



UNIVERSIDAD UTE

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E
INDUSTRIAS**

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UNA PISTOLA NEUMÁTICA
PARA LA REPARACIÓN DE CARROCERÍAS AUTOMOTRICES
MEDIANTE PRESIÓN REGULABLE**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO AUTOMOTRIZ**

**Autor:
EDGAR FERNANDO BRAVO SANDOVAL**

**Director:
ING. MANUEL ARTURO FALCONÌ BORJA, MsC.**

Santo Domingo, 31 de mayo 2019

© Universidad UTE. 2019
Reservados todos los derechos de reproducción

FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO PROYECTO DE TITULACIÓN

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1723998256
APELLIDO Y NOMBRES:	Bravo Sandoval Edgar Fernando
DIRECCIÓN:	Coop. Galo Plaza
EMAIL:	alexis94_bs@hotmail.com
TELÉFONO FIJO:	022747558
TELÉFONO MÓVIL:	0999169889

DATOS DE LA OBRA				
TÍTULO:	Diseño y fabricación de una pistola neumática para la reparación de carrocerías automotrices mediante presión regulable			
AUTOR O AUTORES:	Bravo Sandoval Edgar Fernando			
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	31 de mayo, 2019			
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	Ing. Manuel Arturo Falconi Borja, MsC.			
PROGRAMA	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;">PREGRADO</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">X</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">POSGRADO</td> </tr> </table>	PREGRADO	X	POSGRADO
PREGRADO	X	POSGRADO		
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Automotriz			
RESUMEN:	<p>En la actualidad los vehículos cuentan con un sistema de carrocería el cual se deforma como seguridad pasiva siendo su principal función prevenir golpes y heridas graves a través de la absorción y dispersión de la fuerza del impacto en caso de colisión, logrando así salvar la integridad de sus ocupantes y los procesos para repararlos requieren de tiempo, y dinero , para ello se diseñara y fabricara una pistola neumática, para reducir los procesos, el costo y el tiempo de reparación, teniendo en cuenta el principio de las transportadoras de vacío se estudiara el metodo mas adecuado para generar la deperesion necesaria que se necesecitara para lograr la su adherencia , esta herramienta se adhiere a la superficie deformada del vehiculo mediante el vacío generado por el aire que emite el compresor y su paso por la valvula reguladora de la herramienta ,se coloca la ventosa ubicada en uno de sus extremos para posteriormente con el martillo de inercia realizar una fuerza opuesta que regresara la carrocería a su forma original,</p>			

	logrando así reducir los tiempos en los procesos además de ayudar en el impacto ambiental logrando reducir la utilización de materias nocivas tanto para la salud del usuario como para el medio ambiente, los planos se realizarán en un sistema CAD y su fabricación en los materiales más resistentes y adecuados para su duración, adicionalmente se redactará un manual de instrucciones para su correcta utilización y mantenimiento, realizando pruebas periódicas en ciertos lapsos de tiempo asegurando su vida útil,
PALABRAS CLAVES:	Vehículos, herramienta neumática, software CAD, reparación de carrocerías, pistola neumática.

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.



f: _____
BRAVO SANDOVAL EDGAR FERNANDO
 C.I. 1723998256

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **BRAVO SANDOVAL EDGAR FERNANDO**, C.I. 1723998256 autor del proyecto titulado: **diseño y fabricación de una pistola neumática para la reparación de carrocerías automotrices mediante presión regulable** previo a la obtención del título de **INGENIERO AUTOMOTRIZ** en la Universidad UTE.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad UTE a tener una copia del referido trabajo de graduación con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Santo Domingo, 31 de mayo del 2019



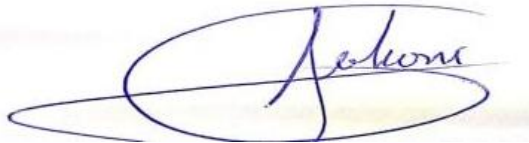
f: _____

BRAVO SANDOVAL EDGAR FERNANDO

C.I. 1723998256

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor, certifico que el presente trabajo de titulación que lleva por título **diseño y fabricación de una pistola neumática para la reparación de carrocerías automotrices mediante presión regulable** para aspirar al título de **INGENIERO AUTOMOTRIZ** fue desarrollado por **EDGAR FERNANDO BRAVO SANDOVAL**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias; y que dicho trabajo cumple con las condiciones requeridas para ser sometido a las evaluación respectiva de acuerdo a la normativa interna de la Universidad UTE.



Ing. Arturo Falconi Borja
DIRECTOR DEL TRABAJO
C.I. 1720162179

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a DIOS ya que, sin él nada de esto fuera posible, a mis padres Eduardo y Ana, a mis hermanos José y Francisco, a mi hermana Daniela quienes estuvieron apoyándome de diferentes formas a lo largo de vida de estudiante universitario.

A mi gran amigo Cristhian, a mis hermanos de corazón que siempre han estado para mí en todo momento que necesite de su apoyo Giner y Gabriela En especial a mis dos abuelos que ya no están conmigo pero que siempre me apoyaron. Francisco y José

Edgar Fernando Bravo Sandoval

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a dios y a la virgen por darme vida para lograr una meta más en vida.

A mis padres quienes me dieron el regalo más grande que se puede dar a un hijo que es el estudio, a mis hermanos, a mis amigos de la facultad y de otras facultades, a los ingenieros quienes me brindaron su conocimiento, a mis mejores amigos a quienes siempre les estaré agradecido.

A mis abuelos y abuelas, de igual manera al resto de mi familia en general.

Edgar Fernando Bravo Sandoval

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	2
1.1. CONSIDERACIONES TEÓRICAS	2
1.1.1. PISTOLA NEUMÁTICA PARA LA REPARACIÓN DE CARROCERÍAS	2
1.1.2. ESTRUCTURA DE LA PISTOLA NEUMÁTICA PARA REPARAR CARROCERÍAS.	2
1.1.3. CARROCERÍAS	3
1.1.4. REPARACIÓN DE CARROCERÍAS.....	5
1.1.5. HERRAMIENTAS ESPECIALES DE REPARACIÓN DE CARROCERÍAS	6
1.1.5.1. Herramientas de percusión.....	6
1.1.5.2. Herramientas de corte	7
1.1.5.3. Herramientas especializadas.....	7
1.1.5.4. Herramientas de unión	9
1.1.6. SOFTWARE CAD.....	9
1.1.7. SOFTWARE CAE	10
2.1. PROCESO DE MANUFACTURA	13
2.1.1. DISEÑO.....	13
2.1.1.1. Modelado tridimensional.....	14
2.1.1.2. Análisis CAE	16
2.1.2. FABRICACIÓN	19
2.1.2.1. Ventosa	19
2.1.2.2. Tubo	20
2.1.2.3. Martillo	20
2.1.2.4. Válvula.....	21
2.1.2.5. Filtro.....	22
2.2. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	22
3. ANÁLISIS DE RESULTADOS	27
3.1. RESULTADO TEÓRICO DEL PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO.....	27
3.2. DISEÑO Y ANÁLISIS DIGITAL CON LA APLICACIÓN DE SOFTWARE CAD Y CAE	29
3.3. DETALLES DE FABRICACIÓN DEL PRODUCTO	32
3.4. PRODUCTO TERMINADO.....	33
3.5. MANUAL DE USO Y MANTENIMIENTO.....	36
3.5.1. ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO.....	36
3.5.2. USO DEL PRODUCTO	37
3.5.3. MANTENIMIENTO DEL EQUIPO.....	37
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	38

4.1.	CONCLUSIONES.....	38
4.2.	RECOMENDACIONES	38
	BIBLIOGRAFÍA.....	40
	ANEXOS.....	43

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
Tabla 1. Tipos de carrocería.....	4
Tabla 2. Resumen de resultados.....	29
Tabla 3. Especificación de materiales	31
Tabla 4. Elementos fabricados	32
Tabla 5. Resumen de pesos.....	36
Tabla 6. Especificaciones técnicas.....	36

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1. Martillos carroceros.....	7
Figura 2. Sierra neumática.....	7
Figura 3. Spoter	8
Figura 4. Martillo de inercia.....	8
Figura 5. Banco de enderezado.....	9
Figura 6. Equipo de soldadura por puntos de resistencia	9
Figura 7. Diseño CAD estático	10
Figura 8. Diseño CAD	10
Figura 9. Red nodal CAE	11
Figura 10. Diseño tridimensional - Líneas ocultas.....	13
Figura 11. Diseño tridimensional - Solido.....	14
Figura 12. Selección de planos - Software CAD	14
Figura 13. Croquis, transición 2D - 3D.....	15
Figura 14. Operaciones Software CAD.....	15
Figura 15. Solido	16
Figura 16. Elemento finalizado.....	16
Figura 17. Mallado	17
Figura 18. Aplicación de puntos fijos.....	17
Figura 19. Aplicación de cargas.....	17
Figura 20. Ejecución de estudio.....	18
Figura 21. Visualización de resultados.....	18
Figura 22. Ventosa.....	19
Figura 23. Tubo.....	20
Figura 24. Mecanizado del martillo	20
Figura 25. Martillo, producto terminado.....	20
Figura 26. Mecanizado válvula.....	21
Figura 27. Válvula - Producto terminado.....	21
Figura 28. Filtro	22
Figura 29. Regulación de presión a 5 psi.....	22
Figura 30. Conexión de aire.....	23
Figura 31. Preparación de superficie de carrocería	23
Figura 32. Ubicación de herramienta en la carrocería	24
Figura 33. Adherencia de ventosa en carrocería	24
Figura 34. Golpe del martillo deslizante	25
Figura 35. Regulación de presión a 60 psi.....	25
Figura 36. Regulación de presión a 120 psi.....	26
Figura 37. Distribución de presiones – Principio de Pascal	27
Figura 38. Flujo de aire en la herramienta	27
Figura 39. Producto terminado.....	33
Figura 40. Despiece - Producto terminado.....	33

Figura 41. Pesaje tubo	34
Figura 42. Pesaje válvula	34
Figura 43. Pesaje filtro	35
Figura 44. Pesaje martillo	35
Figura 45. Pesaje ventosa	36

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁGINA
Anexo 1 Plano 1 - Ventosa.....	43
Anexo 2 Plano 2 - Tubo	44
Anexo 3 Plano 3 - Martillo	45
Anexo 4 Plano 4 - Válvula.....	46
Anexo 5 Plano 5 - Filtro.....	47
Anexo 6 Plano 6 – Vista en explosión.....	48

RESUMEN

En la actualidad los vehículos cuentan con un sistema de carrocería el cual se deforma como seguridad pasiva siendo su principal función prevenir golpes y heridas graves a través de la absorción y dispersión de la fuerza del impacto en caso de colisión, logrando así salvar la integridad de sus ocupantes y los procesos para repararlos requieren de tiempo, y dinero , para ello se diseñara y fabricara una pistola neumática, para reducir los procesos, el costo y el tiempo de reparación, teniendo en cuenta el principio de las transportadoras de vacío se estudiara el metodo mas adecuado para generar la deperesion necesaria que se necesecitara para lograr su adherencia , esta herramienta se adhiera a la superficie deformada del vehiculo mediante el vacío generado por el aire que emite el compresor y su paso por la valvula reguladora de la herramienta ,se coloca la ventosa ubicada en uno de sus extremos para posteriormente con el martillo de inercia realizar una fuerza opuesta que regresara la carrocería a su forma original, logrando asi reducir los tiempos en los procesos ademas de ayudar en el impacto ambiental logrando reducir la utilizacion de materias nocivos tanto para la salud del usuario como para el medio ambiente, los planos se realizaran en un sistema CAD y su fabricación en los materiales más resistentes y adecuados para su duración, adicionalmente se redactara un manual de instrucciones para su correcta utilización y mantenimiento ,realizando preubas periodicas en ciertos lapsos de tiempo asegurando su vida util, **Palabras Clave:** Vehículos, herramienta neumática, software CAD, reparación de carrocerías, pistola neumática.

