



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica
Carrera de Ingeniería Automotriz**

**Trabajo de Integración Curricular, previo a la obtención del título de Ingeniero
Automotriz**

Tema: “Diseño de una autoparte e investigación de su factibilidad comercial”

Autores:

**Castro Chicaiza, Alexis David
Llagua Pillana, Bryan Alexander**

Director:

Ing. Solís Santamaria, Santiago Isaac

**Latacunga
Febrero, 2023**



Antecedentes

- La importación de las diversas autopartes automotrices alcanzó 57 millones de dólares en el mes de noviembre del 2022, siendo así que existe un incremento del 17% con respecto al año 2021 durante el mismo periodo (CINAE, 2022).
- Partiendo desde esta perspectiva se ha implementado el desarrollo de una autoparte automotriz en el cual ayude a mejorar la matriz de producción nacional. Esto presenta una oportunidad para el ingreso al mercado de comercialización de autopartes. La aplicación de la ingeniería inversa presenta una solución factible para la elaboración y construcción del elemento, debido a que existe diversos métodos de implementación.



Justificación e importancia

EL incremento del sector automotriz crea varias oportunidades para el ingreso de nuevas tecnologías en el mercado, resultando factible el desarrollo y comercialización de las piezas automotrices que en su mayoría son importadas.

Por lo tanto, se plantea implementar un diseño de una autoparte aplicando la metodología de la ingeniería inversa, en el cual el proceso de prototipado rápido nos ayudara a obtener la geometría específica del modelo, y con la ejecución de la investigación de mercado nos permitirá conocer su factibilidad comercial de la autoparte a desarrollar en esta investigación, ya que al ser elaborado como un producto nacional provocaría un gran impacto para el desarrollo laboral, industrial y económico en el país



Alcance

Mediante las diferentes técnicas de recopilación de datos se enlistará las distintas autopartes importadas en el mercado ecuatoriano para seleccionar la más requerida por los clientes en el sector automotriz, y con la ayuda del software CAD se realizará el proceso de diseño inverso, para presentar una simulación en 3Dstudio para observar la estructura y la estética de la autoparte seleccionada. También se realizará un prototipo mediante métodos aditivos para comprobar que no existan errores en la geometría, de existir algún error se corregirá el diseño para que no existan fallas en el impacto visual de la autoparte. También se investigará su factibilidad comercial en el mercado ecuatoriano, con la finalidad de la inserción de la autoparte en el mercado nacional.



Objetivos

General

- Diseñar una autoparte e investigar su factibilidad comercial



Objetivos

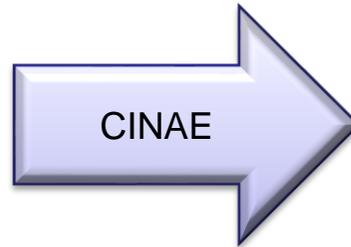
Específicos

- Investigar las diferentes autopartes que son importadas en el mercado ecuatoriano
- Diseñar la autoparte seleccionada para su producción en serie y estudios mecánicos
- Elaborar el estudio de mercado de la autoparte diseñada para su introducción en el mismo



Investigación de mercado

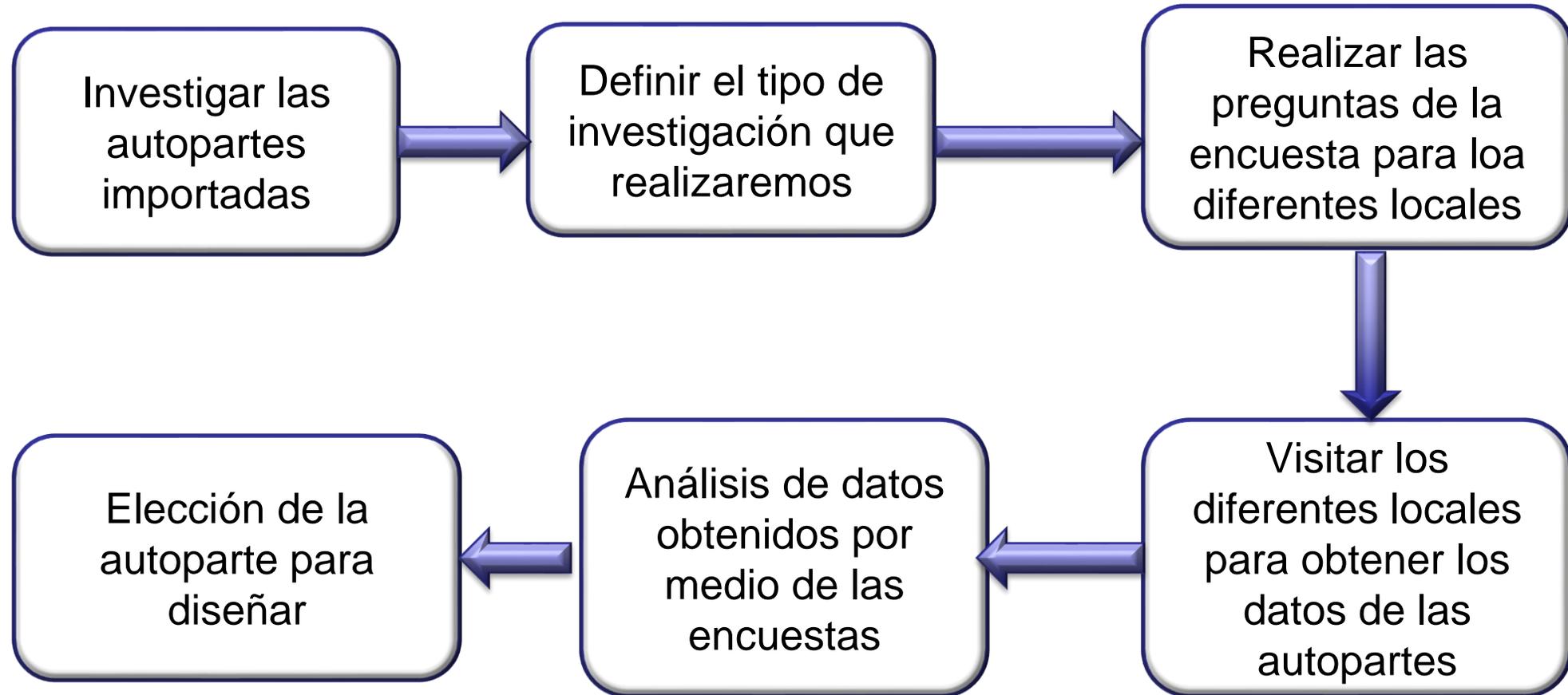
EL mercado de autopartes en el Ecuador cada vez va incrementando en las importaciones



Las importaciones de autopartes en noviembre del 2022 alcanzaron los 57 millones de dólares. han incrementado en 17% con respecto al mismo periodo en el año 2021, esto representa un aumento de un valor que bordea los 73 millones de dólares



Investigación de mercado



Autopartes automotrices

Paragolpes o
parachoques



Faros



Guarda
fangos



Retrovisor



Rejilla

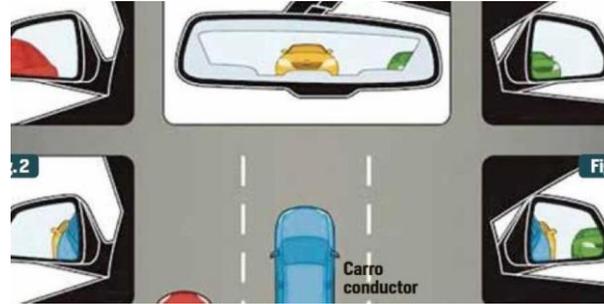


Retrovisores exteriores del automóvil

El retrovisor es un mecanismo que facilita la visión del conductor tanto a los lados como el área que se encuentra detrás del automóvil



