



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

REDISEÑO DE UN NEBULIZADOR

MEMORIA PRESENTADA POR:

MIRIAM BESALDUCH BESALDUCH

GRADO DE INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DE PRODUCTOS

Convocatoria de defensa: Noviembre 2020

RESUMEN:

En este proyecto, se realiza un análisis de valor del producto "NebuAldo P0603EM F400" con el objetivo de rediseñarlo para la mejora del exceso de ruido que genera el nebulizador al estar en funcionamiento, de la sujeción de la mascarilla y teniendo en cuenta los factores de diseño para el reciclaje. Además, se busca cumplir otras funciones como que se puedan almacenar los accesorios del kit nebulizador en el propio nebulizador sin ayuda de elementos externos.

También, se desarrolla un prototipo a escala 1:1 de la propuesta resultante del rediseño del nebulizador.

PALABRAS CLAVE:

- Nebulizador
- Reciclaje
- Análisis de valor

RESUM:

En aquest projecte, es realitza una anàlisi de valor del producte “NebuAldo P0603EM F400” amb l’objectiu de redissenyar-lo per a la millora de l’excés de soroll que genera el nebulitzador al estar en funcionament, de la subjecció de la mascareta i tenint en compte els factors de disseny per al reciclatge. A més, es busca complir altres funcions com que es puguin emmagatzemar els accessoris del kit nebulitzador en el propi nebulitzador sense ajuda d’elements externs.

També, es desenvolupa un prototip a escala 1:1 de la proposta resultant del redisseny del nebulitzador.

PARAULES CLAU:

- Nebulitzador
- Reciclatge
- Anàlisi de valor

ABSTRACT:

In this project, a value analysis of the product “NebuAldo P0603EM F400” is carried out with the aim of redesigning it to improve the excess noise generated by the nebulizer when it is working, the fasten of the mask and considering the design factors for recycling. In addition, it seeks to comply other functions such as that the nebulizer kit accessories can be stored in the nebulizer itself without the help of external elements.

Also, a 1:1 scale prototype of the proposal resulting from the redesign of the nebulizer is developed.

KEYWORDS:

- Nebulizer
- Recycling
- Value analysis

REDISEÑO DE UN NEBULIZADOR



Grado de Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de
Productos

Escola Politècnica Superior d'Alcoi. Universitat Politècnica de València

Noviembre 2020

Autora: Miriam Besalduch Besalduch

Tutor: Joaquín Pérez Fuster

REDISEÑO DE UN NEBULIZADOR



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

En este proyecto, se realiza un análisis de valor del producto "NebuAldo P0603EM F400" con el objetivo de rediseñarlo para la mejora del exceso de ruido que genera el nebulizador al estar en funcionamiento, de la sujeción de la mascarilla y teniendo en cuenta los factores de diseño para el reciclaje. Además, se busca cumplir otras funciones como que se puedan almacenar los accesorios del kit nebulizador en el propio nebulizador sin ayuda de elementos externos.

También, se desarrolla un prototipo a escala 1:1 de la propuesta resultante del rediseño del nebulizador.



MIRIAM BESALDUCH BESALDUCH

GRADO DE INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DE PRODUCTOS

ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR D'ALCOI. UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA NOVIEMBRE 2020

ÍNDICE

| | |
|--|-----|
| 1 ANTECEDENTES..... | 14 |
| 1.1 EL NEBULIZADOR..... | 14 |
| 1.2 HISTORIA DE LA EVOLUCIÓN DEL PRODUCTO | 20 |
| 1.3 HISTORIA DE LA EMPRESA | 26 |
| 2 ANÁLISIS DEL PRODUCTO EXISTENTE..... | 28 |
| 2.1 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO | 28 |
| 2.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS | 33 |
| 2.3 DESMONTAJE DEL PRODUCTO | 34 |
| 2.4 COMPONENTES Y MATERIALES | 45 |
| 2.5 ANÁLISIS DE “NebuAldo Po6o3EM F400” SEGÚN dfa y dfe..... | 50 |
| 2.6 ESQUEMA DE DESMONTAJE | 54 |
| 2.7 MODELADO DE LAS CARCASAS..... | 55 |
| 2.8 MEDICIONES ACÚSTICAS | 57 |
| 2.9 MEDICIONES VIBRATORIAS..... | 61 |
| 3 ESTUDIO DE MERCADO..... | 64 |
| 4 OBJETO DEL ESTUDIO | 76 |
| 5 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO | 77 |
| 6 DESCRIPCIÓN DE LAS NECESIDADES..... | 78 |
| 7 FUNCIONES DEL PRODUCTO..... | 79 |
| 7.1 PLIEGO DE CONDICIONES FUNCIONALES | 79 |
| 8 PROCESO CREATIVO | 88 |
| 8.1 DISEÑOS PROPUESTOS | 89 |
| 8.1.1 EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DEL DISEÑO FINAL (VTP) | 96 |
| 9 ERGONOMÍA..... | 99 |
| 10 SOLUCIÓN ESCOGIDA..... | 104 |
| 11 ESQUEMA DE DESMONTAJE DEL PRODUCTO..... | 112 |
| 12 DIAGRAMA SISTÉMICO DEL PRODUCTO | 114 |
| 13 MEDICIONES REALIZADAS EN EL TALLER | 121 |
| 13.1 MEDICIONES ACÚSTICAS..... | 121 |
| 13.2 MEDICIONES TÉRMICAS | 142 |
| 14 SELECCIÓN DE MATERIALES..... | 157 |

| | |
|--|-----|
| 15 REALIZACIÓN DE LA MAQUETA | 164 |
| 16 CONCLUSIONES..... | 187 |
| 17 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS..... | 188 |
| 18 MEDICIONES Y PRESUPUESTO..... | 202 |
| 19 FUENTES DE INFORMACIÓN..... | 209 |
| 20 ANEXOS..... | 213 |
| 20.1 ANEXO DE VALORACIÓN DE FACTORES..... | 213 |
| 20.1.1 VALORACIÓN ENTRE FACTORES..... | 213 |
| 20.1.2 TABLAS DE VALORACIÓN DE FACTORES..... | 213 |
| 20.2 BOCETOS REALIZADOS..... | 216 |
| 20.3 TABLAS DE DATOS ANTROPOMÉTRICOS | 236 |
| 20.4 NORMAS UNE DE APLICACIÓN..... | 241 |
| 20.5 COSTES UNITARIOS DEL PRESUPUESTO..... | 243 |
| 20.6 PLANOS..... | 244 |
| 20.6.1 PLANOS ORIGINALES | 245 |
| 20.6.2 PLANOS NUEVOS..... | 248 |

1 ANTECEDENTES

1.1 EL NEBULIZADOR

El nebulizador es un dispositivo médico que trata enfermedades respiratorias, tales como bronquitis, bronquiectasias o bronquiolitis, administrando fármacos líquidos, en forma de aerosol, a la vía respiratoria inhalándolos a través de una boquilla o una mascarilla. Estos dispositivos se consideran más efectivos y fáciles de usar que otro tipo de inhaladores, como los de dosis medida o polvo seco, que cumplen la misma función.

Pueden utilizarlo personas de cualquier edad, desde bebés hasta personas mayores, pero es necesario que un médico lo prescriba. Para algunos tratamientos se facilita el nebulizador gratuitamente en el centro de salud o hospital. También puede comprarse en farmacias, grandes almacenes o de forma online.

En general, se recomienda para el tratamiento de asma o EPOC (Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica) en pacientes con edad avanzada, dificultades para usar inhaladores por problemas de salud o debido a no poder inhalar suficiente con otros dispositivos. Se considera eficaz en pacientes graves, con flujos inspiratorios muy reducidos o en niños con disnea intensa.

Para pacientes con fibrosis quística o bronquiectasias se prescriben nebulizaciones con suero hipertónico, que para ayudar al drenaje de las secreciones se realizan de forma rutinaria. En los casos de bronquiolitis, el suero hipertónico ayuda a desinflamar la vía respiratoria. En bebés y niños el uso más frecuente del dispositivo es en casos de bronquiolitis y bronquitis.

Algunos modelos de nebulizadores tienen la posibilidad de adaptar el tamaño de las partículas inhaladas según lo requiera la patología del paciente a través de un regulador, ya que cada tamaño de partículas llega a una parte de la vía respiratoria distinta, y así depositar la mayor cantidad de medicación en la zona a tratar. También pueden combinarse una gran variedad de medicamentos en una misma nebulización, adaptándose a las necesidades del tratamiento del paciente.

El hecho de administrar los medicamentos de forma inhalada permite que lleguen directamente a la vía respiratoria de manera cómoda, además de causar menos efectos secundarios que por otras vías y siendo más eficaz y rápido, y no resulta difícil de usar ya que sus instrucciones de uso son muy sencillas. El tratamiento puede realizarse cómodamente desde casa, por lo que mejora la calidad de vida del enfermo.

FÁRMACOS USADOS

Los medicamentos que se usan frecuentemente en los tratamientos con nebulización son:

- Glucocorticoides, para bajar la inflamación.
- Antibióticos, para infecciones respiratorias.

- Broncodilatadores y corticoides, para enfermedades que generen broncoespasmo, como el asma.
Normalmente, se administra con un inhalador seco, pero en enfermos graves, gente mayor o casos especiales puede ser necesaria la utilización de un nebulizador.
- Suero hipertónico, para el drenaje de las secreciones en casos de fibrosis quística y bronquiectasias y para bajar la inflamación en casos de bronquiolitis.

TIPOS DE NEBULIZADORES

Principalmente, existen tres tipos de nebulizador. Dependiendo del tipo de compresor que se utiliza para convertir el medicamento líquido en aerosol se pueden clasificar en:

- NEBULIZADOR CON COMPRESOR TIPO JET, NEUMÁTICO O DE PISTÓN:



Figura 1: Nebulizador tipo jet.

Fuente: <https://spanish.globalsources.com/gsol/1/Jet-nebulizer-manufacturers/b/200000003844/3000000217737/33353.htm?view=grid>

Son el tipo de nebulizador más utilizado en clínicas. Genera el aerosol por el efecto Venturi, empleando un chorro de aire comprimido mediante un compresor, que puede ser eléctrico o de gas, bien de aire o de oxígeno, que al impactar en el líquido forma una nube que inhala el paciente. Resulta muy eficiente, ya que es el nebulizador que mejor realiza el proceso. Es el nebulizador más vendido y barato, aunque también es el más ruidoso y requiere de una mayor cantidad de tiempo para realizar el proceso de nebulización.

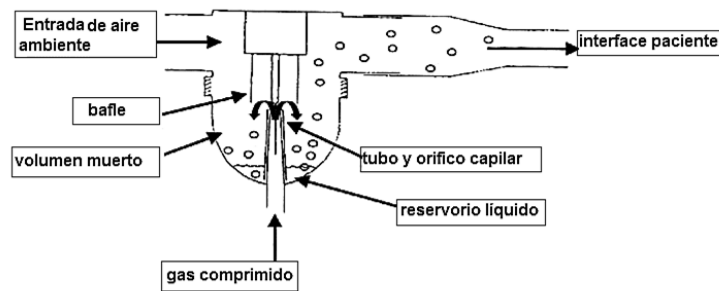


Figura 2: Efecto Venturi.

Fuente: <https://docplayer.es/6704363-Una-guia-de-dispositivos-para-aerosolterapia.html>

- NEBULIZADOR ULTRASÓNICO:



Figura 3: Nebulizador ultrasónico.

Fuente: <https://ortofactory.com/producto/nebulizador-ultrasonico-joycare/>

Genera el aerosol al transmitirle al depósito donde está el medicamento vibraciones de un cristal piezoeléctrico a muy alta frecuencia (ultrasónicas). Son menos ruidosos que los de tipo jet, normalmente son portátiles y rápidos. Pueden nebulizar grandes cantidades de líquido y se usan principalmente para la hidratación de la vía respiratoria superior con suero hipertónico. Pero no se recomienda utilizarlos para nebulizar medicamentos, ya que el calor causado por las vibraciones podría alterar la medicación.

- NEBULIZADOR DE MALLA:



Figura 4: Nebulizador de malla.

Fuente: <https://www.amazon.es/dp/B01FYVYHNU?tag=nebulizadores-21&linkCode=ogi&th=1&psc=1>

Genera el aerosol mediante una malla que vibra a alta frecuencia. El mecanismo es silencioso y hace que el nebulizador sea compacto. Puede ser portátil ya que puede funcionar sin batería. Requiere una limpieza más frecuente que los otros ultrasónicos y de tipo jet. Es el tipo de nebulizador más caro, rápido y efectivo.

COMPONENTES DE UN NEBULIZADOR

Los componentes de los que consta un nebulizador son: un compresor, un kit de nebulización y una mascarilla o boquilla.

- **COMPRESOR:**
Dispositivo para convertir el fármaco líquido en aerosol, ya sea por aire comprimido o vibraciones.
- **KIT NEBULIZADOR:**
En él se encuentra el regulador de nebulización y la cámara de nebulización, donde se deposita el medicamento y se convierte en aerosol.
- **MASCARILLA/BOQUILLA:**
Se usa para inhalar el aerosol.

UTILIZACIÓN DEL NEBULIZADOR

1. PREPARACIÓN:

Normalmente, la primera nebulización la supervisa el personal sanitario antes de que el paciente lo use por su cuenta en casa.

Primero, se deben lavar muy bien las manos, ya que cuidar la higiene es muy importante. De esta forma se evita que bacterias, hongos o virus puedan contaminar el nebulizador y llegar a las vías respiratorias.

La nebulización se prepara justo antes de empezar el tratamiento. Se mide con jeringa la cantidad exacta de medicamento a nebulizar y se llena el recipiente con la dosis exacta.

Es recomendable realizar la nebulización en un lugar donde el paciente se sienta cómodo y relajado durante el proceso, sobre todo en niños, en posición de sentado o semiincorporado. Hay que evitar puntos de presión al aplicarle la mascarilla o boquilla.

2. NEBULIZACIÓN:

Durante la nebulización se debe respirar por la boca lentamente y de forma profunda aguantando la respiración durante 1-2 segundos antes de cada espiración. Es importante tratar de no hablar durante el proceso. Si los medicamentos a nebulizar son antibióticos debe intentar hacerse en una habitación con la puerta cerrada y ventanas abiertas, para no contaminar el resto de la casa con el antibiótico. La boquilla o mascarilla a utilizar ha de ajustarse bien para que toda la medicina sea inhalada y la nebulización sea efectiva. En caso de usar boquilla ponerse una pinza en la nariz puede ser de ayuda para respirar solo por la boca.

La nebulización suele durar entre 10 y 15 minutos, pero puede variar en función de la dosis administrada o el dispositivo utilizado.

Al terminar la nebulización, el paciente debe enjuagarse la boca con un colutorio para eliminar los restos de medicación, sobre todo si la medicación contenía corticoides. Si ha usado mascarilla, debe lavarse la cara y la nariz para evitar la irritación de la piel.

3. LIMPIEZA:

La limpieza del equipo tras cada uso, sobre todo al usar antibióticos, es muy importante ya que uno de los riesgos asociados al uso de nebulizadores es la infección pulmonar. Esto es debido a que los restos que puedan quedar tras su uso en el reservorio pueden sufrir una contaminación bacteriana.

Cada nebulizador se debe limpiar según las instrucciones del fabricante, aunque generalmente siguen estos pasos:

- Con la máquina desenchufada, se desmontan los componentes.

- El kit nebulizador y la boquilla o mascarilla se lavan con agua templada y jabón neutro.
- Se deja secar las piezas al aire en un lugar limpio.
- El compresor y el tubo de aire (PVC) no son lavables, se deben limpiar con un paño húmedo con agua. El filtro tampoco puede lavarse, debe ser sustituido tras los usos recomendados y sustituirlo si se humedece o cambia de color.
- Finalmente, se guarda desmontado en un lugar cerrado.

Es recomendable esterilizar el kit nebulizador una vez a la semana en los casos de pacientes inmunodeprimidos o con elevado riesgo de infección respiratoria (fibrosis quística), y es aconsejable sustituir el kit nebulizador tras los usos recomendados por el fabricante.

1.2 HISTORIA DE LA EVOLUCIÓN DEL PRODUCTO

Los inicios de la terapia respiratoria se remontan hasta hace unos 4000 años, cuando las antiguas civilizaciones, China, India y Egipto, trataban los problemas respiratorios con vahos de plantas por sus efectos relajantes en la musculatura bronquial. En China ya se conocían las propiedades broncodilatadoras de la efedra. En Egipto, el 1500 a.C., se describe en el papiro de Ebers una receta como tratamiento contra el asma a base de calentar una mezcla de hierbas sobre una piedra caliente y aspirar los humos que producen para calmar la tos.

Durante el siglo II d.C., en Antio, para enfermedades del tórax, como asma y ortopnea, por acúmulo de pituitas, son convenientes las inhalaciones. Por otro lado, para toses secas y hemoptisis, resultan contraindicadas. Dichas inhalaciones consistían en vahos de azufre, yemas de abeto, perseo o fragmentos de cuerda de marineros, y con ellas se conseguía la expulsión de mucosidades.

A finales de la Edad Media, con la llegada de la Peste Negra (bubónica) se realizaban incineraciones de incienso, mirra y hojas de manzanilla en plazas públicas a modo de profilaxis.

Girolamo Fracastoro, nacido en Verona, postuló el 1546 que la tuberculosis se contagiaba por la respiración. Fue entonces cuando se empezó a usar la terapia inhalatoria como destrucción in situ de los gérmenes.

En 1698, se hacía uso de atropina (belladona), estramonio (fumado) o el *respirador de Mudge* para tratar el asma o enfermedades relativas a los bronquios.

Sin embargo, la terapia inhalatoria como tal empieza en la segunda mitad del siglo XIX, en los balnearios.

En 1828, Schneider y Waltz crearon el *hidroconion*. Este aparato era un atomizador, como los usados en perfumería, capaz de pulverizar los líquidos en forma de aerosol. En Suiza, en los sanatorios de montaña se usó este invento para tratar a los enfermos de tuberculosis y hacerles respirar aerosoles hechos a partir de agua de mar, proveniente del Mar Mediterráneo.



Figura 5: Hidroconion de Schneider y Waltz.

Fuente: <https://docplayer.es/12715718-I-jornada-d-actualitzacio-en-mpoc-a-l-ais-barcelona-litoral-mar-aerosolterapia-alex-bassa-susana-font-sergi-pascual-3-de-deseembre-2014.html>

Años más tarde, el 1849, en el balneario francés de Euzet-les-Bains, el médico Auphan construyó un *vaporarium* que servía de sala de inhalación y constaba de una columna

de agua que al chocar con la pared producía una atmosfera saturada de partículas acuosas que los pacientes respiraban.

En 1856, llegó la invención del primer inhalador portátil como tal de la mano del médico del balneario de Perrefonds-les-Bains, Sales-Girons. Con él los enfermos podían pulverizar líquidos de forma manual, y así realizar sesiones de inhalación de infusiones balsámicas y antisépticas desde sus domicilios.



Figura 6: Primer inhalador portátil del balneario de Perrefonds-les-Bains.

Fuente: https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQhk_x9SddoqyBFxChOI0ybV3d4U3CD9PKBA3s5UNcpLe06T8I4bg&s

Algunas variantes surgieron poco después, de las cuales la más destacable es el *pulverizador de caldera* de Siegle. Dicho pulverizador tenía una fuente de calor, una lámpara de alcohol o un soplete de gas, que generaba vapor de agua, y este, al mezclarse con el medicamento líquido, producía la nebulización.



Figura 7: Pulverizador de caldera de Siegle.

Fuente: <https://www.ebay.ie/itm/Rare-Victorian-Medical-Antique-Dr-Siegle-s-Patent-Steam-Spray-Inhaler-1864-/352334504981>

Aunque también hubo detractores de este invento que lo tildaban de ineficaz, ya que las partículas inhaladas no alcanzaban las vías respiratorias periféricas al impactar la mayoría en las paredes del tracto respiratorio superior.

A pesar de todo, esta técnica se impuso sobre el resto y se fueron desarrollando nuevos modelos que son los precursores de los sistemas actuales.

En 1902, Bulling inventa un nebulizador automático accionado por un motor eléctrico.

De ahí en adelante, hasta la década de los 50, se investigaron formas de perfeccionar los aparatos, tanto reduciendo su tamaño como incrementando el número de partículas con diámetro inferior a 5 micras, ya que así se llega a zonas más distales de las vías respiratorias.

Los primeros nebulizadores que producen un chorro continuo de aire u oxígeno con un compresor de membrana accionado por energía eléctrica aparecen en 1930. Y es en 1938 cuando se comercializa el primer vaporizador.

Después de la segunda guerra mundial, en 1945, surge el primer nebulizador usado por la aerosolterapia, encontrándose tanto en los hospitales como en casas particulares. Funciona con un motor inyector de aire, por tubos de oxígeno, una pipeta de vidrio portadora del medicamento y una mascarilla.

En 1956, empezó el verdadero auge de la terapia inhalada con el primer cartucho presurizado. Fue ideado por un médico de Estados Unidos, G. Maison, e inspiró su diseño en los perfumes en aerosol y en las peticiones de su hija, que padecía asma, y siempre le pedía nebulizadores más pequeños y menos complejos que los existentes en la época.

El primer inhalador manual y portátil de dosis medida (IDM) fue el “Medihaler” y se comercializó en dos versiones: “Medihaler-Epi” (epinefrina) y “Medihaler-Iso” (isoproterenol).

Vol. 181, No. 4

At Last...
UNIFORM DOSAGE NEBULIZATION
in Asthma

MEDIHALER™

with Your Favorite
Bronchodilator*

- NO RUBBER BULBS TO DETERIORATE
- NO BREAKAGE OF COSTLY GLASS NEBULIZERS
- NO SPILLING OF SOLUTION IN POCKET OR PURSE

True nebulization—80% of particles from $\frac{1}{2}$ to 4 microns radius. Amount of medication released does not depend on pressure applied—dosage always the same. One application usually sufficient for most patients.

Medihaler Oral Adapter is nonbreakable. Vial of Medihaler medication is leakproof, spillproof, provides 200 applications. Economical.

*MEDIHALER-EPI™
0.2% solution of epinephrine
HCl U.S.P.

*MEDIHALER-ISO™
0.25% solution of isoproterenol
HCl U.S.P.

On your prescription be sure to write
“Medihaler-Iso (or Medihaler-Epi)
AND Medihaler Oral Adapter,” since
medication cannot be used without
Adapter. For media write for medica-
tion only.

Notably safe for use
with children. One
application usually
aborts attack.

Another First from
Riker SEE BROCHURE

Figura 8: Publicidad de Medihaler.

Fuentes: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4419-9745-6_3

En 1960, surge un nebulizador con el motor integrado en la carcasa. Posee una recámara plástica que contiene el medicamento y funciona por tecnología “jet”. Sustituye la anterior pipeta de vidrio y los tubos de oxígeno por el motor compresor.

El primer nebulizador ultrasónico con piezoeléctrico de cámara de agua abierta surge en el año 1965, fabricado en chapa. Consigue unas partículas de los broncodilatadores de menor tamaño, eliminando el motor compresor de aire, y por lo tanto, disminuyendo el ruido emitido. Ofrece la posibilidad de regular las vibraciones.

En 1967, aparece el inhalador monodosis de polvo en seco (SPS) “Spinhaler” diseñado para emplear el cromoglicato (medicamento para tratar el asma leve o moderada). Esto sucede a consecuencia del descubrimiento que realizó el médico Roger Altounyan y que consiste en un medicamento natural obtenido de la hierba “biznaga”, ya usada en la antigüedad por los países árabes en procesos asmáticos por sus propiedades relajantes del músculo liso.



Figura 9: Inhalador monodosis de polvo seco Spinhaler.

Fuentes: <https://museum.aarc.org/galleries/asthma-management/>

En 1976, Paterson y Crompton observaron que los usuarios que usaban el “Spinhaler” realizaban mejor la técnica inhalatoria que con los dispositivos presurizados. Fue ahí donde surgió la necesidad de fabricar otros dispositivos de polvo seco para administrar broncodilatadores.

El año siguiente, aparecieron inhaladores de polvo seco multidosis, como el “Rotahaler”, más tarde el “Diskhaler” y también el sistema “Turbuhaler”, que fue un invento del ingeniero sueco Kjell Wetterlin, comercializado en 1988.



Figura 10: Inhalador Diskhaler.

Fuente: <https://interacciones.org/2006/07/21/mas-inhaladores/>



Figura 11: Inhalador Turbuhaler.

Fuente: <https://www.1aria.com/contenido/neumologia/epoc/epoc-tratamientos/sistemas-inhaladores/sistema-turbuhaler/uso-turbuhaler>

En 1987, tuvo lugar el Protocolo de Montreal, en el cual se lanzaba la hipótesis de que los clorofluorocarbonos (CFC) usados como propelente en los inhaladores eran perjudiciales para la capa de ozono y debían reducirse al 50%.

En el año 2000, se eliminaron por completo los CFC de los inhaladores. Por lo que hubo que buscar alternativas a estos gases, como los dispositivos en polvo seco o el sistema “Modulite”, que utiliza hidrofluoroalcanos (más ecológicos que los CFC) y libera partículas más pequeñas y adecuadas para el depósito pulmonar en una nube más lenta que facilita la técnica de inhalación.



Figura 12: Inhalador en polvo seco con sistema Modulite.

Fuente: <https://www.ukmeds.co.uk/clenil-modulite>

En el año 2003, las nuevas tecnologías plásticas consiguen desarrollar un nebulizador ultrasónico con tecnología de cámara cerrada, es decir, las vibraciones se transmiten por una cámara cerrada herméticamente con agua. Tiene un menor tiempo de puesta en funcionamiento que los anteriores. También incorpora un motor con filtro que ayuda al movimiento de las partículas y un temporizador.

Por último, en 2008, aparece el nebulizador ultrasónico portátil, por lo que los usuarios pueden nebulizarse en cualquier sitio. Presenta una reducción del sistema piezoeléctrico y no necesita línea eléctrica, ya que posee baterías recargables. Es silencioso, liviano y pulcro. Mantiene el sistema de temporizador de accionamiento.

1.3 HISTORIA DE LA EMPRESA

El Laboratorio Farmacéutico Aldo-Unión es una compañía farmacéutica y empresa familiar, con sede en Esplugas de Llobregat (Barcelona), que fue fundada en el año 1961 por el Doctor en Farmacia, Don José M^a Calzada Badía.

Se dedica desde su fundación a desarrollar y producir fármacos que contribuyen a mejorar la salud y la calidad de vida de las personas, centrándose en el campo respiratorio. Su lema es “Comprometidos con la salud”.



Figura 13: Logotipo del Laboratorio Farmacéutico Aldo-Unión.

Fuente: <http://www.aldo-union.com/>

En 1964 fue instalada la primera planta de fabricación de aerosoles de uso inhalatorio, convirtiéndose así en la primera empresa en lanzar un preparado de estas características al mercado nacional, el Aldo-Asma.