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

1.1. CONSIDERACIONES TEÓRICAS

Con la aparición de las nuevas tecnologías en el sector automotriz, se realizó la implementación de una carrocería deformable la cual es uno de los sistemas de seguridad del vehículo con el cual se protege la integridad de los ocupantes del habitáculo del vehículo, siendo su principal función prevenir golpes y heridas graves a través de la absorción y dispersión de la fuerza del impacto en caso de colisión, logrando así salvar la integridad de sus ocupantes. (mundocompresor, 2015)

1.1.1. PISTOLA NEUMÁTICA PARA LA REPARACIÓN DE CARROCERÍAS

Basando su funcionamiento en el sistema de transporte al vacío la pistola neumática genera vacío mediante una válvula reguladora de paso (Venturi) con una entrada de aire generando el vacío necesario para la adherencia de la ventosa ubicada en el extremo y posteriormente realizar el movimiento del martillo deslizante ubicado en la mitad de los mismos con el cual vamos a generar la fuerza necesaria para regresar la pieza de carrocería a su estado inicial, una vez sea utilizada la herramienta se procede a cerrar el flujo de aire del compresor con lo cual la herramienta perderá la adherencia en la pieza y poder retirarla. (Universidad de Tarapaca. , 2014)

1.1.2. ESTRUCTURA DE LA PISTOLA NEUMÁTICA PARA REPARAR CARROCERÍAS.

La pistola neumática para reparar carrocerías se compone de los siguientes elementos:

Mango: Su función es dar soporte al usuario de la herramienta (Interempresas, 2015)

Entrada de Aire de 1/4: Es la encargada de conectar el suministro de aire comprimido a la herramienta. (Flomax, 2019)

Llave de Paso: Permite el paso de aire en la herramienta dependiendo de la posición en la que se encuentre la palanca de accionamiento. (Tuandco, 2016)

Válvula Venturi: Es la encargada de regular la presión de aire, logrando así crear una depresión y generar vacío. (DDN MX, 2019)

Filtro de Humedad: Absorbe la humedad que se puede generar y estancar en la herramienta evitando así su deterioro o posibles problemas de funcionamiento, en su interior encontramos esferas de sílice que son las encargadas de absorber la humedad. (flukecal, 2016)

Tubo o Cuerpo: Es el encargo de conectar el mango con las ventosas logrando que la corriente de vacío llegue hasta el extremo, por su exterior recorre el martillo deslizante. (CAEXVEN, 2019)

Martillo Deslizante: Recorre el tubo de extremo a extremo para al impactar con el mango produzca una fuerza tal que la pieza de carrocería se deforme. (Cordero tools, 2019)

Ventosa: Son las encargadas de adherirse a la superficie de la carrocería mediante el vacío generado logrando así que la sujeción de la herramienta sea capaz de soportar la fuerza generada por el impacto del martillo deslizante. (Barbierigomma, 2018)

Válvula Reguladora de Presión del Sistema: Su función es regular la presión administrada a la herramienta desde el compresor hacia esta, trabajar en los rangos establecidos previamente y evitar daños. (ML Static, 2018)

Manguito: Traslada el aire generado por el compresor hasta donde se lo requiera. (Condorgroup, 2014)

Compresor: Es la herramienta que comprime el aire en un tanque y expulsarlo a presión, utilizado para diferentes requerimientos. (Bend Pak, 2019)

1.1.3. CARROCERÍAS

Las carrocerías pueden clasificarse de diversas maneras, ya sea por su tipo de construcción, número de volúmenes, según su forma, estilo posterior, estilo del techo, entre otras (Motor y Racing, 2014). Cada una de ellas posee características propias que la distinguen de la otra, a continuación, se hace un resumen de estas carrocerías. (Definicion de, 2017)

Tabla 1. Tipos de carrocería
Según el número su construcción

Chasis independiente



Autoportante



Tubular



Según número de volúmenes

Monovolumen



Dos volúmenes



Tres volúmenes



Según su forma

Sedán



Tres puertas



Cinco puertas



Familiar o Station Wagon



Cupé



Hardtop



Vehículo deportivo utilitario



Vehículo todoterreno



Camioneta



Continúa...

Continuación

Limusina



Coche fúnebre



Según su estilo posterior

Notchback



Hatchback



Liftback



Fastback



Según su estilo del techo

Landau



Descapotable



Cabrio coach



Roadster



Spider



Targa



1.1.4. REPARACIÓN DE CARROCERÍAS.

Los reparadores de carrocerías de automóviles trabajan en un taller de colisiones o enderezada y pintura, reparando los desperfectos en la carrocería de los vehículos automotores (GTmotive, 2017). Su trabajo consiste en eliminar abolladuras, montar nuevas puertas, capós y

parabrisas, procesos de pintura y sustituir de los paneles de carrocería. Usan equipos de medición especial y llevan a cabo las reparaciones de soldadura. (Educaweb, 2018)

Un reparador de carrocerías de automóviles fija vehículos dañados mediante la restauración de la carrocería del vehículo a su forma original. (Educaweb, 2018)

1.1.5. HERRAMIENTAS ESPECIALES DE REPARACIÓN DE CARROCERÍAS

Para la conformación y reparación de piezas de carrocería en el sector automotriz, se han desarrollado diferentes herramientas, que permiten reparar de una forma técnica las diferentes piezas que conforman el auto, así como también herramientas de corte para realizar la sustitución, herramientas eléctricas, herramientas de unión y herramientas que no deben ser utilizadas en la reparación automotriz (IvanBohman, 2019). A continuación conoceremos las herramientas que se utilizan para reparación de piezas metálicas de carrocería. (Pruebaderuta.com, 2015)

1.1.5.1. Herramientas de percusión

Tas o sufridera: Son herramientas que como dice su nombre sirve de sufridera o reciben el impacto que se aplica con el martillo, se ubica detrás de la lámina, tienen figuras planas y curvas para conformar la lámina. (Pruebaderuta.com, 2015)

Palancas: Las palancas a parte de su utilidad principal pueden servir de sufridera en espacios de difícil acceso para ubicar el tas. (Pruebaderuta.com, 2015)

Martillo: El martillo es una herramienta de percusión que se utiliza para conformar la lámina, se utiliza directamente sobre la misma con un golpeo continuo y controlado, existen diferentes tipos martillos para la aplicación automotriz como el martillo de carrocería, el martillo de caucho, martillo de plástico y el martillo de bola, entre otras aplicaciones de percusión. (Pruebaderuta.com, 2015)



Figura 1. Martillos carroceros

1.1.5.2. Herramientas de corte

Las herramientas de corte en aplicación automotriz son limitadas, está prohibido realizar cortes con oxiacetilénica, la única herramienta que se debe utilizar es la sierra neumática. (Pruebaderuta.com, 2015)

Sierra neumática: Es una herramienta de corte, que utiliza una segueta para realizar el corte, el útil generalmente es neumático. Se debe utilizar la sierra neumática, debido a que el corte que realiza es milimétrico y no utiliza temperatura que pueda afectar las propiedades mecánicas de la lámina. (Pruebaderuta.com, 2015)



Figura 2. Sierra neumática

1.1.5.3. Herramientas especializadas

Son herramientas especializadas para la reparación de lámina, los más conocidos son el martillo de inercia, el electrodo de cobre que están integrados generalmente en una sola herramienta, que incluso viene con el equipo para soldadura de puntos por resistencia, de uso y aplicación en el área automotriz. (Pruebaderuta.com, 2015)

Spoter o martillo de inercia: Es una herramienta especializada para la reparación de lámina, es una herramienta tres en uno, ya que en el mismo

equipo vienen: martillo de inercia, electrodo de cobre y soldador de puntos de resistencia. (Pruebaderuta.com, 2015)



Figura 3. Spoter

Martillo de inercia: También le dicen saca tocos, el equipo en si trae un generador eléctrico, se utiliza de forma magnética, se puede graduar el amperaje dependiendo de la necesidad, el martillo trae un mango móvil y unas puntas metálicas con diferentes formas, que le sirven para adherirse a la lámina, se adhieren por magnetismo, una vez adherido se obtura el mango móvil para realizar la fuerza contraria a la abolladura. (Pruebaderuta.com, 2015)



Figura 4. Martillo de inercia

Electrodo de cobre: Electrodo de cobre hace parte del spoter, se denomina electrodo de cobre, ya que vienen unos electrodos de cobre los cuales se instalan al equipo, y se utilizan para calentar la pieza utilizando el magnetismo, el electrodo de cobre se usa para reparar áreas de difícil acceso, basta con graduar la corriente del equipo para generar la corriente al electrodo que se le transmite a la lámina, el electrodo se pasa en forma de espiral por la superficie de la lámina, sirve para retirar abolladuras pequeñas. (Pruebaderuta.com, 2015)

Banco de enderezado: Es un banco donde se utilizan herramientas de tracción, para devolver el chasis y la carrocería a sus medidas originales. Para esta operación se utilizan actuadores hidráulicos o portos y cadenas de tracción, para estirar la lámina y recuperar la forma inicial. (Pruebaderuta.com, 2015)



Figura 5. Banco de enderezado

Soldadura por puntos de resistencia: Es la soldadura más utilizada en el sector automotriz, consta de dos electrodos de cobre, se eleva la temperatura por corriente hasta que el metal llega a un estado pastoso, donde se genera la unión. (Pruebaderuta.com, 2015)



Figura 6. Equipo de soldadura por puntos de resistencia

1.1.5.4. Herramientas de unión

Las herramientas de unión como su nombre lo dice son las que van a permitir unir las láminas, existen diferentes tipos de unión, fijos o móviles (Construmatica, 2015). La unión móvil es la que se realiza a través de elementos de fijación móvil como tornillos y bisagras. La unión fija se realiza a través de soldadura o de sellantes. (Pruebaderuta.com, 2015)

1.1.6. SOFTWARE CAD

Las herramientas CAD o CAD (diseño y dibujo asistido por computadora) permiten hacer uso de las tecnologías informáticas para el diseño y la documentación sobre diseño. El software de diseño reemplaza los dibujos a mano con procesos automatizados. (Autodesk Inc., 2019)

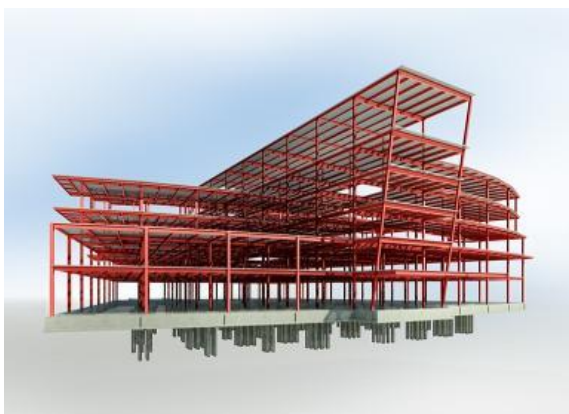


Figura 7. Diseño CAD estático

Si trabaja en los sectores de arquitectura, MEP o ingeniería estructural, es muy probable que haya usado programas CAD 2D o 3D. Estos programas pueden ayudarlo a explorar ideas de diseño, visualizar conceptos mediante renderizaciones fotorrealistas y simular el rendimiento de un diseño en el mundo real. El software AutoCAD fue el primer programa CAD, y sigue siendo la aplicación CAD más utilizada. (Autodesk Inc., 2019)

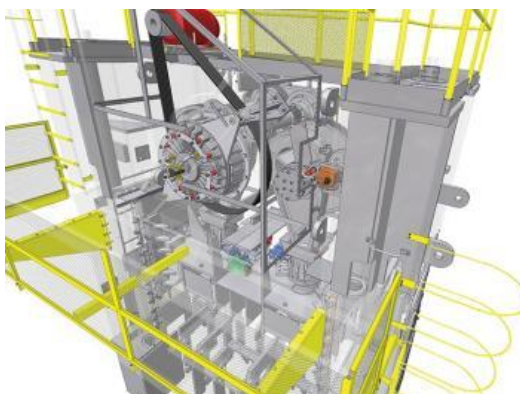


Figura 8. Diseño CAD

1.1.7. SOFTWARE CAE

Es el uso amplio de programas computacionales para ayudar en las tareas de análisis de ingeniería. Los programas de ingeniería incluyen análisis de elementos finitos (FEA, por sus siglas en inglés), mecánica de fluidos computacional (CFD, por sus siglas en inglés), sistema multicuerpo (MDB, por sus siglas en inglés) y optimización. (E3series, 2017)

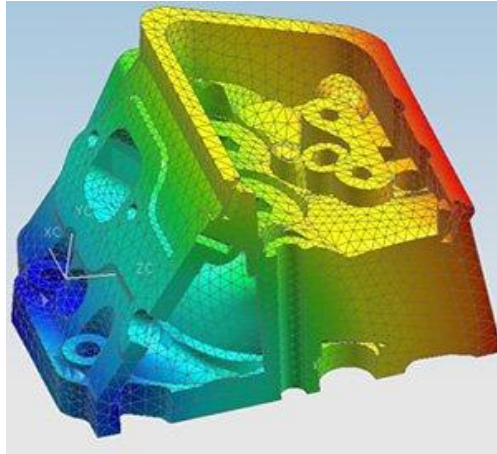


Figura 9. Red nodal CAE

Los programas de ingeniería incluyen Abaqus, Ansys, MSC Adams Car, y muchos más. Los sistemas CAD exportan modelos a programas de ingeniería para análisis de prototipos virtuales. (E3series, 2017)

Pero la carrocería tiende a deformarse ante presencia de una fuerza de impacto mínima causando su deformación, siendo esto un problema para la parte aerodinámica y estética del vehículo, posteriormente para su corrección o arreglo se visita centros de colisión o de chapistería y pintura en los cuales se realiza el arreglo de piezas de carrocerías mediante diferentes técnicas siendo la más usada la técnica de golpes con martillo para regresar a la pieza de carrocería a su estado inicial, este proceso cuesta tiempo y dinero ya que no solo se trata de enderezar la pieza a su estado inicial además se debe remover la pintura ,colocar material de aporte como masillas , y finalmente realizar el pintado de la pieza para lo cual se utilizan productos nocivos tanto para la salud como para el medio ambiente , este proceso es costoso y requiere de una gran cantidad de tiempo, además de que se debe tratar de no alterar el diseño original y afectar , la aerodinámica del vehículo y la estabilidad del mismo ya que al reparar la carrocería en cierto casos se cambia el diseño original tendiendo a afectar esta por ello es necesario conocer técnicas que permitan conservar su diseño y seguir las líneas de la carrocería. (Universidad del Azuay, 2012)

Para lograr reducir el tiempo y costo de los servicios de reparación de carrocerías se planteó la fabricación de una nueva herramienta neumática la cual nos ayuda a reducir el tiempo, el costo, y a reducir el uso de materiales nocivos en la pieza a reparar (Emprender facil, 2013). Ya que no es necesario remover la pintura de la pieza a reparar con lo cual eliminamos el proceso de preparación y pintura, esta herramienta se basa en el sistema de las transportadoras al vacío las cuales generan vacío partiendo de un sistema neumático , utilizamos el mismo principio para diseñar la herramienta basada en un pistola, la cual posee un martillo deslizante y una

ventosa en un extremo el cual va a adherirse a la pieza de acero y deformarla mediante la fuerza aplicada en el martillo deslizante.