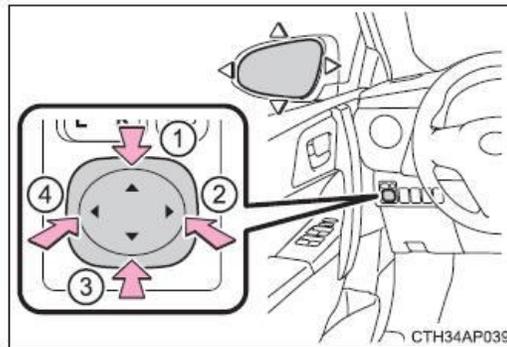
Visión



Ajuste

*Funciones del
retrovisor*

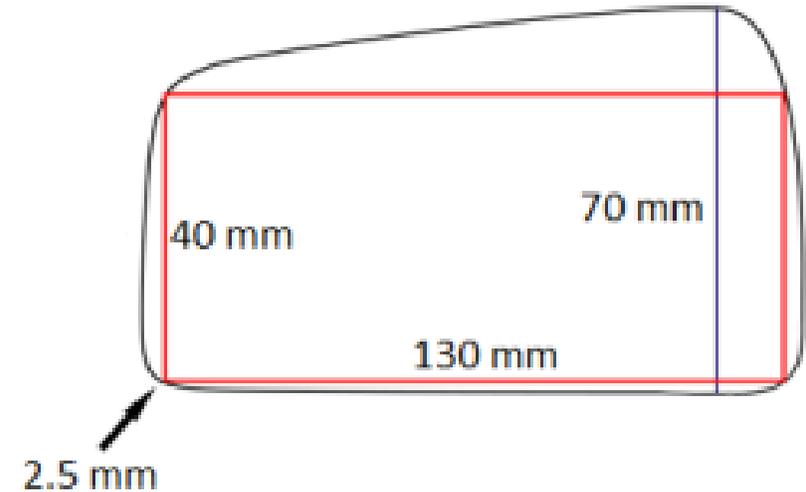
Estructura



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

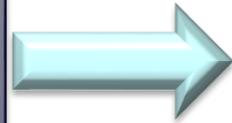
Normativa para la construcción del retrovisor

Las dimensiones para el área reflectante se consideran en base a las exigencias dispuestas en el Reglamento No.46 de la UNECE en donde manifiesta las medidas requeridas mínimas de la superficie reflejante

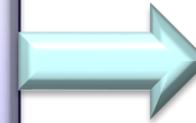


Ingeniería inversa

Es un método para integrar el diseño y la fabricación de productos y objetos



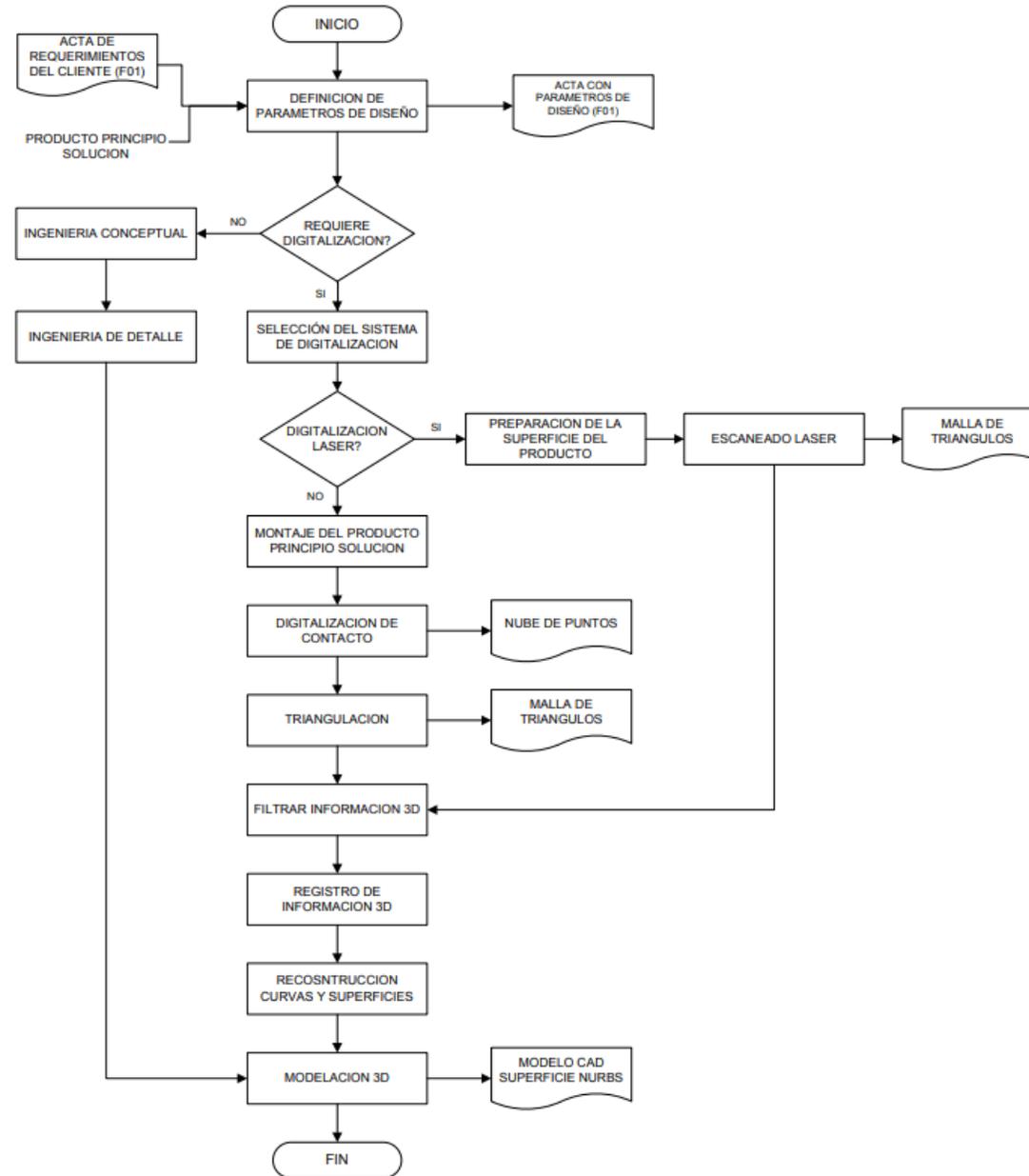
Se usa cuando existe la necesidad de trabajar con diseños precisos de objetos



Cuando estos elementos están compuestos por superficies aleatorias o complejas



Ingeniería inversa



Scanner 3D

El scanner 3D es importante para la ingeniería inversa, con la ayuda de esta herramienta obtenemos la geometría del objeto del cual necesitamos mantener o mejorar su diseño.

Mide la geometría de un objeto físico real y proporcionará una copia digital exacta, de cualquier objeto

Esta copia digital se puede exportar como un archivo de malla poligonal

Procesos asistidos por ordenador diferentes, como el modelado en 3D, el diseño asistido por ordenador (que también se conoce como CAD),