De ahí en adelante, la empresa ha ido evolucionando de forma constante en cuanto a investigación y desarrollo, en especial en su gama de aerosoles. Es por ello que se ha convertido en uno de los laboratorios mundiales con más preparados destinados a la administración por vía inhalatoria.

Aldo-Unión ha sido también la primera empresa mundial en comercializar la sulfadiazina de plata en crema y aerosol (“Silvederma” crema y “Silvederma” aerosol).

Su actividad en cuanto a la investigación se ha desarrollado en la síntesis de antiinflamatorios no esteroideos y el desarrollo de preparados éticos comercializados como jarabes, comprimidos y nebulizadores.

Esta empresa produce una amplia gama de fármacos, propios y bajo licencia, y los comercializa con su propia red de médicos visitantes. También comercializa una amplia gama de inhaladores MDI y DPI, API nebulizados y BCT para tratar el asma y la EPOC.

Ocupa un lugar privilegiado y de liderazgo en la fabricación de aerosoles/inhaladores por su amplia gama de productos anti-asmáticos, lo cual facilita su éxito en la comercialización en más de 50 países.

Aldo-Unión ha crecido rápidamente y se ha expandido en el ámbito internacional mediante una red de empresas de colaboradoras en todo el mundo.

Recientemente, ha invertido más de 15 millones de euros en la adquisición de terrenos, doblando la superficie de la que disponen actualmente, lo cual permitirá una ampliación de su actividad en 25.000 m² y garantizará su expansión y capacidad fabril.

Durante la primera década del siglo XXI la compañía seguía inmersa en el proceso de expansión mundial, y en los últimos años ha invertido más de 5 millones de euros en adquisición de la tecnología más avanzada en el área de fabricación y control de inhaladores.

La empresa ha sido capaz de realizar la sustitución de los antiguos propelentes CFC (clorofluorocarbonos) por gases licuados que no afectan a la capa de ozono gracias al dominio de la técnica de formulación de aerosoles de uso inhalatorio. Dicha técnica constituye la base que permitirá seguir desarrollando y fabricando nuevos fármacos en forma de aerosol convencional.

2 ANÁLISIS DEL PRODUCTO EXISTENTE

2.1 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

El modelo “NebuAldo P0603EM F400” es un dispositivo médico para uso doméstico para nebulización y administración de medicamentos que han sido recetados o recomendados por su médico. Se trata de un nebulizador que genera el aerosol mediante un compresor de aire. La misma forma de la carcasa cuenta como asa para el transporte del aparato, y su tamaño manejable permite un uso fácil del producto.



Figura 14: Producto NebuAldo P0603EM F400. Fuente: Elaboración propia.

Consta de un kit nebulizador, el nebulizador RF7 Dual Speed, indicado para la administración de todo tipo de medicamentos, incluidos los más costosos, incluso en pacientes con patologías crónicas. Obtiene una granulometría adecuada y activa hasta para las vías respiratorias bajas. Tiene un selector de velocidad para variar la velocidad de la terapia de inhalación y que sirve como válvula, permitiendo así la nebulización óptima del medicamento en las vías respiratorias bajas, reduciendo la dispersión en el ambiente circundante.

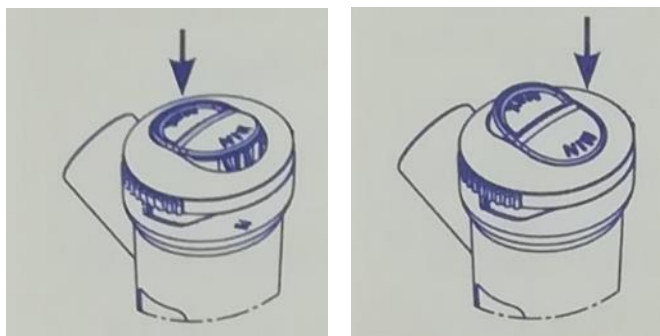


Figura 15: Nebulizador RF7 Dual Speed. Fuente: Elaboración propia.

La mascarilla cuenta con un Limitador de Dispersión, esto es una lengüeta en la parte baja de la mascarilla que en la fase de inspiración se dobla hacia el interior de la mascarilla y en fase de expiración se dobla hacia el exterior, posibilitando así una mayor sedimentación del medicamento en el paciente y obteniéndose una menor dispersión.

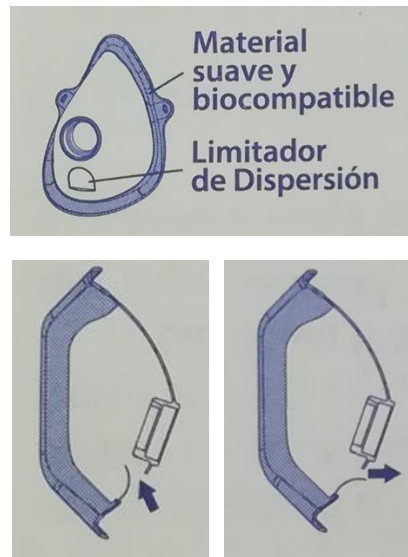


Figura 16: Mascarilla con Limitador de Dispersión. Fuente: Elaboración propia.

El aparato cuenta con un filtro de aspiración (A3) que debe sustituirse cuando esté sucio o cambie de color. No se debe lavar ni reutilizar el mismo filtro. La sustitución es necesaria para ayudar a asegurar el perfecto funcionamiento del compresor, y se realiza introduciendo un destornillador de punta plana entre el borde del filtro y el cuerpo, levantando el filtro y girándolo para extraerlo.

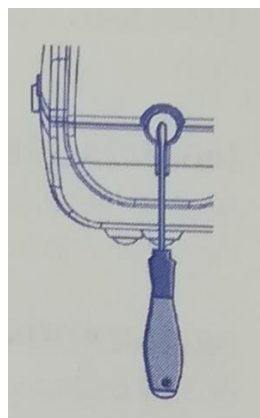


Figura 17: Sustitución del filtro de aspiración. Fuente: Elaboración propia.

También cuenta con un mando manual de nebulización. Para activar la nebulización con él, se debe tapar el orificio del mando manual de nebulización con un dedo e inspirar

suavemente a fondo; después de la inspiración se recomienda retener el aire unos segundos para que las gotitas de aerosol inhaladas puedan depositarse. Para desactivar la nebulización, se debe retirar el dedo del orificio del mando manual de nebulización y se expira lentamente, de esta forma se evita desperdiciar medicamento, optimizando su adquisición.

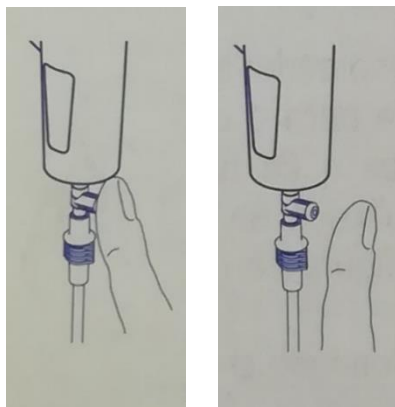


Figura 18: Mando manual de nebulización. Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a su utilización, antes de cada uso deben limpiarse las manos y el aparato. El nebulizador y los accesorios son exclusivamente de uso personal, con el fin de evitar riesgos de infección por contagio.

En primer lugar, se conecta el cable de alimentación a la toma situada en la parte trasera del aparato y se enchufa en una toma de red eléctrica correspondiente a la tensión del aparato mismo. Debe estar situada de tal forma que no sea difícil desenchufar el aparato de la red eléctrica.

A continuación, se abre el nebulizador girando la parte superior en sentido contrario a las agujas del reloj, se vierte el medicamento en la pieza inferior y se cierra el nebulizador girando la pieza superior en el sentido de las agujas del reloj. Después se conectan los accesorios y el tubo de conexión.

El paciente debe estar sentado cómodamente con el nebulizador en la mano, o si se usa una mascarilla se debe colocar sobre el rostro.

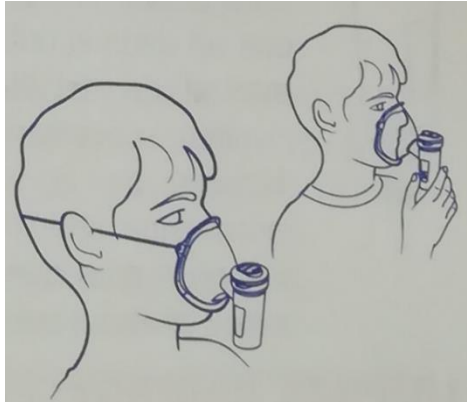


Figura 19: Posiciones en las que el paciente puede usar el nebulizador. Fuente: Elaboración propia.

Después, se pone en marcha el aparato accionando el interruptor y el paciente ya puede proceder a inspirar y expirar profundamente. Al finalizar, se apaga el aparato y se desenchufa de la red eléctrica.

Si tras la sesión terapéutica permanecen restos de humedad dentro del tubo de conexión, se debe desenganchar el tubo del nebulizador y secarlo con la ventilación del compresor, así se evita una posible proliferación de moho dentro del tubo.

Para la limpieza, el aparato debe estar apagado antes de cada operación de limpiado y desconectado de la red de corriente.

Con un paño húmedo con detergente antibacteriano se limpia el exterior del tubo y de la unidad principal.

Antes y después de cada uso se debe higienizar el nebulizador y los accesorios escogiendo uno de los dos métodos descritos por el fabricante:

-Higienizar los accesorios bajo agua caliente (40°C) potable con detergente delicado para platos (no abrasivo) o en el lavavajillas con un ciclo caliente.

-Higienizar los accesorios mediante inmersión en una solución con el 50% de agua caliente y el 50% de vinagre blanco. Por último, aclarar abundantemente con agua caliente (40°C) potable.

Después de higienizar los accesorios, se deben sacudir energéticamente y depositarlos sobre una servilleta de papel o secar con un chorro de aire caliente (por ejemplo, un secador de pelo).

El kit nebulizador puede además desinfectarse. Este procedimiento debe efectuarse antes del uso de los accesorios y es eficaz en los componentes sometidos a al tratamiento solo si se respetan todos sus puntos y si los componentes son higienizados previamente. El desinfectante a utilizar debe ser de tipo cloroxidante electrolítico (principio activo: hipoclorito de sodio), específico para desinfección y disponible en todas las farmacias.

Primero, debe llenarse un recipiente de las dimensiones adecuadas para contener todos los componentes a desinfectar con una solución a base de agua potable y de desinfectante, respetando las proporciones indicadas en el envase del desinfectante.

Se sumergen completamente cada uno de los componentes en la solución, evitando la formación de burbujas de aire en contacto con los componentes. Después se dejan sumergidos durante el periodo de tiempo indicado en el envase del desinfectante, y asociado a la concentración elegida para la preparación de la solución.

Se aclaran los componentes con abundante agua potable templada. Posteriormente, se deben sacudir energéticamente y depositarlos sobre una servilleta de papel o secar con un chorro de aire caliente (por ejemplo, un secador de pelo).

Por último, se desecha la solución según las indicaciones proporcionadas por el fabricante del desinfectante.

Para la eliminación del aparato, considerado desecho según la Directiva 2012/19/UE, el usuario debe depositarlo (o hacerlo depositar) en centros de recogida selectiva pertenecientes a las administraciones locales, o bien entregarlo a su distribuidor al comprar un nuevo producto similar.

En cuanto a la compatibilidad electromagnética, este aparato ha sido estudiado para satisfacer los requisitos actualmente requeridos en cuanto a compatibilidad electromagnética (EN 60601-1-2:2007)

El precio de venta al público de este producto es de 49,01€.

2.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Las características técnicas del modelo “NebuAldo P0603EM F400” son las siguientes:

| | | |
|--|-------------------------|--------------------|
| Tensión | 230V/50Hz 130 VA | |
| Presión Máx. | 1,8 ± 0,3 bar | |
| Caudal de aire compresor | 9 l/min aprox. | |
| Nivel de ruido (a 1 m) | 54 dB (A) aprox. | |
| Uso continuado | Sí | |
| Dimensiones (A)x(P)x(H) | 18x14x13 cm | |
| Peso | 1,3 Kg | |
| Condiciones de funcionamiento: | | |
| Temperatura | Mín 10°C; Máx 40°C | |
| Humedad del aire | Mín 10%; Máx 95% | |
| Presión atmosférica | Mín 69 KPa; Máx 106 KPa | |
| Condiciones de almacenamiento: | | |
| Temperatura | Mín -25°C; Máx 70°C | |
| Humedad del aire | Mín 10%; Máx 95% | |
| Presión atmosférica | Mín 69 KPa; Máx 106 KPa | |
| Nebulizador RF7 Dual Speed: | | |
| Capacidad mínima de medicamento | 2 ml | |
| Capacidad máxima de medicamento | 8 ml | |
| Presión de funcionamiento (con nebulizador) | 0,65 bar | |
| Selector de velocidad: | | |
| | Posición máxima | Posición mínima |
| Suministro | 0,55 ml/min aprox. | 0,25 ml/min aprox. |
| La mediana del diámetro aerodinámico de la masa de la gota de aerosol (MMDA) | 4,58 µm | 3,78 µm |
| Fracción respirable < 5 µm (FPF) | 54,4% | 63% |

Tabla 1: Características técnicas del modelo “NebuAldo P0603EM F400”. Fuente: Elaboración propia.

2.3 DESMONTAJE DEL PRODUCTO

En este apartado se va a documentar el proceso seguido para desmontar el nebulizador original mediante fotografías, ordenadas según la marca que se le ha asignado a cada pieza en el esquema de desmontaje, y explicaciones del paso a paso.

Se parte del producto “NebuAldo P0603EM F400” en su conjunto.



Figura 20: Conjunto completo del nebulizador. Fuente: Elaboración propia.

El primer paso es desmontar las partes que puedan separarse con las manos sin necesidad de utilizar herramientas. De aquí salen las piezas del primer subconjunto:



Figura 21: Unidad principal. Fuente: Elaboración propia.



Figura 22: Mascarilla. Fuente: Elaboración propia.



Figura 23: Filtro de aire. Fuente: Elaboración propia.



Figura 24: Selector de velocidad de nebulización. Fuente: Elaboración propia.



Figura 25: Pieza superior del kit nebulizador. Fuente: Elaboración propia.



Figura 26: Boquilla que conecta la pieza superior del kit nebulizador con la inferior. Fuente: Elaboración propia.



Figura 27: Pieza inferior del kit nebulizador. Fuente: Elaboración propia.



Figura 28: Mando manual de nebulización. Fuente: Elaboración propia.



Figura 29: Tubo de conexión del kit nebulizador con el compresor de aire. Fuente: Elaboración propia.



Figura 30: Cinta elástica. Fuente: Elaboración propia.



Figura 31: Cable de alimentación. Fuente: Elaboración propia.

A continuación, con la ayuda de un destornillador se quitan los tornillos que mantienen unidas las dos partes de la carcasa. También pueden separarse los componentes del interior de la carcasa que no requieran ayuda de herramientas.

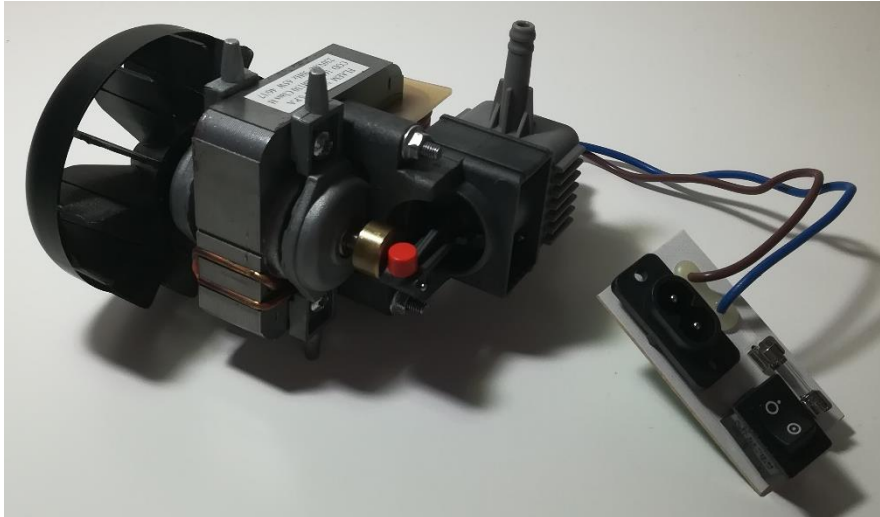


Figura 32: Componentes internos. Fuente: Elaboración propia.



Figura 33: Pistón. Fuente: Elaboración propia.

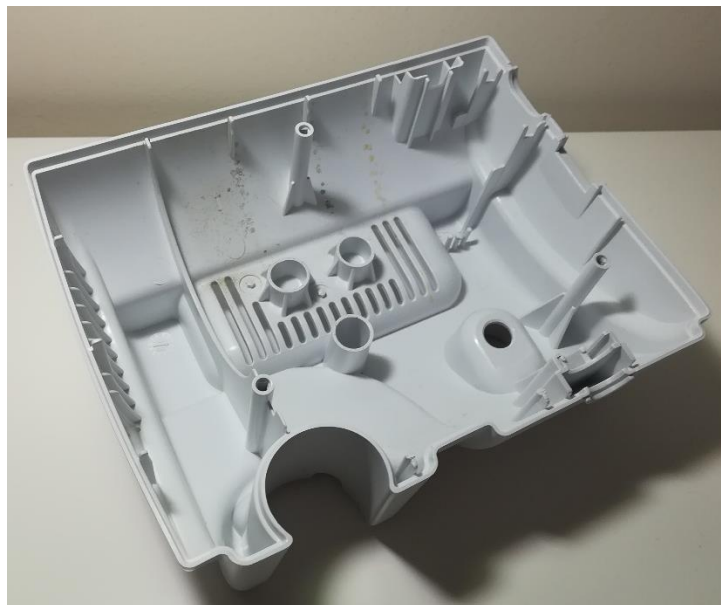


Figura 34: Carcasa superior. Fuente: Elaboración propia.

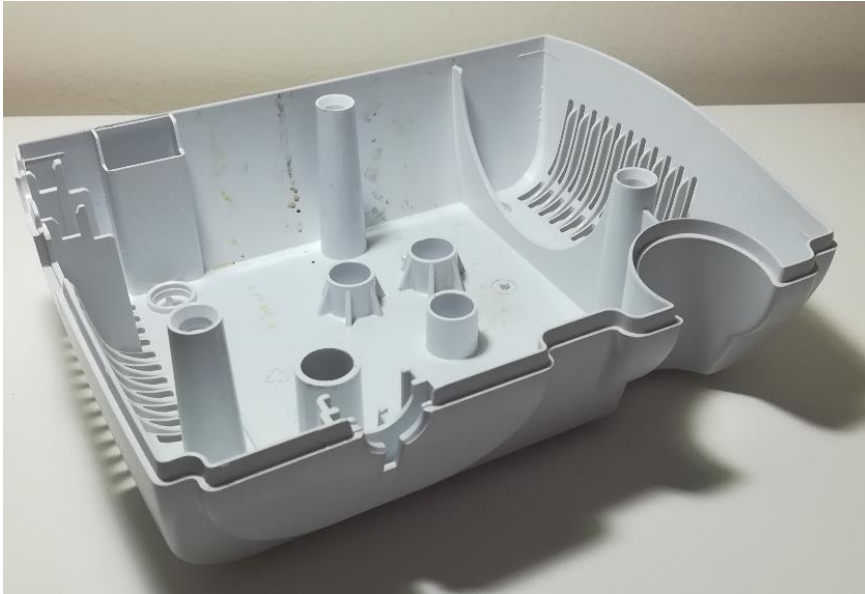


Figura 35: Carcasa inferior. Fuente: Elaboración propia.



Figura 36: Goma de sujeción de los componentes internos. Fuente: Elaboración propia.



Figura 37: Goma de apoyo de la carcasa sobre una superficie externa. Fuente: Elaboración propia.



Figura 38: Sujeción compresor. Fuente: Elaboración propia.



Figura 39: Goma filtro. Fuente: Elaboración propia.



Figura 40: Tornillos que unen las partes de la carcasa. Fuente: Elaboración propia.

Seguidamente, pueden desatornillarse los tornillos del pistón y del resto de componentes internos.



Figura 41: Base del pistón. Fuente: Elaboración propia.



Figura 42: Sello del pistón. Fuente: Elaboración propia.

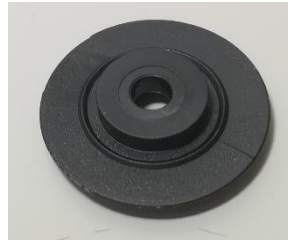


Figura 43: Sujeción pistón. Fuente: Elaboración propia.



Figura 44: Tornillo del pistón. Fuente: Elaboración propia.



Figura 45: Componentes del motor. Fuente: Elaboración propia.

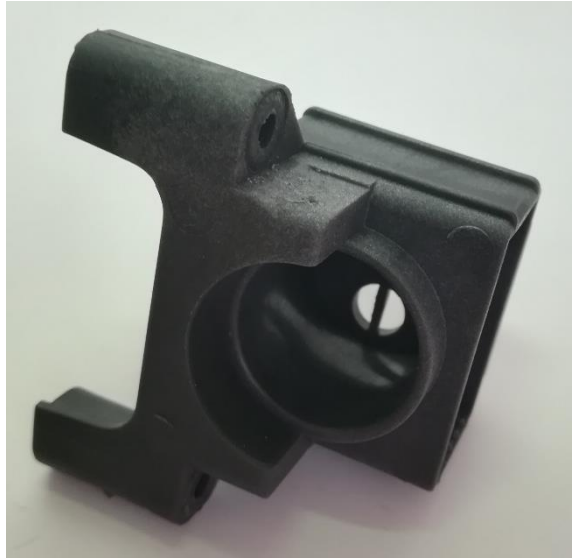


Figura 46: Estructura que contiene al pistón. Fuente: Elaboración propia.

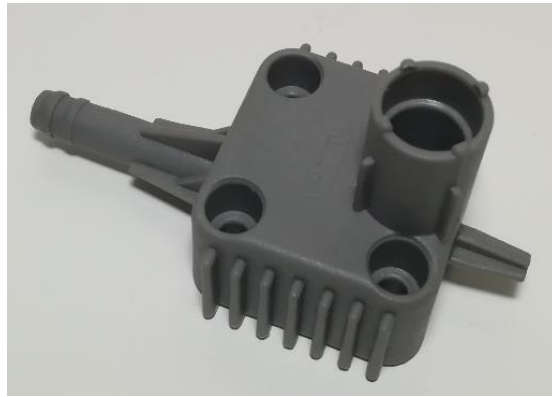


Figura 47: Compresor de aire. Fuente: Elaboración propia.



Figura 48: Goma del compresor. Fuente: Elaboración propia.



Figura 49: Rosca. Fuente: Elaboración propia.



Figura 50: Tornillo que une el compresor a la estructura que contiene el pistón. Fuente: Elaboración propia.



Figura 51: Arandela que va entre la rosca y la estructura que contiene el pistón. Fuente: Elaboración propia.



Figura 52: Rosca. Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, se prodecería a desmontar las uniones destructivas, pero debido a que en caso de desmontarlas el producto quedaría inutilizable, no se han separado. En el esquema de desmontaje si que quedan representadas las separaciones de dichas uniones hasta el punto de la pieza 1.1.1 Componentes, porque al no poder separarse se desconoce con exactitud las piezas que la componen.

2.4 COMPONENTES Y MATERIALES

En este apartado se van a analizar los materiales de los distintos componentes que forman el producto:

La carcasa está hecha de acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), según nos lo indica una marca en el interior de esta.

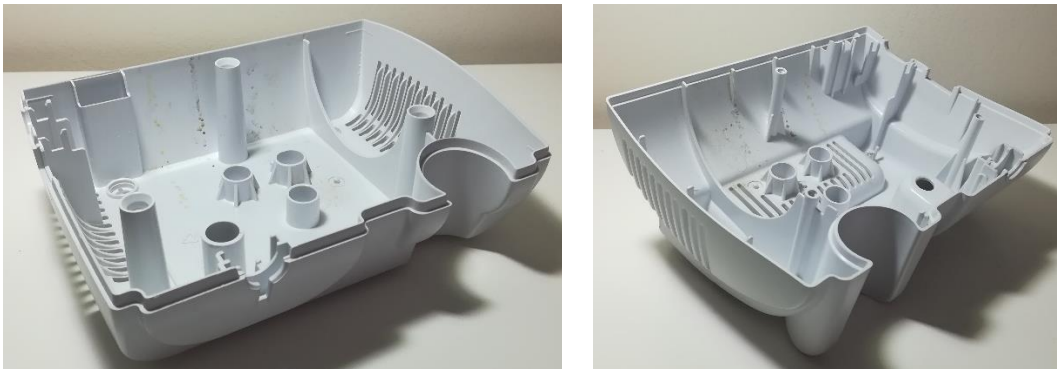


Figura 53: Carcasa. Fuente: Elaboración propia.

El kit nebulizador está formado por diversas piezas, todas ellas hechas de polipropileno (PP) según indican las marcas que encontramos en ellas.



Figura 54: Kit nebulizador parte externa. Fuente: Elaboración propia.

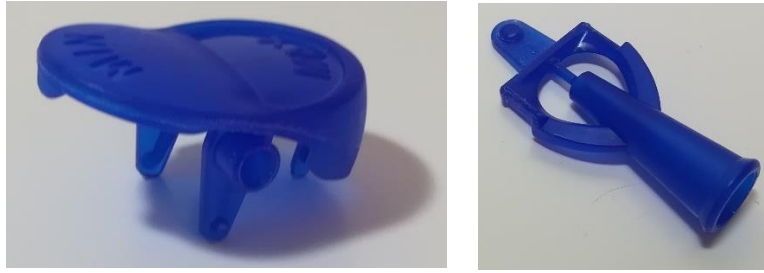


Figura 55: Kit nebulizador. Fuente: Elaboración propia.

La mascarilla está hecha de dos materiales, la estructura principal es de cloruro de polivinilo (PVC), probablemente se le ha añadido algún tipo de plastificante para aumentar su flexibilidad, y el borde externo está recubierto de silicona.

No consta de ninguna marca que indique que estos son los materiales utilizados, pero por la flexibilidad y transparencia que muestra y debido a que las demás mascarillas que se encuentran actualmente en el mercado están hechas de PVC es probable que este también sea el caso.



Figura 56: Mascarilla. Fuente: Elaboración propia.

La sujeción de la mascarilla está formada por una goma, o trencilla, elástica hecha de poliéster y elastómero. Las puntas probablemente sean de acetato de celulosa fusionado por acetona.

No tenemos ninguna indicación de qué materiales la forman, pero son los que se usan con mayor frecuencia en este ámbito.



Figura 57: Goma de sujeción. Fuente: Elaboración propia.