Tomando en cuenta las consideraciones teóricas antes descritas, para llevar a cabo el desarrollo del trabajo se cumplen los siguientes objetivos:

- Se diseñó y fabricó una pistola neumática para la reparación de carrocerías automotrices mediante presión regulable.
- Se analizó los principios de la neumática para aplicar el método más adecuado para generar vacío.
- Fueron establecidos los planos del equipo en el software CAD
- Se seleccionó los materiales adecuados para la fabricación del equipo.
- Fueron determinados los procesos para la fabricación del equipo de acuerdo al diseño de los planos establecidos.
- Se realizó un manual la utilización y su mantenimiento.

2. METODOLOGÍA

2. METODOLOGÍA

La aplicación del método bibliográfico de investigación, es de vital importancia, ya que de esta manera se recopila toda la información relevante, que se utiliza para llevar a cabo una correcta ejecución del proyecto; adicionalmente, el método experimental se utiliza para el desarrollo tecnológico del mismo, de esta manera se determina a continuación, el procedimiento llevado a cabo luego de haber obtenido los recursos bibliográficos. (Metodologia02, 2015)

2.1. PROCESO DE MANUFACTURA.

Para dar fiabilidad de un correcto funcionamiento del elemento, se dividió el proceso en dos etapas, diseño y fabricación. (Serope Kalpakjian & Steven R. Schmid, 2014)

2.1.1. DISEÑO

Para esta etapa, se hizo uso de una herramienta computacional como lo es el software CAD Solidworks, ya que esta nos permite crear de forma digital la herramienta a construir y posteriormente nos brinda la facilidad de realizar ensayos no destructivos mediante análisis CAE, para obtener resultados reales que garanticen o certifiquen la calidad del producto que será construido.

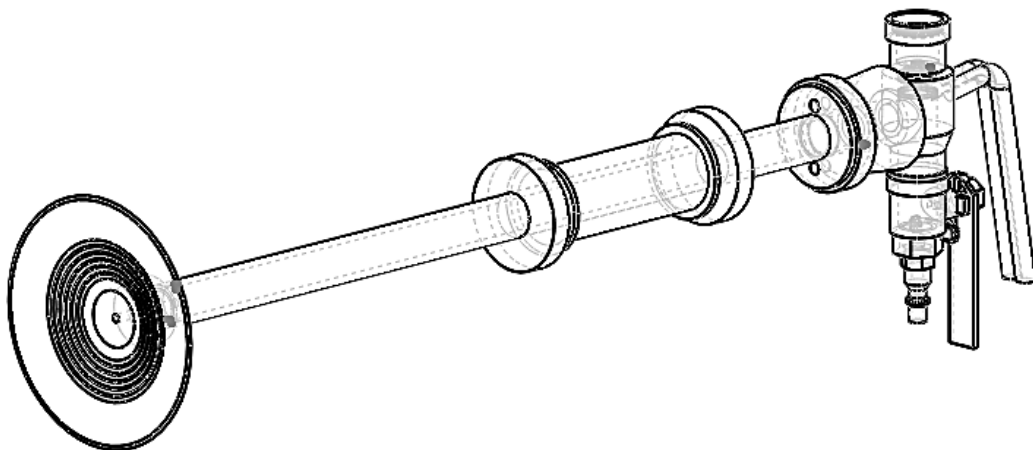


Figura 10. Diseño tridimensional - Líneas ocultas

Para realizar el diseño digital, se sigue un proceso para cada uno de los elementos que constituyen la herramienta, para explicar el proceso se tomara en cuenta uno de los elementos que forman parte de la pieza, dicho proceso se detalla a continuación:

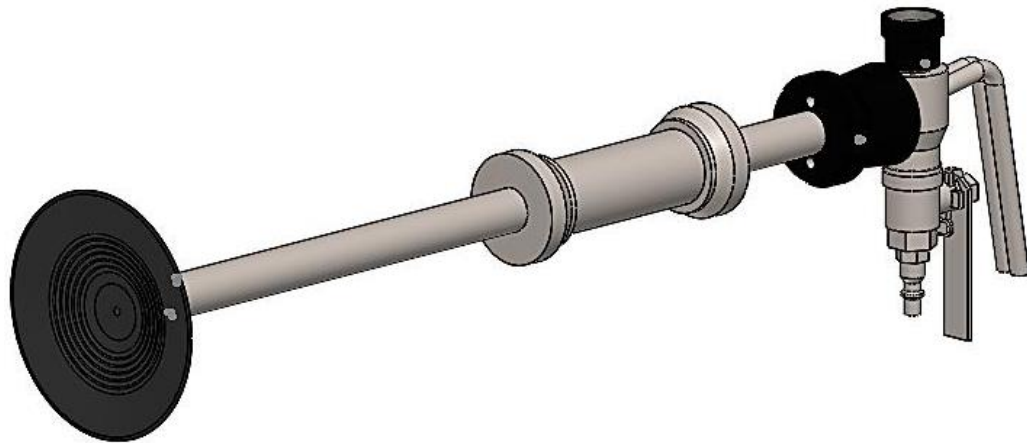


Figura 11. Diseño tridimensional - Solido

2.1.1.1. Modelado tridimensional.

Croquis: Este puede ser 2D o 3D, según el tipo o complejidad geométrica de cada pieza, sobre un plano o en el espacio tridimensional respectivamente, para este caso se lo hizo mediante un croquis 2D sobre un plano bidimensional



Figura 12. Selección de planos - Software CAD

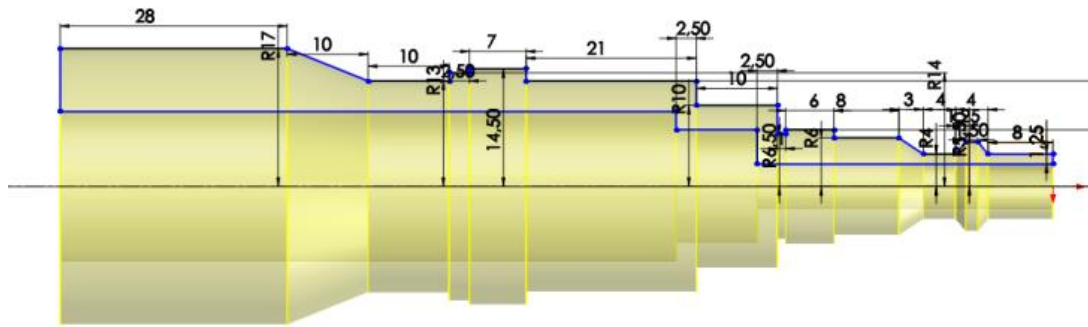


Figura 13. Croquis, transición 2D - 3D

En este punto los objetos solo poseen una frontera dimensional, es decir todas las dimensiones lineales que se le pueden otorgar en un plano de 2 dimensiones ya que carecen de espesor y volumen.

Operaciones: Estas son el conjunto de acciones que le otorgan volumen y espesor, al diseño realizado en el punto de croquis. Los detalles que se le dé al diseño, depende en gran escala de este punto.

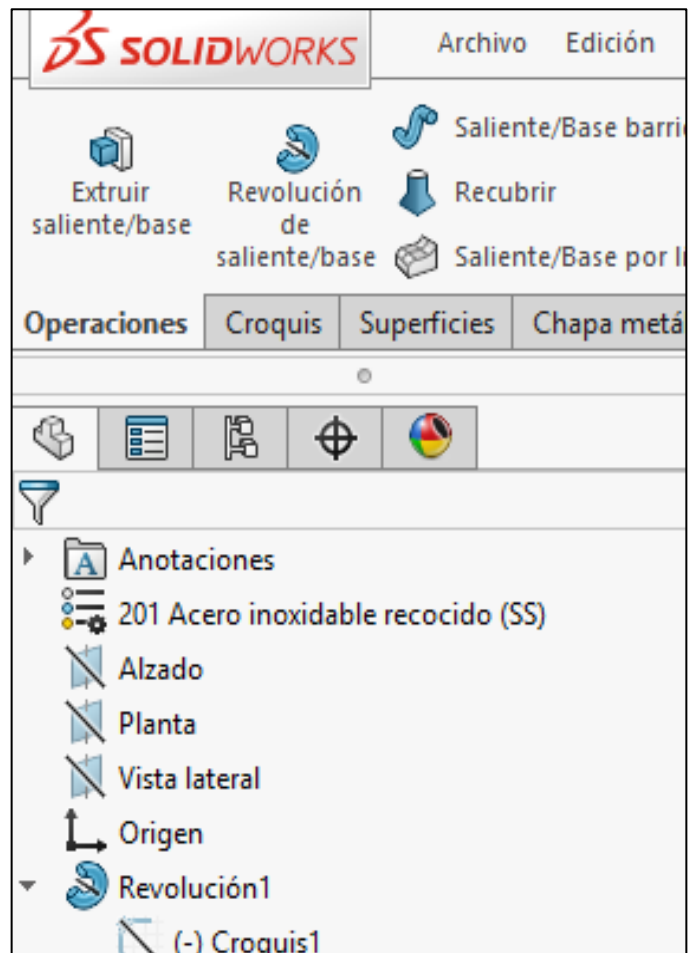


Figura 14. Operaciones Software CAD

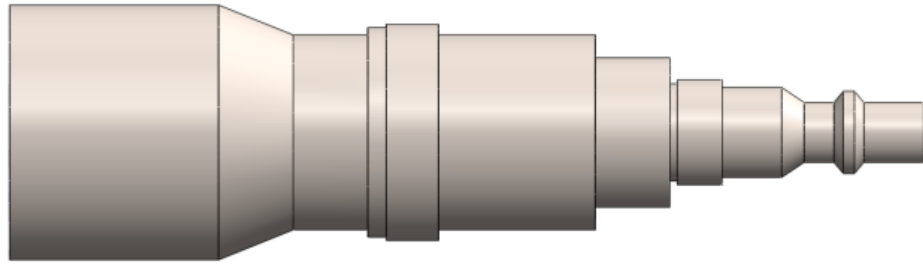


Figura 15. Solido

En esta ya se obtiene una geometría definida de la pieza diseñada.

Croquis y operaciones sobre sólidos: Sobre los elementos ya definidos en el punto anterior, se pueden repetir las acciones de croquis y operaciones con la finalidad de generar los detalles faltantes a la pieza en cuestión.

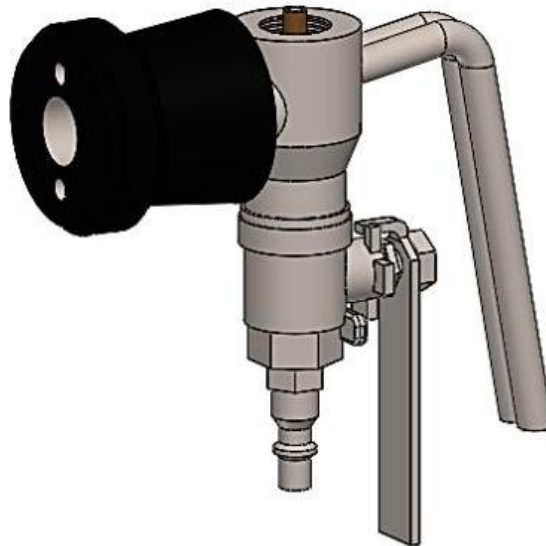


Figura 16. Elemento finalizado

2.1.1.2. Análisis CAE

Mallado: Esta acción es necesaria para la discretización del elemento, es decir dividir la pieza en partes más pequeñas para obtener resultados reales de los ensayos no destructivos.