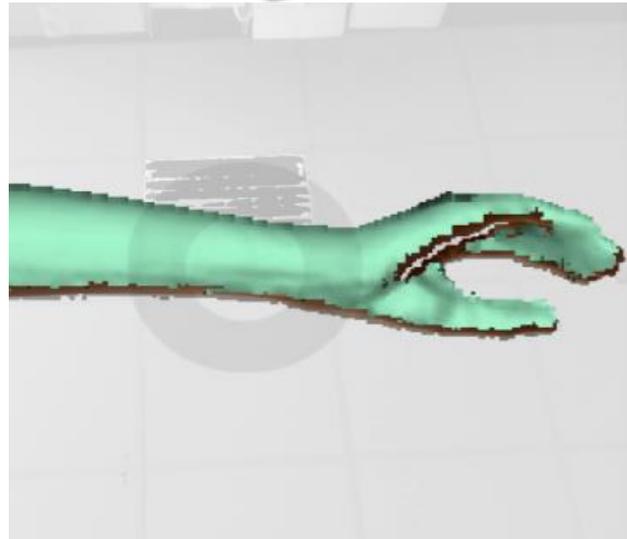


Tipos de modos para scanner 3D

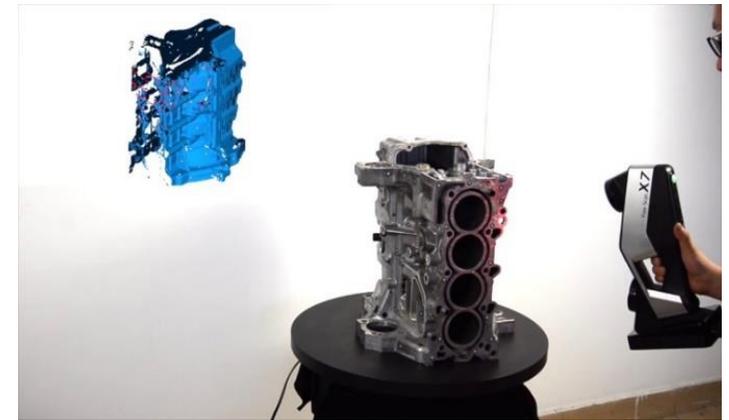
**Modo
Cabeza**



**Modo
cuerpo**



**Modo
objeto**

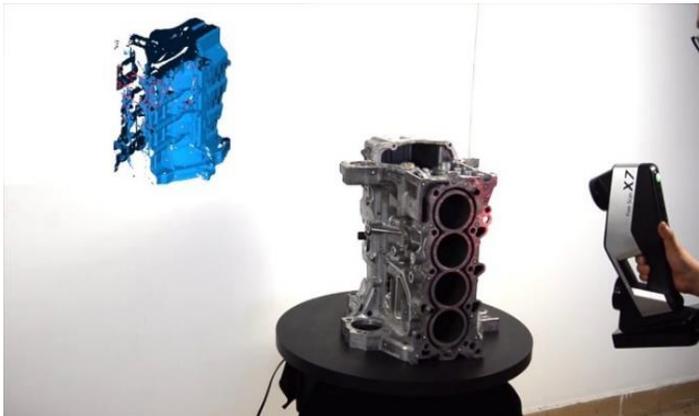


Tipos de modos para scanner 3D

Modo objeto

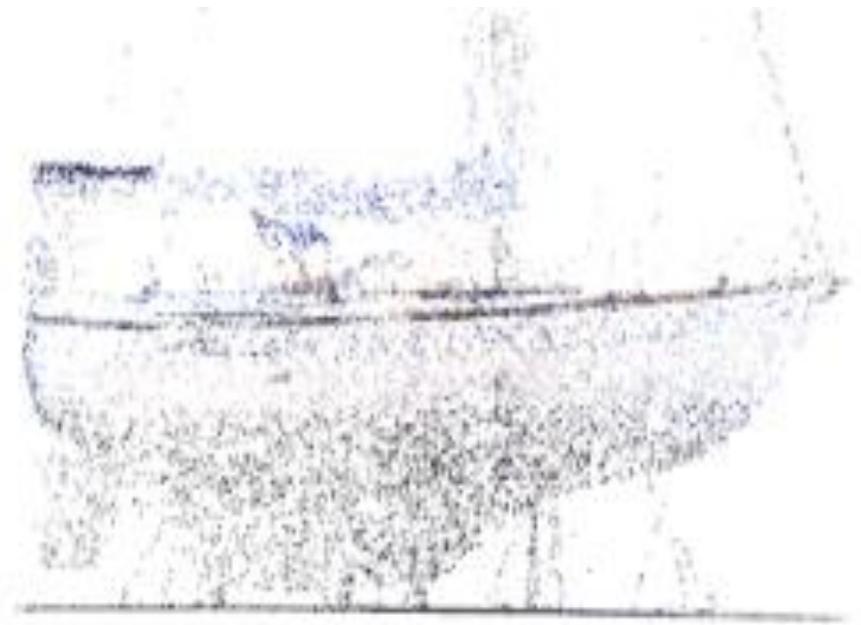
Este modo es el más utilizado para objetos que tengan una geometría y dimensiones aleatorias y complejas

Esta opción permite escanear objetos de hasta 30cm de largo por 60cm ancho y 60cm de profundidad, la distancia del escáner hacia el objeto debe ser de 25cm a 50cm.



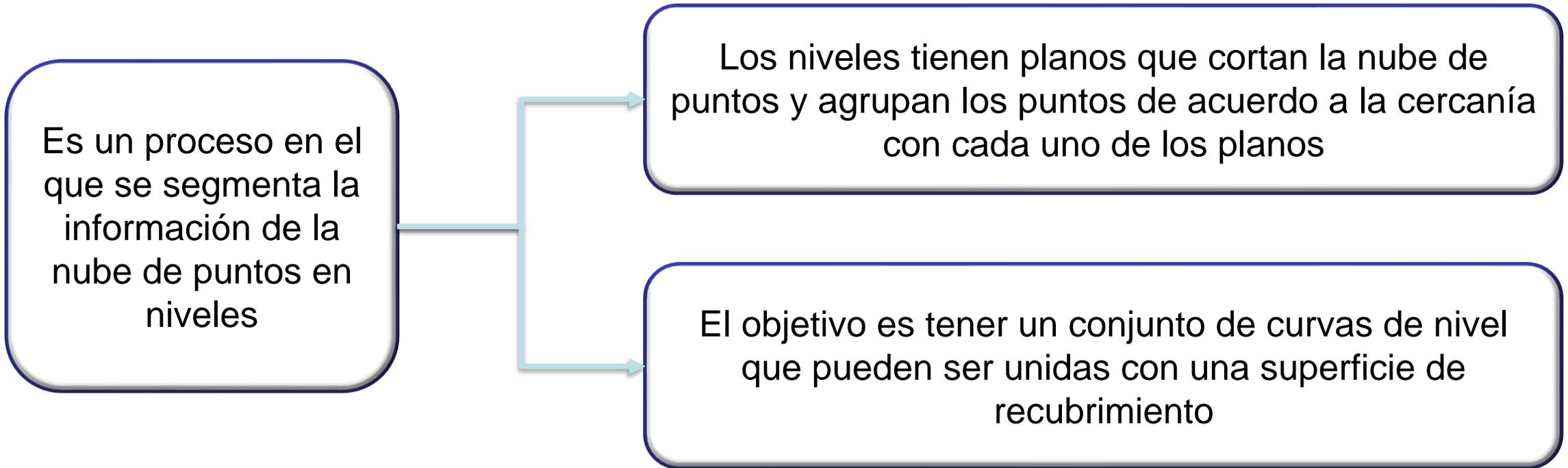
Nube de puntos segmentada

Esta nube de puntos será manipulada por un técnico mediante un software CAD, así obtendremos, “información segmentada punto a punto necesaria para generar entidades geométricas de referencia como curvas, primitivas, planos y ejes para la posterior fijación de superficies que conforman el objeto 3D”



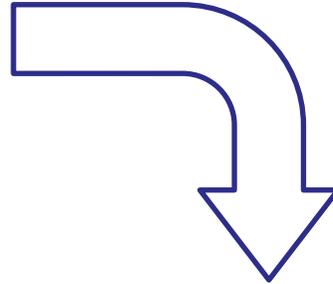
Generación de contornos a partir de nube de puntos

En este proceso usaremos toda la nube de puntos para generar el diseño del objeto requerido



Diseño asistido por ordenador CAD

Permite realizar de forma rápida y eficaz análisis tanto de los diseños nuevos con modelos existentes



Trabajamos utilizando sistemas en el diseño, fundamentalmente de curvas y superficies. Estos trabajos se desarrollan en la industria automovilística, naval y aeronáutica. Un problema crucial para esta industria era el diseño de las superficies, este se resolvía utilizando curvas, círculos, rectas, cilindros, conos.



Desarrollo

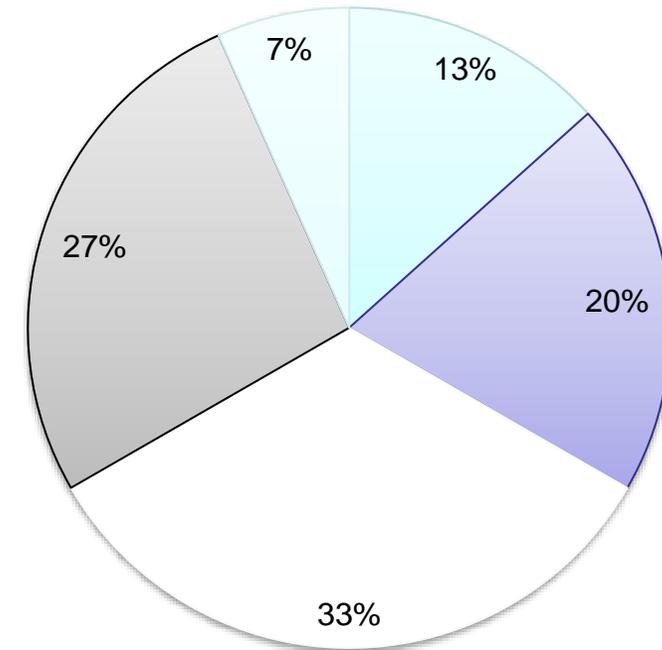


Estudio de mercado para la selección de la autoparte importada

Datos de la ciudad de Latacunga

Autoparte importada	Número de empresas importadoras
Latonería	2
Guardachoques	3
Retrovisores	5
Faros	4
Guardafangos	1