El tubo de conexión está hecho de cloruro de polivinilo (PVC), aunque no lo indica ninguna marca probablemente sea este el material utilizado dado que es común su uso en tubos y material médico.



Figura 58: Tubo de conexión. Fuente: Elaboración propia.

El filtro del aire está hecho de fibras de algodón.



Figura 59: Filtro del aire. Fuente: Elaboración propia.

El mando manual de nebulización tampoco tiene indicaciones de qué tipo de material lo forma, aunque puede ser poliamida (PA) dado que es un material idóneo para una pieza pequeña con elevada resistencia y rigidez, buena estabilidad y propiedades higroscópicas.



Figura 60: Mando manual de nebulización. Fuente: Elaboración propia.

El motor y la tornillería están hechos de acero o alguna de sus aleaciones. Las partes de plástico como el compresor, el pistón o el ventilador pueden estar hechas de poliamida (PA), y el botón de encendido y la conexión al cable de alimentación pueden ser de acrilonitrilo butadieno estireno (ABS). El sello de la copa del pistón que empuja el aire hacia el compresor está formada por teflón (PTFE). Otros materiales distinguibles son el cobre de la bobina y el latón de la leva que une el motor al pistón.

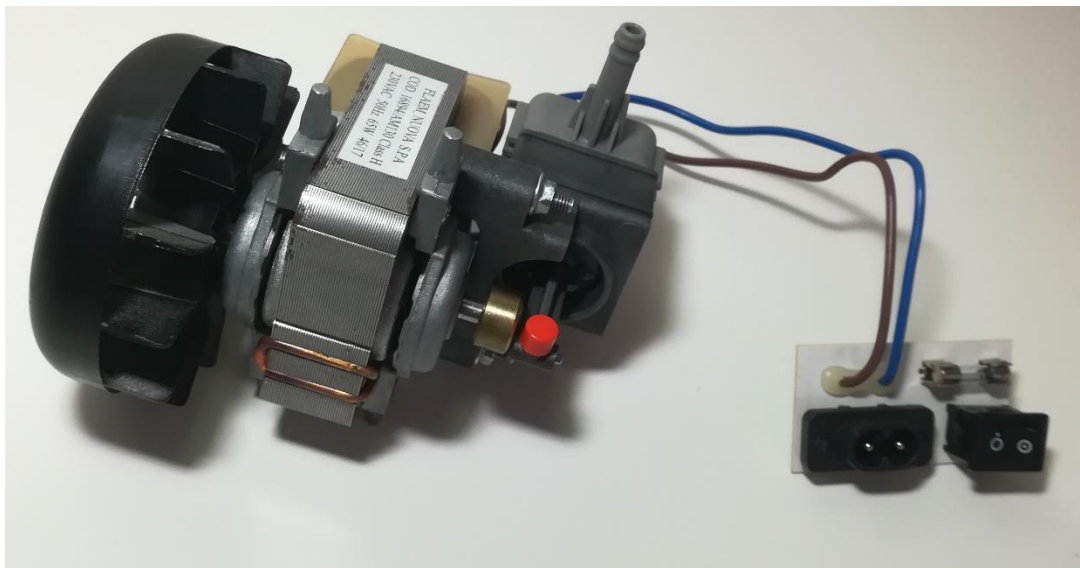


Figura 61: Componentes internos. Fuente: Elaboración propia.

Las gomas de sujeción, tanto interiores como exteriores, estarán formadas por elastómeros termoplásticos (TPE), ya que son perfectos para anillos de sujeción o sellado y son suaves al tacto. También tienen buena resistencia a la compresión y a la deformación por calor cuando están vulcanizados.



Figura 62: Gomas de sujeción. Fuente: Elaboración propia.

Como acabado superficial encontramos que sobre la carcasa se encuentra pintado el nombre del modelo y el de la empresa.



Figura 63: Acabado superficial pintado del nombre del producto y la empresa. Fuente: Elaboración propia.

2.5 ANÁLISIS DE “NebuAldo P0603EM F400” SEGÚN dFA y dFE

En este apartado se indican los criterios y las acciones utilizadas para el diseño del modelo “NebuAldo P0603EM F400” y se analizan para detectar posibles defectos a mejorar.

CRITERIO DE dFA (Ensamblaje):

SIMPLICIDAD: cantidad y variedad de piezas.

-Nº de elementos:

51

-Nº de elementos distintos:

33

USO DE ELEMENTOS NORMALIZADOS: utilizar piezas y materiales normalizados.

-Elementos:

Sí, tornillería.

-Materiales:

Sí.

-Formas:

No.

-Dimensiones:

Sí, tornillería.

RACIONAR EL DISEÑO: estandarizar subconjuntos.

-Modularidad:

No.

USO DE TOLERANCIAS: gran tolerancia entre piezas.

-Tolerancia:

No, las piezas deben encajar sin dejar mucho margen para que la nebulización sea efectiva.

MATERIALES: que faciliten el ensamblaje.

-Fácil ensamblaje:

Sí.

EFICIENCIA: uniones rápidas y económicas.

-Nº de secuencias:

6

-Tiempo de ensamblaje:

Sin datos.

ENSAMBLAJE MANUAL: Atornillar componentes internos entre sí, atornillar carcasa, montar las piezas del kit nebulizador.

FACILITAR LA MANIPULACIÓN: coger la pieza, orientarla, utilizar una mano, una mano y herramienta, espesor de las piezas, tamaño, simetría de colocación, de orientación, pieza frágil, pesada, resbaladiza, necesidad de asistencia en la manipulación, etc.

-Facilidad de manipulación:

Sí.

FACILITAR LA INSERCIÓN: fácil acceso al alojamiento, visibilidad, accesibilidad, mantener sujeto el componente, etc.

-Facilidad de inserción:

Sí.

FACILITAR LA FIJACIÓN: acceso de la herramienta, movilidad de las manos y herramientas, etc.

-Facilidad de fijación:

Sí.

CRITERIO DE dfe (Desmontaje):

MENOR TRABAJO DE DESMONTAJE

-Nº de materiales distintos:

PP (kit neulizador), PVC (tubo de conexión), ABS (carcasa), poliéster+elastómero (goma elástica), poliamida (mando manual de nebulización), fibra de algodón (filtro de aire), TPE (gomos de sujeción), etc.

-Facilitar el acceso a los de valor y a las piezas reutilizables:

Sí.

CONFIGURACIÓN PREVISILE DEL PRODUCTO

-Evitar pintar las partes reciclables (poner etiquetas):

No.

FACILIDAD DE DESMONTAJE

-Usar elementos de sujeción fáciles de separar o destruir:

Sí.

-Uso de tornillos en lugar de adhesivos:

Sí.

-Mínimo número de elementos de sujeción:

Sí.

-Emplear los mismos elementos de sujeción en muchos lugares del producto:

Sí.

-Emplear elementos de unión posibles de manipular por herramientas asequibles por los usuarios:

Sí.

-Facilitar el acceso para desunir, cortar o romper:

Sí.

-Evitar inserciones metálicas en las piezas de plástico:

Sí.

FACILIDAD DE MANIPULACIÓN

-Dejar superficies disponibles para el agarre:

Sí.

-Evitar las piezas de rigidez insuficiente:

Sí.

FACILIDAD DE SEPARACIÓN

-Evitar acabados superficiales secundarios (pintado, recubrimiento, etc.):

No, acabado pintado en la carcasa superior.

-Marcar los plásticos:

No, los plásticos que forman el kit de nebulización y la carcasa están marcados, el resto no.

-Usar componentes fabricados con materiales conocidos:

Sí.

-Evitar piezas y materiales que puedan dañar las máquinas de recuperación (fragmentadoras):

Sí.

La conclusión a la que se llega con este análisis de los criterios de ensamblaje y desmontaje es que las posibilidades de mejora del producto son minimizar la variedad de materiales, reducir el número de piezas, poner etiquetas en lugar de pintar las piezas y realizar un marcado de los plásticos de un mayor número de piezas.

2.6 ESQUEMA DE DESMONTAJE

En este apartado se realiza el desmontaje del modelo “NebuAldo P0603EM F400” para obtener los distintos subconjuntos, piezas y uniones que conforman el producto.

El número de secuencias de desmontaje abarca hasta las uniones destructivas, sin llegar a desarrollar estas, dado que si se separan estas partes puede alterarse el correcto funcionamiento del producto y es necesario que permanezca funcional para poder usarlo en un futuro.

En la siguiente imagen se muestra el esquema de desmontaje, con las marcas y subconjuntos obtenidos:

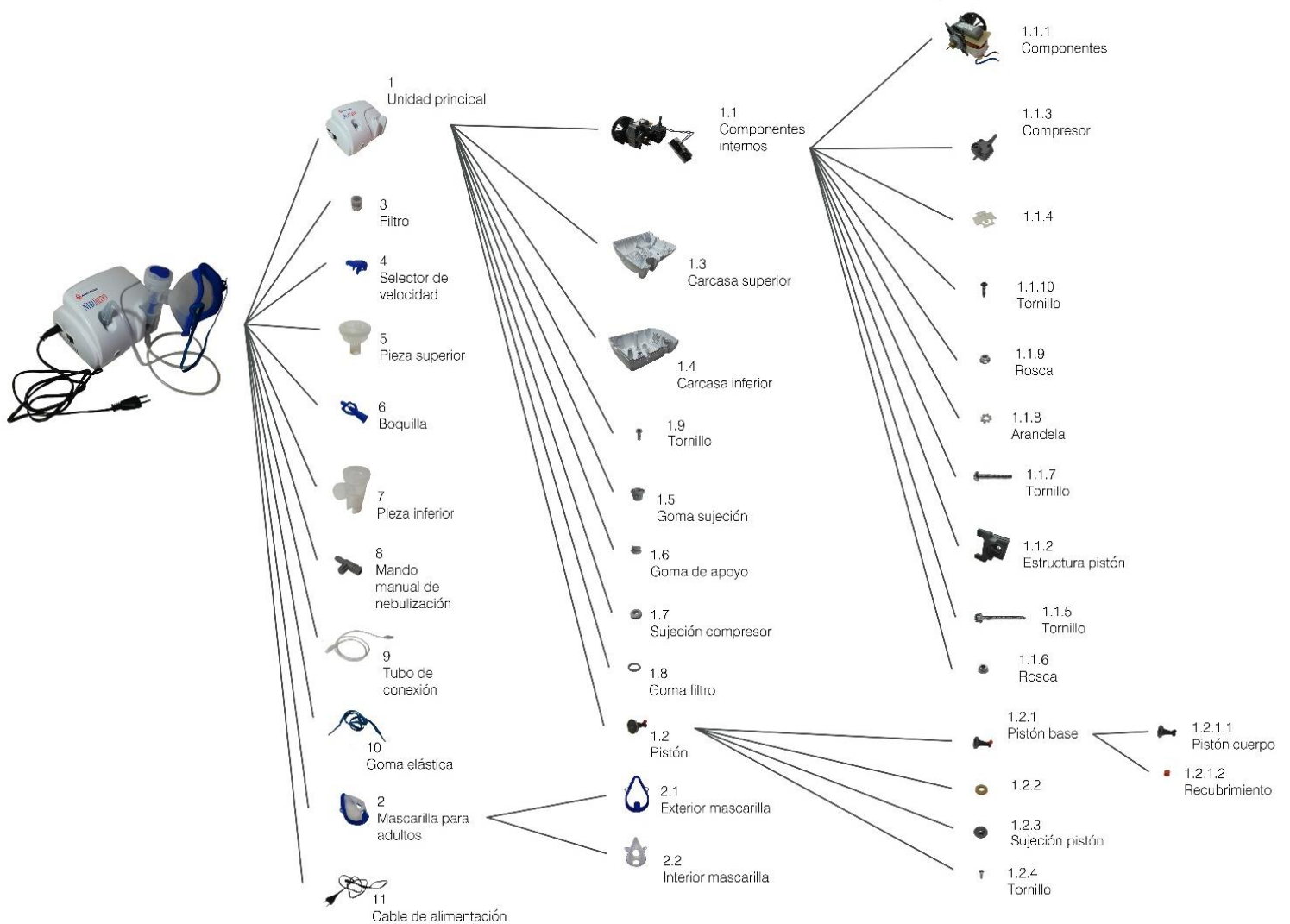


Figura 64: Esquema de desmontaje de “NebuAldo P0603EM F400”. Fuente: Elaboración propia.

2.7 MODELADO DE LAS CARCASAS

Se han modelado la carcasa superior e inferior en el programa *SolidWorks* tomando las medidas reales sobre el producto estudiado para poder sacar sus planos y dimensiones.

Esto permite realizar una comparativa entre la carcasa original y el rediseño final, y comprobar la validez y mejoría de esta última.

Los planos se encuentran en el *Anexo "Planos originales"*, al final de la memoria.

A continuación, van unos extractos de capturas realizadas al programa de modelado para tener una imagen más visual de lo que se muestra en los planos y una tabla con datos:

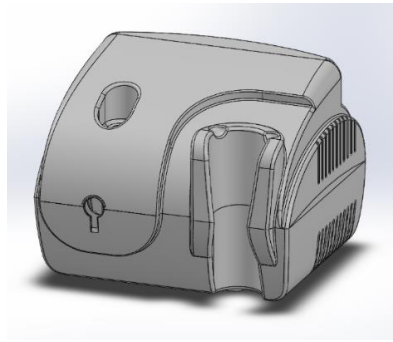


Figura 65: Modelado del conjunto de carcasas ensamblado. Fuente: Elaboración propia.

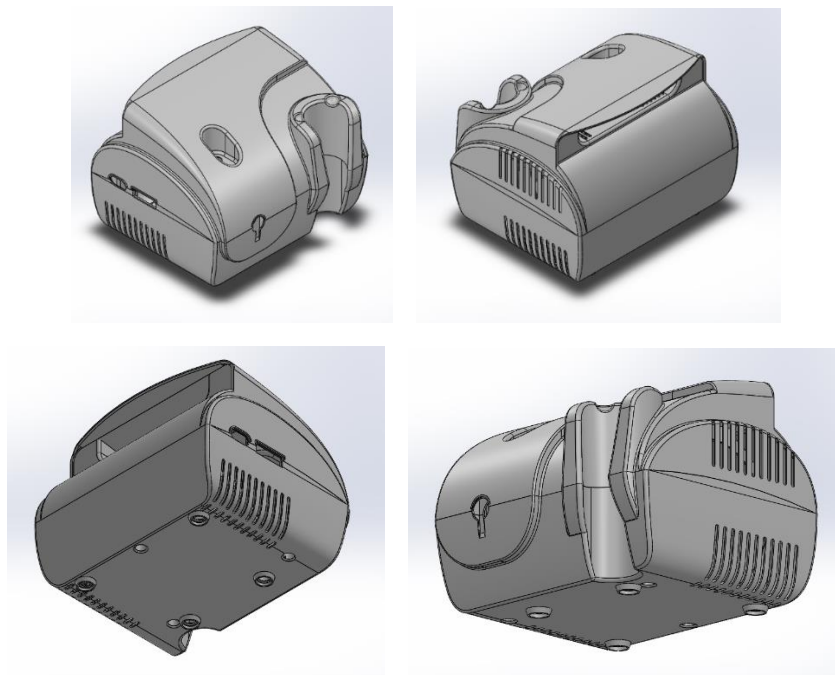


Figura 66: Modelado del conjunto de carcasas ensamblado desde diversas vistas. Fuente: Elaboración propia.

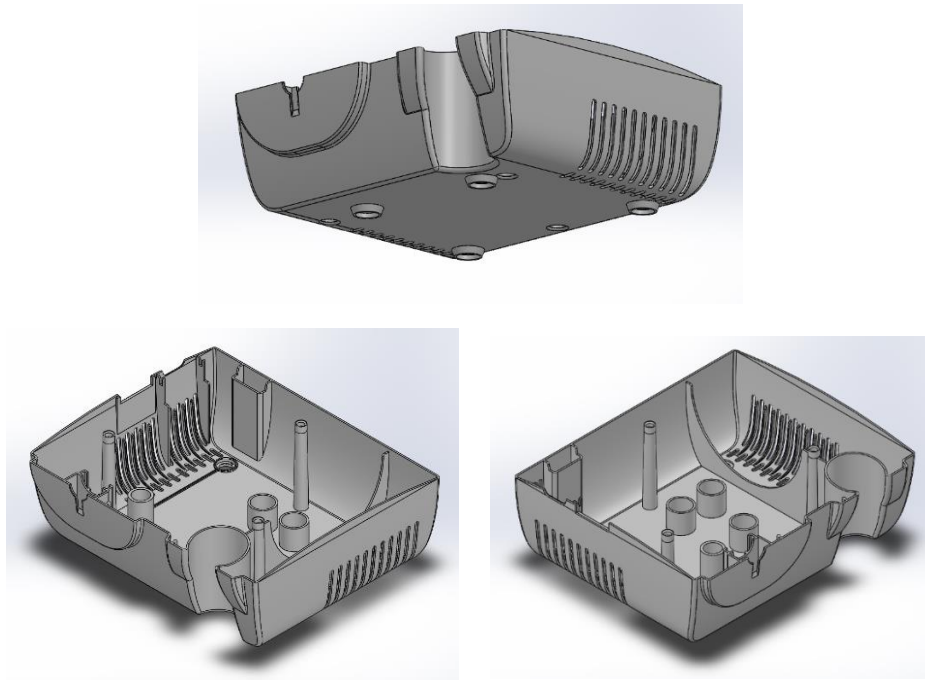


Figura 67: Modelado de la carcasa inferior desde diversas vistas. Fuente: Elaboración propia.

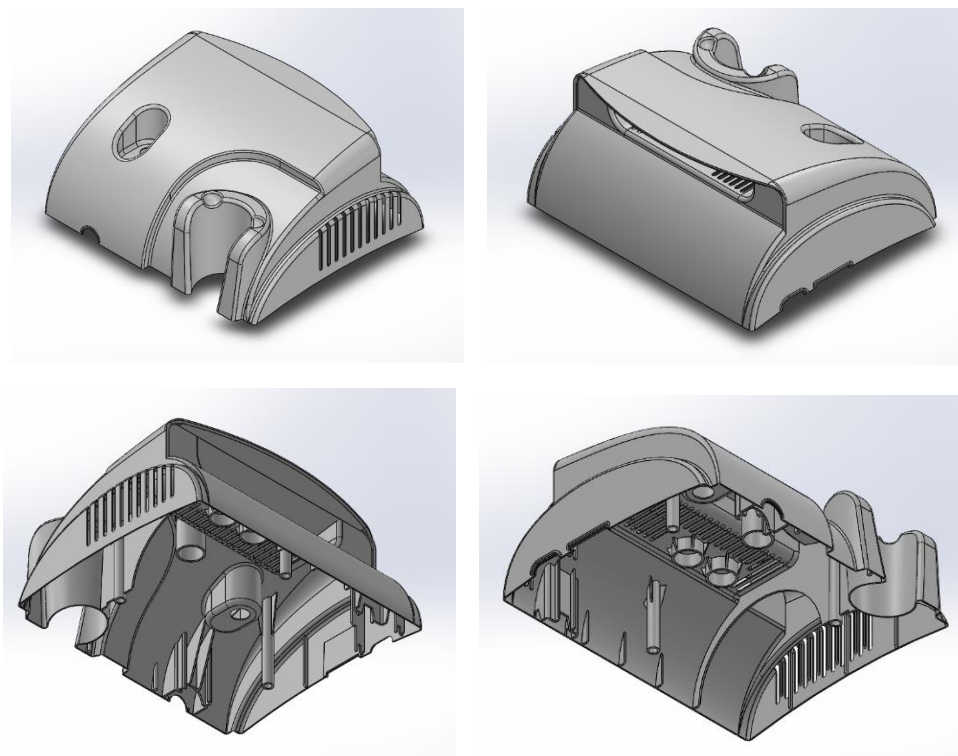


Figura 68: Modelado de la carcasa superior desde diversas vistas. Fuente: Elaboración propia.

| Pieza | Volumen | Material | Peso |
|------------------|----------|--------------------------------------|---------|
| Carcasa inferior | 56,10 ml | ABS ($\rho = 1,07 \text{ g/cm}^3$) | 60,03 g |
| Carcasa superior | 46,26 ml | ABS ($\rho = 1,07 \text{ g/cm}^3$) | 49,49 g |

Tabla 2: Datos de las carcasas originales. Fuente: Elaboración propia.

2.8 MEDICIONES ACÚSTICAS

Para realizar una evaluación de los niveles sonoros que emite el producto original, se han usado varias aplicaciones móviles de medida del ruido ambiental, así como también diversos dispositivos y modelos móviles.

Con ello, se quiere poder sacar un valor medio entre los resultados obtenidos y así conseguir el resultado más preciso posible, teniendo en cuenta los medios utilizados para realizar el análisis.

Las aplicaciones utilizadas son las siguientes:

- **Sonómetro (Sound Meter):**

Esta aplicación mide los valores de ruido ambiental en decibelios, permite calibrar la aplicación para ajustar los valores resultantes y que se aproximen lo más posible a los valores reales.



Figura 69: Carátula de la aplicación "Sonómetro".

Fuente: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.gamebasic.decibel&hl=es_EC

- **Medidor de decibelios:**

Esta aplicación es una herramienta práctica para que su dispositivo Android inteligente detecte sonido y ruido en cualquier momento y en cualquier lugar. El medidor de decibelios muestra un nivel de sonido en tiempo real con el valor mínimo, el valor máximo y el valor promedio registrados.



Figura 70: Carátula de la aplicación "Medidor de decibelios". Fuente: <https://play.google.com/store/apps/details?id=coocent.app.tools.soundmeter.noisedetector>

- **Medidor de sonido - Decibel y medidor de ruido:**
Esta aplicación de medición de sonido usa el micrófono del dispositivo móvil para medir el volumen de ruido en decibelios (dB), lo cual permite medir el nivel actual de ruido ambiental.



Figura 71: Carátula de la aplicación "Medidor de sonido".

Fuente: <https://play.google.com/store/apps/details?id=app.tools.soundmeter.decibel.noisedetector>

Los dispositivos móviles utilizados son "Xiaomi redmi 7" y "Huawei P10 Lite", y los resultados obtenidos son los siguientes:

- Para la aplicación "Sonómetro (Sound Meter)":



Figura 72: Captura de la aplicación "Sonómetro" con el dispositivo "Xiaomi redmi 7"

Fuente: Elaboración propia.

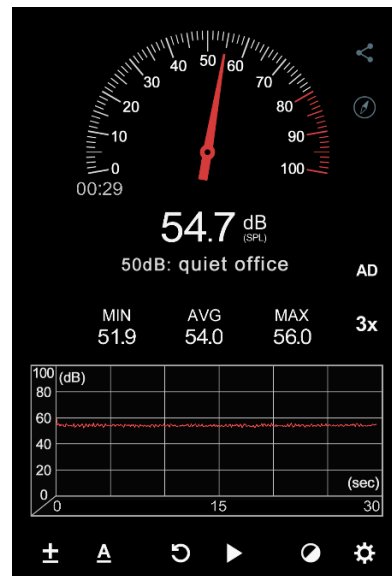


Figura 73: Captura de la aplicación "Sonómetro" con el dispositivo "Huawei P10 Lite"

Fuente: Elaboración propia.

- Para la aplicación “Medidor de decibelios”:

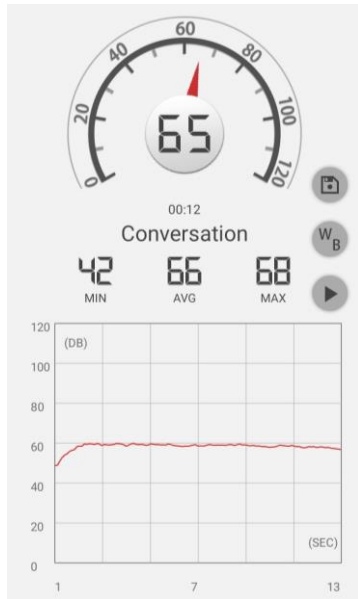


Figura 74: Captura de la aplicación “Medidor de decibelios” con el dispositivo “Xiaomi redmi 7”

Fuente: Elaboración propia.

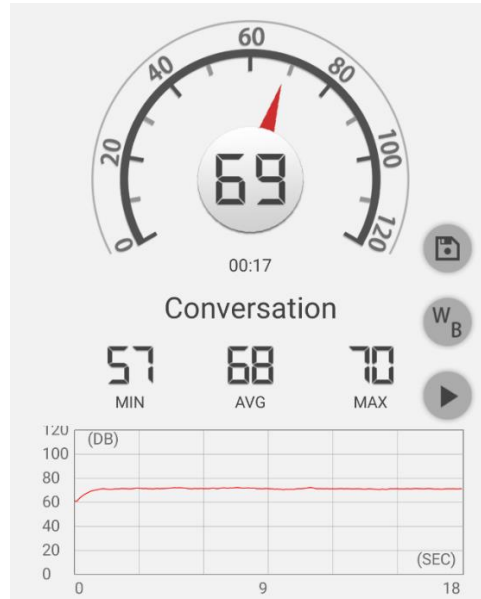


Figura 75: Captura de la aplicación “Medidor de decibelios” con el dispositivo “Huawei P10 Lite”

Fuente: Elaboración propia.

- Para la aplicación “Medidor de sonido”:



Figura 76: Captura de la aplicación “Medidor de sonido” con el dispositivo “Xiaomi redmi 7”

Fuente: Elaboración propia.



Figura 77: Captura de la aplicación “Medidor de sonido” con el dispositivo “Huawei P10 Lite”

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se han resumido en una tabla los datos obtenidos para poder obtener una media a los decibelios que genera el producto existente:

| | Xiaomi redmi 7 | Huawei P10 Lite | |
|-----------------------|----------------|-----------------|------|
| Sonómetro | 52,9 | 54,0 | 53,5 |
| Medidor de decibelios | 66,0 | 68,0 | 67,0 |
| Medidor de sonido | 67,0 | 64,0 | 65,5 |
| | | Total: | 62,0 |

Tabla 3: Datos resultantes de las mediciones acústicas. Fuente: Elaboración propia.

Las medidas tomadas a 20 cm de distancia del producto en funcionamiento dan un resultado de 62 dB.

2. 9 MEDICIONES VIBRATORIAS

Para evaluar las vibraciones que emite el producto al estar en funcionamiento se ha procedido de la misma forma que en el apartado anterior, usando varias aplicaciones móviles de medida de vibraciones y varios dispositivos y modelos móviles con los que recoger los datos para tener una mayor fiabilidad en el resultado y sacar una media.

Las aplicaciones utilizadas son las siguientes:

- **Medición de vibración:**

Esta aplicación mide mide vibraciones, terremotos, terremotos, vibraciones de cualquier objeto. La gráfica presenta un registro del movimiento del suelo en un punto de medición. Puede utilizar esta aplicación como un simple detector sísmico.

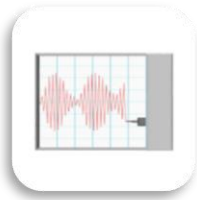


Figura 78: Carátula de la aplicación "Medición de vibración".

