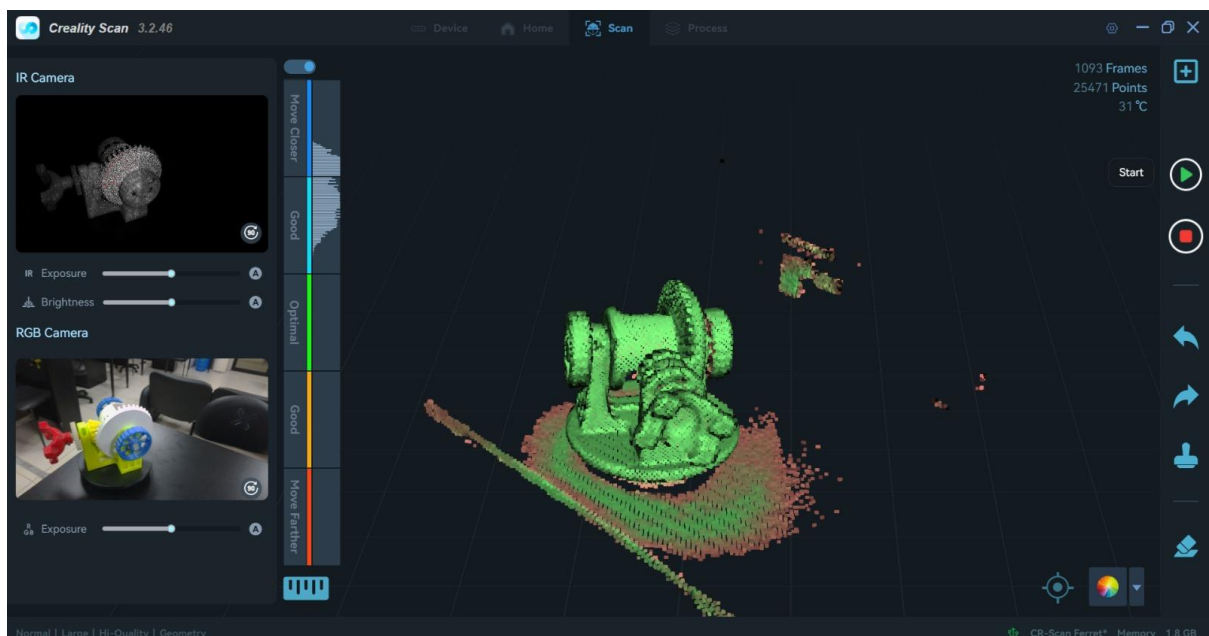


Cabe aclarar que el elemento a ser escaneado debe encontrarse en un lugar firme, así como de libre movilidad y con espacio suficiente para que no se genere interrupciones al momento de realizar el escaneo de este de tal manera que sea accesible desde todos los ángulos para el escáner 3D. En algunos casos, puede ser necesario fijar el elemento en su lugar para evitar movimientos durante el escaneo.

Luego se procede a ajustar la configuración del escáner 3D según las necesidades del elemento a escanear. Esto puede incluir la resolución del escaneo, el tamaño del área de escaneo y otros parámetros relevantes, como se puede apreciar en la figura 32.

Figura 32

Configuración de Escáner 3D



La importancia de un correcto escaneo dependerá de estas configuración y de los cuidados como lo es el manejo de la distancia de escaneo así como la velocidad de desplazamiento, en esta fase el escáner empieza a generar el escaneo para la cual en la pantalla se puede apreciar tres ventanas en las que indican la sección de toma de datos o puntos, en la otra ventana indica el punto de proyección a donde se está direccionando su centro y en la