Autopartes importadas en Latacunga



■ Latonería ■ guarda choques ■ retrovisores ■ faros ■ guardafangos

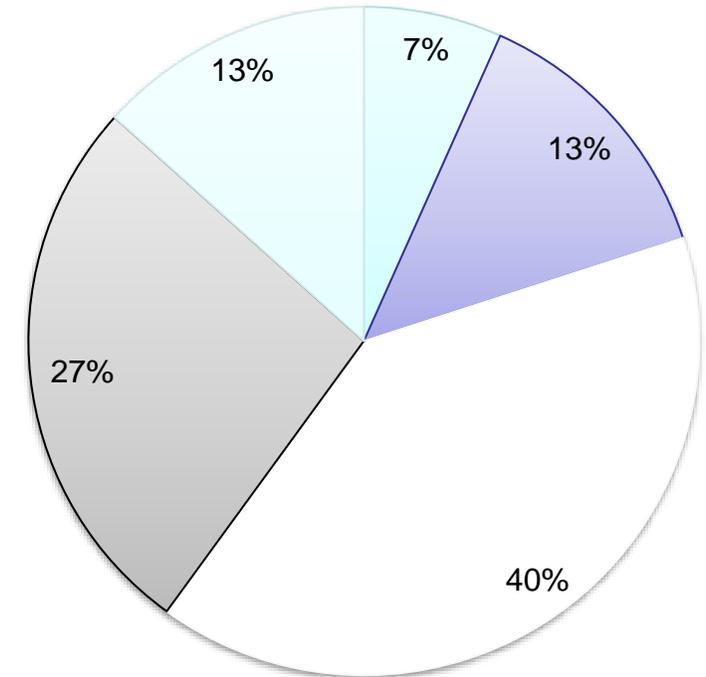


Estudio de mercado para la selección de la autoparte importada

Datos de la ciudad de Ambato

Autoparte importada	Número de empresas importadoras
Latonería	1
Guardachoques	2
Retrovisores	6
Faros	4
Guardafangos	2

AUTOPARTE IMPORTADA EN AMBATO

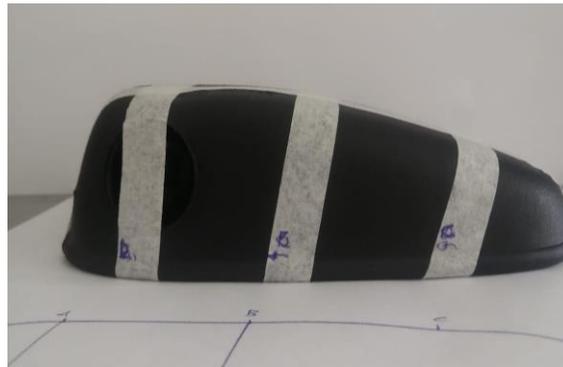


■ Latonería ■ guarda choques ■ retrovisores
■ faros ■ guardafangos



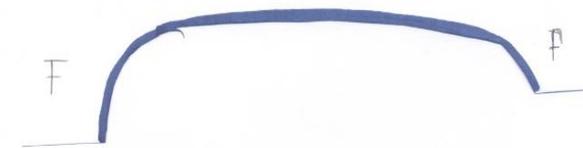
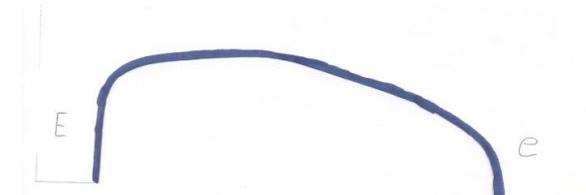
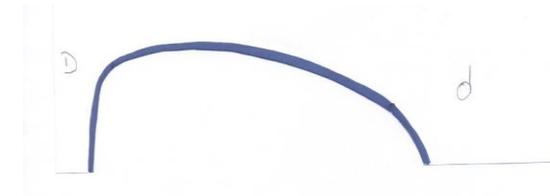
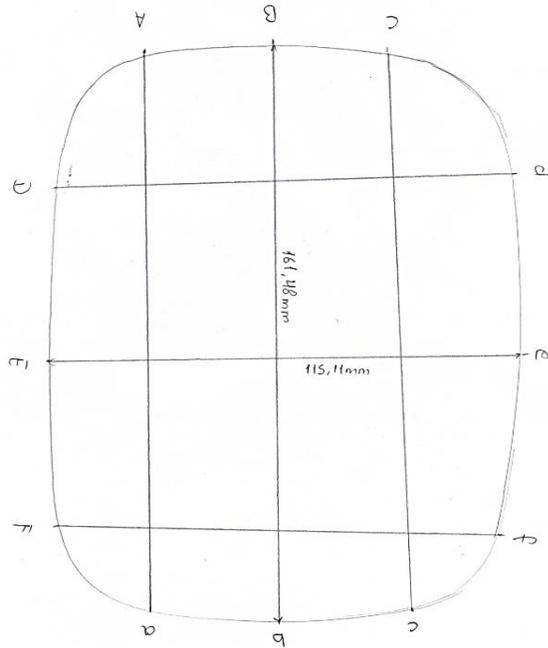
Obtención de perfiles

En este proceso realizado se tomó como base el perfil del retrovisor dividido en varios segmentos el cual permite obtener la geometría adecuada en puntos exactos para elaborar el diseño de la pieza



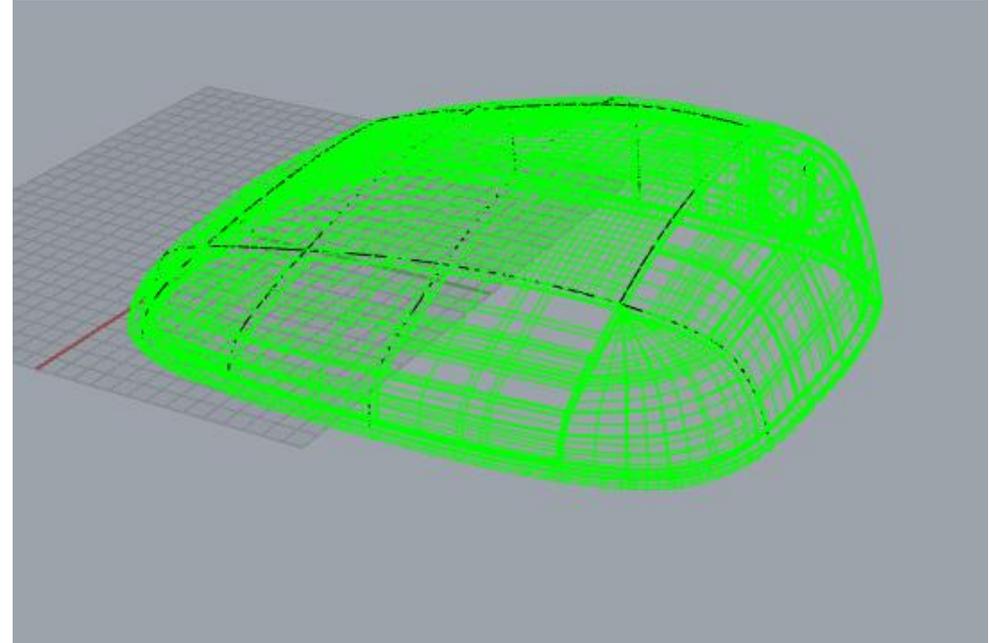
Obtención de perfiles

A continuación, se registra los datos obtenidos de los puntos del retrovisor, así como también el contorno de la pieza



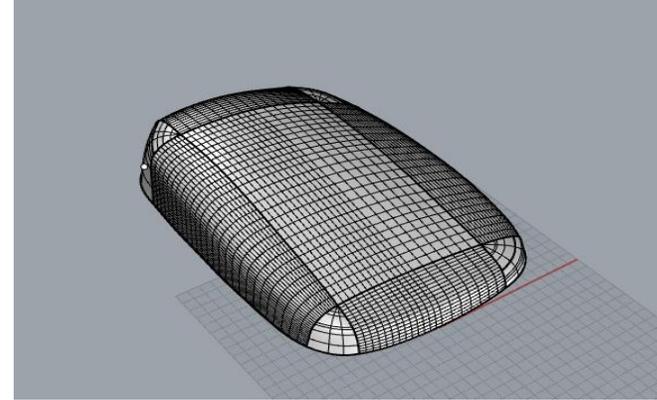
Modelado del retrovisor mediante software CAD