Fuente: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.exatools.vibrometer&hl=es>

- **Medición de vibraciones:**

Esta aplicación mide la fuerza de vibración, temblores, terremotos, vibraciones del cuerpo humano o cualquier otro objeto que le rodean. El acelerómetro del teléfono móvil se utiliza para la detección de vibraciones y análisis de la medición. El gráfico presenta un registro del movimiento del suelo en un punto de medición como una función del tiempo en los tres ejes cartesianos, con el eje Z perpendicular a la superficie de la Tierra y el X e Y de ejes paralelos a la superficie.



Figura 79: Carátula de la aplicación "Medición de vibraciones".

Fuente: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.maruar.vibration&hl=es>

Los dispositivos móviles utilizados son “Xiaomi redmi 7” y “Huawei P10 Lite”, y los resultados obtenidos son los siguientes:

- Para la aplicación “Medición de vibración”:



Figura 80: Captura de la aplicación “Medición de vibración” con el dispositivo “Xiaomi redmi 7”

Fuente: Elaboración propia.

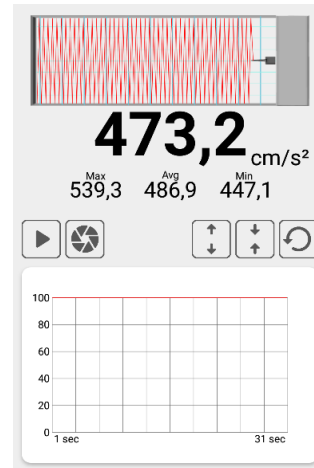


Figura 81: Captura de la aplicación “Medición de vibración” con el dispositivo “Huawei P10 Lite”

Fuente: Elaboración propia.

- Para la aplicación “Medición de vibraciones”:

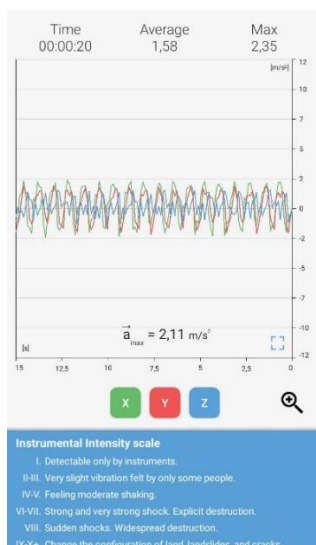


Figura 82: Captura de la aplicación “Medición de vibraciones” con el dispositivo “Xiaomi redmi 7”

Fuente: Elaboración propia.

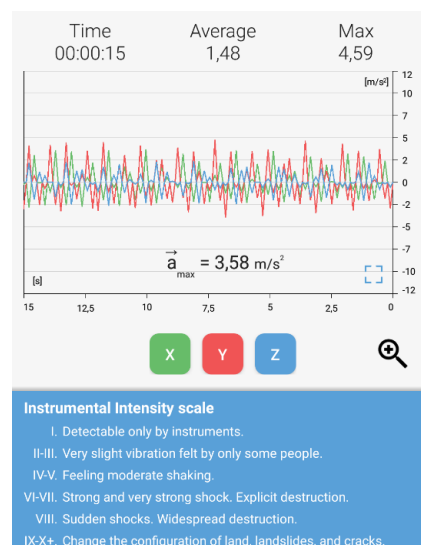


Figura 83: Captura de la aplicación “Medición de vibraciones” con el dispositivo “Huawei P10 Lite”

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, una tabla con los datos obtenidos para obtener una media de las vibraciones que genera el producto existente:

| | Xiaomi redmi 7 | Huawei P10 Lite | |
|-------------------------|--|--|--------------------------|
| Medición de vibración | 487,70 cm/s ² | 473,20 cm/s ² | 480,45 cm/s ² |
| Medición de vibraciones | 1,58 m/s ² (158 cm/s ²) | 1,48 m/s ² (148 cm/s ²) | 153 cm/s ² |
| | | Media: | 316,75 cm/s ² |

Tabla 4: Vibraciones emitidas por el producto. Fuente: Elaboración propia.

Debido a la gran diferencia entre resultados no podemos concluir un resultado válido, aunque nos sirve como orientación.

3 ESTUDIO DE MERCADO

En este apartado se analizan los nebulizadores que hay en el mercado actualmente para analizar qué funciones pueden mejorar el rediseño del producto de partida:



Figura 84: Nebulizador Omron C803.

Fuente: <https://www.omron-healthcare.es/es/nebulizadores/C803.html>

| | |
|---|------------------------------------|
| PRODUCTO: Nebulizador Omron C803 | PRECIO: 34,85€ |
| MARCA: Omron | MATERIALES: - |
| Peso: - | ACABADOS: - |
| El Nebulizador compresor “Omron C803” es el nebulizador de dimensiones reducidas. Este aparato ledico nebuliza prácticamente todo tipo de medicación y produce el tamaño ideal de partícula para su deposición y absorción en vías pulmonares bajas (bronquiolos y alvéolos). | |
| FUNCIONES PRINCIPALES DE USO | |
| Diseño para reciclaje | - |
| Nivel sonoro | 45 dB |
| Sujeción de la mascarilla | - |
| FUNCIONES COMPLEMENTARIAS DE USO | |
| FUNCIONES DERIVADAS DEL USO | |
| Transporte | Ligero, pequeño |
| Resistente | - |
| Manipulación | Tamaño manejable para un uso fácil |
| Guardado | Funda |
| Limpieza | Fácil de limpiar |

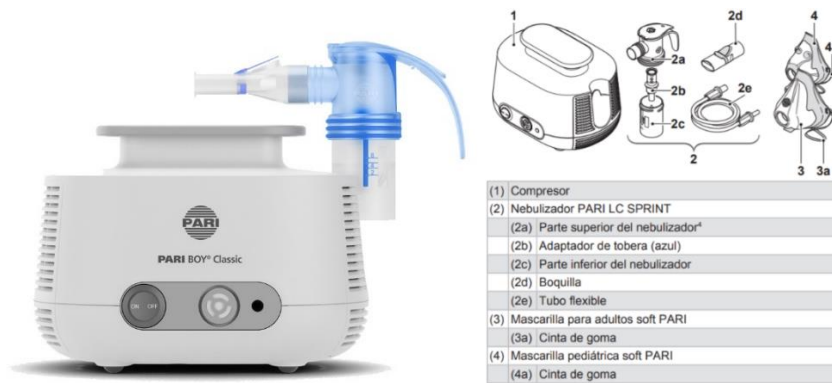


Figura 85: PARI BOY Classic.

Fuente: <https://www.pari.com/int/products/inhalation-devices-for-the-lungs/pari-boy-classic-int/>

| | |
|--|--|
| PRODUCTO: PARI BOY Classic | PRECIO: - |
| MARCA: Pari | MATERIALES: -Parte superior del nebulizador: PP, elastómero termoplástico -Adaptador de tobera: PP -Parte inferior del nebulizador: PP, elastómero termoplástico -Boquilla (con válvula de espiración): PP, elastómero termoplástico -Tubo flexible: PVC -Extremo del tubo: Elastómero termoplástico -Mascarilla pediátrica soft PARI: PP, elastómero termoplástico - Mascarilla para adultos soft PARI: PP, elastómero termoplástico -Cinta de goma: Caucho sintético |
| Peso: 1,7Kg | ACABADOS: - |
| El "PARI BOY Classic" ahora presenta la excelente eficacia terapéutica que los clientes esperan con un diseño nuevo y moderno. "PARI BOY Classic" puede usarse para tratar afecciones como el asma bronquial, el asma alérgica y la bronquitis aguda o crónica. | |
| FUNCIONES PRINCIPALES DE USO | |
| Diseño para reciclaje | Compresor – aplicación de la RAEE Resto de Componentes – desechar con la basura domestica |
| Nivel sonoro | 54 dB |
| Sujeción de la mascarilla | Cinta de goma |
| FUNCIONES COMPLEMENTARIAS DE USO | |
| FUNCIONES DERIVADAS DEL USO | |
| Transporte | La forma de la carcasa del compresor facilita el agarre para transportar el producto |
| Resistente | - |
| Manipulación | - |
| Guardado | Deben almacenarse los componentes envueltos en un paño limpio y conservar en un lugar seco y protegido de polvo |
| Limpieza | - |



Figura 86: Inhalador IH 58.

Fuente: <https://www.beurer.com/web/es/productos/medical/inhalacion/ih-58.php>

| | |
|--|---|
| PRODUCTO: Inhalador IH 58 | PRECIO: - |
| MARCA: Beurer | MATERIALES: -Tubo de boca: PP -Tubo de nariz con accesorio de confort: PP/silicona -Mascarilla para adulto: PVC/aluminio -Mascarilla para niño: PVC/aluminio -Nebulizador: PP/PC -Tubo flexible de aire comprimido: PVC -Filtro: PU -Mascarilla para bebé: PVC |
| Peso: 0,176 Kg | ACABADOS: - |
| El inhalador “IH 58”, pequeño, ligero y silencioso ofrece una gran potencia en unas dimensiones compactas. Por ello es ideal para llevarlo a todos lados en caso de padecer un resfriado, asma o enfermedades de las vías respiratorias. | |
| FUNCIONES PRINCIPALES DE USO | |
| Diseño para reciclaje | Desechar el aparato según la Directiva europea sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (WEEE) |
| Nivel sonoro | Máx. 45 dB |
| Sujeción de la mascarilla | - |
| FUNCIONES COMPLEMENTARIAS DE USO | |
| FUNCIONES DERIVADAS DEL USO | |
| Transporte | Bolsa de transporte |
| Resistente | - |
| Manipulación | Muy fácil de utilizar |
| Guardado | Bolsa para guardarlo |
| Limpieza | - |



Figura 87: COMP-A-NEB.

Fuente: <http://www.3-a.it/portfolio/comp-a-neb/>

| | |
|--|---|
| PRODUCTO: COMP-A-NEB | PRECIO: - |
| MARCA: 3aHealth care | MATERIALES: -Nebulizador Fasterjet con sistema de válvula -Riego nasal (polipropileno) -Boquilla (polipropileno) con válvula (silicona) -Mascarilla para adultos y pediátrica (PVC sin DEPH) -Tubo de aire (sin PVC y DEPH) y el filtro de repuesto -Bomba nasal |
| Peso: 2,5 Kg | ACABADOS: - |
| Nebulizadores de compresor de pistón para uso profesional y de atención domiciliaria. Cumple con las especificaciones técnicas de las terapias de aerosol modernas. Fiable y fácil de usar, incluso por usuarios no expertos. | |
| FUNCIONES PRINCIPALES DE USO | |
| Diseño para reciclaje | - |
| Nivel sonoro | 55 dB |
| Sujeción de la mascarilla | Bandas de goma |
| FUNCIONES COMPLEMENTARIAS DE USO | |
| FUNCIONES DERIVADAS DEL USO | |
| Transporte | Asa superior |
| Resistente | - |
| Manipulación | Fácil de usar por usuarios no expertos |
| Guardado | - |
| Limpieza | - |



Figura 88: DuoBaby (NE-C301-E).

Fuente: https://www.omron-healthcare.es/es/nebulizadores/DuoBaby_2.html

| | |
|--|---|
| PRODUCTO: DuoBaby (NE-C301-E) | PRECIO: - |
| MARCA: Omron | MATERIALES: -Boquilla: PP -Aspirador nasal: PP -Kit nebulizador: PP -Mascarilla para bebés: PVC (sin ftalatos) -Tubo de aire: PVC (sin ftalatos) |
| Peso: 2,117 Kg | ACABADOS: - |
| <p>“DuoBaby” es un nebulizador compresor 2 en 1 único con un aspirador nasal integrado que puede ayudarle a tratar las afecciones respiratorias más comunes en bebés.</p> <p>El aspirador nasal limpia suavemente la nariz del bebé, reduciendo la congestión y permitiéndole respirar mejor. El nebulizador permite una administración óptima de la medicación en las vías respiratorias altas y bajas.</p> | |
| FUNCIONES PRINCIPALES DE USO | |
| Diseño para reciclaje | - |
| Nivel sonoro | 63 dB |
| Sujeción de la mascarilla | - |
| FUNCIONES COMPLEMENTARIAS DE USO | |
| FUNCIONES DERIVADAS DEL USO | |
| Transporte | - |
| Resistente | - |
| Manipulación | El usuario deberá tener conocimientos generales sobre el funcionamiento |
| Guardado | Compartimento para guardar los accesorios |
| Limpieza | -Piezas a lavar con agua caliente: kit nebulizador, mascarilla para bebés (PVC), aspirador nasal, boquilla. -Piezas a limpiar con un paño suave humedecido: tubo de aire (PVC) |



Figura 89: Inhalador IH 21.

Fuente: <https://www.beurer.com/web/es/productos/medical/inhalacion/ih-21.php>

| | |
|--|--|
| PRODUCTO: Inhalador IH 21 | PRECIO: - |
| MARCA: Beurer | MATERIALES: -Yearpack (contiene tubo de boca, aplicador para nariz, mascarilla para adultos, mascarilla para niños, nebulizador, tubo flexible de aire comprimido y filtro): PP/PVC -Ducha nasal: PP -Mascarilla para bebé: PVC |
| Peso: 1,65 Kg | ACABADOS: - |
| El inhalador con tecnología de aire comprimido con compresor sirve para tratar enfermedades de las vías respiratorias. El tratamiento resulta agradable gracias al breve tiempo de inhalación. | |
| FUNCIONES PRINCIPALES DE USO | |
| Diseño para reciclaje | Deseche el aparato según la Directiva europea sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (WEEE). |
| Nivel sonoro | aprox. 52 dBA (conforme a DIN EN 13544-1 apartado 26) |
| Sujeción de la mascarilla | - |
| FUNCIONES COMPLEMENTARIAS DE USO | |
| FUNCIONES DERIVADAS DEL USO | |
| Transporte | Asa |
| Resistente | - |
| Manipulación | - |
| Guardado | Compartimento para guardar los accesorios |
| Limpieza | -Después de cada aplicación se deben limpiar con agua caliente (no hirviendo) tanto el nebulizador como los accesorios utilizados (el tubo de boca, la mascarilla, la boquilla, la ducha nasal, etc.). -Para limpiar el aparato utilice un paño suave y seco y un producto de limpieza no abrasivo. |



Figura 90: pM-N04.

Fuente: <http://www.plusmed-health.com/en/products/respiratory/item/pingu-kid-2.html>

| | |
|---|---|
| PRODUCTO: pM-N04 | PRECIO: - |
| MARCA: plusmed | MATERIALES: -tubo de pvc -filtro de algodón |
| Peso: 2 Kg | ACABADOS: - |
| <p>“pM-N04” es perfecto en artesanía con calidad de alto nivel. El nebulizador tiene un diseño atractivo, ideal para todas las edades. Hay dos compartimentos para guardar los kits de nebulizador y el cable de alimentación. Potente y de alta calidad motor y anillo de pistón asegura el largo tiempo de trabajo.</p> | |
| FUNCIONES PRINCIPALES DE USO | |
| Diseño para reciclaje | Una vez que el levantamiento del producto ha finalizado o sus componentes ya no funcionan. Su eliminación debe realizarse de acuerdo con la corriente regulaciones. |
| Nivel sonoro | 58 dB(A) |
| Sujeción de la mascarilla | Goma elástica |
| FUNCIONES COMPLEMENTARIAS DE USO | |
| FUNCIONES DERIVADAS DEL USO | |
| Transporte | Asa |
| Resistente | - |
| Manipulación | - |
| Guardado | Compartimento para guardar los accesorios |
| Limpieza | -Lavar accesorios con agua caliente y detergente -Para desinfectar mezclar una parte de vinagre blanco con tres de agua caliente y sumergir los accesorios |



Figura 91: BREATHY.

Fuente: <http://www.vivocare-health.com/en/products/nebulizer/item/breathy.html#downloads>

| | |
|---|--|
| PRODUCTO: BREATHY | PRECIO: - |
| MARCA: Vivocare Health enjoyment | MATERIALES: - |
| Peso: 1,8 Kg | ACABADOS: - |
| <p>“pM-N04” es perfecto en artesanía con calidad de alto nivel. El nebulizador tiene un diseño atractivo, ideal para todas las edades. Hay dos compartimentos para guardar los kits de nebulizador y el cable de alimentación. Potente y de alta calidad motor y anillo de pistón asegura el largo tiempo de trabajo.</p> | |
| FUNCIONES PRINCIPALES DE USO | |
| Diseño para reciclaje | El símbolo en este producto significa que es un producto electrónico y siguiendo la directiva europea 2012/19 / EU los productos electrónicos deben ser eliminados en su centro de reciclaje local para un tratamiento seguro. |
| Nivel sonoro | 55 dB(A) (a 1 m de distancia) |
| Sujeción de la mascarilla | Goma elástica |
| FUNCIONES COMPLEMENTARIAS DE USO | |
| FUNCIONES DERIVADAS DEL USO | |
| Transporte | - |
| Resistente | - |
| Manipulación | - |
| Guardado | Compartimento para guardar los accesorios |
| Limpieza | -Lavar accesorios con agua caliente |



Figura 92: OMRON CompAIR C28P (NE-C28P-E).

Fuente: https://www.omron-healthcare.es/es/nebulizadores/C28P_2.html

| | |
|--|---|
| PRODUCTO: OMRON CompAIR C28P (NE- C28P-E) | PRECIO: - |
| MARCA: Omron | MATERIALES: -Boquilla: PP -Pieza nasal: PP -Kit nebulizador: PP (Cabezal vaporizador: PC) -Tubo de aire (silicona, 100 cm opcional): Tubo: silicona, Conector: PP -Mascarilla para adultos (SEBS) (opcional), mascarilla para niños (SEBS) (opcional): Mascarilla: SEBS, Banda: goma (no látex), adaptador: PP - Mascarilla para adultos (PVC), mascarilla para niños (PVC): Mascarilla: PVC (sin ftalatos), Banda: goma (no látex) -Tubo de aire (PVC, 200 cm): PVC (sin ftalatos) -Filtro de aire: Poliéster |
| Peso: 2,6 Kg | ACABADOS: - |
| El dispositivo “OMRON CompAIR C28P” cuenta con un diseño robusto para su uso intensivo y es adecuado para el tratamiento de las enfermedades de las vías respiratorias bajas, como el asma, la EPOC, la fibrosis quística o el enfisema. | |
| FUNCIONES PRINCIPALES DE USO | |
| Diseño para reciclaje | - |
| Nivel sonoro | 60 dB |
| Sujeción de la mascarilla | Goma elástica |
| FUNCIONES COMPLEMENTARIAS DE USO | |
| FUNCIONES DERIVADAS DEL USO | |
| Transporte | - |
| Resistente | - |

| | |
|--------------|---|
| Manipulación | El usuario deberá tener conocimientos generales sobre el funcionamiento del “NE-C28P” y sobre el contenido de este manual de instrucciones. |
| Guardado | - |
| Limpieza | -Lavar el kit nebulizador, mascarillas, boquilla, pieza nasal y tubo de aire (silicona) con agua caliente y detergente suave. -El compresor y tubo de aire (PVC) limpiar con un paño humedecido con agua o detergente suave. |

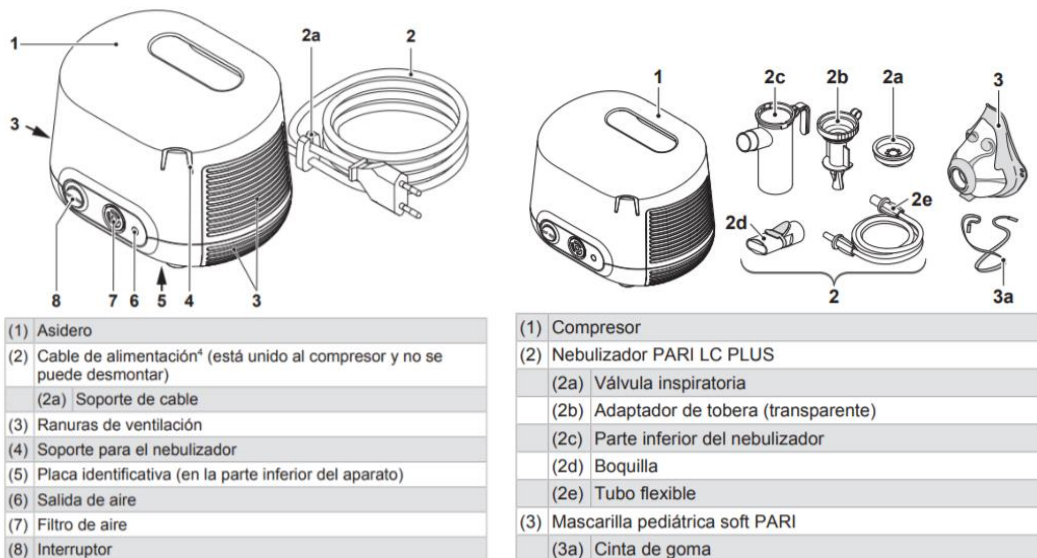


Figura 93: PARI COMPACT 2.

Fuente: <https://www.pari.com/int/products/inhalation-devices-for-the-lungs/pari-compact2-int/>

| | |
|---------------------------------------|---|
| PRODUCTO: PARI COMPACT 2 | PRECIO: - |
| MARCA: PARI | MATERIALES: -Válvula inspiratoria: PP, silicona -Adaptador de tobera: PP -Parte inferior del nebulizador: PP -Boquilla (con válvula de espiración): PP, elastómero termoplástico -Tubo flexible: PVC -Extremo del tubo: Elastómero termoplástico -Mascarilla pediátrica soft PARI: PP, elastómero termoplástico |

| | |
|--|--|
| | -Cinta de goma: caucho sintético |
| Peso: 1,55 Kg | ACABADOS: - |
| “PARI COMPACT2” es ideal para el tratamiento de las vías aéreas inferiores en niños, jóvenes y adultos. Se puede usar para tratar enfermedades como el asma bronquial, el asma alérgica y la bronquitis aguda y crónica. | |
| FUNCIONES PRINCIPALES DE USO | |
| Diseño para reciclaje | -El compresor entra en el ámbito de aplicación de la RAEE, no debe desecharse con la basura doméstica, el resto de componentes sí. |
| Nivel sonoro | 56 dB |
| Sujeción de la mascarilla | Cinta de goma |
| FUNCIONES COMPLEMENTARIAS DE USO | |
| FUNCIONES DERIVADAS DEL USO | |
| Transporte | Forma asible |
| Resistente | - |
| Manipulación | El usuario deberá tener conocimientos generales sobre el funcionamiento del “NE-C28P” y sobre el contenido de este manual de instrucciones. |
| Guardado | Envolver los componentes sueltos en un paño limpio y conservar en un lugar limpio y seco. |
| Limpieza | -El nebulizador y la mascarilla se sumergen durante 5 minutos en agua potable caliente y un poco de detergente. Los componentes plásticos no deben tocar el recipiente para no deformarse. |

La conclusión de este análisis es que una función interesante para el rediseño del producto puede ser la de almacenar los distintos accesorios desmontables del nebulizador, como la mascarilla y el kit nebulizador, en la carcasa y así resultar más cómodo y accesible.

4 OBJETO DEL ESTUDIO

Este proyecto trata del análisis de valor de un producto, y su objetivo es realizar el rediseño de un nebulizador, concretamente el modelo "NebuAldo P0603EM F400", mejorando el exceso de ruido que produce el motor cuando está en funcionamiento, el sistema de sujeción de la mascarilla y rediseñarlo teniendo en cuenta factores de diseño para el reciclaje, así como hacer posible que el nebulizador pueda colgarse de un portagoteros y que pueda almacenar los accesorios del kit nebulizador sin necesidad de un elemento externo, como puede ser una bolsa.

Las fases a llevar a cabo son la de "Iniciación", en la que se completarán los requisitos y restricciones del diseño acordes al mercado, usos, usuario, procesos, materiales, normativa de seguridad y otros estudios específicos, y la de "Diseño del producto y del proceso" donde se van a obtener soluciones viables especificando formas y dimensiones y considerando los métodos de producción para el diseño propuesto.

También va a llevarse a cabo la fase de "implementación", donde se pretende construir el prototipo de la propuesta resultante.

5 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Este proyecto se desarrolla con la finalidad de analizar el producto en cuanto a su forma, componentes y función para realizarlo de forma más ergonómica, funcional y reciclable, y transmitir las soluciones adoptadas para la mejora de dichos aspectos del nebulizador “NebuAldo P0603EM F400” y poder llevar a la práctica el rediseño resultante.

6 DESCRIPCIÓN DE LAS NECESIDADES

Las necesidades que debe satisfacer el producto a priori son las siguientes:

- Rediseño del producto de acuerdo con los factores de diseño para reciclaje
- Reducir el exceso ruido que produce el compresor mientras está en uso
- Mejora del sistema de sujeción de la mascarilla

7 FUNCIONES DEL PRODUCTO

En este punto se describen los requerimientos que deberá cumplir el producto de acuerdo con las necesidades anteriormente expuestas.

7.1 PLIEGO DE CONDICIONES FUNCIONALES

El rediseño del nebulizador “NebuAldo P0603EM F400” ha de seguir la siguiente relación de **1 FUNCIONES DE USO**:

1.1 FUNCIONES PRINCIPALES DE USO

Según el Pliego de condiciones iniciales, las funciones principales de uso son:

- Rediseño del producto de acuerdo con los factores de diseño para reciclaje
- Reducir el exceso ruido
- Mejorar el sistema de sujeción de la mascarilla

1.2 FUNCIONES COMPLEMENTARIAS DE USO

1.2.1 FUNCIONES DERIVADAS DE USO

Debido a la utilización del producto, se tendrán en cuenta las funciones:

- Debe poder transportarse de forma fácil y cómoda.
- Resistir a posibles golpes y vibraciones.
- Fácil manipulación del producto para ser usado sin complicaciones tanto por personas jóvenes como de avanzada edad.
- Debe ocupar poco espacio para poder guardarse fácilmente.
- Fácil limpieza de sus componentes tras su uso.

1.2.2 FUNCIONES DE PRODUCTOS ANÁLOGOS

Habiendo analizado diversos productos existentes en el mercado con características similares al producto a rediseñar se adoptan las funciones:

- Almacenaje de los accesorios del nebulizador en el propio producto, sin necesidad de una bolsa o caja externa para guardarlos.

1.2.3 OTRAS FUNCIONES COMPLEMENTARIAS DE USO

- Posibilidad de colgar el producto de algún elemento auxiliar, como un dispositivo portasueros.