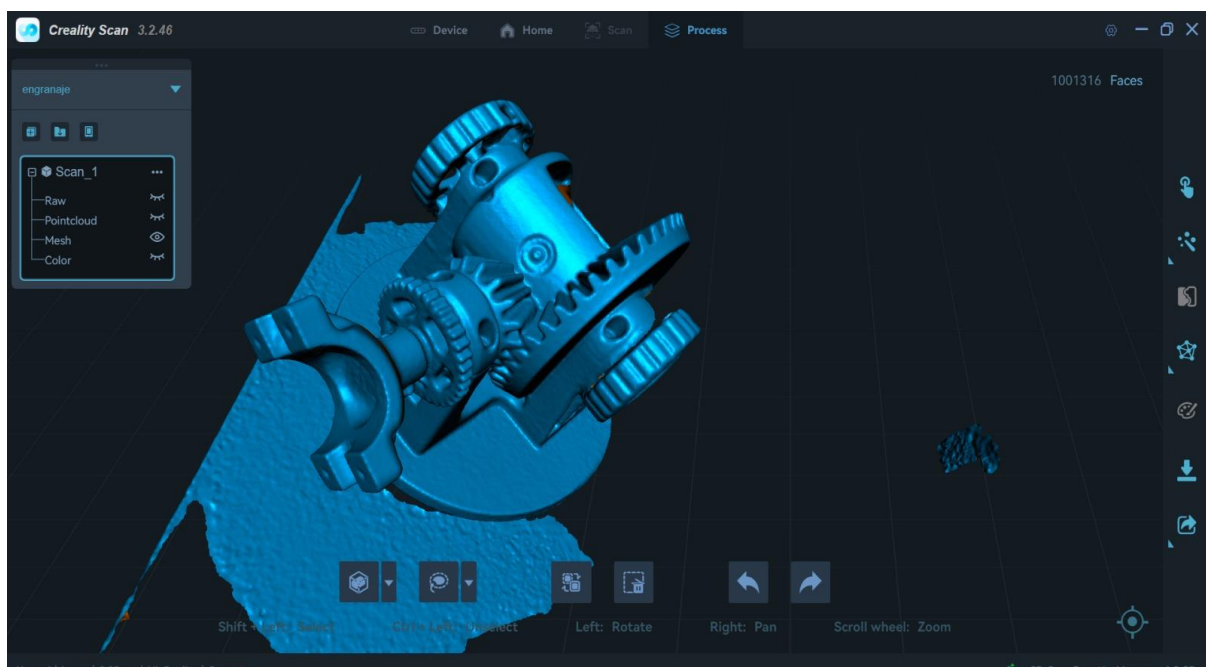
pantalla central el proceso de secuencia y como captura la geometría tridimensional del elemento con precisión.

Durante este proceso, es importante mantener el elemento estable y asegurarse de cubrir todas las áreas relevantes.

Una vez que se considere que el proceso de barrido de escaneo se concluye se debe revisar los datos para asegurar que se hayan capturado todas las características necesarias con precisión. En caso de que falten datos o se detecten errores, es posible que necesites repetir el proceso de escaneo, ajustando la configuración del escáner según sea necesario, como se puede apreciar en la figura 33.

Figura 33

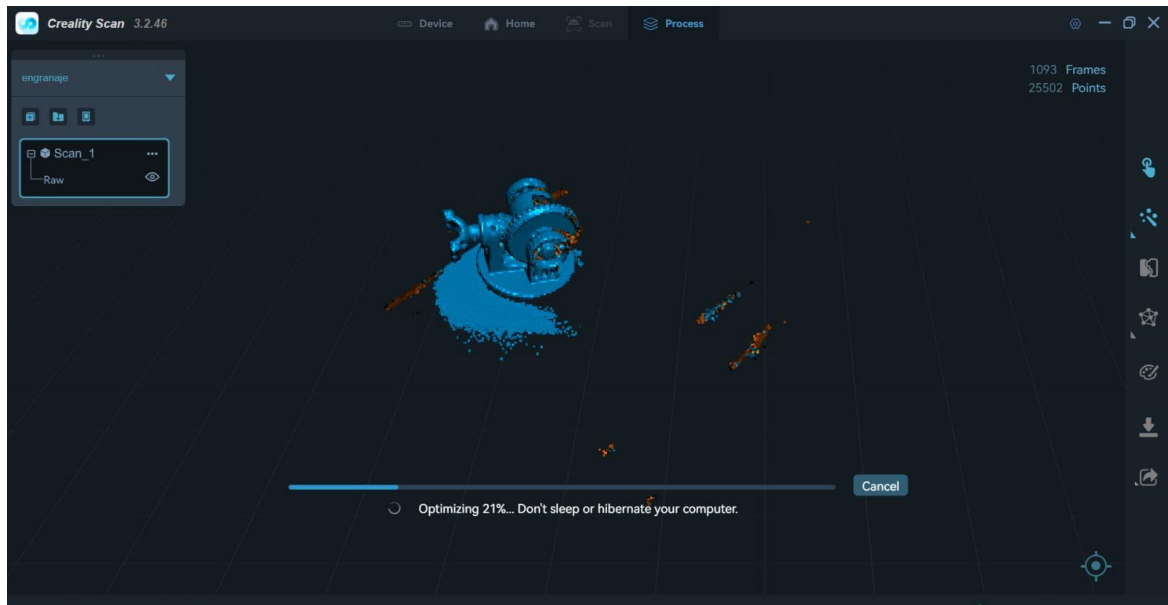
Finalización de Proceso de Escáner 3D



Posteriormente se procese al procesamiento de datos por medio del mismo software del escáner, esto puede incluir la eliminación de ruido, la alineación de múltiples escaneos si es necesario y la generación de un modelo tridimensional final, como se puede apreciar en la figura 34.