A continuación se realiza el modelamiento del retrovisor mediante software CAD, partiendo de los datos obtenidos en la sección de obtención de perfiles mencionado anteriormente



Rediseño geométrico del retrovisor por medio del software CAD

Una vez obtenido el modelo del retrovisor se realiza la corrección de fallas en el caso de existirlas



Análisis



Análisis por elementos finitos

Propiedades del material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes		
	Nombre:	Polipropileno	Carcaza Superior	
	Tipo de modelo:	Isotrópico elástico lineal		
	Criterio de error predeterminado:	Desconocido		
	Límite de tracción:	2,76e+07 N/m ²		
	Módulo elástico:	8,96e+08 N/m ²		
	Coefficiente de Poisson:	0,4103		
	Densidad:	890 kg/m ³		
	Módulo cortante:	3,158e+08 N/m ²		
	Datos de curva: N/A			



Análisis por elementos finitos

Análisis de impacto

Parámetros básicos del análisis

Sólidos			
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
<p>Carcaza Superior</p> 	<p>Sólido</p>	<p>Masa:0,0519464 kg Volumen:5,83423e-05 m³ Densidad:890,373 kg/m³ Peso:0,509075 N</p>	



Análisis de impacto

Información de configuración

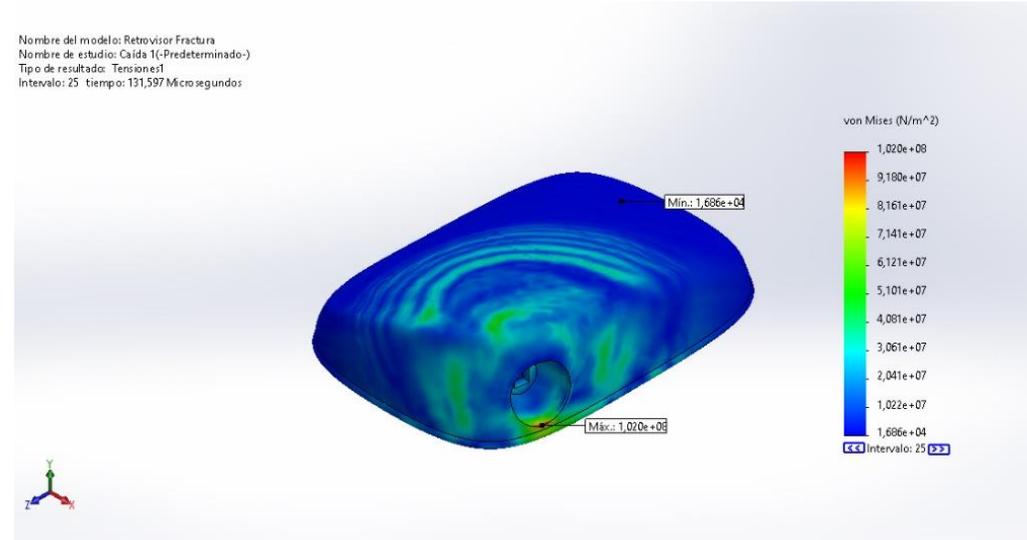
Parámetros	Datos
Tipo	Velocidad al impacto
Magnitud de velocidad	28 m/sec
Referencia de velocidad de impacto	Cara<1>
Gravedad	9,81 m/s ²
Referencia de gravedad	Planta
Coeficiente de fricción	0
Rigidez del suelo	Suelo rígido
Cociente de amortiguamiento crítico	0



Análisis de impacto

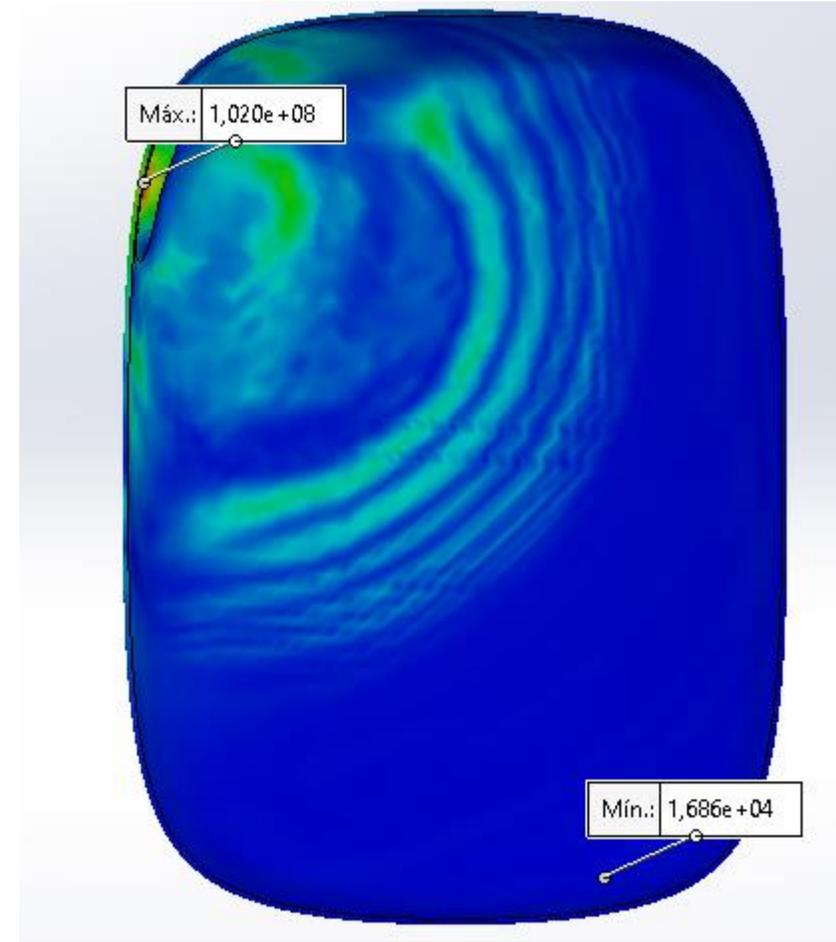
Resultados del estudio – Tensión

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	1,686e+04N/m ² Nodo: 11193	1,020e+08N/m ² Nodo: 1540



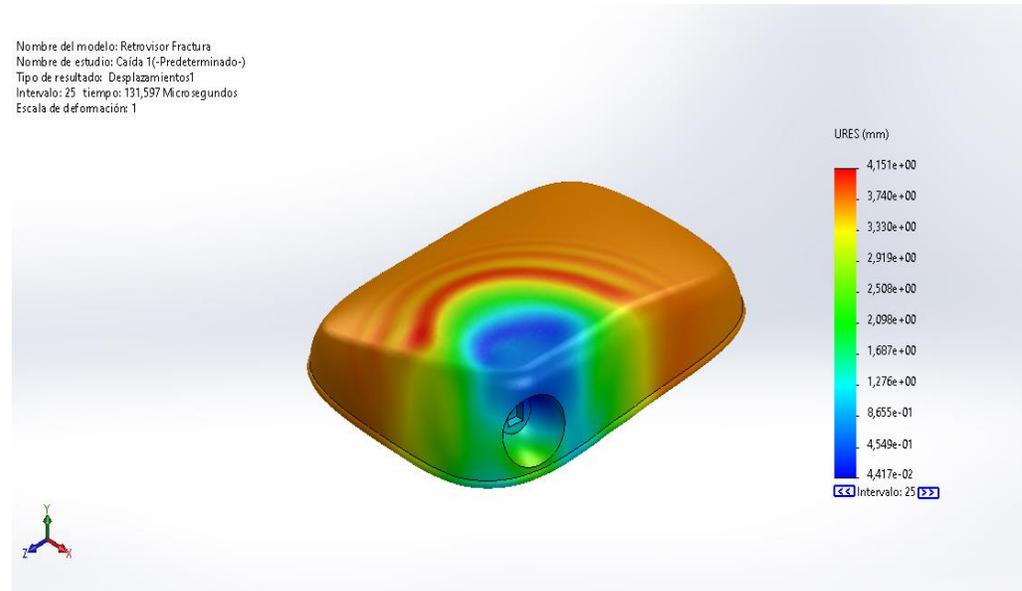
Análisis de impacto

La presión máxima que soporta el diseño es de $1,020e+08 \text{ N/m}^2$, este valor se compara con el módulo elástico del material elegido que es de $8,96e+08 \text{ N/m}^2$, con esta comparación nos da un factor de seguridad de 8.7, esto quiere decir que el diseño, es factible con un espesor de 2.5 mm, si el factor de seguridad resulta menor que 1, se debe variar el espesor del diseño hasta que sea factible.