1.3 FUNCIONES RESTRICTIVAS

1.3.1 FUNCIONES DE SEGURIDAD

El producto ha de cumplir las normas relativas a “Equipos de terapia respiratoria”:

- Cumplir la norma UNE-EN 50419:2006 sobre marcado de equipos eléctricos y electrónicos.
- Cumplir el Real Decreto 110/2015, BOE-A-2015-1762 sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
- Cumplir la norma UNE-EN ISO 17510 sobre terapia respiratoria para la apnea del sueño.
- Cumplir la norma UNE-EN 13544:2007+A1 sobre equipos de terapia respiratoria.
- Cumplir la norma EN 60601-1-2:2015 sobre perturbaciones electromagnéticas de equipos electromédicos.
- Cumplir la norma EN 60601-1-11:2015 sobre el equipo electromédico y el sistema electromédico utilizado para el cuidado en el entorno médico del hogar.

1.3.2 FUNCIONES DE GARANTÍA DE USO

1.3.2.1 Fiabilidad

Los elementos del producto no han de romperse (según un uso adecuado) antes del periodo previsto de vida útil.

1.3.2.2 Vida útil del producto:

- El ciclo de vida previsto de los accesorios es de 1 año.
- Se recomienda sustituir el nebulizador (pieza C2) cada 6 meses.
- El “compresor F400” tiene un ciclo de vida útil de 400 horas de uso.

1.3.2.3 Uso tras un periodo en reposo

El compresor debe mantener su normal funcionamiento al volverlo a utilizar tras un largo periodo de inactividad.

1.3.3 FUNCIONES REDUCTORAS DE IMPACTOS NEGATIVOS EN EL USO DEL PRODUCTO

1.3.3.1 Acción del medio sobre el producto:

Los materiales de los elementos que requieren higienización y desinfección tras su uso deben resistir la acción de los productos de limpieza.

1.3.3.2 Acción del producto sobre el medio:

El nebulizador no debe rayar la superficie sobre la que vaya a depositarse durante su funcionamiento.

1.3.3.3 Acciones del producto sobre el usuario:

La forma del producto ha de cumplir los aspectos ergonómicos de la población de uso.

1.3.3.4 Acciones del usuario sobre el producto:

La mascarilla ha de resistir el desgaste por uso continuado.

1.3.4 FUNCIONES INDUSTRIALES Y COMERCIALES

1.3.4.1 Aspectos a tener en cuenta en la FABRICACIÓN:

Utilizar materiales reciclables

1.3.4.2 Aspectos a tener en cuenta en el ENSAMBLAJE:

Se consideran los criterios de diseño para el ensamblaje:

- Uso de elementos normalizados.
- Facilitar la manipulación:
 - Comenzar el ensamblaje desde el componente de mayor masa.

1.3.4.3 Aspectos a tener en cuenta en el ENVASE:

El producto no requiere de envase.

1.3.4.4 Aspectos a tener en cuenta en el EMBALAJE:

Se considera suficiente embalaje del producto una caja de cartón.

1.3.4.5 Aspectos a tener en cuenta en el ALMACENAJE:

Se debe considerar la apilación de las cajas para formar “palets”.

1.3.4.6 Aspectos a tener en cuenta en el TRANSPORTE:

Para transportar el producto habrá que agrupar los “palets” y transportarlos en contenedores.

1.3.4.7 Aspectos a tener en cuenta en la EXPOSICIÓN:

El producto se exhibirá, para su venta, totalmente montado. No requiere ninguna medida a tener en cuenta.

1.3.4.8 Aspectos a tener en cuenta en el DESEMBALAJE:

No requiere ninguna medida a tener en cuenta.

1.3.4.9 Aspectos a tener en cuenta en el MONTAJE por el usuario:

El usuario ha de montar los accesorios de nebulización: tubo, mando manual de nebulización, nebulizador y mascarilla. Dichos componentes han de poder montarse sin necesidad de herramientas, solo usando las manos.

1.3.4.10 Aspectos a tener en cuenta durante su UTILIZACIÓN:

No requiere ninguna medida a tener en cuenta más que las anteriormente expuestas.

1.3.4.11 Aspectos a tener en cuenta en el MANTENIMIENTO:

Fácil acceso a las piezas para realizar la limpieza e higienización de los componentes.

1.3.4.12 Aspectos a tener en cuenta para la REPARACIÓN:

Utilizar el mayor número de elementos normalizados para facilitar la reparación.

1.3.4.13 Aspectos a tener en cuenta para la RETIRADA:

Dado que el uso de materiales reciclables es una de las funciones principales, se han de considerar los criterios de diseño para el medio ambiente en el desmontaje:

- **Desmontaje sencillo:**
 - Elementos de sujeción fáciles de separar.
 - Mínimos elementos de sujeción.
 - Fácil acceso para desunir componentes.
 - Uso de tornillos similares.

- **Desmontaje selectivo:**
 - Minimizar la variedad de materiales utilizados.
 - Emplear piezas normalizadas.
 - Marcar los plásticos.

- **Fácil tratamiento de recuperación:**
 - Evitar acabados superficiales secundarios.
 - Evitar pintar las partes reciclables. Poner etiquetas.

El rediseño del nebulizador “NebuAldo P0603EM F400” ha de seguir la siguiente relación de **2 FUNCIONES ESTÉTICAS**:

2.1 FUNCIONES EMOCIONALES

El producto ha de transmitir seguridad al usuario.

2.2 FUNCIONES SIMBÓLICAS

Al ser un rediseño, el producto deberá mantener la estética original.

A continuación, se expone el Pliego de Condiciones Funcionales, que muestra las funciones mencionadas resumidas en una tabla:

| PLIEGO DE CONDICIONES FUNCIONALES DE USO | | | | | | |
|---|---|------------------------------|----------------------------------|--------------|---|----|
| FUNCIONES | | | CARACTERÍSTICAS DE LAS FUNCIONES | | | |
| N.º ORDEN | DESIGNACIÓN | CRITERIO | NIVEL | FLEXIBILIDAD | | Vi |
| | | | | RESTRICCIÓN | F | |
| 1 FUNCIONES DE USO | | | | | | |
| 1.1 Funciones Principales de Uso | | | | | | |
| 1.1.1 | Rediseño de acuerdo con los factores de diseño para reciclaje | Ecología | - | - | 1 | 5 |
| 1.1.2 | Ser silencioso | Ruido | dB | - | 1 | 5 |
| 1.1.3 | Mejor sujeción de la mascarilla | Ergonomía | - | - | 1 | 5 |
| 1.2 FUNCIONES COMPLEMENTARIAS DE USO | | | | | | |
| 1.2.1 Funciones DERIVADAS DE USO | | | | | | |
| 1.2.1.1 | Fácil transporte del producto | Forma | - | - | 1 | 4 |
| 1.2.1.2 | Resistente | Fuerza | N | - | 2 | 3 |
| 1.2.1.3 | Ser fácil de manipular | Accesibilidad | - | - | 1 | 4 |
| 1.2.1.4 | Ser fácil de guardar | Ergonomía Peso Volumen | - Kg m ³ | - | 1 | 3 |
| 1.2.1.5 | Ser fácil de limpiar | Accesibilidad | - | - | 1 | 4 |
| 1.2.2 Funciones de PRODUCTOS ANÁLOGOS | | | | | | |
| 1.2.2.1 | Almacenaje de los accesorios en el producto | Accesibilidad | - | - | 1 | 3 |
| 1.2.3 Otras Funciones COMPLEMENTARIAS DE USO | | | | | | |
| 1.2.3.1 | Poder colgarse | Peso Accesibilidad | - | - | 2 | 3 |
| 1.3 FUNCIONES RESTRICTIVAS O EXIGENCIAS | | | | | | |
| 1.3.1 Funciones de SEGURIDAD EN EL USO | | | | | | |
| 1.3.1.1 | Cumplir la normativa UNE-EN 50419 | Legislación | - | - | 0 | 5 |
| 1.3.1.2 | Cumplir el BOE-A-2015-1762 | Legislación | - | - | 0 | 5 |
| 1.3.1.3 | Cumplir la normativa | Legislación | - | - | 0 | 5 |

| | | | | | | |
|---|---|----------------|---|---|---|---|
| | UNE-EN ISO 17510 | | | | | |
| 1.3.1.4 | Cumplir la normativa UNE-EN 13544:2007+A1 | Legislación | - | - | 0 | 5 |
| 1.3.1.5 | Cumplir la normativa EN 60601-1-2:2015 | Legislación | - | - | 0 | 5 |
| 1.3.1.6 | Cumplir la normativa EN 60601-1- 11:2015 | Legislación | - | - | 0 | 5 |
| 1.3.2 Funciones de GARANTÍA DE USO | | | | | | |
| 1.3.2.1 Fiabilidad | | | | | | |
| 1.3.2.1.1 | Ser fiable | TMFA | - | - | 1 | 3 |
| 1.3.2.2 Vida útil del producto | | | | | | |
| 1.3.2.2.1 | Durabilidad accesorios | Tiempo | - | - | 1 | 2 |
| 1.3.2.2.2 | Durabilidad nebulizador (pieza C2) | Tiempo | - | - | 1 | 2 |
| 1.3.2.2.3 | Durabilidad compresor | Tiempo | - | - | 1 | 2 |
| 1.3.2.3 Uso tras un periodo en reposo | | | | | | |
| 1.3.2.3.1 | Mantener las funciones del producto tras un largo periodo sin usarse | Funcionamiento | - | - | 1 | 3 |
| 1.3.3 Funciones REDUCTORAS DE IMPACTOS NEGATIVOS | | | | | | |
| 1.3.3.1 Acción del medio sobre el producto | | | | | | |
| 1.3.3.1.1 | Resistir a productos de limpieza | Material | - | - | 0 | 4 |
| 1.3.3.2 Acción del producto sobre el medio | | | | | | |
| 1.3.3.2.1 | No rayar la superficie | Aspecto | - | - | 2 | 2 |
| 1.3.3.3 Acciones del producto sobre el usuario | | | | | | |
| 1.3.3.3.1 | Forma ergonómica | Ergonomía | - | - | 1 | 3 |
| 1.3.3.4 Acciones del usuario sobre el producto | | | | | | |
| 1.3.3.4.1 | La mascarilla ha de resistir el desgaste | Material | - | - | 3 | 1 |
| 1.3.4 Funciones INDUSTRIALES Y COMERCIALES | | | | | | |
| 1.3.4.1 Fabricación | | | | | | |

| | | | | | | |
|-------------------------------|--|--------------------|---|---|---|---|
| 1.3.4.1.1 | Utilizar materiales reciclables | Ecología Material | - | - | 0 | 4 |
| 1.3.4.2 Ensamblaje | | | | | | |
| 1.3.4.2.1 | Uso de elementos normalizados | dfA | - | - | 1 | 3 |
| 1.3.4.2.2 | Facilitar manipulación | dfA | - | - | 1 | 3 |
| 1.3.4.3 Envase | | | | | | |
| 1.3.4.3.1 | - | - | - | - | - | - |
| 1.3.4.4 Embalaje | | | | | | |
| 1.3.4.4.1 | - | - | - | - | - | - |
| 1.3.4.5 Almacenaje | | | | | | |
| 1.3.4.5.1 | Embalajes apilables | Unidades | - | - | 3 | 1 |
| 1.3.4.6 Transporte | | | | | | |
| 1.3.4.6.1 | Transportar en "palets" y contenedores | - | - | - | 3 | 1 |
| 1.3.4.7 Exposición | | | | | | |
| 1.3.4.7.1 | - | - | - | - | - | - |
| 1.3.4.8 Desembalaje | | | | | | |
| 1.3.4.8.1 | - | - | - | - | - | - |
| 1.3.4.9 Montaje | | | | | | |
| 1.3.4.9.1 | Montaje de los accesorios sin herramientas | - | - | - | 0 | 2 |
| 1.3.4.10 Utilización | | | | | | |
| 1.3.4.10.1 | - | - | - | - | - | - |
| 1.3.4.11 Mantenimiento | | | | | | |
| 1.3.4.11.1 | Fácil acceso para limpieza e higienización | Accesibilidad | - | - | 1 | 3 |
| 1.3.4.12 Reparación | | | | | | |
| 1.3.4.12.1 | Elementos normalizados | Intercambiabilidad | - | - | 1 | 2 |
| 1.3.4.13 Retirada | | | | | | |
| 1.3.4.13.1 | Elementos de sujeción fáciles de separar | dfE | - | - | 1 | 1 |
| 1.3.4.13.2 | Mínimos elementos de sujeción | dfE | - | - | 1 | 1 |
| 1.3.4.13.3 | Fácil acceso para desunir componentes | dfE | - | - | 2 | 2 |
| 1.3.4.13.4 | Uso de tornillos similares | dfE | - | - | 2 | 1 |

| | | | | | | |
|----------------------------------|---|------------------------------|--------------------------|---|---|---|
| 1.3.4.13.5 | Minimizar variedad de materiales | dfE | - | - | 2 | 2 |
| 1.3.4.13.6 | Emplear piezas normalizadas | dfE | - | - | 1 | 1 |
| 1.3.4.13.7 | Marcar los plásticos | dfE | - | - | 3 | 1 |
| 1.3.4.13.8 | Evitar acabados superficiales secundarios | dfE | - | - | 2 | 2 |
| 1.3.4.13.9 | Evitar pintar las partes reciclables | dfE | - | - | 2 | 2 |
| 2 FUNCIONES ESTÉTICAS | | | | | | |
| 2.1 FUNCIONES EMOCIONALES | | | | | | |
| 2.1.1 | Transmitir seguridad | Forma Textura Material | Compactación Robustez | - | 2 | 2 |
| 2.2 FUNCIONES SIMBÓLICAS | | | | | | |
| 2.2.1 | Mantener la estética del modelo original | Color | Blanco, azul, rojo | - | 2 | 2 |

Tabla 5: Pliego de condiciones funcionales de uso. Fuente: Elaboración propia.

8 PROCESO CREATIVO

En este apartado, se muestra el proceso de creación del diseño. Se exponen los bocetos realizados, tanto las fases más tempranas de bocetaje y de conocer el funcionamiento y montaje del producto como bocetos más orientados a intentar mejorar su utilidad o integrar nuevas funciones de uso, como poder albergar los accesorios en la carcasa o que el nebulizador pueda colgarse de la percha de hospital portagoteros.

Posteriormente, se realiza un análisis de las propuestas finales para escoger la más adecuada.

Todos los bocetos se pueden consultar en el *Anexo “Bocetos realizados”*, que se encuentra al final de la memoria.

8.1 DISEÑOS PROPUESTOS

Aquí se exponen las distintas propuestas de diseño realizadas en la fase de bocetaje que van a evaluarse con la técnica del Valor Técnico Ponderado (VTP).

Propuestas de sujeción de la mascarilla:

- Propuesta 1:
Sistema de sujeción de la mascarilla formado por una tira elástica que sale de los laterales de la mascarilla y rodea la cabeza. Al llegar a la zona de las orejas se produce una bifurcación de la tira elástica, dejando las orejas entre las dos tiras resultantes. Una vez pasada la zona de las orejas las dos tiras vuelven a unirse en una sola.

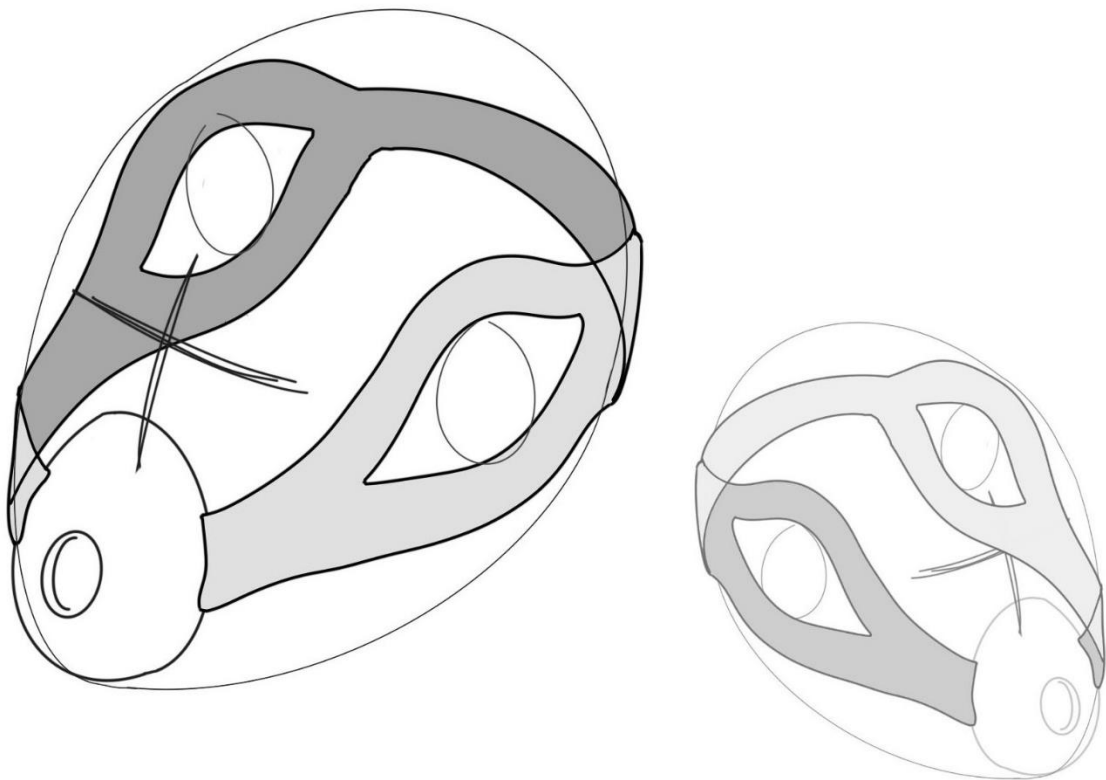


Figura 94: Propuesta de sujeción de mascarilla 1. Fuente: Elaboración propia.

- Propuesta 2:
Sistema de sujeción de la mascarilla formado por una tira elástica que sale de los laterales de la mascarilla y rodea la cabeza. En la parte posterior de la oreja la tira se bifurca en otra que rodea la cabeza por la parte inferior.

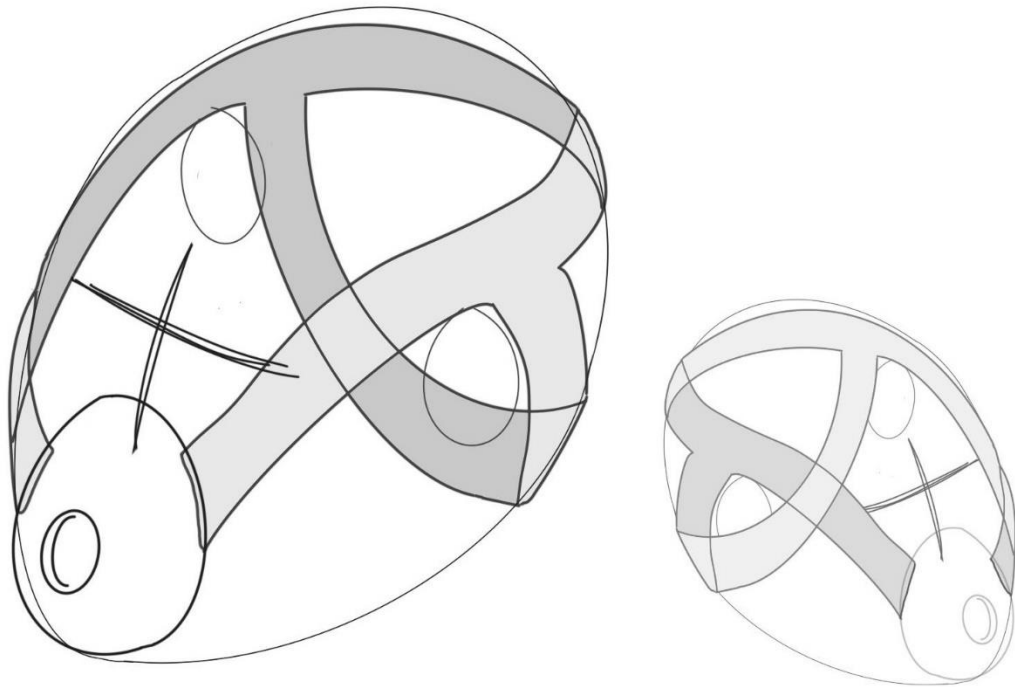


Figura 95: Propuesta de sujeción de mascarilla 2. Fuente: Elaboración propia.

- Propuesta 3:
Sistema de sujeción de la mascarilla formado por una tira elástica que sale de los laterales de la mascarilla y por la parte superior. Por lo que las tiras laterales se ubican en la parte inferior de las orejas y suben hasta encontrarse con la tira que va por la parte superior de la cabeza.

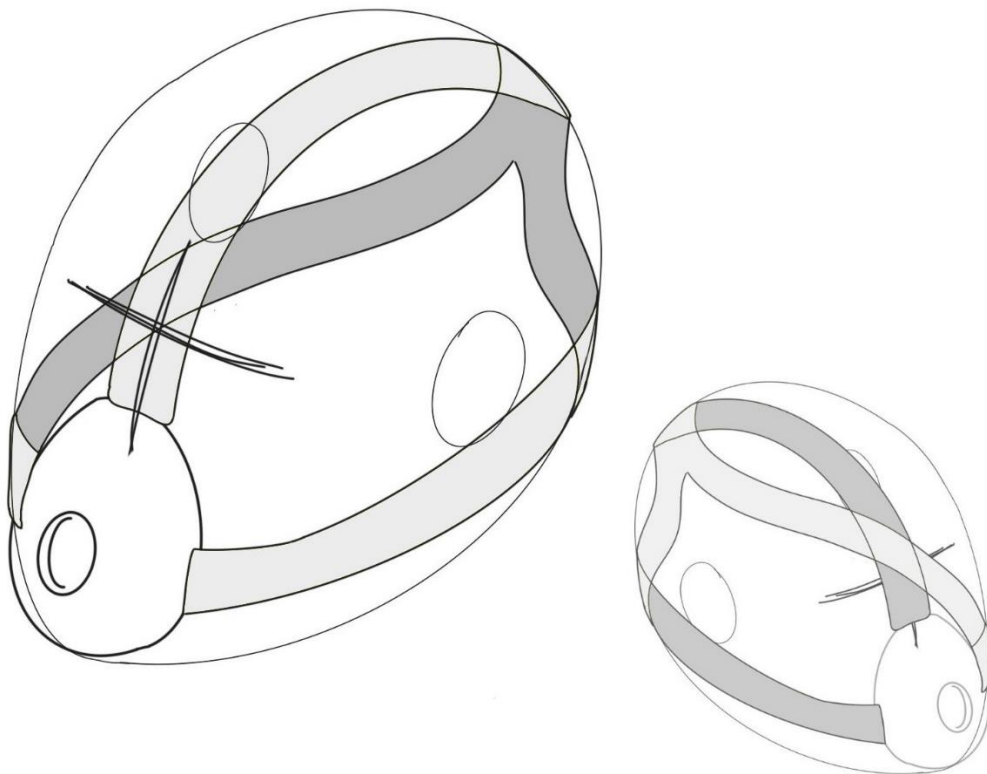


Figura 96: Propuesta de mascarilla 3. Fuente: Elaboración propia.

Propuestas de carcasa:

- Propuesta 1:

Carcasa con forma de cono truncado y aristas redondeadas. En la parte superior tiene un hueco que forma un asa, donde va cogida una tira para colgar el producto. En un lateral la misma forma de la carcasa sirve como soporte para el kit nebulizador antes o después de iniciar la sesión de nebulización. También consta de un compartimento lateral para el almacenaje de los accesorios cuando no estén en uso cuya tapa se desliza lateralmente.

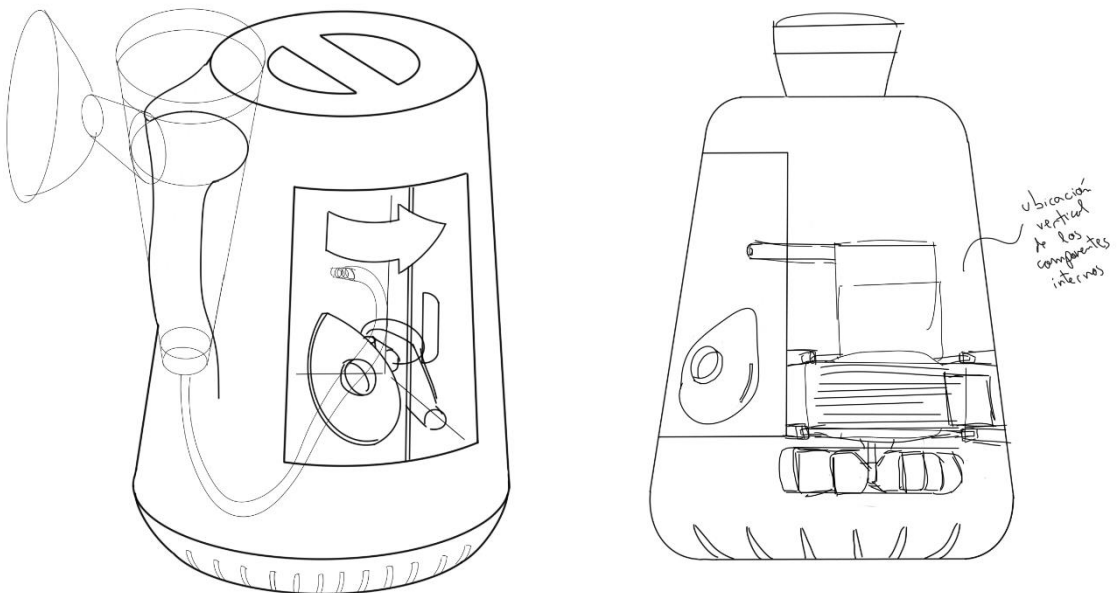


Figura 97: Propuesta de carcasa 1. Fuente: Elaboración propia.

- Propuesta 2:
Carcasa con forma de cubo y aristas redondeadas. En la parte superior tiene un asa, donde va cogida una tira para colgar el producto. También consta de un compartimento superior para el almacenaje de los accesorios cuando no estén en uso cuya tapa se abre a modo de bisagra verticalmente. La misma forma de la tapa sirve como soporte para el kit nebulizador antes o después de iniciar la sesión de nebulización.