Figura 34

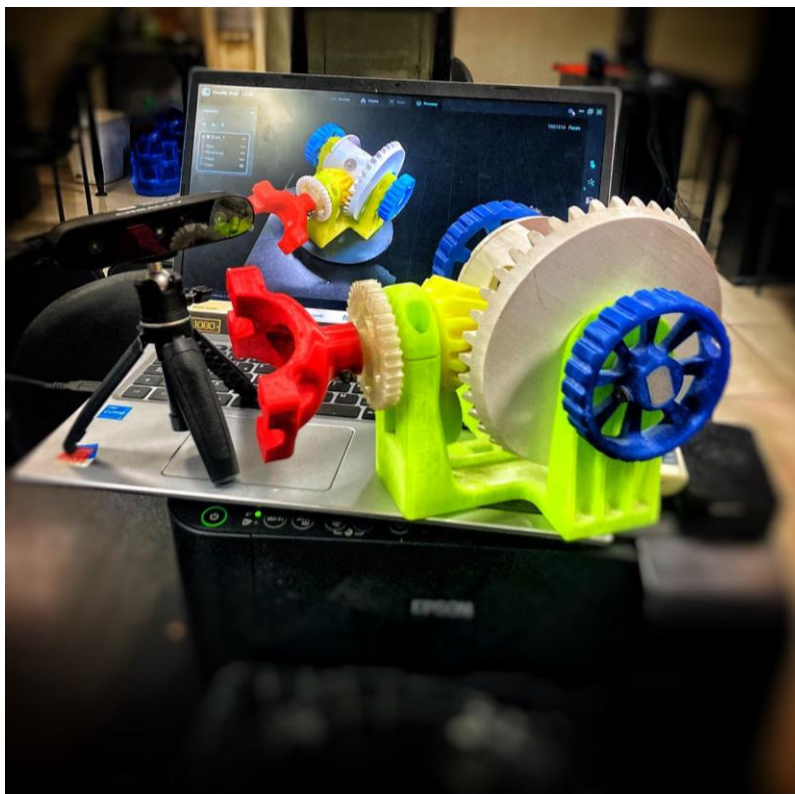
Procesamiento de Datos de Escáner 3D



Cada uno de estos procesos requieren de un determinado tiempo de procesamiento de datos, como se muestra en la figura 35.

Figura 35

Finalización del Procesamiento de Datos de Escáner 3D



Para llegar a la obtención definitiva del resultado de escaneo y este puede ser aplicado el modelo tridimensional, puede ser utilizarlo para una variedad de propósitos, como diseño, análisis de ingeniería, fabricación aditiva (impresión 3D), inspección de calidad, entre otros.

Capítulo IV

Análisis de Resultados en Proceso de Escaneo 3D

4.1. Análisis Dimensional y Geométrico

Para iniciar con este análisis de resultados el presente estudio posee un enfoque en el análisis dimensional y geométrico debido a que es parte fundamental de la ingeniería, así como del diseño de productos industriales. Lo que permite evaluar, controlar dimensiones y formación de componentes mecánicos para de esta manera asegurar el cumplimiento de todos los requisitos establecidos específicamente en el diseño, así como del funcionamiento del elemento en estudio y aquí justamente es donde se proporciona una explicación muy detallada sobre el análisis tanto dimensional como geométrico.

En el aspecto dimensional se tomó en cuenta los siguientes parámetros:

Definición, cuyo análisis dimensional se enfoca en las medidas físicas del elemento automotriz hacer escaneado en 3D, lo que involucra las dimensiones como longitud, ancho, alturas y otras dimensiones que suelen ser de forma específica, para lo cual el elemento a ser escaneado en el presente estudio sus dimensiones fueron medianas por lo que se realizaron con el dispositivo inalámbrico y teniendo en cuenta los parámetros recomendados de posición y de distancia, en el caso de que el ejemplo hubiese sido de dimensiones pequeñas se debía utilizar el trípode y una base giratoria.

Este proceso permitió garantizar que las dimensiones del elemento que se tomó como ejemplo de escaneo 3D se encuentre dentro de los límites que el dispositivo utilizado lo permite para de esta manera evitar variaciones que puedan afectar su funcionalidad o su capacidad para el ensamble de otros componentes si este proceso lo requiere.