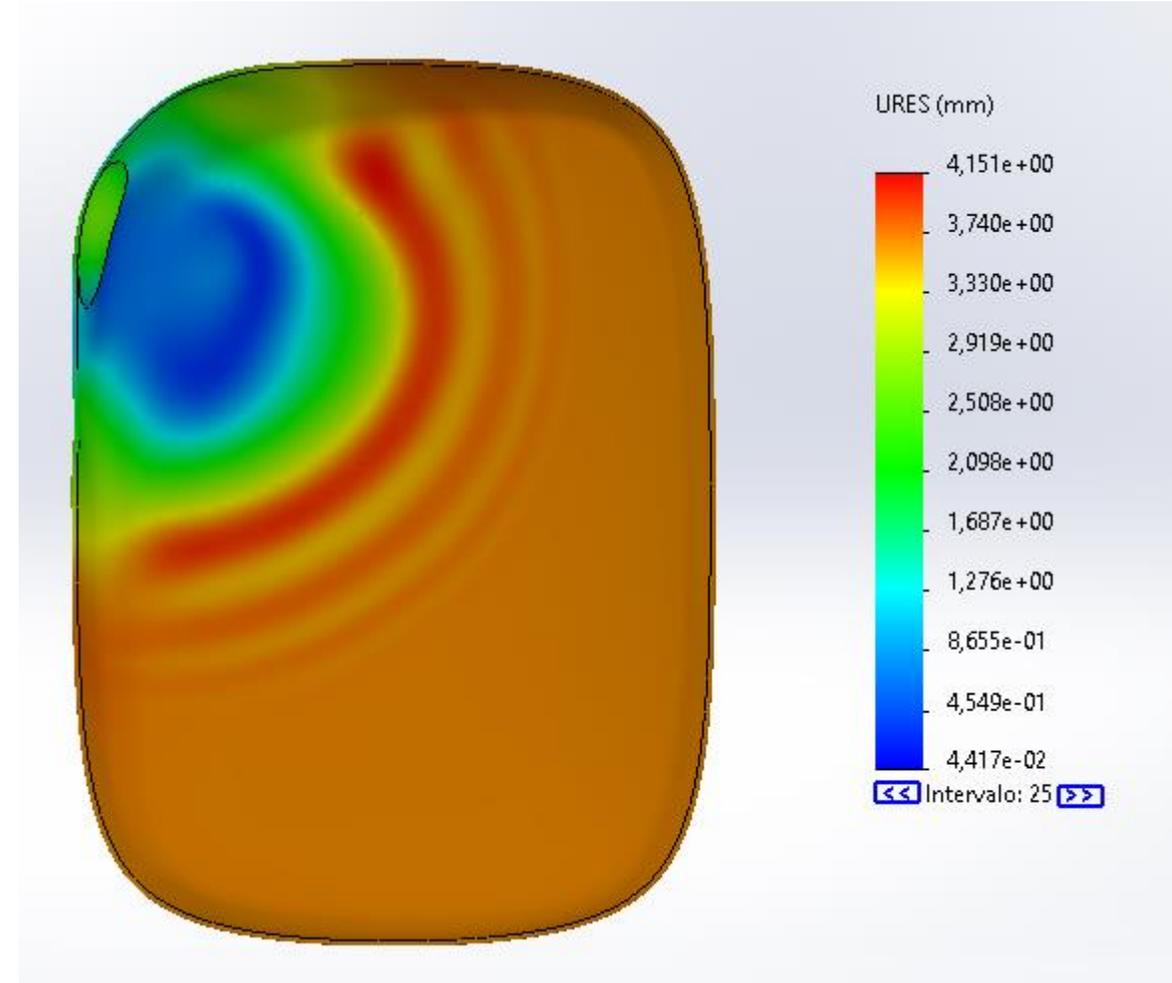
Resultados del estudio – Desplazamiento

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	4,417e-02mm Nodo: 29434	4,151e+00mm Nodo: 23090



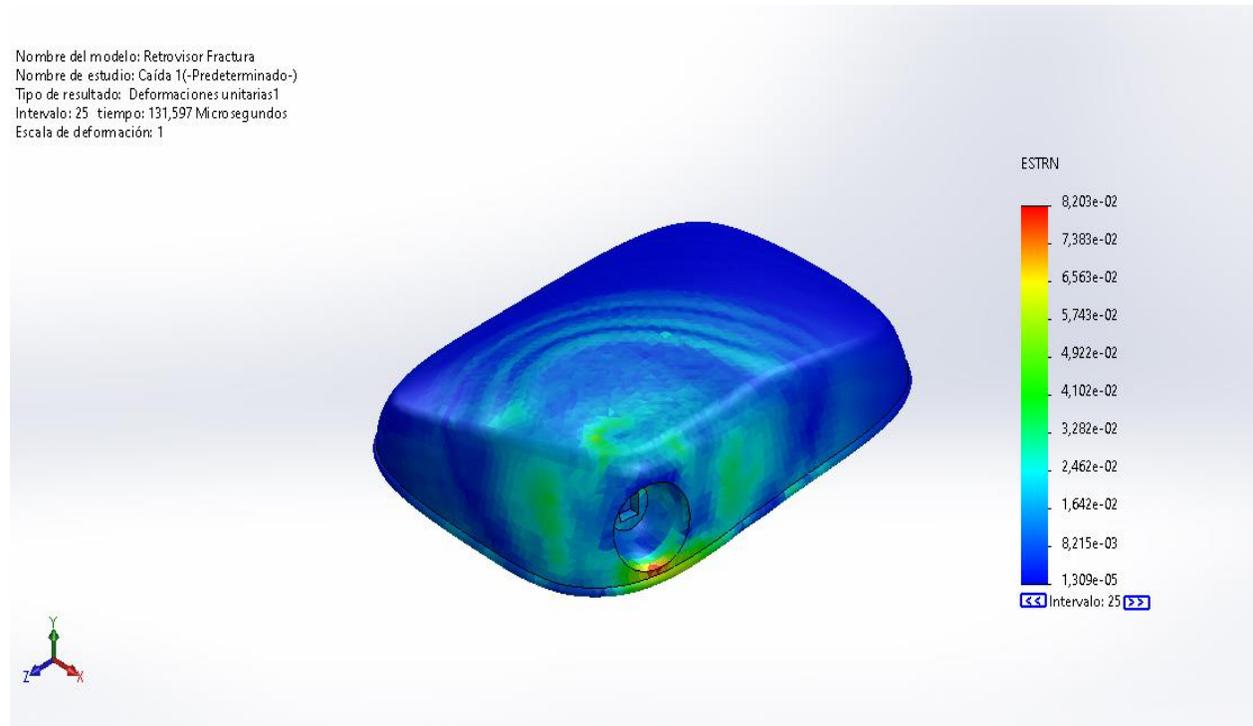
Análisis de Desplazamiento

Con la presión máxima que soporta el diseño es de $1,020e+08\text{N/m}^2$, tiene un desplazamiento mínimo de $4,417e-02\text{mm}$ y un desplazamiento máximo de $4,151e+00\text{mm}$, con estos valores se puede determinar que el diseño va a tener un desplazamiento notorio con un espesor de 2.5 mm, en caso de un impacto a una velocidad de 28 m/s