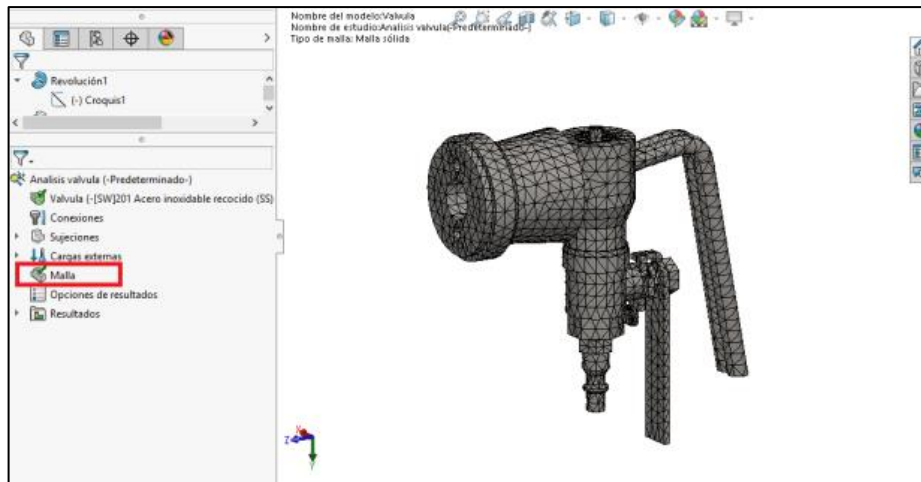


Figura 17. Mallado

Aplicación de cargas y puntos fijos: Se seleccionan según las condiciones reales de funcionamiento de la herramienta, es decir cada carga y fijación se aplica en la sección o punto geométrico donde en condiciones normales de trabajo sufren estos fenómenos físicos.

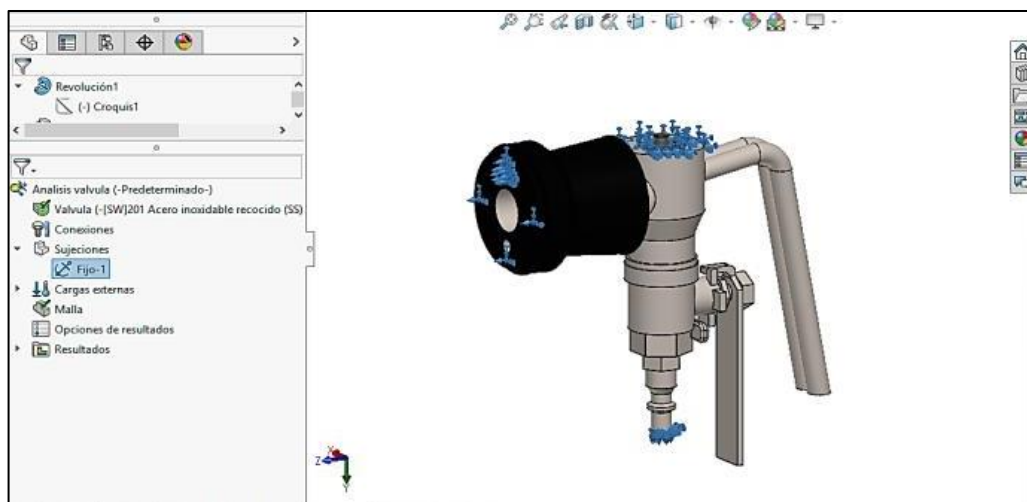


Figura 18. Aplicación de puntos fijos.

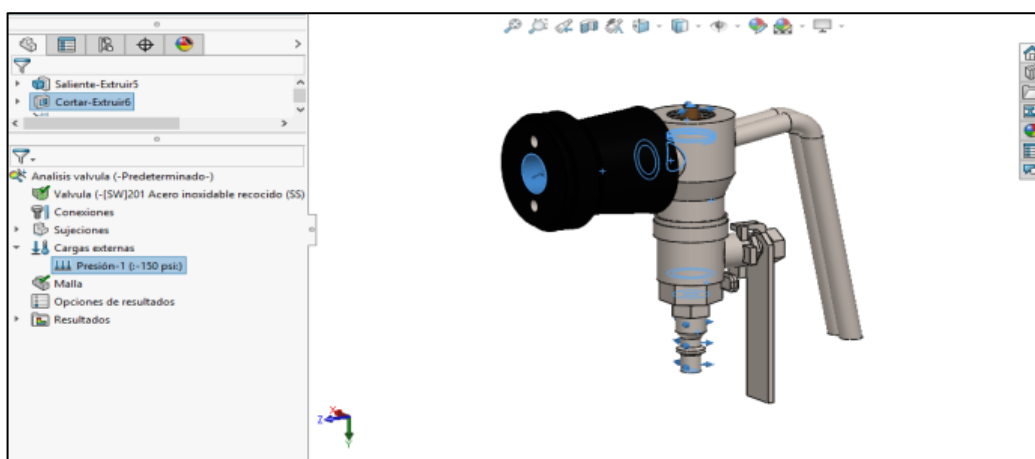


Figura 19. Aplicación de cargas.

Ejecución de análisis: Con los datos ingresados, se procede a la ejecución del análisis.

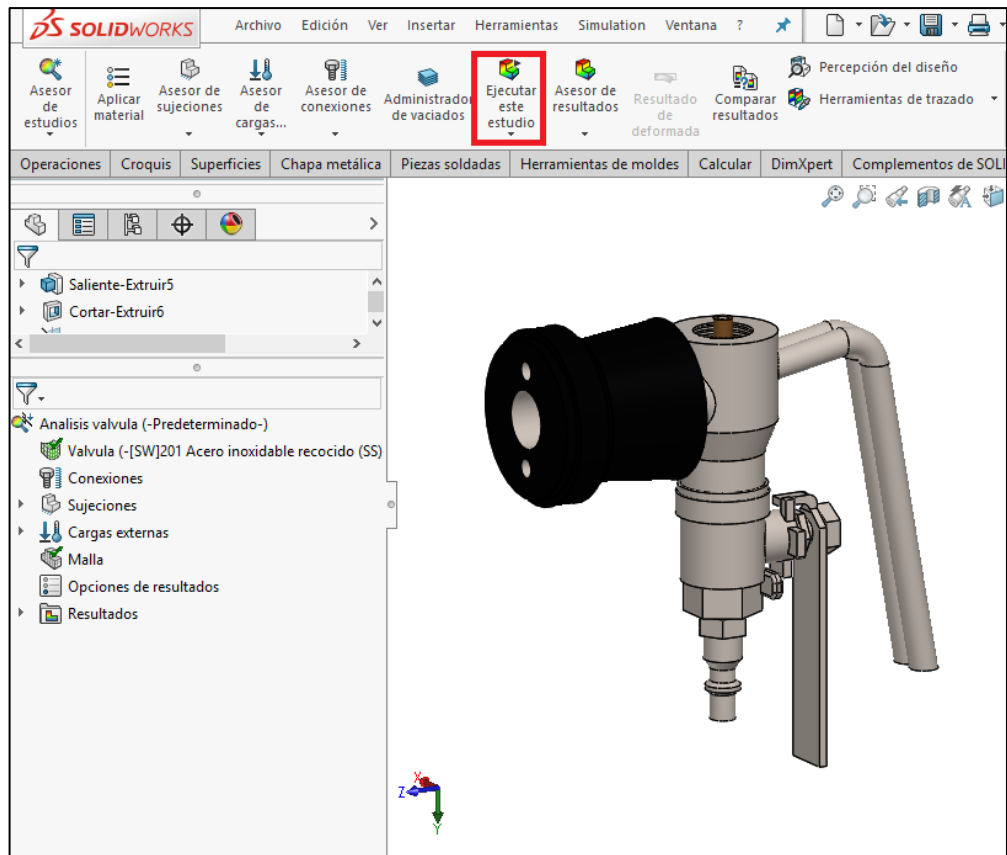


Figura 20. Ejecución de estudio

Revisión de resultados: Se puede obtener varios resultados, esto depende de los datos que se quieran obtener, para este caso se hace mayor énfasis en el análisis de “Tensión” y “Factor de seguridad”.

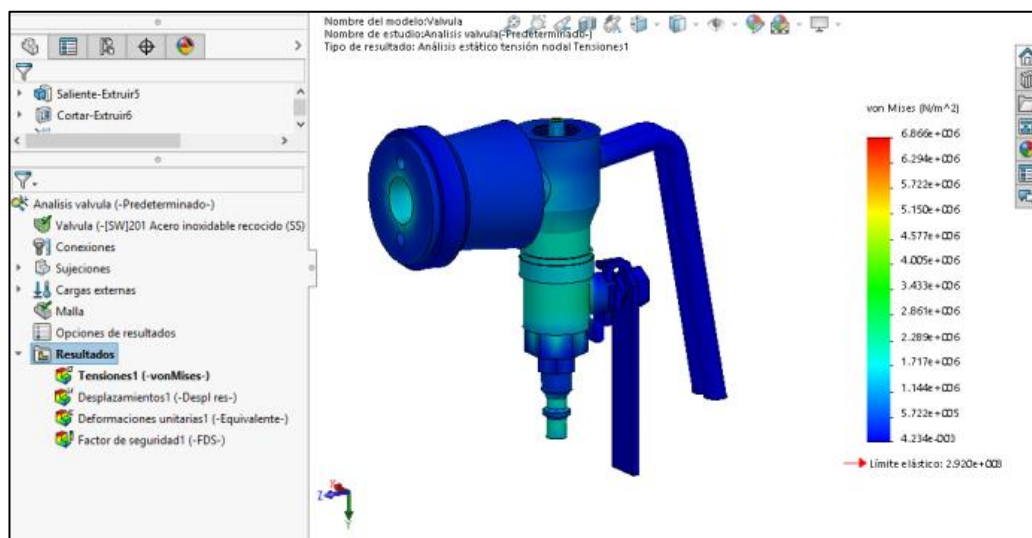


Figura 21. Visualización de resultados

El análisis de tensión nos indica los puntos de inflexión (puntos críticos), que se presentan en condiciones reales de funcionamiento, con la única intención de conocer la zona que soporta mayor acumulación de esfuerzos, ya sea por cambios geométricos, propiedades de materiales o espesores de los elementos.

El factor de seguridad, nos proporciona una escala cuantitativa para evaluar la calidad física del elemento analizado, dicha evaluación por lo general se la realiza en base a normativas, reglamentos y/o códigos de diseño y construcción, que rigen para cada tipo de elementos.

Estos resultados son la conclusión que nos garantiza el correcto diseño de cada uno de las piezas. Los resultados de todos los elementos se presentan en el capítulo “análisis de resultados”.

2.1.2. FABRICACIÓN

Luego de obtener resultados favorables mediante el análisis CAE, se procede a la fabricación de los distintos elementos constitutivos de la herramienta. Cada una de las piezas en cuestión fue fabricada con distintos procesos que serán resumidos a continuación: (Mazurek , Russell Johnston, Ferdinand P. Beer, & John T. DeWolf, 2013)

2.1.2.1. Ventosa

Elemento vulcanizado, con una boquilla roscada de acero.



Figura 22. Ventosa

2.1.2.2. Tubo

Elemento fabricado en acero inoxidable, con roscado en ambos extremos, uno interno y el otro externo. (Martínez Osorio & Araujo, 2014)



Figura 23. Tubo

2.1.2.3. Martillo

Elemento de acero, construido mediante torneado y refrentado en los extremos.



Figura 24. Mecanizado del martillo



Figura 25. Martillo, producto terminado

2.1.2.4. Válvula

Elemento de acero inoxidable, conformado por varias partes mecanizadas por torneado (refrentado), soldadura smaw inoxidable, roscado y pulido manual con material abrasivo. (INDURA, s.f.)



Figura 26. Mecanizado válvula



Figura 27. Válvula - Producto terminado

2.1.2.5. Filtro

Elemento fabricado en acero, mediante torneado y roscado externo.



Figura 28. Filtro

2.2. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Para llevar a cabo las pruebas de funcionamiento, se tomaron en cuenta tres condiciones de operación, las cuales son a 5 psi, 60 psi y 120 psi de presión neumática, dichas pruebas se ejecutaron sobre la superficie lateral de un automóvil.

Para regular la presión neumática, bajo la cual será sometida la herramienta, se hace necesario el uso de un regulador de presión, el cual es operado de forma manual.



Figura 29. Regulación de presión a 5 psi

El limitador de presión, debe ser ubicado en la línea de caudal de aire, suministrado por el compresor.