Para lo cual las herramientas que se utilizó en este proceso fue un calibrador de Vernier el mismo que brinda precisión de dimensiones del elemento que se tomó como ejemplo.

En la parte geométrica el análisis se centra en la forma del elemento que se procede a escanear que para el presente estudio se seleccionó un elemento geoméricamente regular con pocas partes irregulares con el fin de asegurar las características geométricas que al momento de escanear facilite al dispositivo la perpendicularidad, circularidad, paralelismo y concentricidad en la toma de datos del diseño lo que garantiza dos aspectos principales como lo son la funcionalidad e interoperabilidad, para lo cual los instrumentos utilizados como herramientas en este proceso de medición de estas formas, proyectores de perfiles y software de análisis geométrico para que permita evaluar y verificar las características geométricas del elemento tomado como ejemplo para el estudio fue el recomendado por la marca del dispositivo que en este caso fue el CrealityScan.

Así mismo la importancia de este análisis de los resultados obtenidos en el escáner 3D al momento de aplicar este proceso con elementos automotrices permite la obtención de parámetros fundamentales dentro del proceso de ingeniería inversa aplicado al campo de la industria automotriz y entre estos se determinaron los siguientes:

- Precisión y tolerancia establecidas de manera aceptable tanto en dimensiones y formas de las piezas o conjuntos automotrices lo que asegura que estas piezas o mecanismos se ajusten correctamente y que su funcionamiento al momento de su operación sea como se lo espera.
- Con la interoperabilidad se garantiza que los elementos automotrices se ajusten y se lleguen a ensamblar de manera óptima facilitando de esta manera la fabricación, así como su montaje dentro los mecanismos o sistemas con los que cuentan los vehículos.
- Otro factor de análisis de suma importancia es la calidad del producto por lo que este contribuye a la producción de los elementos o piezas automotrices de alta

calidad al evitar defectos relacionados con dimensiones erróneas o características geométricas que estén mal definidas durante un proceso de diseño.

- Por último y no menos importante es el factor de optimización del diseño ya que permite que el departamento de ingenieros del diseño pueda evaluar y optimizar el diseño de la pieza automotriz para de esta manera garantizar un rendimiento óptimo y una fabricación eficiente.

Con todo este análisis se llega a generar una conclusión referente al aplicar un proceso de ingeniería inversa a través de escáner 3D con tecnología láser emisor de superficie de cavidad vertical en autopartes de vehículos en la que se tiene un enfoque fundamental en la parte dimensional como geométrica del elemento o mecanismo automotriz que garantiza la calidad y funcionalidad de cada una de las piezas automotrices manufacturadas, con la aplicación de herramientas y técnicas específicas, el departamentos de diseño el mismo que es el encargado de evaluar y controlar con precisión las dimensiones y forma, para así contribuir al éxito y eficiencia en la manufacturación de cada una de las piezas que conforman un vehículo.

Conclusiones

Por medio del presente estudio se logró implementar la tecnología VCSEL de láser emisor de superficie de cavidad en procesos de ingeniería inversa aplicado a autopartes de vehículos automotrices, con la aplicación del escáner CrealityScan de la marca Creality el mismo que cuenta con tres cámaras como sensores las cuales permiten generar una nube de multipuntos para proceder a obtener una imagen del proceso de escaneo en 3D la misma que se fusiona por medio de procesos algorítmicos por medio de uno o varios programas computacionales en conjunto con aplicaciones en teléfonos celulares denominados como inteligentes.

Se analizó las funciones y beneficios que brinda el escáner 3D de la marca Creality con tecnología VCSEL, láser emisor de superficie de cavidad vertical en autopartes de vehículos, obteniendo un correcto resultado de escaneo en 3D de piezas automotrices de manera monocromática y a todo color, la mismo que permite su aplicación a procesos de ingeniería inversa o de multiplicación de elementos en procesos de diseño y manufactura dentro de la industria automotriz.

Se llegó a demostrar de forma eficiente el uso de un dispositivo de escaneo en 3D que para el fin fue el escáner CR-Scan Ferrest SE para la aplicación de un proceso de ingeniería inversa en autopartes de vehículos automotrices con un alto rendimiento operacional y funcional.