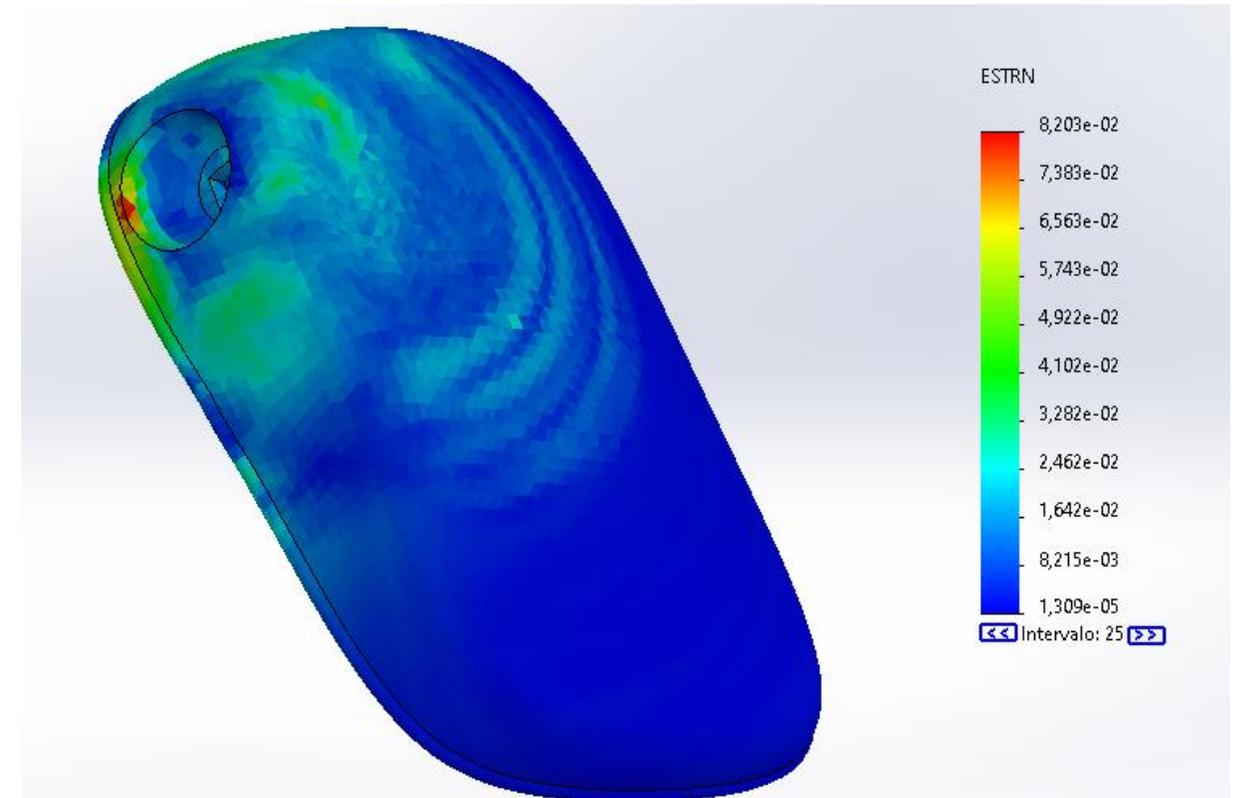
Resultados del estudio – Deformaciones unitarias

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	1,309e-05 Elemento: 13545	8,203e-02 Elemento: 13850



Análisis de Deformaciones unitarias

Con la presión máxima que soporta el diseño es de $1,020e+08\text{N/m}^2$, tiene una deformación mínima de $1,309e-05$ y una deformación máxima de $8,203e-02$, con estos valores se puede determinar que el diseño tendrá una deformación casi despreciable, lo que nos quiere decir que no sufrirá alteraciones en su geometría considerando que el diseño tiene un espesor de 2.5 mm, en caso de un impacto a una velocidad de 28 m/s



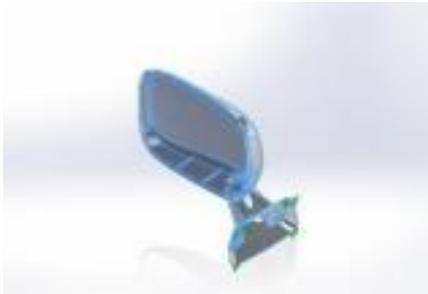
Análisis de Vibraciones

Simulación de vibraciones para tiene como objetivo determinar el valor de frecuencia a la cual va a poder trabajar o estar sometido el elemento en estudio

Nombre de estudio	Estudio de Vibraciones
Tipo de análisis	Frecuencia
Tipo de malla	Malla sólida
Número de frecuencias	10
Tipo de solver	FFEPlus
Muelle blando:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 kelvin

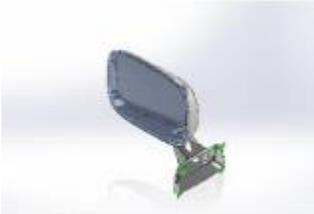


Análisis de Vibraciones

Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Retrovisor (Carcasa- Soporte) 	Sólido	Masa:0,058548 kg Volumen:6,57527e- 05 m ³ Densidad:890,427 kg/m ³ Peso:0,57377 N	



Análisis de Vibraciones

Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Espejo 	Sólido	Masa:0,05691 12 kg Volumen:2,31558e-05 m ³ Densidad:2.457,75 kg/m ³ Peso:0,557729 N	



Análisis de Vibraciones

Resultados del Análisis de vibración

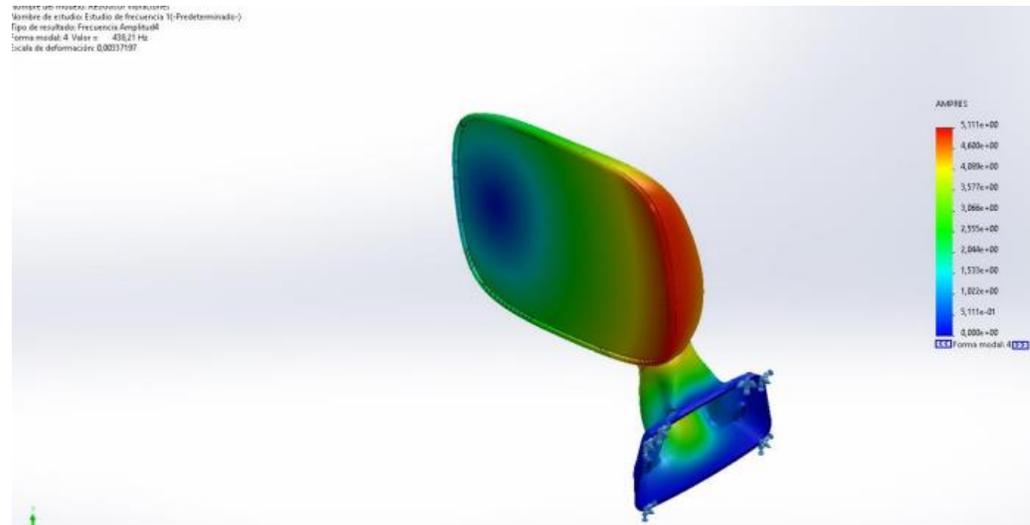
Modo Nº.	Frecuencia (Hertz)	Dirección X	Dirección Y	Dirección Z
1	55,798	0,30103	0,29776	1,2672e-05
2	69,527	0,0019257	0,0028572	0,73933
3	158,11	0,0011767	0,00040899	0,00449
4	438,21	0,015407	0,41256	0,01049
5	467,68	0,00014283	0,014444	0,029268
6	512,13	0,32295	0,080781	0,08768
7	534,91	0,28611	0,14236	0,042761
8	716,29	1,391e-05	2,2323e-07	0,020406
9	748,66	0,0020554	0,0010193	0,00073902
10	838,11	0,0020817	0,0015614	8,9176e-05
		Sum X = 0,93289	Sum Y = 0,95375	Sum Z = 0,93527



Análisis de Vibración

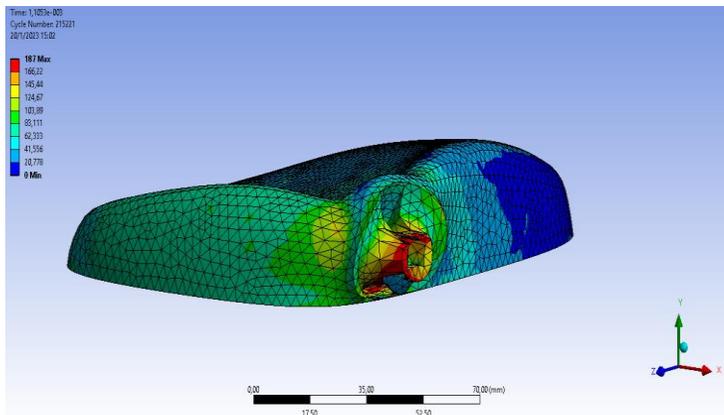
De acuerdo con los datos obtenidos del análisis de vibraciones aplicados al retrovisor presenta una frecuencia de 55,79 Hz en condiciones iniciales, hasta una frecuencia de 838 Hz, el cual es la cantidad máxima que soportara el retrovisor antes de que exista una fractura o variación en su diseño. Siendo así que el desplazamiento total que se presentan en la simulación de vibración es de 1mm en cada eje.