Para la primera prueba, el regulador de presión fue calibrado a 5 psi, como fue detallado anteriormente.

Con la presión ya calibrada en mínimo, se procede a conectar la herramienta, con la línea de salida de aire del compresor.



Figura 30. Conexión de aire

Se localiza la imperfección de la carrocería, tomando en cuenta que el tamaño de la ventosa a utilizarse depende de las dimensiones de la abolladura y se une la ventosa a dicha superficie.



Figura 31. Preparación de superficie de carrocería

Se debe ubicar la herramienta, en la imperfección que fue identificada anteriormente en la carrocería del automotor. La característica favorable que posee la ventosa, es su material flexible, el cual permite la adaptación a superficies irregulares.



Figura 32. Ubicación de herramienta en la carrocería

Ya ubicada de forma correcta la ventosa, se procede a ejecutar el golpe de martillo al lado opuesto de la ventosa.



Figura 33. Adherencia de ventosa en carrocería

En este caso, se separaron las superficies de la ventosa con la carrocería ya que la presión neumática suministrada fue de 5 psi, la cual es mínima tomando en cuenta que el límite máximo es de 150 psi.



Figura 34. Golpe del martillo deslizante

Se concluye, en que con una presión de 5 psi no se genera un vacío suficiente como para mantener la adherencia entre la ventosa y a la superficie de la carrocería del automóvil.

Por otro lado, con presiones de 60 psi y 160 psi, se tiene una correcta fijación de las superficies de trabajo, permitiendo de esa manera ejecutar la herramienta para una correcta operación del trabajo.



Figura 35. Regulación de presión a 60 psi

Entonces se entiende que la herramienta proporciona una amplia gama de presiones de trabajo, por lo que no es necesario un equipo de compresión de gran calado, para cumplir los requisitos mínimos de funcionamiento, para obtener una eficiencia de funcionamiento ideal.



Figura 36. Regulación de presión a 120 psi

3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1. RESULTADO TEÓRICO DEL PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO.

Según la teoría de Pascal, en un sistema cerrado sometido a presión, dicha presión es la misma en cada punto del sistema. Tomando en cuenta este principio físico, se deduce que la presión de succión que ejerce la ventosa sobre la superficie de la carrocería vehicular, va a ser la misma que la presión otorgada por el compresor de aire conectado a la herramienta. (Cimbala & Çengel, 2015)

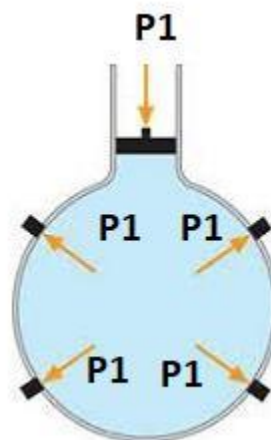


Figura 37. Distribución de presiones – Principio de Pascal

Para que existe una presión, hace falta un fluido de trabajo, en este caso será aire, el cual circula a través de los conductos de la herramienta.

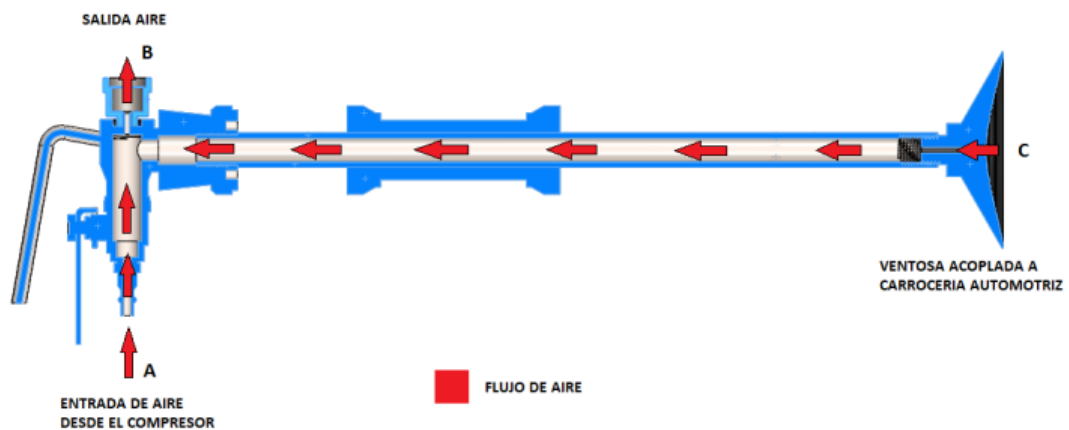


Figura 38. Flujo de aire en la herramienta

Al pasar el flujo de aire a presión desde “A” hasta “B”, por efecto de la ley de Pascal, se genera una succión o vacío en la ventosa ubicada en el punto

“C”, de esa manera se genera una adherencia entre las superficies de la ventosa y la carrocería.

Tomando en cuenta, una presión nominal de 150 psi, se determinara la fuerza que actúa entre la ventosa y el vehículo, para realizar dicho calculo hacemos uso principalmente de datos tales como la presión nominal del compresor y el diámetro de la ventosa, a continuación se muestra el proceso matemático para obtener la magnitud física requerida, la cual es la fuerza.

Datos:

Presión: 150 psi

Diámetro: 123mm

Resolución:

$$Presion = \frac{Fuerza}{Area} \Rightarrow P = \frac{F}{A} \quad \text{Ec. 1}$$

del cual se requiere despejar la Fuerza (F)

$$\Rightarrow Fuerza = Presion * Area$$

$$\Rightarrow F = P * A \quad \text{Ec. 2}$$

Calculo de àrea

$$A = \pi * \frac{D^2}{4} \quad \text{Ec. 3}$$

$$A = \pi * \frac{(123mm)^2}{4}$$

$$A = \pi * \frac{15129mm^2}{4}$$

$$A = 11882,28mm^2$$

Se realiza una conversion de unidades para trabajar en el mismo sistema

$$mm^2 \Rightarrow in^2$$

$$11882,28mm^2 \Rightarrow 18,41in^2$$

Entonces se reemplaza los valores de Area y Presion en Ec. 2

$$F = P * A = 18,41in^2 * 150 \frac{lb}{in^2} \quad \text{Ec. 4}$$

$$F = 2761,50 lb$$

El resultado obtenido, se interpreta como la fuerza con la cual se adhiere la ventosa a la carrocería del vehículo, o como la fuerza máxima que se puede aplicar sobre la herramienta, sin que exista separación de la ventosa con la superficies de la carrocería, este análisis es realizado tomando en cuenta el concepto de la tercera ley de Newton (acción y reacción).

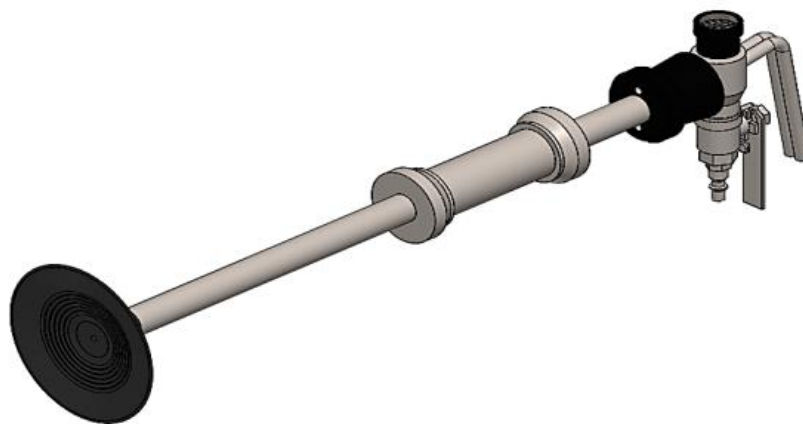
3.2. DISEÑO Y ANÁLISIS DIGITAL CON LA APLICACIÓN DE SOFTWARE CAD Y CAE

Para realizar el diseño CAD y análisis CAE de cada uno de los elementos que conforman el mecanismo, se hizo uso de SOLIDWORKS como herramienta computacional. Para validar dicho diseño se realizaron ensayos no destructivos usando el software antes mencionado, donde se evaluaron dos aspectos como lo son la tensión mecánica y el factor de seguridad, estos análisis se realizaron bajo condiciones extremas de funcionamiento, en este caso a una presión de 150 psi.

El resultado de mayor relevancia a obtener y el cual da confianza y fiabilidad de los diseños es el FACTOR DE SEGURIDAD, el cual según el código ASME, debe ser mínimo de 3.0 para herramientas manuales.


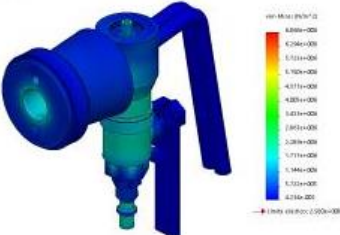
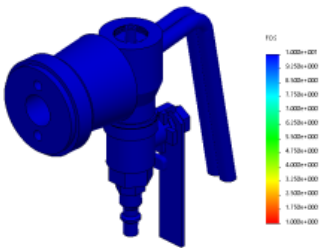
Tabla 2. Resumen de resultados

DISEÑO CAD



En el diseño mostrado en el gráfico, está elaborado con dimensiones reales, las cuales se encuentran detalladas en cada uno de los respectivos planos.

ANÁLISIS CAE

ELEMENTO CAD /ELEMENTO MALLADO	ANÁLISIS DE ESTRÉS <i>Tensión (Von – Mises)</i>	FACTOR DE SEGURIDAD
Válvula		
		

Continúa...

Continuación

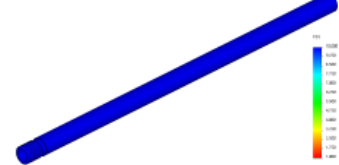
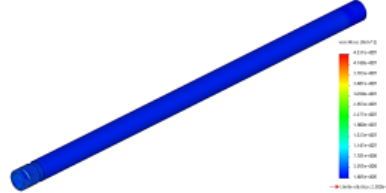


Mínima: $0.0042 \frac{N}{m^2}$
 Máxima: $6866241.5 \frac{N}{m^2}$

Mínimo: 10/10

Máximo: 10/10

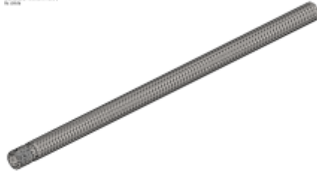
Tubo



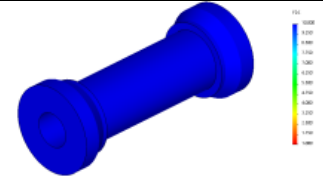
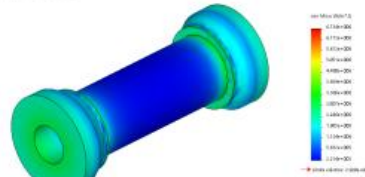
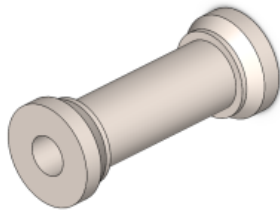
Mínima: $168469.8 \frac{N}{m^2}$
 Máxima: $45365504.0 \frac{N}{m^2}$

Mínimo: 6.4/10

Máximo: 10/10



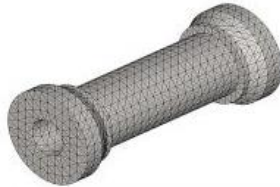
Martillo



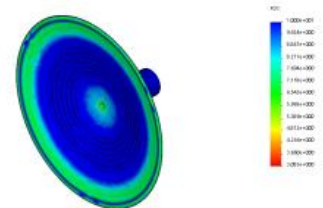
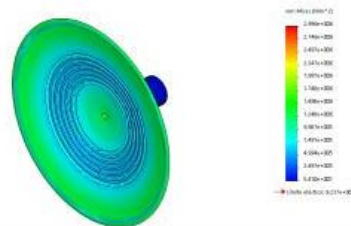
Mínima: $2214.2 \frac{N}{m^2}$
 Máxima: $6734192.0 \frac{N}{m^2}$

Mínimo: 10/10

Máximo: 10/10



Ventosa



Mínima: $54.1 \frac{N}{m^2}$
 Máxima: $2996059.5 \frac{N}{m^2}$

Mínimo: 3.1/10

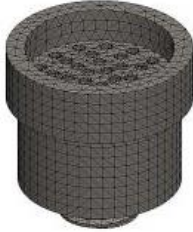
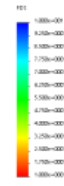
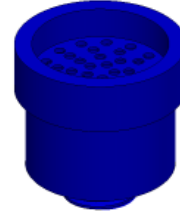
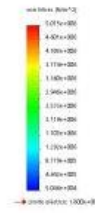
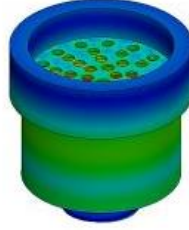
Máximo: 10/10



Continúa...