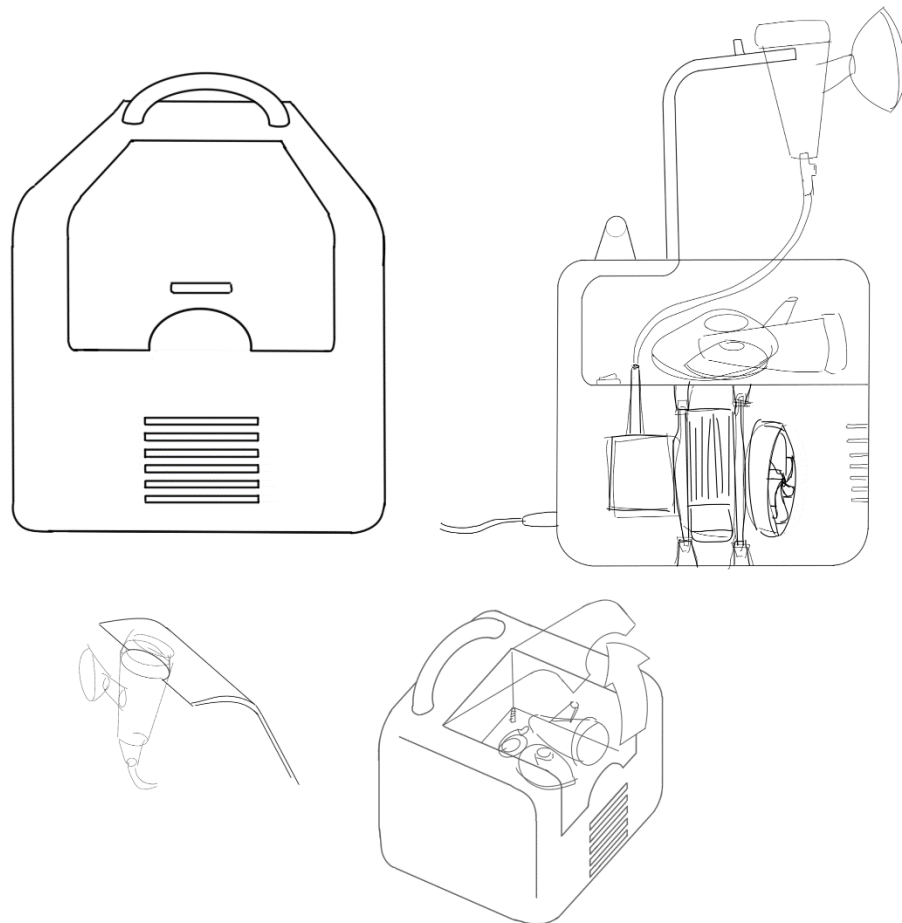


Figura 98: Propuesta de carcasa 2. Fuente: Elaboración propia.

- Propuesta 3:

Carcasa con forma prismática y aristas redondeadas. En la parte superior tiene un asa, donde va cogida una tira para colgar el producto. También consta de un compartimento lateral para el almacenaje de los accesorios cuando no estén en uso cuya tapa se abre a modo de bisagra verticalmente. En un lateral la misma forma de la carcasa sirve como soporte para el kit nebulizador antes o después de iniciar la sesión de nebulización.

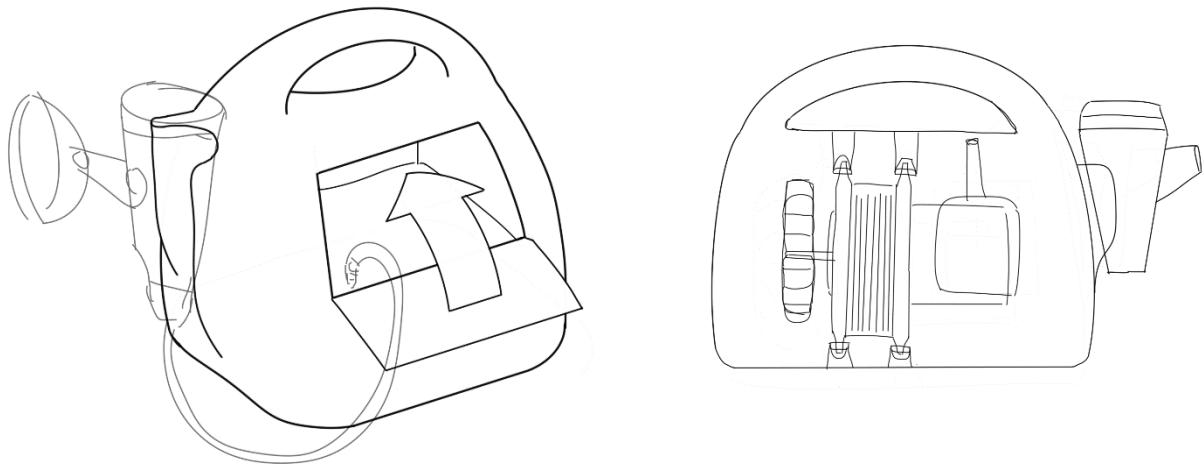


Figura 99: Propuesta de carcasa 3. Fuente: Elaboración propia.

- Propuesta 4
Carcasa con forma prismática triangular, con un lateral alargado donde se ubica el compartimento de almacenaje de accesorios, y aristas redondeadas. En la parte superior tiene un asa, donde va cogida una tira para colgar el producto. También consta de un compartimento lateral para el almacenaje de los accesorios cuando no estén en uso cuya tapa se abre a modo de bisagra verticalmente. La misma forma de la tapa sirve como soporte para el kit nebulizador antes o después de iniciar la sesión de nebulización.

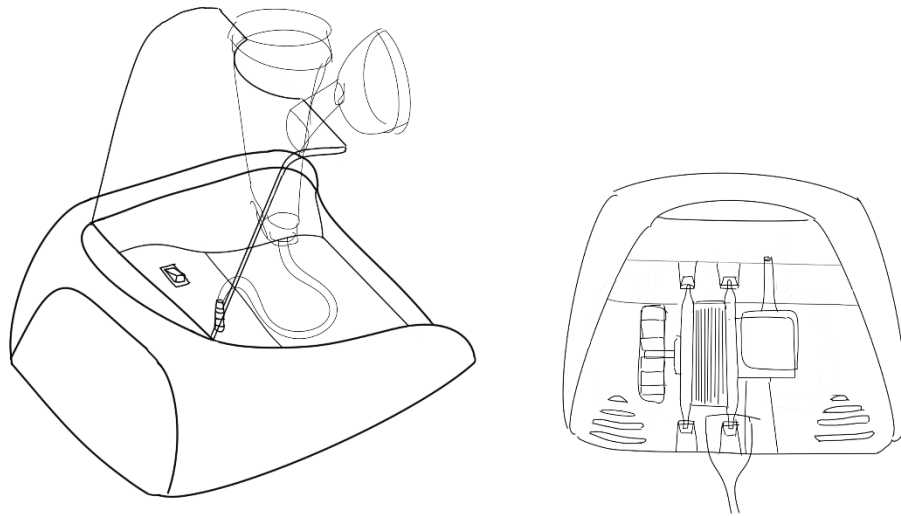


Figura 100: Propuesta de carcasa 4. Fuente: Elaboración propia.

8.1.1 EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DEL DISEÑO FINAL (VTP)

Debido a que hay varias propuestas de diseño de carcasa y propuestas de diseño de la sujeción de la mascarilla, van a realizarse dos VTPs.

Para realizarse el VTP han de considerarse una serie de factores, valorando la importancia que presenta cada uno de ellos para el diseño final, y evaluar en qué grado los cumple cada propuesta de diseño anteriormente mostrada.

Para determinar el orden de importancia de los factores a tener en cuenta para realizar el VTP se utiliza una matriz de dominación, que se encuentra en el *Anexo “Tabla de valoración de factores”*.

Por lo que cada factor queda asignado a un valor entre 1 y 10, según sea menor o mayor su grado de importancia respectivamente, de la siguiente forma:

Para las propuestas de sujeción de la mascarilla:

- Ergonomía – 10
- Diseño/estética – 7
- Cantidad de material – 9
- Fácil fabricación – 8

Para las propuestas de carcasa:

- Peso – 6
- Diseño/estética – 1
- Fácil limpieza – 7
- Fácil manipulación – 10
- Fácil transporte – 4
- Fácil guardado – 2
- Coste estimado – 3
- Mínimo número de piezas – 9
- Almacenaje de accesorios – 8
- Resistencia estructural – 5

Una vez conocidas las propuestas y la importancia de los factores a tener en cuenta, se realizan los dos VTPs:

| FACTORES | Peso | Propuesta 1 | Propuesta 2 | Propuesta 3 |
|----------------------|------|-------------|-------------|-------------|
| Ergonomía | 10 | 90 | 90 | 70 |
| Diseño/estética | 7 | 42 | 49 | 28 |
| Cantidad de material | 9 | 45 | 54 | 63 |
| Fácil fabricación | 8 | 56 | 64 | 64 |
| | 34 | 233 | 257 | 225 |
| VTP= | | 0,761 | 0,839 | 0,735 |

Tabla 6: VTP de las propuestas de sujeción de la mascarilla. Fuente: Elaboración propia.

- Propuesta 1: $(233/34)/9 = 0,761$
- Propuesta 2: $(257/34)/9 = 0,839$
- Propuesta 3: $(225/34)/9 = 0,735$

| FACTORES | Peso | Propuesta 1 | Propuesta 2 | Propuesta 3 | Propuesta 4 |
|--------------------------|------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Peso | 6 | 42 | 36 | 42 | 42 |
| Diseño/limpieza | 1 | 7 | 8 | 7 | 8 |
| Fácil limpieza | 7 | 28 | 49 | 42 | 56 |
| Fácil manipulación | 10 | 70 | 80 | 80 | 80 |
| Fácil transporte | 4 | 28 | 24 | 32 | 28 |
| Fácil guardado | 2 | 12 | 14 | 16 | 16 |
| Coste estimado | 3 | 18 | 21 | 21 | 21 |
| Mínimo número de piezas | 9 | 63 | 63 | 63 | 54 |
| Almacenaje de accesorios | 8 | 64 | 64 | 64 | 64 |
| Resistencia estructural | 5 | 30 | 40 | 40 | 30 |
| | 55 | 362 | 399 | 407 | 399 |
| VTP= | | 0,731 | 0,806 | 0,822 | 0,806 |

Tabla 7: VTP de las carcasas. Fuente: Elaboración propia.

- Propuesta 1: $(362/55)/9 = 0,731$
- Propuesta 2: $(399/55)/9 = 0,806$

- Propuesta 3: $(407/55)/9 = 0,822$
- Propuesta 4: $(399/55)/9 = 0,806$

En cuanto a la sujeción de la mascarilla, la propuesta con mayor puntuación sobre 1,00 es la número 2 con 0,839 puntos.

Consta de un sistema de sujeción de la mascarilla formado por una tira elástica que sale de los laterales de la mascarilla y rodea la cabeza. En la parte posterior de la oreja la tira se bifurca en otra que rodea la cabeza por la parte inferior.

De entre las cuatro propuestas de carcasa que se han planteado la propuesta con mayor puntuación sobre 1,00 es la número 3 con 0,822 puntos.

Consta de una carcasa con forma prismática y aristas redondeadas. En la parte superior tiene un asa, donde va cogida una tira para colgar el producto. También consta de un compartimento lateral para el almacenaje de los accesorios cuando no estén en uso cuya tapa se abre a modo de bisagra verticalmente. En un lateral la misma forma de la carcasa sirve como soporte para el kit nebulizador antes o después de iniciar la sesión de nebulización.

Por lo tanto, la propuesta mejor valorada por el VTP y que se va a desarrollar es la siguiente:

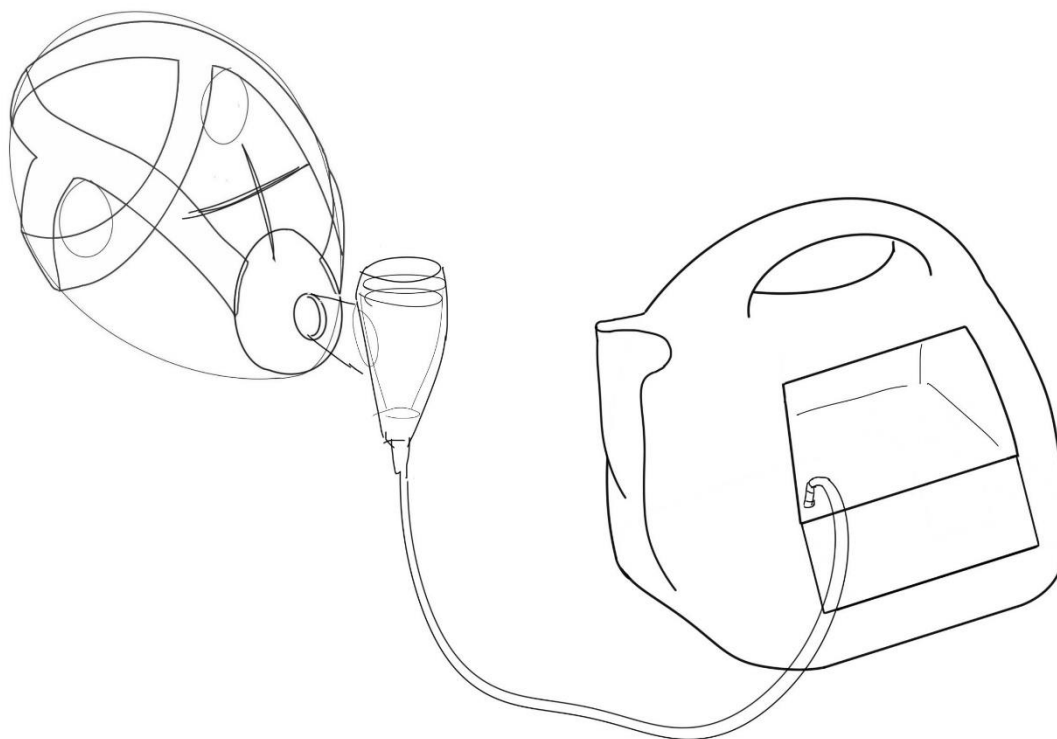


Figura 101: Propuesta de diseño final. Fuente: Elaboración propia.

9 ERGONOMÍA

En este apartado se va a realizar un estudio ergonómico de la sujeción de la mascarilla, para aumentar su eficiencia sin generar molestias en el usuario, y del asa de la carcasa, para facilitar su agarre a personas de la tercera edad o a personas que se encuentren con debilidad o menor capacidad física debido a la enfermedad que padecen.

Para ello, basado en los libros “José i Sirvent (septiembre 2018). *Apuntes de ergonomía*. Universidad Politécnica de València. Departamento de Proyectos de Ingeniería.”, y “Vergara, M y Agost, M. J. (2015). *Antropometría aplicada al diseño de producto*. Universidad Jaume I. Servicio de comunicación y publicaciones.”, se han considerado las tablas de datos antropométricos de la población española obtenidos por el método de estimación proporcional a partir de la altura de la población española.

Dichas tablas se encuentran en el apartado *Anexos*, en “*Tablas de datos antropométricos*”. En la tabla de mayores de 65 años, algunas de las dimensiones descritas en la de 19-65 años no están incluidas por falta de datos compatibles.

Para adecuar las medidas del producto al usuario lo máximo posible se hace uso de los percentiles. Los percentiles son valores que comprenden a un porcentaje determinado de la población. Expresan el porcentaje de individuos de una población con una dimensión corporal igual o menor a un determinado valor.

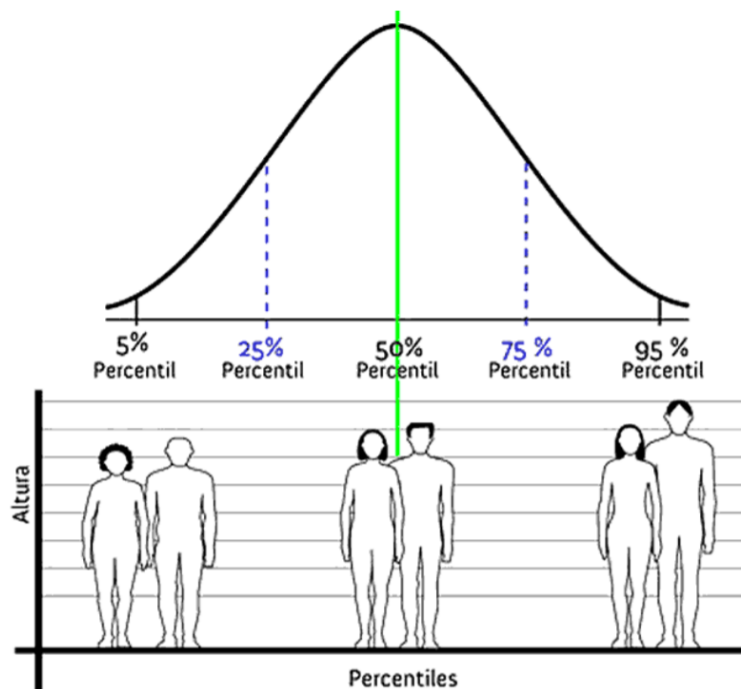


Figura 102: Gráfica de percentiles.

Fuente: José i Sirvent (Septiembre 2018). *Apuntes de ergonomía*. Universidad Politécnica de València. Departamento de Proyectos de Ingeniería.

Por una parte, para la sujeción de la mascarilla se van a estudiar los datos de longitud de la cabeza, anchura de la cabeza, perímetro de la cabeza y arco bitragial.


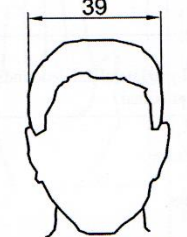
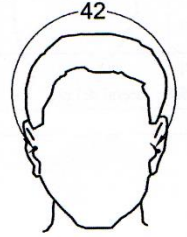
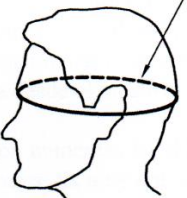
| | |
|---|---|
|  | <p>Denominación 38. Longitud de la cabeza.</p> <p>Descripción Distancia sobre una línea recta entre la glabella (punto medio entre las cejas) hasta la parte más posterior del cráneo (occipucio).</p> <p>Consideraciones de aplicación En el diseño de cascos, sombreros y otras protecciones para la cabeza.</p> |
|  | <p>Denominación 39. Anchura de la cabeza.</p> <p>Descripción Anchura máxima de la cabeza por encima de las orejas, medida perpendicularmente al plano sagital medial.</p> <p>Consideraciones de aplicación En el diseño de cascos, sombreros y otras protecciones para la cabeza.</p> |
|  | <p>Denominación 42. Arco bitragial.</p> <p>Descripción Arco comprendido entre ambos tragiones (punto sobre el borde superior del trago, que es la prominencia que sobresale por delante del orificio del conducto auditivo externo), pasando por encima de la cabeza.</p> <p>Consideraciones de aplicación En el diseño de cascos, sombreros y otras protecciones para la cabeza. Diseño de auriculares.</p> |
|  | <p>Denominación 53. Perímetro de la cabeza.</p> <p>Descripción Perímetro máximo de la cabeza, medido sobre la glabella y el punto más prominente posterior del cráneo (occipucio).</p> <p>Consideraciones de aplicación En el diseño de cascos, sombreros y otras protecciones para la cabeza.</p> |

Figura 103: Representación visual de las medidas a estudiar.

Fuente: José i Sirvent (Septiembre 2018). Apuntes de ergonomía. Universidad Politécnica de Valencia. Departamento de Proyectos de Ingeniería.

| | | | | | | | | | | |
|----|------------------------|----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|
| 38 | Longitud de la cabeza | 38 | 184 | 198 | 212 | 8 | 172 | 184 | 197 | 8 |
| 39 | Anchura de la cabeza | 39 | 142 | 154 | 166 | 7,2 | 137 | 147 | 158 | 6,4 |
| 42 | Arco bitragial | 43 | 319 | 346 | 373 | 16,4 | 315 | 340 | 364 | 15,2 |
| 53 | Perímetro de la cabeza | 41 | 538 | 569 | 599 | 18,3 | 521 | 547 | 573 | 16 |

Tabla 8: Extracto de la tabla de datos antropométricos de la población española de 19-65 años.

Fuente: José i Sirvent (Septiembre 2018). Apuntes de ergonomía. Universidad Politécnica de Valencia. Departamento de Proyectos de Ingeniería.

| | | | | | | | | | | |
|----|------------------------|----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|----|
| 38 | Longitud de la cabeza | 38 | 177 | 190 | 203 | 8 | 178 | 191 | 203 | 8 |
| 39 | Anchura de la cabeza | 39 | 139 | 150 | 161 | 7 | 135 | 146 | 156 | 7 |
| 53 | Perímetro de la cabeza | 41 | 533 | 562 | 590 | 17 | 511 | 538 | 566 | 17 |

Tabla 9: Extracto de la tabla de datos antropométricos de la población española de >65 años.

Fuente: José i Sirvent (Septiembre 2018). Apuntes de ergonomía. Universidad Politécnica de València. Departamento de Proyectos de Ingeniería.

El criterio de diseño antropométrico a utilizar es el criterio de espacio libre, ya que se presenta el problema de proveer un espacio libre en el que alojar alguna parte del cuerpo, en este caso la cabeza.

El usuario límite, el de mayor dimensión, es el que impone la restricción ya que es el que mayor dificultad tiene para encajar.

Normalmente en estos casos se hace uso del percentil 95, pues utilizando percentiles más extremos puede encarecerse o dificultar la solución final. Aunque en este caso, al ser la solución adoptada regulable y dado que no existen otras restricciones que lo impidan, es razonable el uso del percentil 99, puesto que el producto se encarece con la regulación, conviene que se adapte al mayor número de usuarios posibles.

CÁLCULO DE PERCENTILES

El P99_H (percentil 99 de hombre) se puede calcular fácilmente con la siguiente ecuación

$$X_i = \mu + Z_i * \sigma$$

siendo:

μ = la media de la población

σ = desviación típica

Z_i = valor de coordenada de la normal tipificada que representa una probabilidad de i%

- Longitud de la cabeza

$$X_{99} = \mu_{99} + Z_{99} * \sigma_{99} = 198 + 2,33 * 8 = \underline{216,64 \text{ mm}}$$

$$\mu_{99} = P_{50} \text{ de la población masculina} = 198$$

$$Z_{99} = \text{se obtiene de la tabla de distribución normal estándar} = 2,33$$

$$\sigma_{99} = \text{desviación típica del } P_{50} \text{ de la población masculina} = 8$$

- Anchura de la cabeza

$$X_{99} = \mu_{99} + Z_{99} * \sigma_{99} = 154 + 2,33 * 7,2 = \underline{170,78 \text{ mm}}$$

$\mu_{99} = P_{50}$ de la población masculina = 154

$Z_{99} =$ se obtiene de la tabla de distribución normal estándar = 2,33

$\sigma_{99} =$ desviación típica del P_{50} de la población masculina = 7,2

- Arco bitragial

$$X_{99} = \mu_{99} + Z_{99} * \sigma_{99} = 346 + 2,33 * 16,4 = \underline{384,21 \text{ mm}}$$

$\mu_{99} = P_{50}$ de la población masculina = 346

$Z_{99} =$ se obtiene de la tabla de distribución normal estándar = 2,33

$\sigma_{99} =$ desviación típica del P_{50} de la población masculina = 16,4

- Perímetro de la cabeza

$$X_{99} = \mu_{99} + Z_{99} * \sigma_{99} = 569 + 2,33 * 18,3 = \underline{611,64 \text{ mm}}$$

$\mu_{99} = P_{50}$ de la población masculina = 569

$Z_{99} =$ se obtiene de la tabla de distribución normal estándar = 2,33

$\sigma_{99} =$ desviación típica del P_{50} de la población masculina = 18,3

Mediante el programa AutoCAD se han representado los datos obtenidos para poder calcular y visualizar una solución más precisa. También se han realizado unos croquis para entender mejor las medidas de partida y la solución a la que se llega.

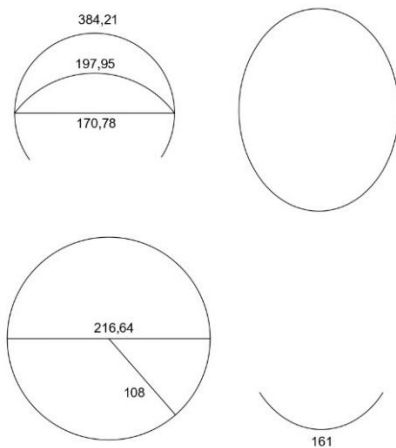


Figura 104: Croquis en AutoCAD de los datos obtenidos estudiados. Fuente: Elaboración propia

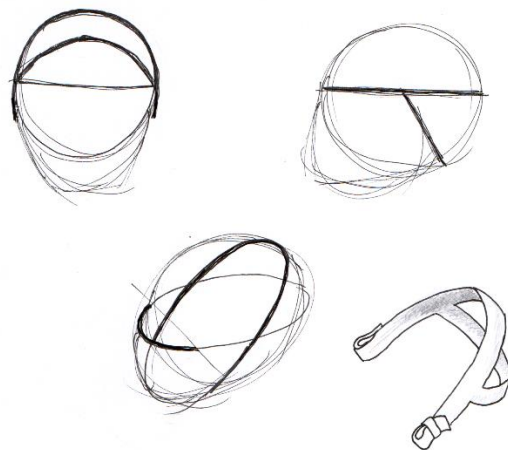


Figura 105: Croquis a mano de las dimensiones estudiadas. Fuente: Elaboración propia

Con todo esto, se puede concluir que la dimensión de la tira mayor debe ser de 550 mm, teniendo ya en cuenta que aproximadamente 50 mm de cada extremo se encontrarán en

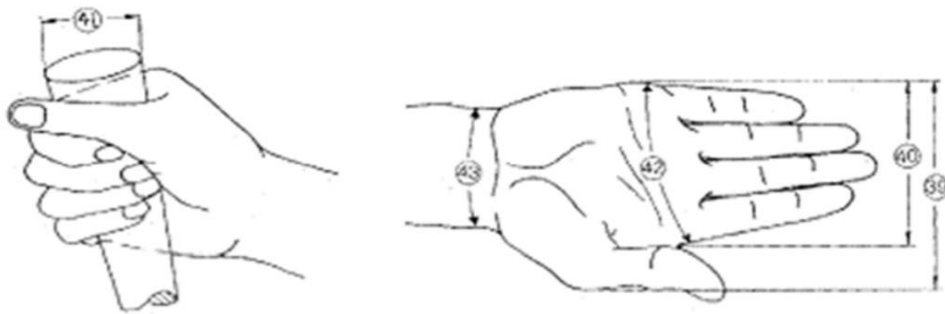
la zona de regulación y que no influyen en el perímetro de la cabeza. La tira menor debe medir 170 mm, ya que de este modo no queda holgado en percentiles pequeños pero tampoco ejerce excesiva presión en el percentil 99.

Por otra parte, para el asa de la carcasa se va a estudiar el diámetro de agarre.

El criterio de diseño antropométrico a utilizar es el criterio de alcance, ya que la dimensión del asa debe permitir que el usuario más pequeño pueda cogerla sin dificultad, por lo que determina una dimensión máxima aceptable del producto.

La elección del percentil depende de las restricciones adicionales del diseño o de cuestiones de seguridad. En este caso se va a utilizar el percentil 5 de mujer (P5M).