Por lo tanto, para disminuir las frecuencias de vibración es necesario colocar un resorte en la pieza para evitar que se presente daños en la estructura.



Análisis por Fractura

La simulación de fractura se realizó a partir del desplazamiento que se puede producir en la zona de anclaje de la carcasa del retrovisor con la base principal



Nombre de estudio	Fractura
Tipo de análisis	Desplazamiento
Tipo de malla	Malla sólida



Análisis por Fractura

Tabla. Información de configuración

Tipo	Fractura
Distancia de desplazamiento	80 mm
Gravedad	9,81 m/s ²
Referencia de gravedad	Planta
Coefficiente de fricción	0
Rigidez del suelo	Suelo rígido
Cociente de amortiguamiento crítico	0



Análisis por Fractura

Tabla. Resultados del estudio

Tiempo [s]	Mínimo [MPa]	Máximo [MPa]	Promedio [MPa]
1,1755e-038	0,	0,	0,
1,5001e-004	0,45043	106,38	24,624
3,0001e-004	0,44627	140,18	28,425
4,5001e-004	1,1418	180,01	32,205
6, e-004	0,75588	184,27	36,098
7,5001e-004	1,7102	182,35	40,669
9, e-004	1,3823	185,78	45,992
1,05e-003	4,6749	187	50,949



Análisis por Fractura

Tabla. Resultados del estudio

Tiempo [s]	Mínimo [MPa]	Máximo [MPa]	Promedio [MPa]
1,2e-003	5,0776		44,984
1,35e-003	0,93228		28,106
1,5e-003	2,4232		27,202
1,65e-003	1,1361		26,325
1,8e-003	1,2396		24,156
1,95e-003	0,87704		25,768



Análisis por Fractura

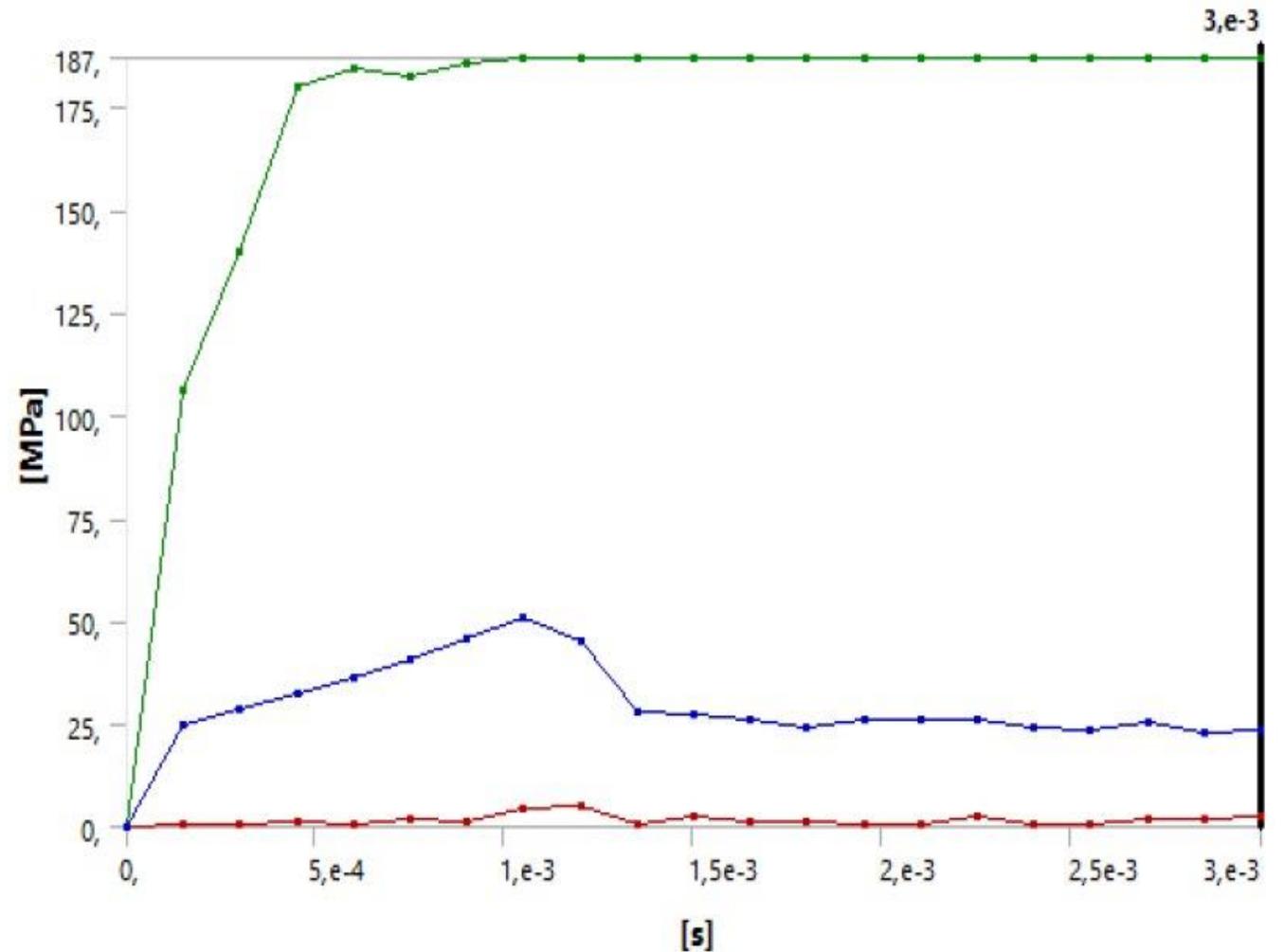
Tabla. Resultados del estudio

Tiempo [s]	Mínimo [MPa]	Máximo [MPa]	Promedio [MPa]
2,1e-003	0,82041		26,211
2,25e-003	2,38		26,333
2,4e-003	0,93503		24,311
2,55e-003	0,82819		23,739
2,7e-003	1,9598		25,471
2,85e-003	1,769		23,113
3, e-003	2,3929		23,545



Análisis de Fractura

De acuerdo este análisis se presenta la curva de ruptura del retrovisor en donde se presenta los resultados de la simulación en diferentes condiciones



Conclusiones

- Mediante proceso de la ingeniería inversa y técnicas de escaneado 3D, se obtuvo el diseño de la autoparte importada, el cual se sometió análisis de elementos finitos para comprobar si su diseño es factible con el mismo espesor, pero diferente material.
- Con el análisis de impacto se obtuvo la presión máxima que resistirá el diseño del retrovisor que es de $1,020e+08\text{N/m}^2$, con la que obtuvimos un factor de 8.7, lo cual nos indica que el diseño es factible, con el mismo espesor de 2.5 mm del retrovisor seleccionado, por lo que permitirá su producción. Con diferente material.



Conclusiones

- Una vez terminado los análisis por elementos finitos se comprobó que su diseño es factible, se imprimió un prototipo para su verificación que tenga una similitud en su geometría y en la apariencia del del retrovisor elegido mediante la investigación exploratoria, como existo fallas se pudo comenzar con su producción.
- De acuerdo al análisis de vibraciones su frecuencia mas alta que puede soportar el retrovisor es de 838Hz antes de que exista una fractura o cambios en la estructura, Por lo tanto, para disminuir las frecuencias de vibración es necesario colocar un resorte en la pieza.



Recomendaciones

- Se recomienda delimitar el estudio de mercado ya que nos permite detectar el valor comercial de algún producto o servicio y así ejecutar algún estudio o estrategia ante los sectores competidores.
- Para que no existan fallas al momento de realizar la simulación de análisis por elementos finitos se debe colocar correctamente los parámetros del material con el que se va analizar
- Al momento de emplear la técnica de escaneado 3D, el equipo debe estar a una distancia considerable de tal manera que se pueda registrar la figura sin defectos en su geometría