Continuación

Filtro



Mínima: $50457.0 \frac{N}{m^2}$



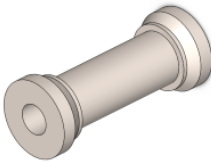


Mínimo: 10/10

Máxima: $5014955.5 \frac{N}{m^2}$

Máximo: 10/10






Tabla 3. Especificación de materiales

ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES

ELEMENTO	MATERIAL	MASA (g)	DENSIDAD (Kg/m ³)	MODULO DE ELASTICIDAD (N/mm ²)
	Acero inoxidable recocido (SS)"	1153.98	7860	$2.07 e^{11}$
	Acero inoxidable recocido (SS)"	664.68	7860	$2.07 e^{11}$
	Acero inoxidable recocido (SS)"	1092.39	7860	$2.07 e^{11}$
	Caucho	105.60	1000	6100000
	Acero AISI 1010	59.53	7870	$2.00 e^{11}$

3.3. DETALLES DE FABRICACIÓN DEL PRODUCTO

Tabla 4. Elementos fabricados

ELEMENTOS FABRICADOS		
ELEMENTO	MATERIAL	PROCESO DE FABRICACIÓN
<p>Válvula</p> 	Acero inoxidable recocido (SS)"	Torneado, soldadura smaw inoxidable, roscado y pulido
<p>Tubo</p> 	Acero inoxidable recocido (SS)"	Torneado, roscado
<p>Martillo móvil</p> 	Acero inoxidable recocido (SS)"	Torneado, roscado
<p>Ventosa</p> 	Caucho	Vulcanizado
<p>Filtro</p> 	Acero AISI 1010	Torneado, roscado

3.4. PRODUCTO TERMINADO

Una vez terminado el proceso de fabricación del producto con las respectivas pruebas de funcionamiento, corroborando su correcta operación y desempeño, se procede a presentar la herramienta como un producto terminado.



Figura 39. Producto terminado



Figura 40. Despiece - Producto terminado

La herramienta terminada posee características que facilitan su manipulación, ya que la ergonomía es parte fundamental, que suma calidad al producto. El peso adecuado es un detalle que brinda la certeza de poder trabajar de forma prolongada con la misma, a continuación se presenta un detalle del peso de cada uno de los elementos constitutivos de la herramienta y la sumatoria total de estos.

- **Medición de peso del “Tubo”**



Figura 41. Pesaje tubo

- **Medición de peso de la “válvula”.**



Figura 42. Pesaje válvula

- **Medición del peso del “filtro”**



Figura 43. Pesaje filtro

- **Medición de peso del “martillo móvil”**



Figura 44. Pesaje martillo

- **Medición de peso de “ventosa”**



Figura 45. Pesaje ventosa

La medición de pesos de los elementos, fue realizada mediante una balanza electrónica digital, con el fin de obtener datos precisos.

Tabla 5. Resumen de pesos

Resumen de pesos de los elementos que constituyen la herramienta	
Elemento	Peso (g)
Tubo	673,00
Válvula	1055,00
Filtro	18,00
Martillo	1022,00
Ventosa	232,00
Total	3000,00

3.5. MANUAL DE USO Y MANTENIMIENTO

3.5.1. ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO.

Tabla 6. Especificaciones técnicas

Especificaciones técnicas	
Peso	3000 g
Presión máxima de trabajo	160 psi
Presión mínima de trabajo	60 psi
Fluido de trabajo	Aire

3.5.2. USO DEL PRODUCTO

La herramienta está constituida por 5 elementos, los cuales son desmontables.

1. Se ensamblan cada uno de los elementos, para conformar la herramienta, el apriete de los elementos es de forma manual, sin usar ningún tipo de herramienta.
2. Acoplar la manguera de salida del compresor en la parte inferior de la válvula (se recomienda el uso de manguitos de conexión o acoples rápidos para mangueras).
3. Si el compresor no posee un regulador de presión de aire, se debe instalar uno a la salida del mismo, en la manguera antes de la válvula de la herramienta.
4. Se abre el paso de aire del compresor y se regula la presión mediante el regulador mencionado en el punto anterior (punto 3).
5. El rango de presiones para trabajo de la herramienta está detallados en la tabla de especificaciones técnicas.
6. Identificar la superficie de la carrocería automotriz sobre la cual se va a trabajar y asegurarse que no contenga partículas de ningún material abrasivo (arena, polvo, corrosión, etc.) ni lubricante (grasas o aceites), para garantizar una perfecta adherencia de la ventosa con la carrocería.
7. Una vez asegurados que se generó adherencia, se procede a desplazar con fuerza el martillo deslizante en sentido contrario a la imperfección o abolladura de la carrocería, se puede realizar varios golpes del martillo según sea necesario.
8. Se repite el procedimiento según sea necesario.

3.5.3. MANTENIMIENTO DEL EQUIPO

Tomando en cuenta dos variables como lo son la humedad relativa del aire y el material (acero) del cual está fabricado el equipo, se debe realizar el mantenimiento preventivo del mismo, el cual consiste en lo siguiente:

1. Asegurarse que el compresor de aire se encuentre purgado o drenado el agua residual, antes de usar la herramienta.
2. Proceder al despiece de la herramienta y realizar su limpieza interna y externa con un paño seco.
3. Lubricar el interior de la herramienta con fluidos de baja viscosidad (penetrante industrial, WD-40).
4. Proceder al ensamblaje y al almacenamiento en un área seca.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- Se realizaron los respectivos análisis, tomando en cuenta los principios de la neumática para aplicar la geometría más adecuada, para generar un vacío o depresión eficiente, para el correcto funcionamiento de la herramienta.
- Se realizó el diseño de la herramienta en base al análisis efectuado anteriormente, con la aplicación de software CAD, obteniendo de esta manera un diseño digital, en mencionado diseño se tomaran en cuenta características tales como los materiales y geometrías.
- Con la aplicación del software CAD, considerando el diseño digital ya realizado se ejecutaron análisis computacionales, dichos análisis se realizaron mediante software CAE, los cuales arrojaron resultados de tensiones y factor de seguridad que respaldan el correcto funcionamiento de la herramienta, andes de proceder con la respectiva fabricación.
- Se elaboraron los planos de cada una de las piezas que conforman la herramienta, con la intención de obtener la ingeniería de detalle necesaria para proceder con la fabricación de los elementos, los planos fueron desarrollados en software CAD.
- Se precedió con la fabricación de todos los elementos que constituyen el equipo, mediante diversos procesos de manufactura los cuales están detallados en el capítulo del mismo nombre, para proceder con la fabricación se hizo uso de los planos anteriormente desarrollados, apegándose a las especificaciones geométricas y de materiales.
- Se realizó el manual o instructivo de funcionamiento y mantenimiento del equipo, así también como la placa de especificaciones técnicas de la herramienta.

4.2. RECOMENDACIONES

- Se debe priorizar el uso de herramientas computacionales para diseño y simulación de elementos de máquinas y herramientas, para generar procesos de manufactura eficientes con ejecución de ensayos no destructivos.
- Mediante la aplicación de software CAD, generar ingeniería de detalle como lo son planos de diseño y construcción de partes y piezas.
- Se debe desarrollar procesos de enseñanza de operación de máquinas herramientas, como lo son torno, fresadora, soldaduras especiales, entre otros.

- Generar procesos de enseñanza que involucre el uso obligatorio de EPP (Equipo de Protección Personal), para reducir el nivel de riesgos laborales.
- Se recomienda apegarse de forma estricta, a los datos de la ficha técnica y al manual de uso del equipo para obtener la mayor eficiencia del mismo.
- Realizar las acciones de mantenimiento indicadas anteriormente, para que la herramienta trabaje de forma adecuada.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- Autodesk Inc. (2019). *Software de diseño CAD*. Obtenido de <https://latinoamerica.autodesk.com/solutions/cad-software>
- Barbierigomma. (2018). Obtenido de http://www.barbierigomma.it/Portals/0/Barbieri/Catalogo/Prodotti%20Standard/Piedini/Piedini%20a%20ventosa/Piedini_a_ventosa_PS_07_01_00_001.JPG
- Bend Pak. (2019). Obtenido de <http://www.bendpak.com.mx/compresores/compresores-de-aire/ts-580v-601.aspx>
- CAEXVEN. (2019). Obtenido de https://www.caexven.com/tienda/1731-thickbox_default/tubo-inoxidable-1m-pellet-plus.jpg
- Cimbala, J. M., & Çengel, Y. A. (2015). *Mecanica de fluidos*. Mexico, D.F.: McGRAW-HILL.
- Condorgroup. (2014). *Determinando el caudal y la presión de los compresores de aire*. Obtenido de <https://condorgroup.com.ar/determinando-caudal-la-presion-los-compresores-aire/>
- Consejo de Educación Superior. (2013). *Reglamento de Régimen Académico*. Quito: Gaceta Oficial del Consejo de Educación Superior.
- Construmatica. (2015). *Soldadura*. Obtenido de <https://www.construmatica.com/construpedia/Soldadura>
- Cordero tools. (2019). Obtenido de https://corderotools.com/presta16/4466-large_default/martillo-deslizante-para-extraer-valvulas-egr.jpg
- DDN MX. (2019). Obtenido de <http://ddn.com.mx/site/wp-content/uploads/2016/01/valvula-venturi.jpg>
- Definicion de. (2017). *carroceria*. Obtenido de <https://definicion.de/carroceria/>
- E3series. (19 de Octubre de 2017). *CAD vs CAE vs CAM: ¿Cuáles son las diferencias?* Obtenido de <https://www.e3seriescenter.com/blog-de-ingenieria-electrica-moderna/cad-vs-cae-vs-cam-diferencias>
- Educaweb. (2018). *Reparacion de carrocerias de automoviles*. Obtenido de <https://www.educaweb.com/profesion/reparador-carrocerias-automoviles-268/>

- Emprender facil. (2013). *Chapa y pintura automotriz*. Obtenido de <https://www.emprender-facil.com/es/chapa-y-pintura-automotriz/>
- Flomax. (2019). *Quick Release Couplings*. Obtenido de <https://www.flomax.ie/Catalogue/COUPLINGS-FITTINGS-ADAPTORS/Quick-Release-Couplings>
- flukecal. (2016). *P5500 Adapters, Separators and Dirt*. Obtenido de <https://la.flukecal.com/products/pressure-calibration/deadweight-testers/p5500-adapters-separators-and-dirt-moisture-traps>
- GTmotive. (2017). *La carrocería del vehículo: importancia y tipos*. Obtenido de <http://gtmotive.com/es/adictos/conecta/tipos-carroceria-vehiculo>
- INDURA. (s.f.). *Manual de sistemas y materiales de soldadura*. Obtenido de <http://www.indura.cl/Descargar/Manual%20de%20Soldadura%20INDURA?path=%2Fcontent%2Fstorage%2Fcl%2Fbiblioteca%2F00da6ac5e6754e428ecd94f1c78711cb.pdf>
- Interempresas. (2015). *Mango ergonómico*. Obtenido de <https://www.interempresas.net/MetalMecanica/FeriaVirtual/Producto-Mango-ergonomico-Mango-II-77862.html>
- IvanBohman. (2019). *Herramientas automotrices*. Obtenido de <https://www.ivanbohman.com.ec/product-showcase/herramientas-para-el-sector-automotriz/>
- Martínez Osorio, J., & Araujo, S. (2014). *RESISTENCIA DE MATERIALES*. García Maroto Editores.
- Mazurek , D., Russell Johnston, E., Ferdinand P. Beer, & John T. DeWolf. (2013). *MECÁNICA DE MATERIALES*. McGraw-Hill.
- metodologia02*. (s.f.). Pearson.
- Metodologia02. (2015). *Metodos de la investigacion*. Obtenido de <http://metodologia02.blogspot.com/p/metodos-de-la-investigacion.html>
- ML Static. (2018). Obtenido de https://http2.mlstatic.com/regulador-de-presion-de-aire-38-campbell-hausfeld-150-psi-D_NQ_NP_911411-MEC20540842996_012016-F.jpg
- Motor y Racing. (2014). *Carroceria*. Obtenido de <https://www.motoryracing.com/coches/noticias/la-carroceria-el-esqueleto-de-nuestros-coches/>
- mundocompresor. (2015). *Aire comprimido*. Obtenido de <https://www.mundocompresor.com/diccionario-tecnico/aire-comprimido>

Pruebaderuta.com. (2015). *Herramientas utilizadas para la reparación de carrocería*. Obtenido de <https://www.pruebaderuta.com/herramientas-reparacion-carroceria.php>

Serope Kalpakjian, & Steven R. Schmid. (2014). *MANUFACTURA, INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA*. Pearson.