Por lo que el perímetro de la sección transversal del asa será menor de 10,8 cm.



| Dimensiones En cm. | | PERCENTIL | | | | | |
|---|--|-----------|------|------|---------|------|------|
| | | Hombres | | | Mujeres | | |
| | | 5% | 50% | 95% | 5% | 50% | 95% |
| 39 | Ancho de la mano incluyendo dedo pulgar | 9,8 | 10,7 | 11,6 | 8,2 | 9,2 | 10,1 |
| 40 | Ancho de la mano excluyendo el dedo pulgar | 7,8 | 8,5 | 9,3 | 7,2 | 8,0 | 8,5 |
| 41 | Diámetro de agarre de la mano* | 11,9 | 13,8 | 15,4 | 10,8 | 13,0 | 15,7 |
| 42 | Perímetro de la mano | 19,5 | 21,0 | 22,9 | 17,6 | 19,2 | 20,7 |
| 43 | Perímetro de la articulación de la muñeca | 16,1 | 17,6 | 18,9 | 14,6 | 16,0 | 17,7 |
| * Las medidas corresponden al anillo descrito por los dedos pulgar e índice | | | | | | | |

Tabla 10: Principales medidas de la mano (según Norma DIN 33 402 2ª parte).

Fuente: José i Sirvent (Septiembre 2018). Apuntes de ergonomía. Universidad Politécnica de Valencia. Departamento de Proyectos de Ingeniería.

10 SOLUCIÓN ESCOGIDA

En este apartado se va a modelar la propuesta en 3D a ordenador para poder sacar los planos y tener una visión más real de cómo quedará el producto final.

El software utilizado para el modelado de la sujeción de la mascarilla es *Marvelous Designer*, está basado en el modelado por patrones que permite coser distintas plantillas juntas y simular cómo sería esa pieza textil en una persona.

Para el modelado de la carcasa y del embalaje el software utilizado es *SolidWorks*, se trata de un software de diseño asistido por ordenador que permite crear modelos en 3D a partir de bocetos de perfiles en 2D.

Para el renderizado se ha utilizado el software *Keyshot*.

El resultado se muestra a continuación.



Figura 106: Render del modelo 3D de la sujeción de la mascarilla. Fuente: Elaboración propia.



Figura 107: Detalle de la cinta de regulación de la sujeción de la mascarilla. Fuente: Elaboración propia.



Figura 108: Modelo humano llevando la mascarilla. Fuente: Elaboración propia.



Figura 109: El modelo 3D del nebulizador colgado de un portagoteros. Fuente: Elaboración propia.



Figura 110: Modelo 3D del nebulizador. Fuente: Elaboración propia.



Figura 111: Modelo 3D del nebulizador con la tapa abierta mostrando el almacenaje de los accesorios en su interior. Fuente: Elaboración propia.



Figura 112: Modelo 3D de la propuesta escogida. Fuente: Elaboración propia.

La propuesta final consiste en una carcasa que ajusta su volumen al de los componentes internos y al de los accesorios del kit nebulizador para optimizar al máximo el espacio sin dejar de cumplir la función de almacenaje.

En la parte lateral tiene un saliente cilíndrico donde poder sujetar el kit nebulizador mientras se depositan los fármacos en su interior o mientras se espera a que la nebulización empiece.

En la parte superior de la carcasa se encuentra un asa de la cual cuelga una cinta que bien puede usarse para colgar el nebulizador de algún elemento auxiliar, como puede ser un portagoteros o una percha, o también puede servir como asa en sí misma. En la parte inferior de la carcasa cuenta con dos rejillas de ventilación en las caras laterales para conseguir un flujo de aire lineal y favorecer al enfriamiento de los componentes internos. La tapa de la carcasa presenta una pegatina con el logotipo de la empresa.

En cuanto a la mascarilla, se ha modificado la original proporcionándole unas ranuras laterales por las que se introduce la cinta de sujeción. La cinta de sujeción presenta un patrón más amplio que el original y cuya forma permite que la mascarilla quede fijada en su sitio sin causar presión ni molestias en el usuario.

Además, se ha diseñado el envase del producto. El envase original era una caja de cartón cuadrada simple. Para el rediseño se ha buscado que la propia caja sirva a la vez de protección en el transporte del producto como para amortiguar las vibraciones y ruido. De este modo, si el ruido que emite el nebulizador por sí solo molesta al usuario siempre puede meterlo dentro del envase para reducir el ruido y seguir usándolo, ya que el diseño de la caja permite que siga siendo funcional aún en su interior.

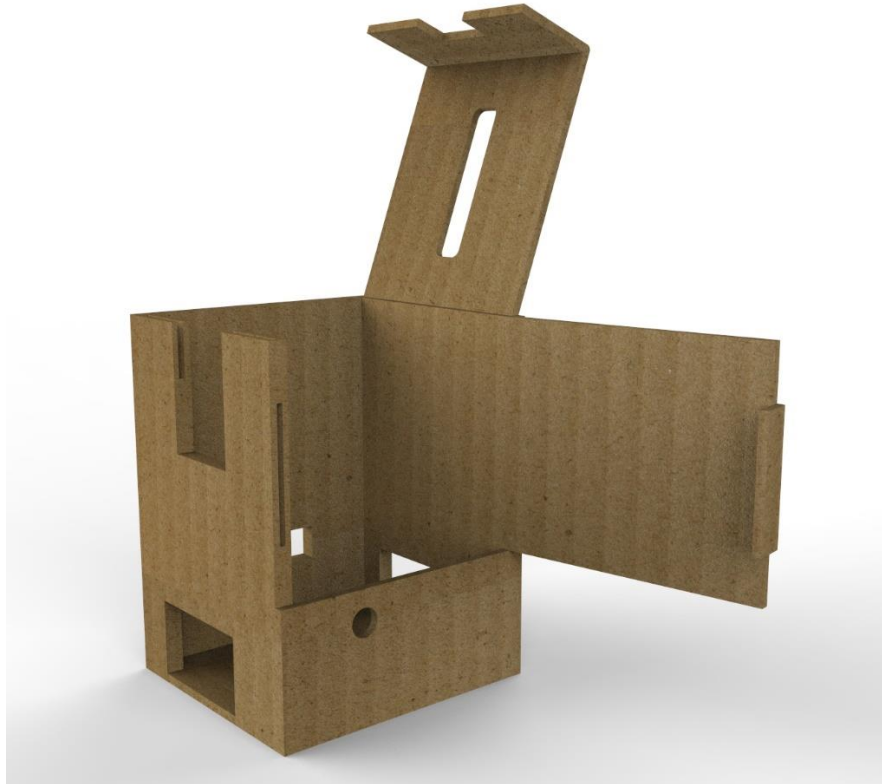


Figura 113: Envase abierto. Fuente: Elaboración propia.

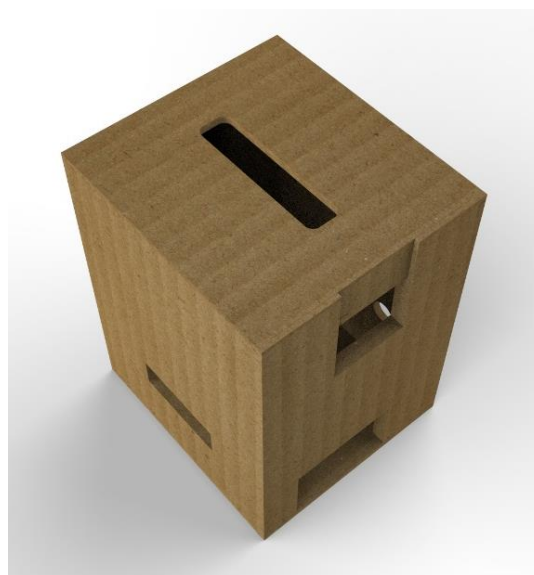


Figura 114: Envase cerrado visto desde arriba. Fuente: Elaboración propia.

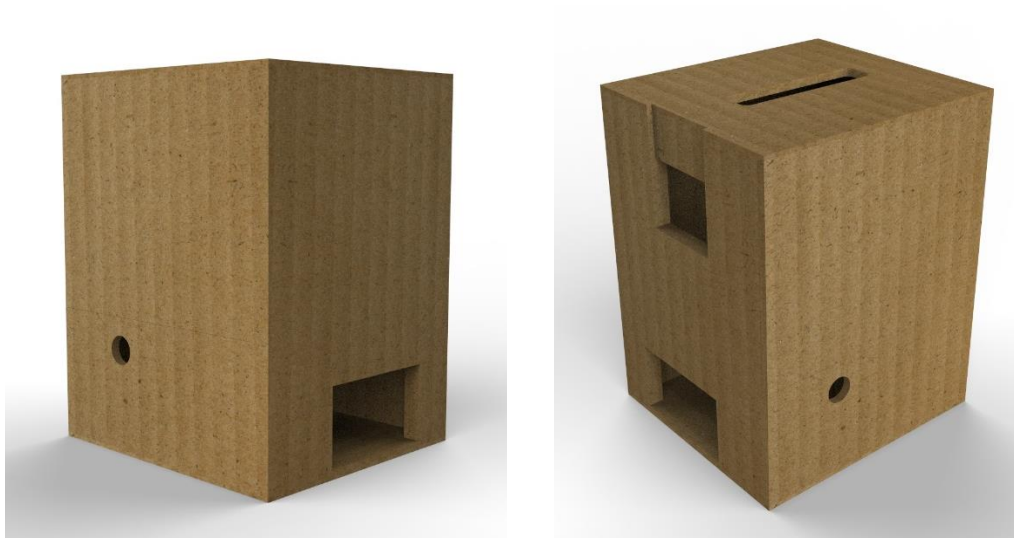


Figura 115: Vistas del envase cerrado. Fuente: Elaboración propia.



Figura 116: Envase abierto con el nebulizador visto desde atrás. Fuente: Elaboración propia.



Figura 117: Envase abierto con el nebulizador visto desde delante. Fuente: Elaboración propia.

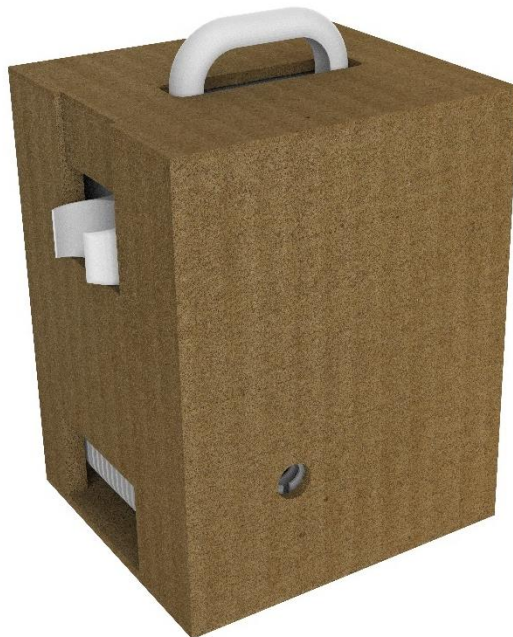


Figura 118: Envase cerrado con el nebulizador. Fuente: Elaboración propia.

11 ESQUEMA DE DESMONTAJE DEL PRODUCTO

En este apartado se muestra el proceso de desmontaje de la solución escogida, del cual van a obtenerse los distintos subconjuntos, piezas y uniones que conforman el producto.

Las secuencias de desmontaje abarcan hasta las uniones destructivas, dado que al no haber desmontado el componente 1.1.1 no se puede desarrollar todo el esquema de desmontaje en su totalidad.

Se ha realizado utilizando las imágenes de los componentes originales que permanecen inalterados más las imágenes de aquellos elementos que se han modelado en 3D para entender mejor el conjunto y no realizar el esquema solamente de las piezas modificadas.

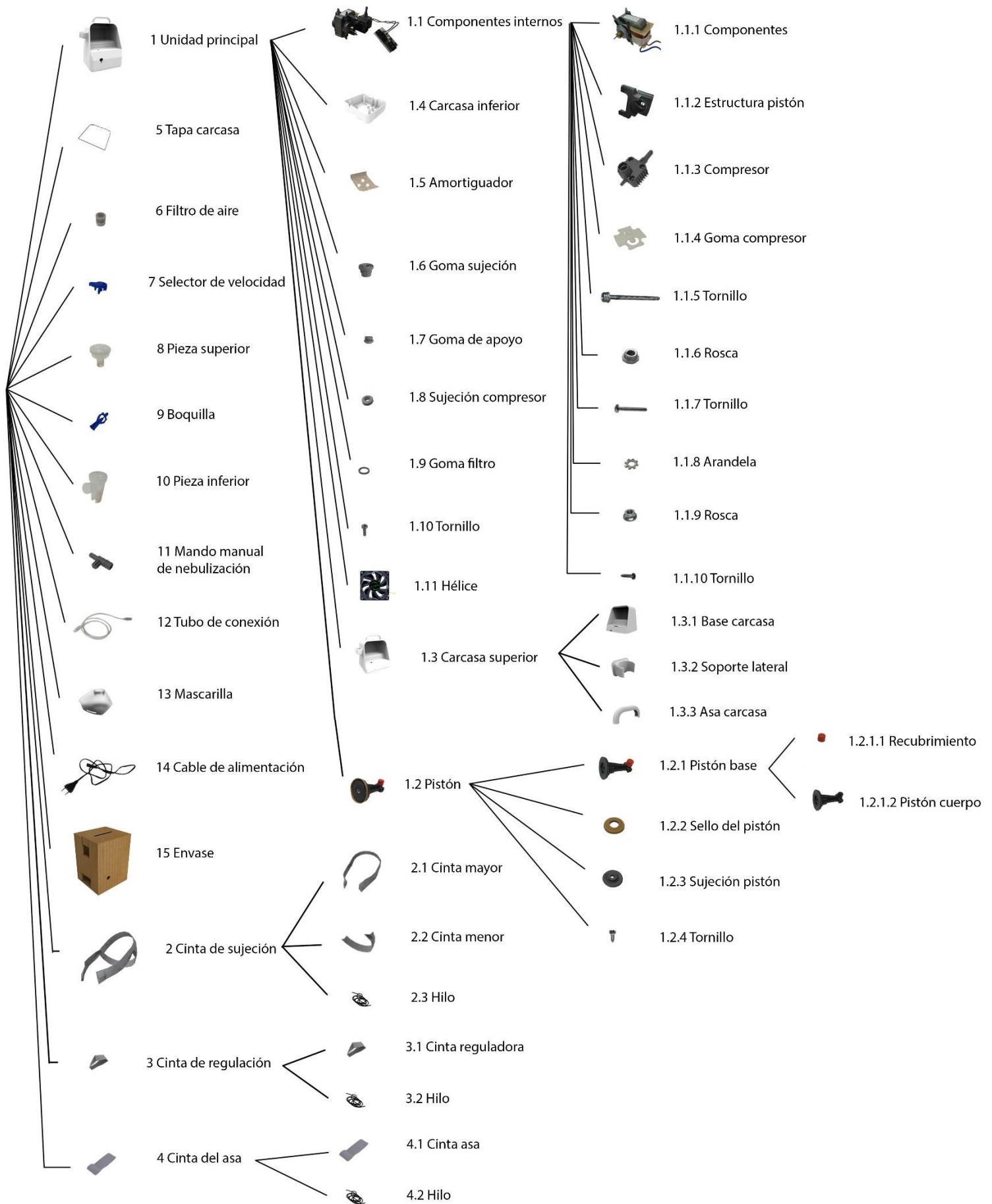


Figura 119: Esquema de desmontaje del producto. Fuente: Elaboración propia.

12 DIAGRAMA SISTÉMICO DEL PRODUCTO

Mediante el grafo sistémico se observan las relaciones entre los elementos que componen el producto. A continuación, se expone el grafo sistémico del producto, tanto de los elementos rediseñados como de los originales no proyectados, para así entender mejor el conjunto.

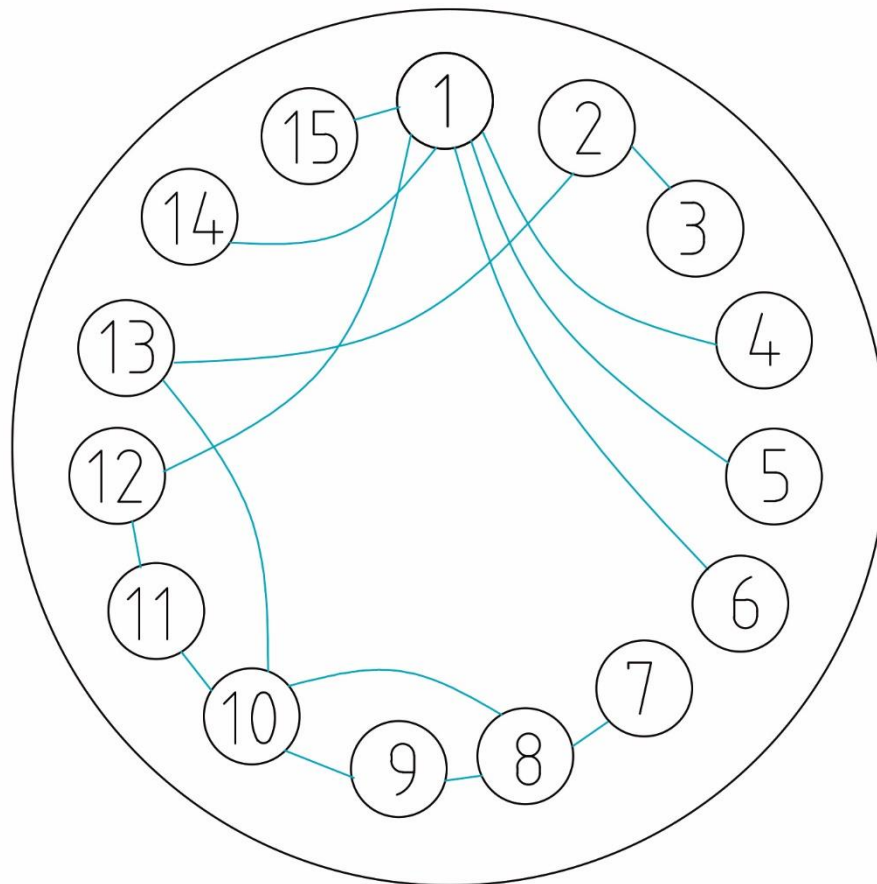


Figura 120: Primera secuencia del grafo sistémico. Fuente: Elaboración propia.

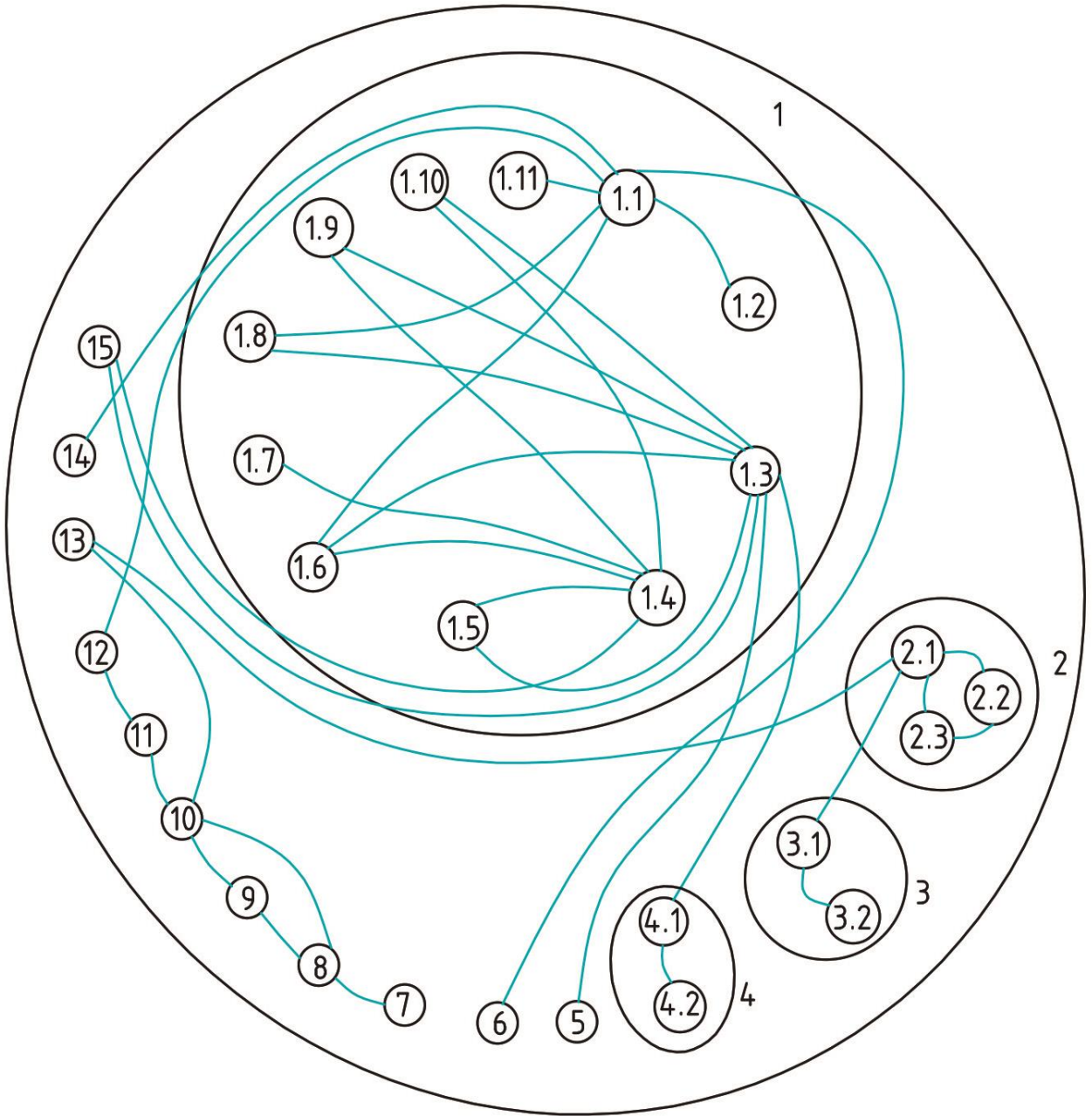


Figura 121: Segunda secuencia del grafo sistémico. Fuente: Elaboración propia.

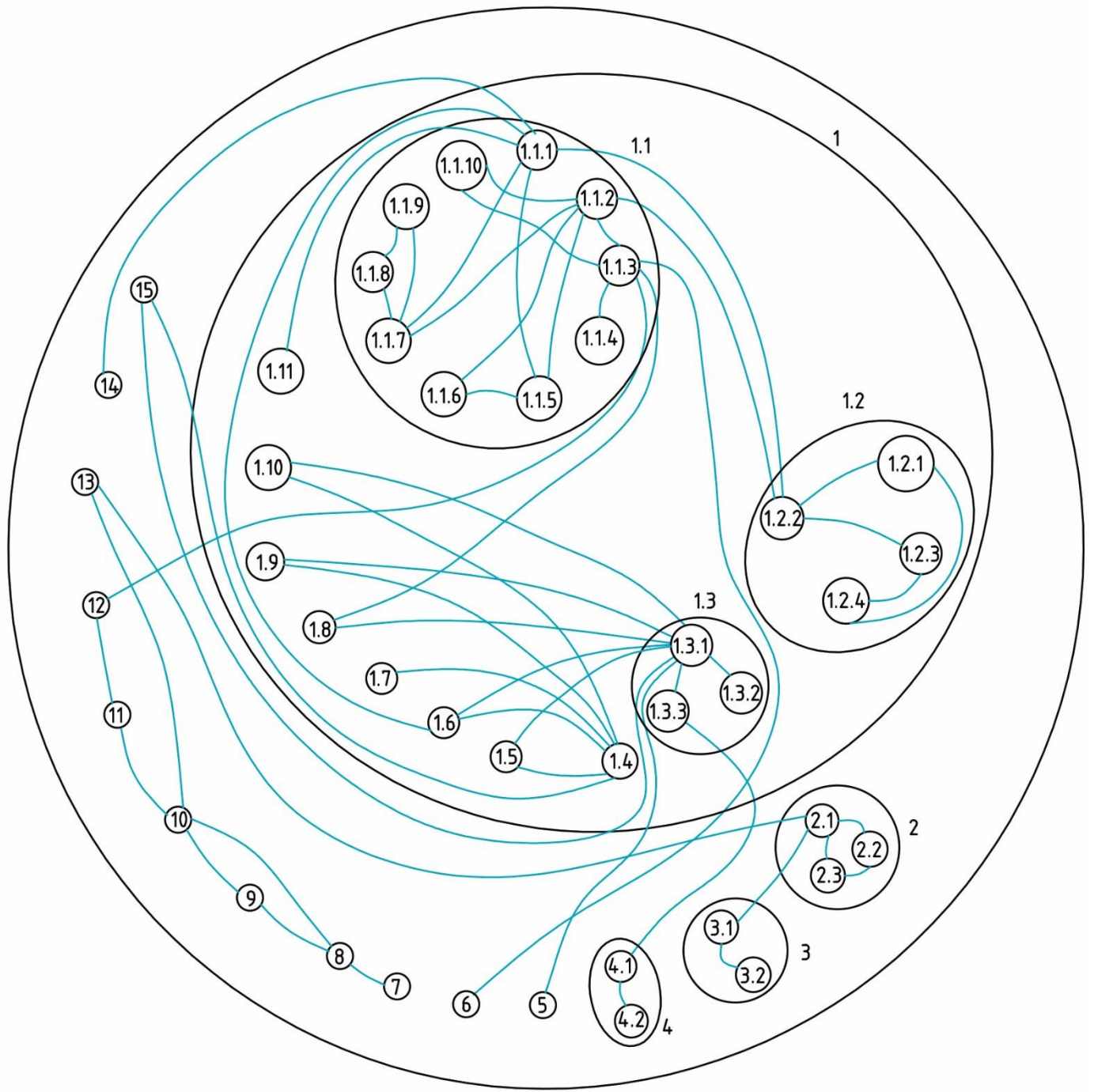


Figura 122: Tercera secuencia del grafo sistémico. Fuente: Elaboración propia.