Finalmente se llegó a desarrollar una guía de uso del escáner 3D con tecnología láser, con aplicación de un proceso de ingeniería inversa en autopartes de vehículos automotrices de la manera más detallada y minuciosa del proceso para evitar algún tipo de error al momento de aplicar esta metodología en procesos de manufactura en elementos o mecanismos de la industria automotriz permitiendo de esta forma un ahorro considerable de recursos como lo son

el tiempo y dinero, ya que al momento de utilizar una tecnología o método tradicional de diseño o rediseño no se llega a cumplir con eficiencia este tipo de procesos.

Recomendaciones

Luego de haber concluido este trabajo investigativo con el uso de un escáner 3D en piezas automotrices se generaron las siguientes recomendaciones enfocadas a la metodología en el proceso de escaneo 3D:

- Se debe preparar la superficie del elemento a ser escaneado tratando de tenga partes brillantes o negras, lo que impide el proceso de escaneo.
- Acondicionar el ambiente donde se va a proceder a escáner ya que este debe tener una luz adecuada para el proceso.
- La versión de los dispositivos como PC y los teléfonos celulares debe ser el recomendado por el fabricante para que funcione la instalación de la aplicación del programa.
- Para el proceso de escaneo 3D se debe tener muy en cuenta la distancia entre la superficie a escanear, así como la velocidad con la que se desplaza el dispositivo para que el proceso sea el correcto y lograr con óptimo resultado.

Bibliografía

- Akca, K. (30 de Marzo de 2023). *Shining 3D*. Obtenido de <https://support.shining3d.com/es/support/solutions/articles/60000856995-5-pasos-para-calibrar-su-freescan-combo>
- AsorCAD. (12 de Mayo de 2020). *Asorcad.es*. Obtenido de <https://www.asorcad.es/blog/escaneado-3D-industrial-por-que-usar-escaner-3D-fundicion/>
- CIEC. (21 de Marzo de 2023). *CIECMADRID*. Obtenido de <https://ciecmadrid.es/events/taller-de-escaneado-3D-6/>
- Descubre Arduino. (26 de Enero de 2014). *DescubreArduino.com*. Obtenido de <https://descubrearduino.com/que-es-el-escaneo-3D-definicion-ventajas-y-usos/>
- Elite. (13 de Julio de 2021). *s-laser*. Obtenido de <https://www.s-laser.com/info/how-a-3D-laser-scanner-works-59378914.html>
- Google . (27 de Julio de 2023). *Google Play*. Obtenido de https://play.google.com/store/apps/details?id=com.revopoint3D.revoscan&hl=es_US&gl=US&pli=1
- Kivolya, N. (6 de Junio de 2019). *Artec3D*. Obtenido de [https://www.artec3D.com/es/learning-center/how-3D-scan-object-portable-structured-light-scanner](https://www.artec3d.com/es/learning-center/how-3D-scan-object-portable-structured-light-scanner)
- Lema, H., & Martínez, P. (2017). *Diseño e implementación de un escáner 3D basado en visión artificial estéreo para el modelado y prototipado de prótesis ortopédicas pasivas por debajo del codo*. Riobamba: ESPOCH.
- Redríguez, C. (2016). *Vertical avity surface emitting laser (VCSEL) acciones en comunicaciones ópticas y sensores*. Valencia: UPV.

Revopoint. (17 de Mayo de 2018). *Revopoint 3D*. Obtenido de <https://www.revopoint3D.com/range/>

ROHM. (30 de Noviembre de 2020). *ROHM semiconductor*. Obtenido de <https://www.rohm.com/news-detail?news-title=new-vcsel-module-technology&defaultGroupId=false>

ScanPhase. (15 de Junio de 2019). *Scanphase*. Obtenido de <https://www.scanphase.com/post/antecedentes-e-historia-del-escaneo-3D-aplicado-a-la-arquitectura-ingenier%C3%ADa-y-construcci%C3%B3n>

Sergi. (17 de Marzo de 2023). *Proyectos CAD*. Obtenido de <https://proyectoscad.com/blog/que-es-el-escaneado-3D-y-sus-aplicaciones/#:~:text=En%20la%20fabricaci%C3%B3n%2C%20el%20escaneo,implantes%20dentales%20y%20planificaci%C3%B3n%20quir%C3%BArgica.>

Shining 3D. (7 de Marzo de 2023). *Einscan*. Obtenido de <https://www.einscan.com/applications/que-es-el-escaneo-3D-y-que-tipos-de-escaneres-hay/>

VISI. (12 de Agosto de 2023). *VSMéxico*. Obtenido de <https://www.visiseries-mexico.com/recomendaciones-para-escaneo-3D/>

WH. (03 de Marzo de 2017). *wallhere.com*. Obtenido de <https://wallhere.com/es/wallpaper/482243>