Tuandco. (2016). *Llave de paso*. Obtenido de <https://www.tuandco.com/aprendeymejora/tipos-de-llaves-de-paso-de-agua/>

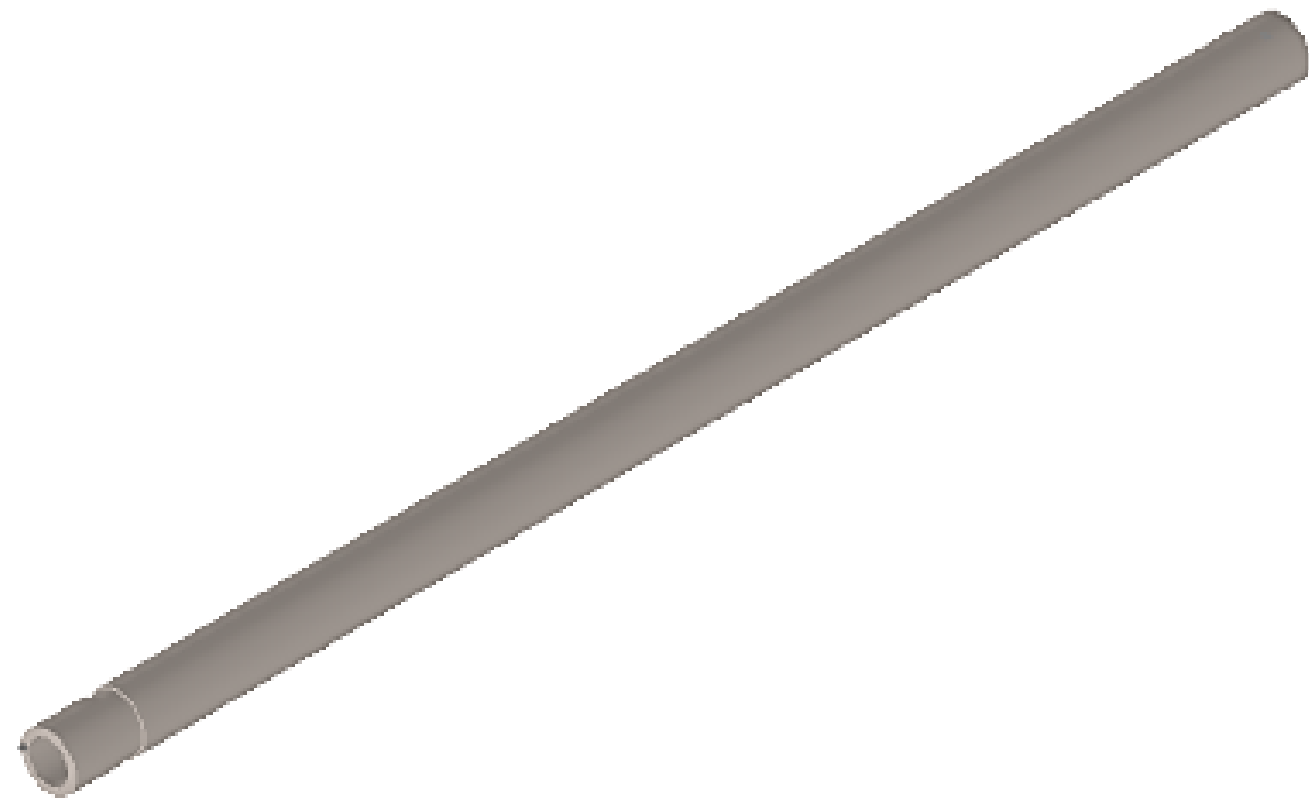
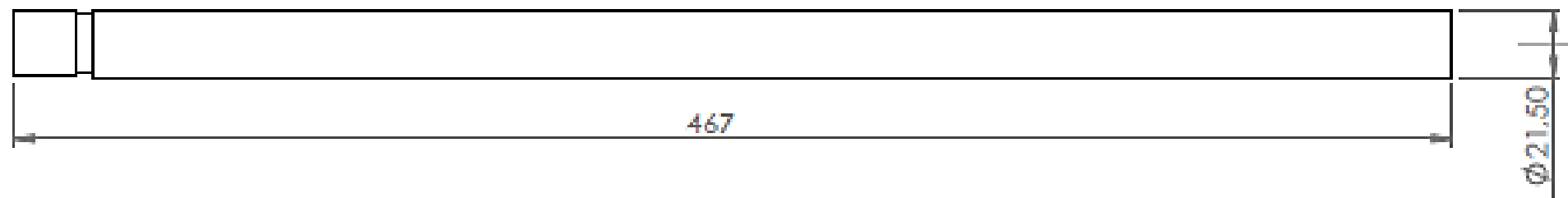
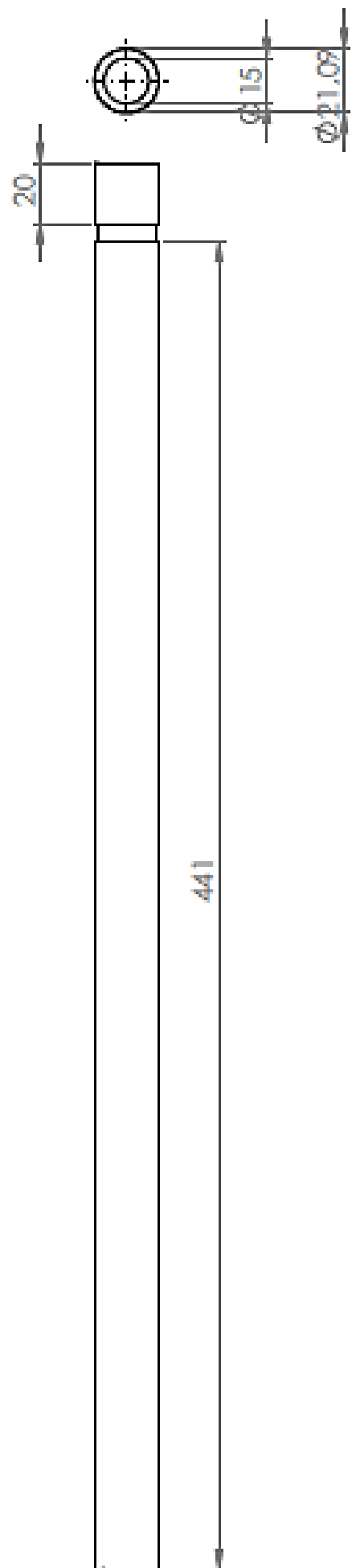
Universidad de Tarapaca. . (2014). *Neumatica*. Obtenido de http://www.eudim.uta.cl/rmendozag/courses/2012/sistemas_de_sensores_y_actuadores/sistemas_de_sensores_y_actuadores_05.pdf

Universidad del Azuay. (2012). *Repositorio Institucional*. Obtenido de <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/1426>

ANEXOS

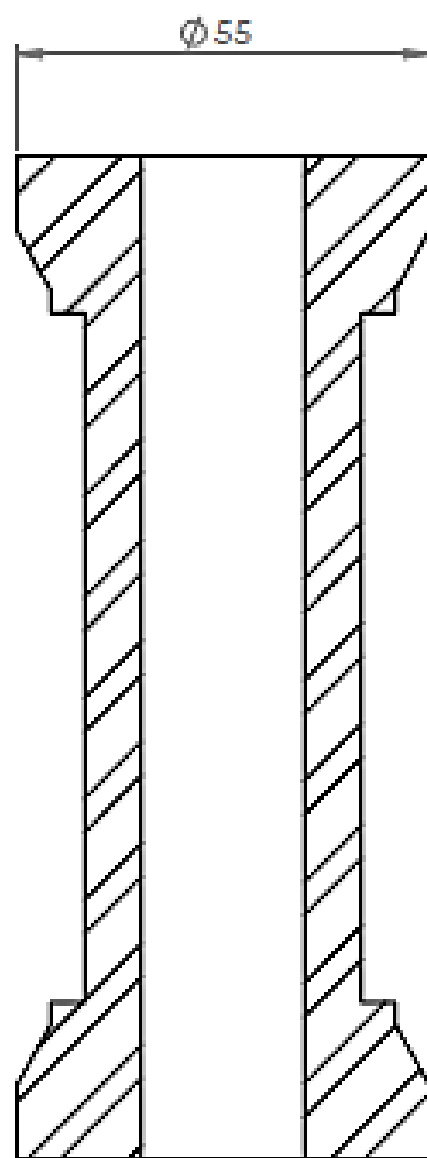
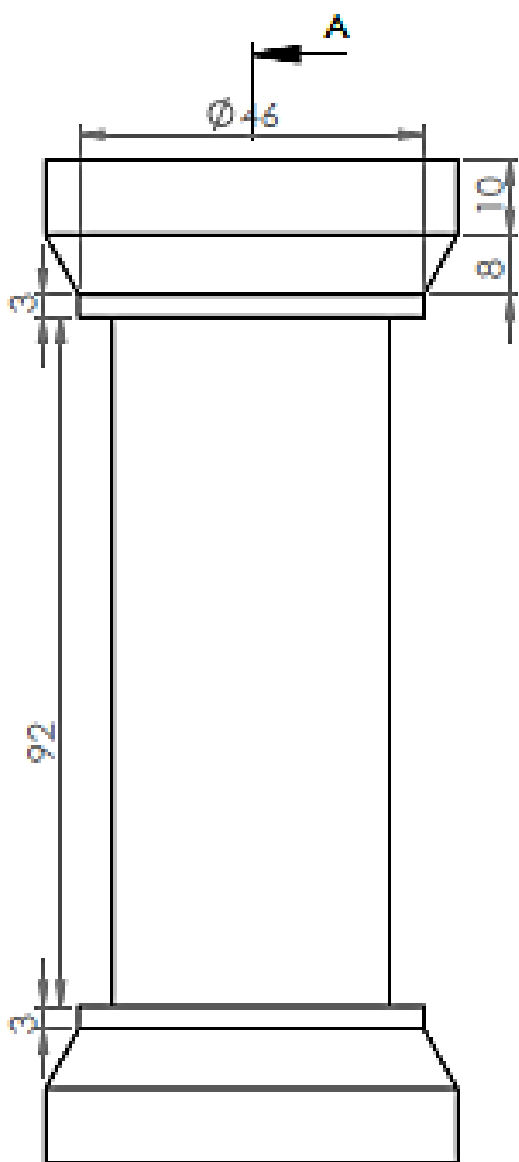
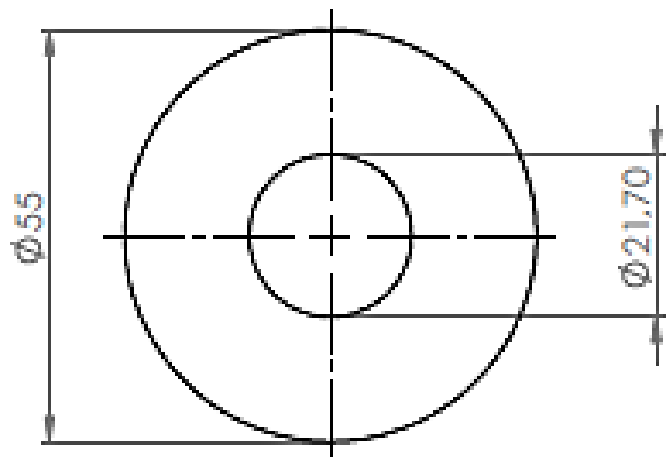
Anexo 1
Plano 1 - Ventosa

Anexo 2
Plano 2 - Tubo

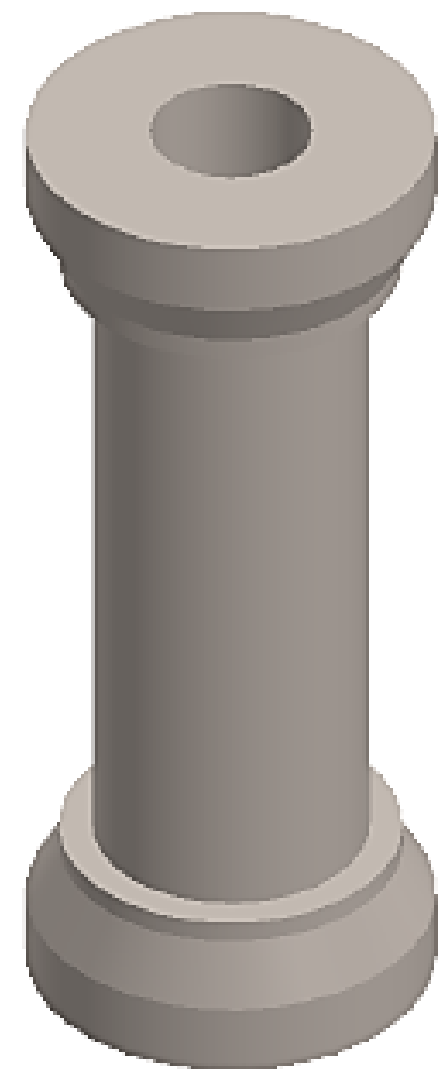


LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		ACABADOS:		RELABRAT CONFER AERIAS VIGAS		NO CAMBIA ESCALA		EDICIÓN	
ACABADO SUPERFICIAL:						UTE			
TOLERANCIAS:								TÍTULO	
LINEAL:						Nº DE HOJA		A3	
ANGULAR:						2 de 6			
				MATERIAL:		ESCALA:		HOJA 1 DE 1	
				ACERO INOXIDABLE RECOCIDO					
				PESO:					

Anexo 3
Plano 3 - Martillo

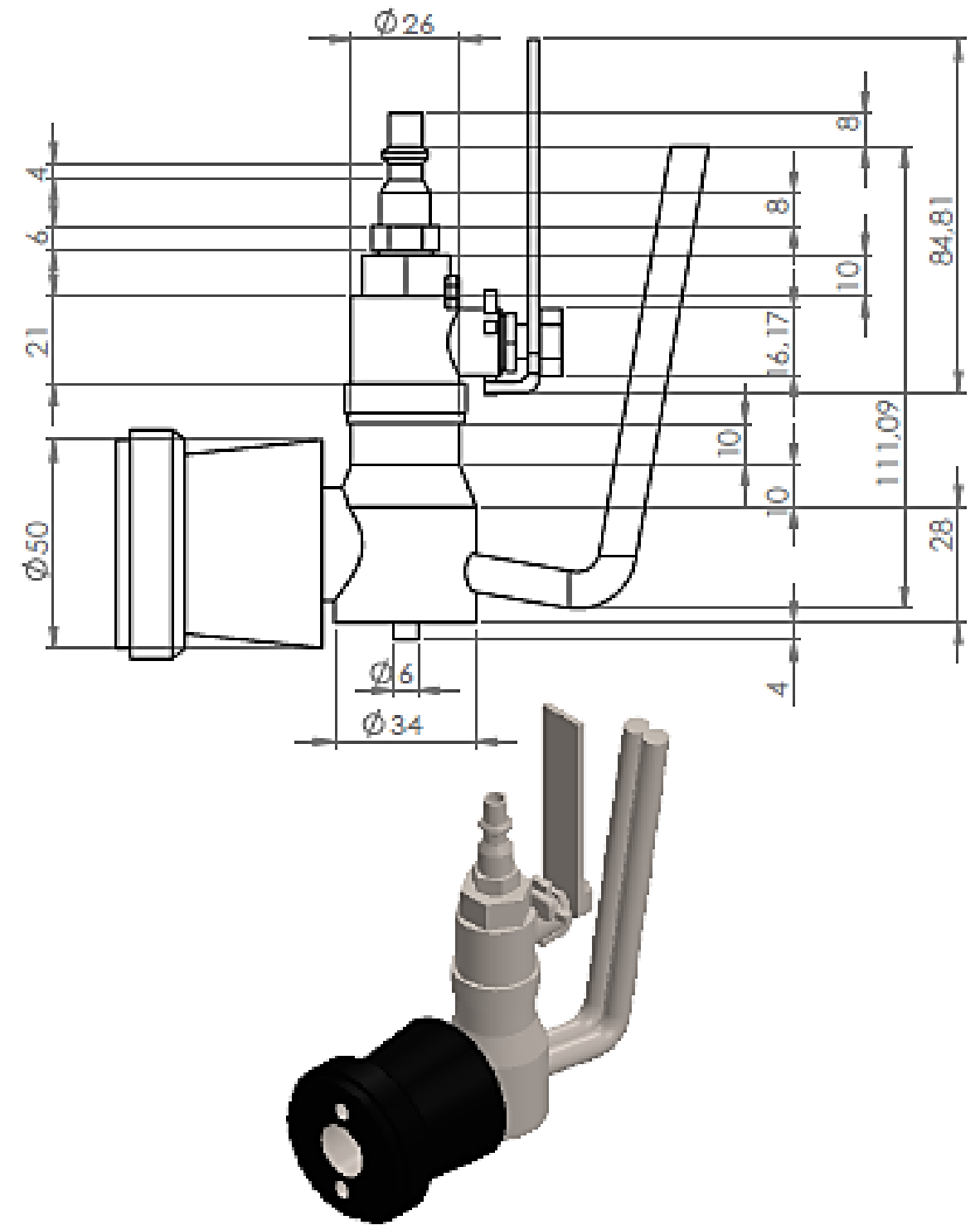
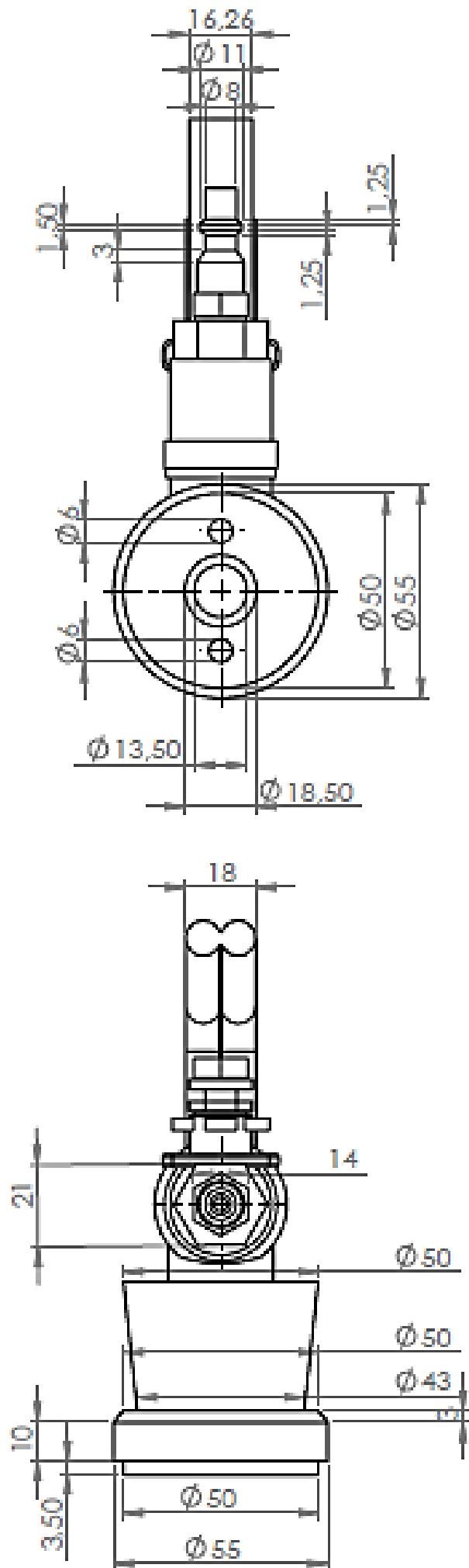


SECCIÓN A-A



LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		ACABADOS:		REBARBAR Y ROMPER ANGULOS VIVE		NO CAMBIA LA ESCALA		REVISIÓN	
ACABADO SUPERFICIAL:						UTE			
TOLERANCIAS:						TÍTULO:		MARTILLO	
LINEAL:						Nº DE DIBUJO:		3 de 6	
ANGULAR:						MATERIAL:		A3	
						ACERO INOXIDABLE RECOCIDO			
						ESCALA:		1:1	
						PROYECTO:			

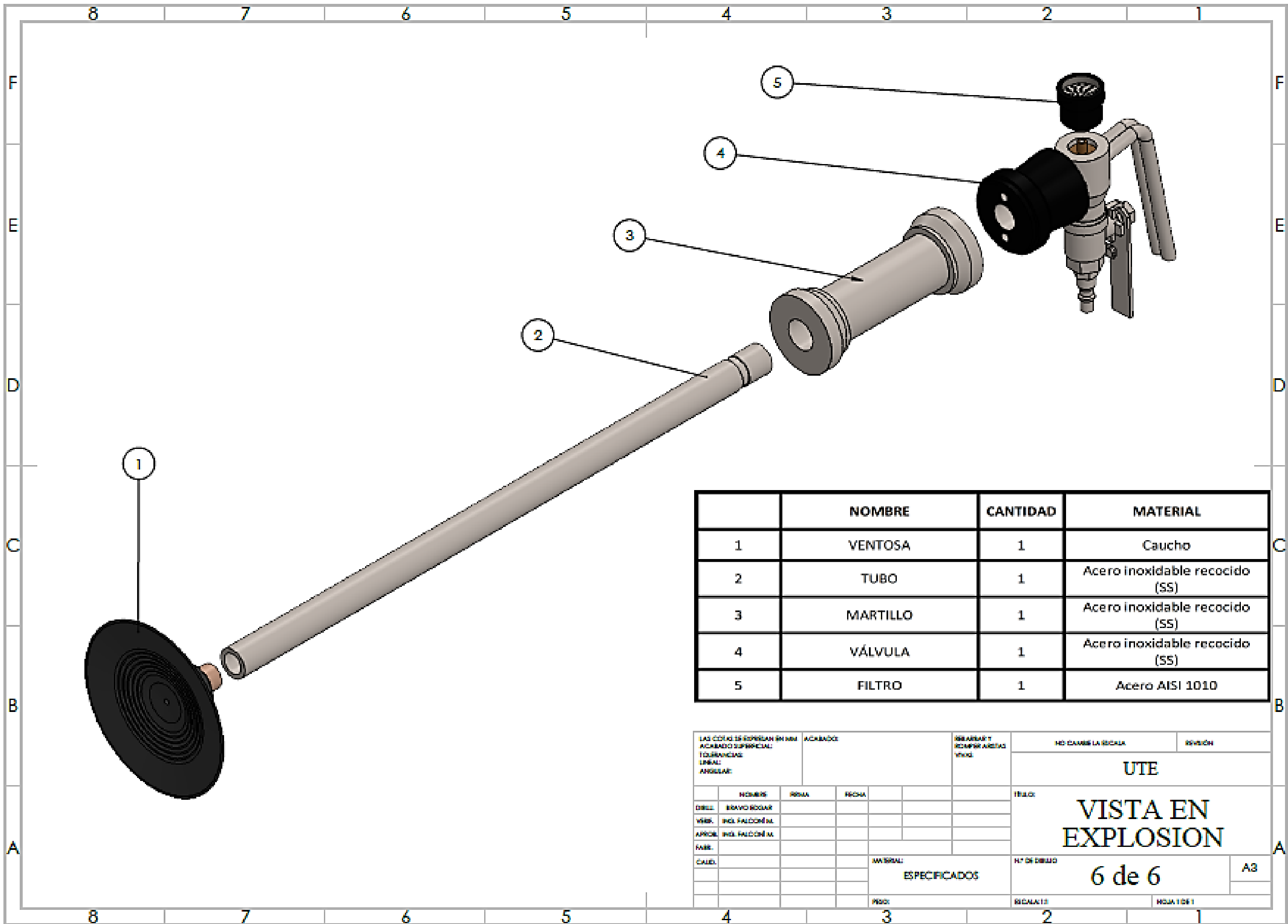
Anexo 4
Plano 4 - Válvula



LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		ACABADO:		REBARBAT COMPAR ARISTAS VIVIL		NO CAMBIA ESCALA		REVISIÓN	
ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS LINEAL ANGULAR:						UTE		TÍTULO: VALVULA	
DESB.	BRAYO BODAR	PROVA	PROVA			Nº DE DIBUJO 4 de 6		A3	
VIER.	IND. FALCÓN M.								
APROB.	IND. FALCÓN M.					MATERIAL: ACERO INOXIDABLE RECOCIDO		ESCALA 1:2	
FABR.									
CALB.				MATERIAL: ACERO INOXIDABLE RECOCIDO		ESCALA 1:2		NOVA 1 DE 1	
				PROV.					

Anexo 5
Plano 5 - Filtro

Anexo 6
Plano 6 – Vista en explosión



	NOMBRE	CANTIDAD	MATERIAL
1	VENTOSA	1	Caucho
2	TUBO	1	Acero inoxidable recocido (SS)
3	MARTILLO	1	Acero inoxidable recocido (SS)
4	VÁLVULA	1	Acero inoxidable recocido (SS)
5	FILTRO	1	Acero AISI 1010

LAS COTAS SE ESPESAN EN MM				ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARENAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
ACABADO SUPERFICIAL:						VINO		UTE			
TOLERANCIAS:											
LINEAL:								VISTA EN EXPLOSION			
ANGULAR:											
	NOMBRE	FECHA				MATERIAL: ESPECIFICADOS		N° DE DIBUJO 6 de 6		A3	
DISEÑ.	EDUARDO BODAR										
VERIF.	ING. FALCÓN M.										
APROB.	ING. FALCÓN M.										
FABR.											
CAUD.						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
						ESPECIFICADOS		6 de 6			
						MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	