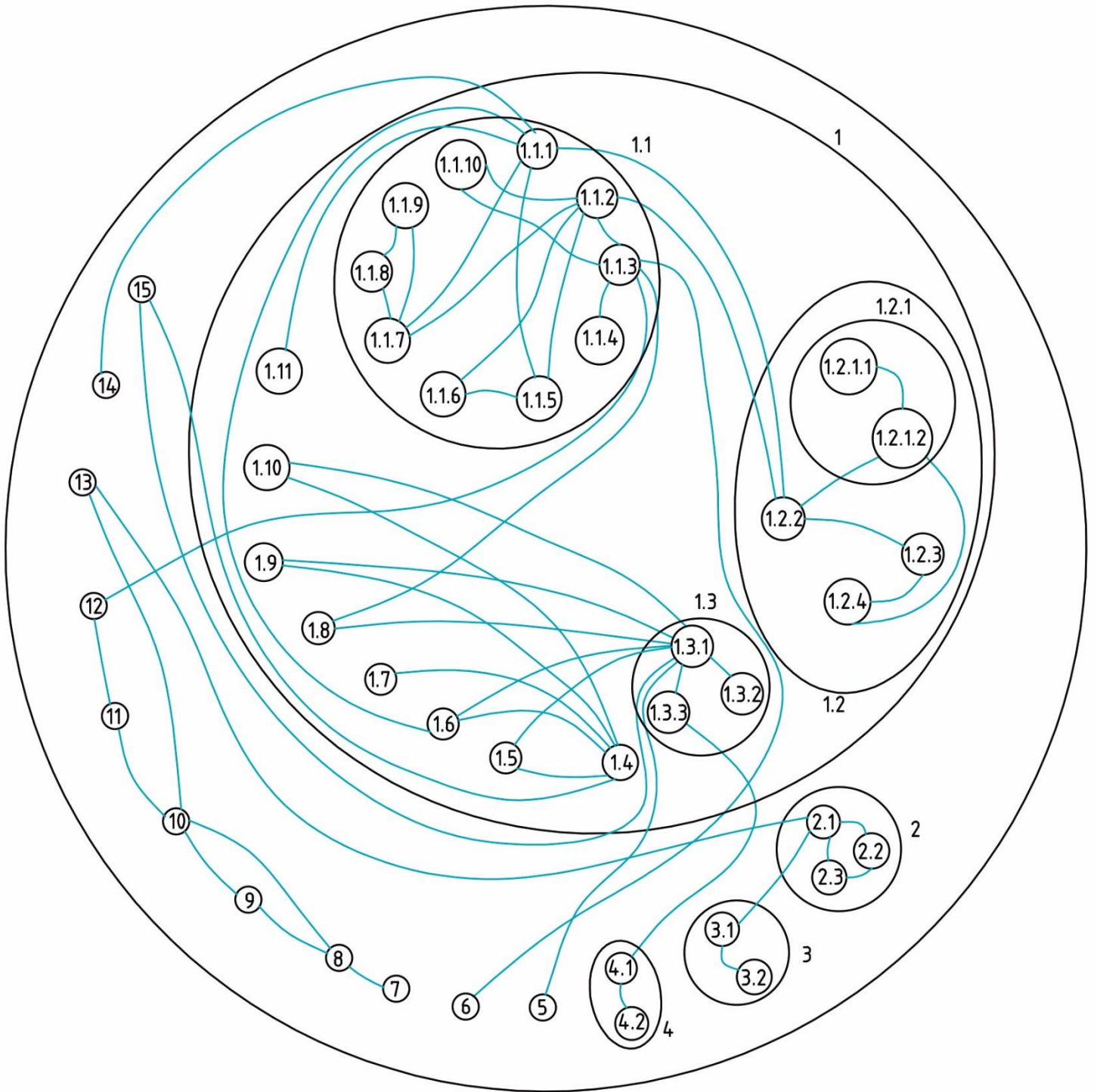


Figura 123: Cuarta secuencia del grafo sistémico. Fuente: Elaboración propia.

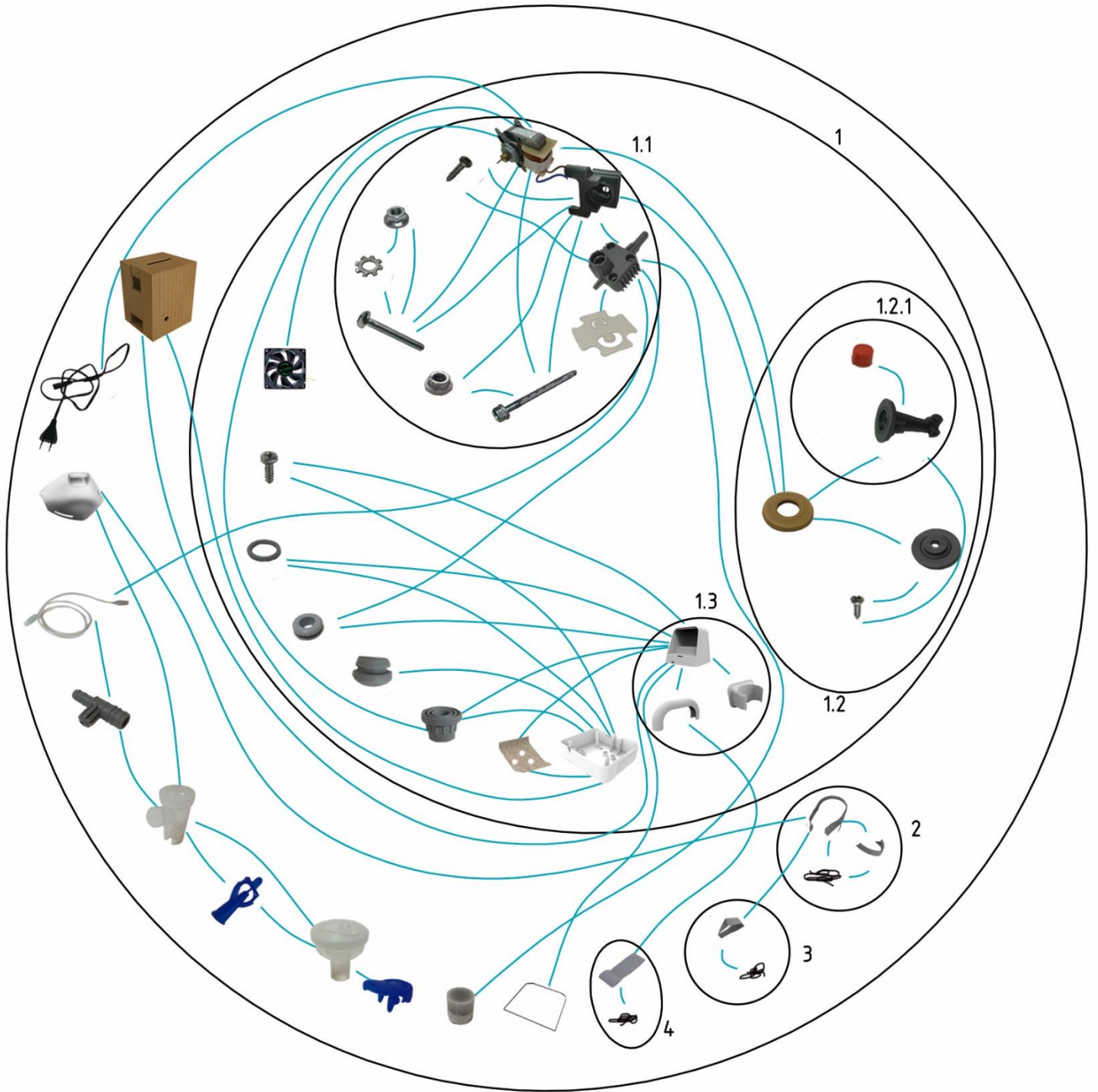


Figura 124: Grafo sistémico pictórico. Fuente: Elaboración propia.

| MARCA | DENOMINACIÓN | CANTIDAD | Nº RELACIONES | ORDEN |
|---------|-----------------------|-----------------------|---------------|-------|
| 1.1.2 | Estructura pistón | Comercial | 6 | 1º |
| 1.1.3 | Compresor | Comercial | 6 | 2º |
| 1.4 | Carcasa inferior | A fabricar | 5 | 3º |
| 1.1.1 | Componentes | Comercial | 5 | 4º |
| 1.2.2 | Sello del pistón | A fabricar | 4 | 5º |
| 1.3.1 | Base carcasa superior | A fabricar | 4 | 6º |
| 2.1 | Cinta mayor | A fabricar | 4 | 7º |
| 1.1.7 | Tornillo | Comercial-normalizado | 4 | 8º |
| 10 | Pieza inferior | Comercial | 4 | 9º |
| 1.1.5 | Tornillo | Comercial-normalizado | 3 | 10º |
| 1.2.1.2 | Pistón cuerpo | Comercial | 3 | 11º |
| 1.6 | Goma sujeción | A fabricar | 3 | 12º |
| 8 | Pieza superior | Comercial | 3 | 13º |
| 1.1.6 | Rosca | Comercial-normalizado | 2 | 14º |
| 1.1.8 | Arandela | Comercial-normalizado | 2 | 15º |
| 1.1.9 | Rosca | Comercial-normalizado | 2 | 16º |
| 1.1.10 | Tornillo | Comercial-normalizado | 2 | 17º |
| 1.2.4 | Tornillo | Comercial-normalizado | 2 | 18º |
| 1.10 | Tornillo | Comercial-normalizado | 2 | 19º |
| 1.2.3 | Sujeción pistón | Comercial | 2 | 20º |
| 1.8 | Sujeción compresor | A fabricar | 2 | 21º |
| 1.9 | Goma filtro | A fabricar | 2 | 22º |
| 2.3 | Hilo | Comercial | 2 | 23º |
| 9 | Boquilla | Comercial | 2 | 24º |

| | | | | |
|---------|------------------------------|------------|---|-----|
| 11 | Mando manual de nebulización | Comercial | 2 | 25° |
| 12 | Tubo de conexión | Comercial | 2 | 26° |
| 1.5 | Amortiguador | A fabricar | 2 | 27° |
| 2.2 | Cinta menor | A fabricar | 2 | 28° |
| 3.1 | Cinta regulación | A fabricar | 2 | 29° |
| 4.1 | Cinta asa | A fabricar | 2 | 30° |
| 5 | Tapa carcasa | A fabricar | 2 | 31° |
| 13 | Mascarilla | A fabricar | 2 | 32° |
| 1.1.4 | Goma compresor | A fabricar | 1 | 33° |
| 1.3.2 | Soporte lateral | A fabricar | 1 | 34° |
| 1.3.3 | Asa | A fabricar | 1 | 35° |
| 1.7 | Goma de apoyo | A fabricar | 1 | 36° |
| 15 | Envase | A fabricar | 1 | 37° |
| 1.2.1.1 | Recubrimiento | Comercial | 1 | 38° |
| 1.11 | Hélice | Comercial | 1 | 39° |
| 3.2 | Hilo | Comercial | 1 | 40° |
| 4.2 | Hilo | Comercial | 1 | 41° |
| 6 | Filtro | Comercial | 1 | 42° |
| 7 | Selector de velocidad | Comercial | 1 | 43° |
| 14 | Cable de alimentación | Comercial | 1 | 44° |

Tabla 11: Tabla de prioridades. Fuente: Elaboración propia.

13 MEDICIONES REALIZADAS EN EL TALLER

13.1 MEDICIONES ACÚSTICAS

En este apartado se exponen las mediciones realizadas en el taller, así como también fotografías del proceso seguido al realizar las diversas pruebas.

Las pruebas acústicas se realizaron con un sonómetro “Brüel & Kjær tipo 2215”, del departamento de Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras de la universidad, probando distintas escalas y variando la distancia y frecuencia percibida.

Las mediciones se han obtenido en modo “slow” para mostrar los datos obtenidos sin producir picos, es decir, los cambios se producen de forma más suave y constante.

Se considera que el umbral a partir del que una persona empieza a sentir cierta incomodidad con el ruido es a 35 dB, por lo que veremos en cuánto se supera esta medida.

El sonido ambiente que captó el sonómetro en la sala donde se realizó la prueba marcaba un sonido ambiente de 27-28 dB(A), en frecuencia 1 kHz.

La escala A registra lo que percibe una persona, en cambio la escala C registra más los graves.



Figura 125: Sonómetro “Brüel & Kjær tipo 2215”. Fuente: Elaboración propia.

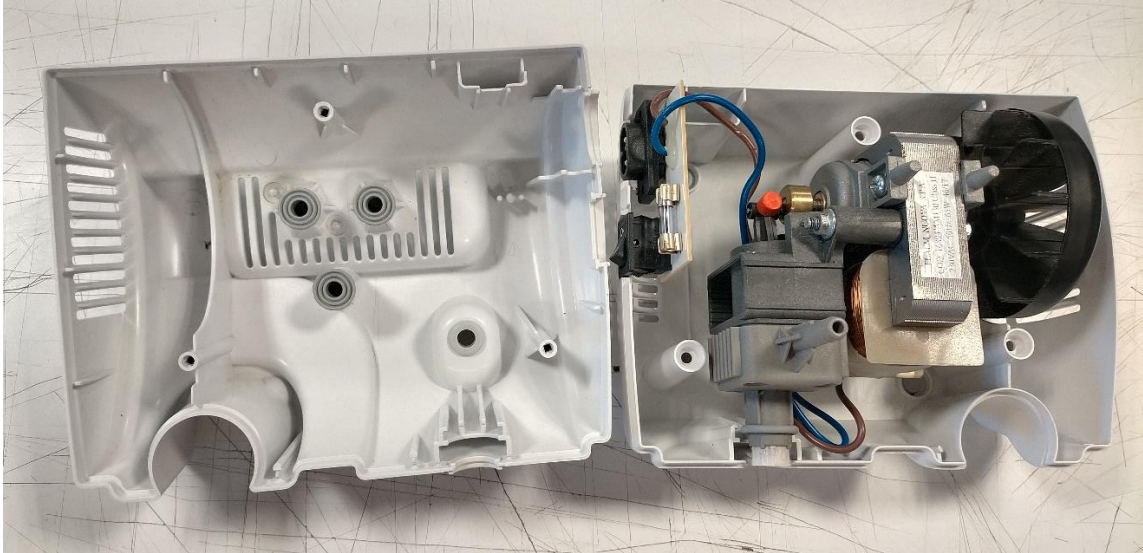


Figura 126: Nebulizador sin modificar ningún aspecto. Fuente: Elaboración propia.

Las primeras pruebas se realizan sin alterar ningún elemento del nebulizador para analizar su estado original.

La primera prueba realizada a una distancia de 25 cm del foco sonoro, a octava A (dB(A)) y frecuencia de 1 kHz el sonómetro marcaba un valor de 61 dB(A).

Manteniendo estas variables, pero modificando la frecuencia que registraba el sonómetro hasta en tres ocasiones, se obtuvieron los siguientes resultados:

- Frecuencia de 9 kHz: 62 dB(A)
- Frecuencia de 63 Hz: 63 dB(A)
- Frecuencia de 250 Hz: 64 dB(A)

Seguidamente, se utilizó la escala C a una distancia de 25 cm y frecuencia de 1 kHz. El valor obtenido fue de 64 dB(C).

Una vez realizadas las pruebas a 25 cm del nebulizador, se modificó la distancia a la que se registraba el sonido alejando el sonómetro lo máximo posible que permitía el tubo de conexión que unía la mascarilla con el compresor, distancia máxima a la que podría ubicarse el paciente en el momento de usar el nebulizador. Esta distancia es de 1 metro.

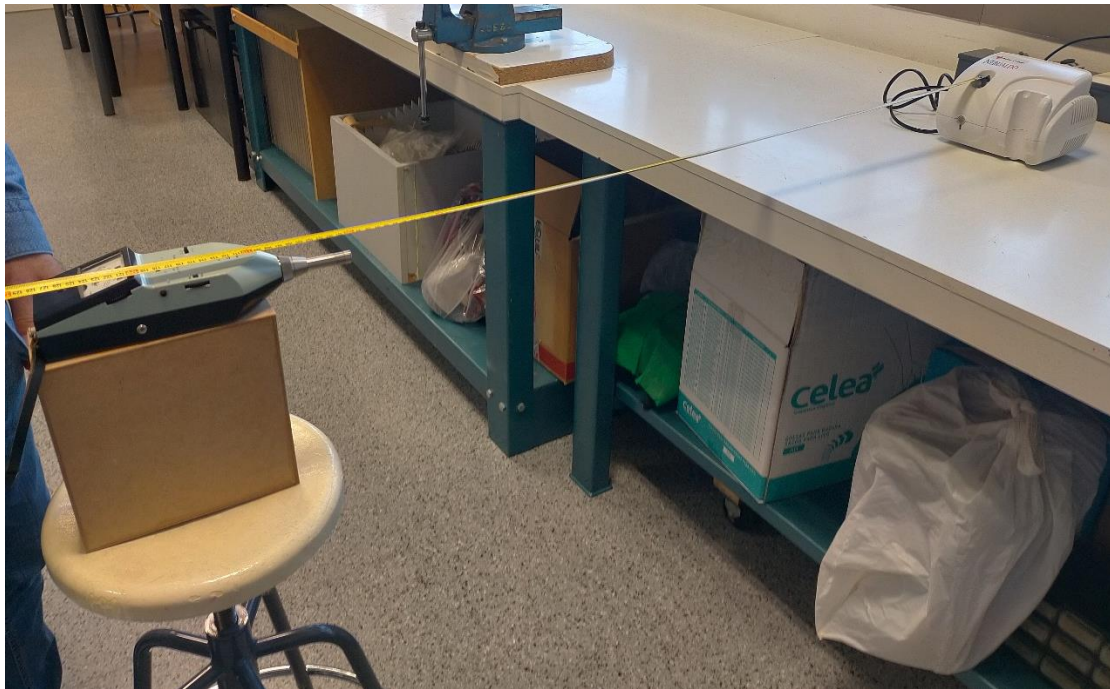


Figura 127: El sonómetro ubicado a 1 m del nebulizador. Fuente: Elaboración propia.

- Con escala A y frecuencia 1 kHz: 50 dB(A)
- Con escala C y frecuencia 1 kHz: 56 dB(C)



Figura 128: Sonómetro con escala A y frecuencia 1kHz captando 50 dB(A) a 1 m de distancia del nebulizador. Fuente: Elaboración propia.



Figura 129: Sonómetro con escala C y frecuencia 1kHz captando 56 dB(C) a 1 m de distancia del nebulizador.
Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se realizó una prueba sin la carcasa, solamente con los componentes internos usando de apoyo las gomas de sujeción encima de la mesa de trabajo.

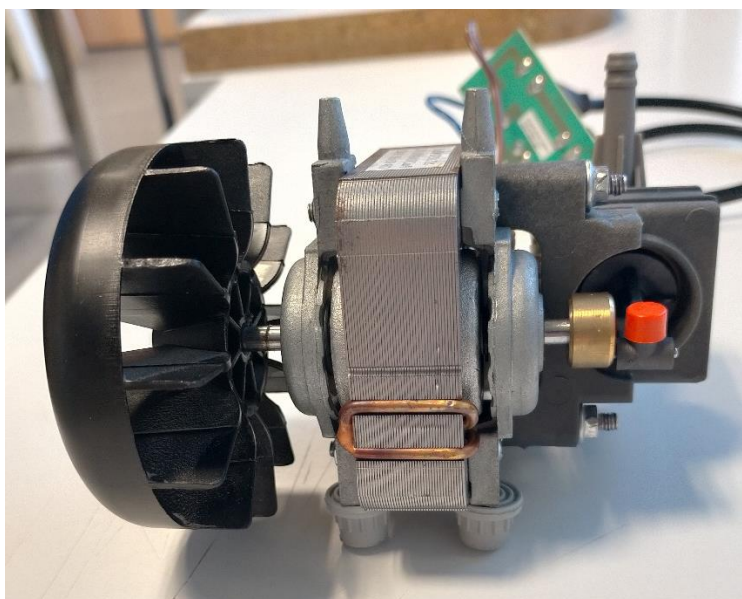


Figura 130: Componentes internos apoyados en las gomas de sujeción. Fuente: Elaboración propia.

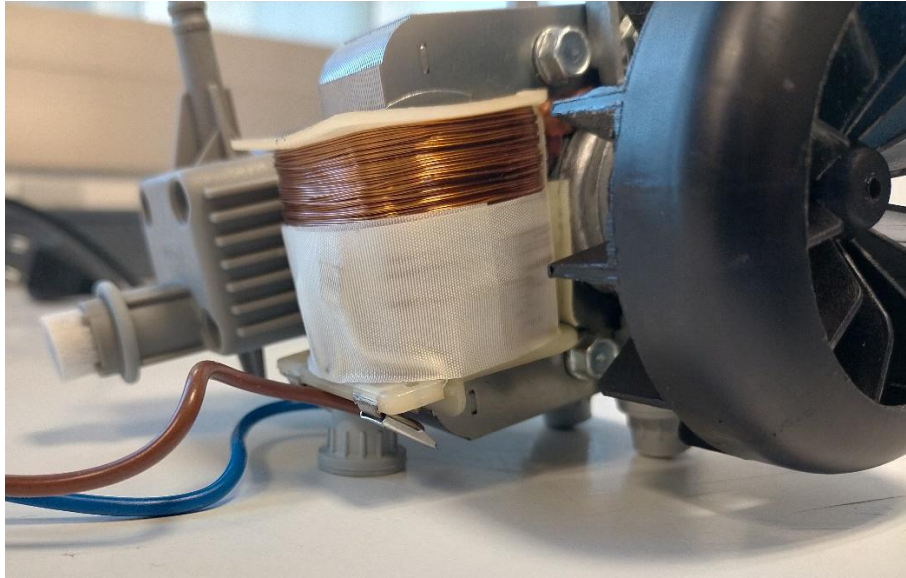


Figura 131: Componentes internos apoyados en las gomas de sujeción, parte trasera. Fuente: Elaboración propia.



Figura 132: Sonómetro a escala A y frecuencia 1kHz captando 64 dB(A) a 1 m de distancia del nebulizador sin la carcasa. Fuente: Elaboración propia.

El resultado obtenido en estas condiciones en escala A fue de 64 dB(A).

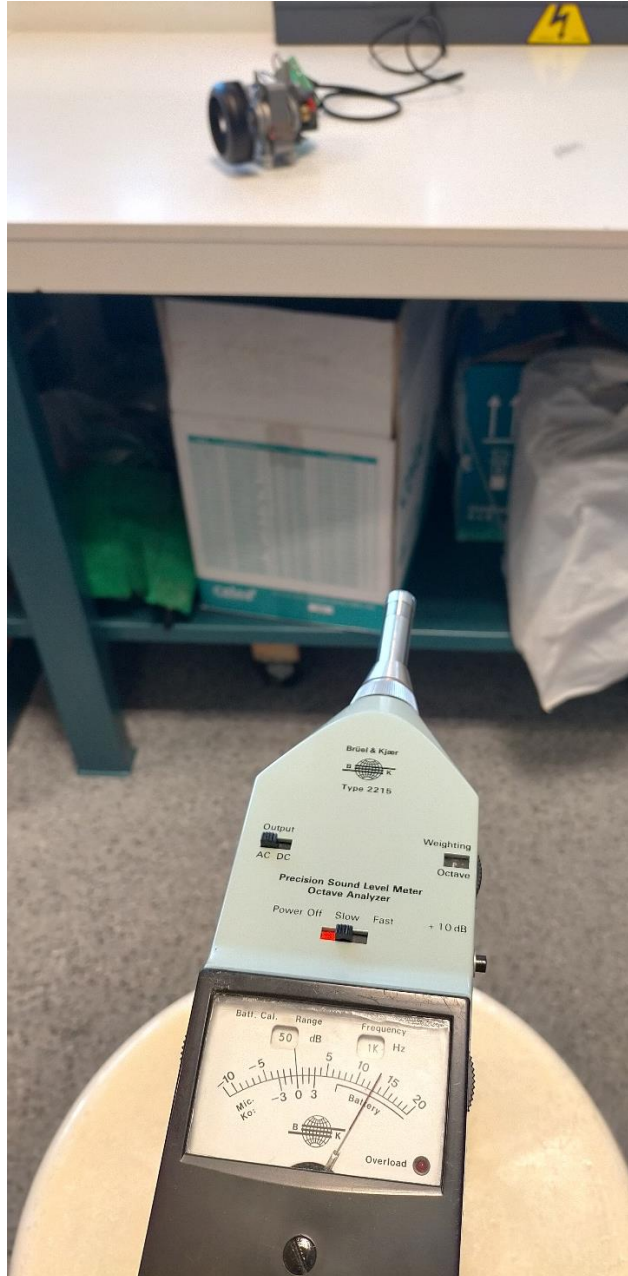


Figura 133: Sonómetro a escala C y frecuencia 1kHz captando 63 dB(C) a 1 m de distancia del nebulizador sin la carcasa. Fuente: Elaboración propia.

El resultado obtenido en estas condiciones en escala C fue de 63 dB(C).

La siguiente prueba consistía en realizar el mismo procedimiento anterior, pero sustituyendo las gomas de sujeción por muelles para comprobar si absorbían las vibraciones producidas por el motor y así disminuía el ruido total.



Figura 134: Muelle. Fuente: Elaboración propia.

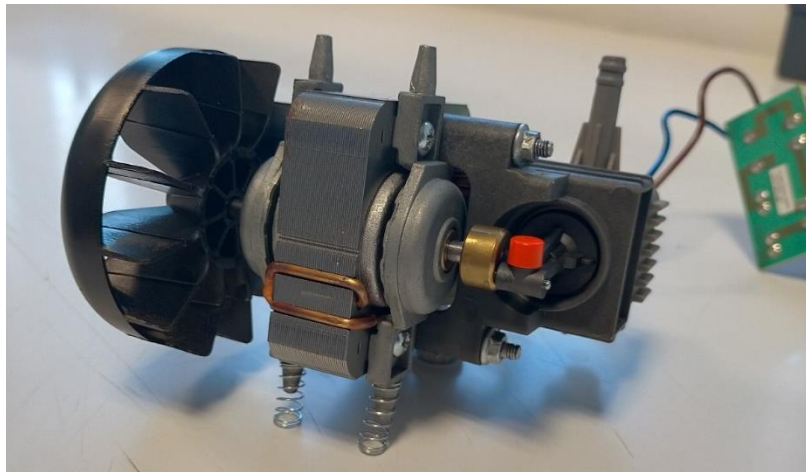


Figura 135: Los componentes internos apoyados sobre muelles. Fuente: Elaboración propia.

Pero al no tener ningún tipo de soporte que mantuviera el extremo del muelle fijo se desestabilizó y hubo de colocarse en el interior de la carcasa inferior para intentar conseguir realizar esta prueba. Hubo de extraerse la hélice dado que al ser más inestable la base de los componentes internos, debido al uso de los muelles, esta chocaba con la carcasa e impedía la realización de la prueba.

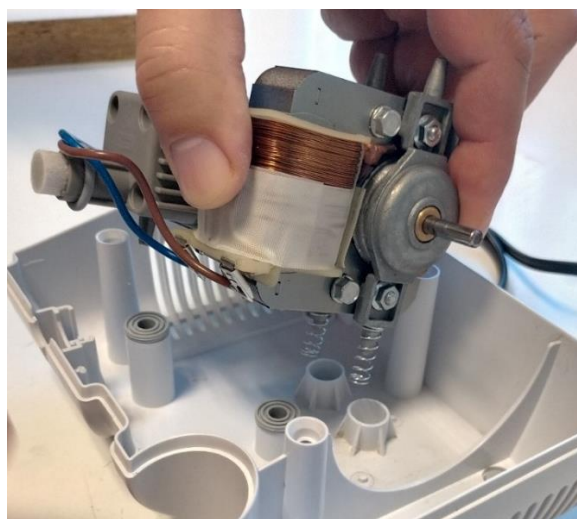


Figura 136: Introduciendo los componentes internos apoyados sobre muelles en la carcasa inferior. Fuente: Elaboración propia.

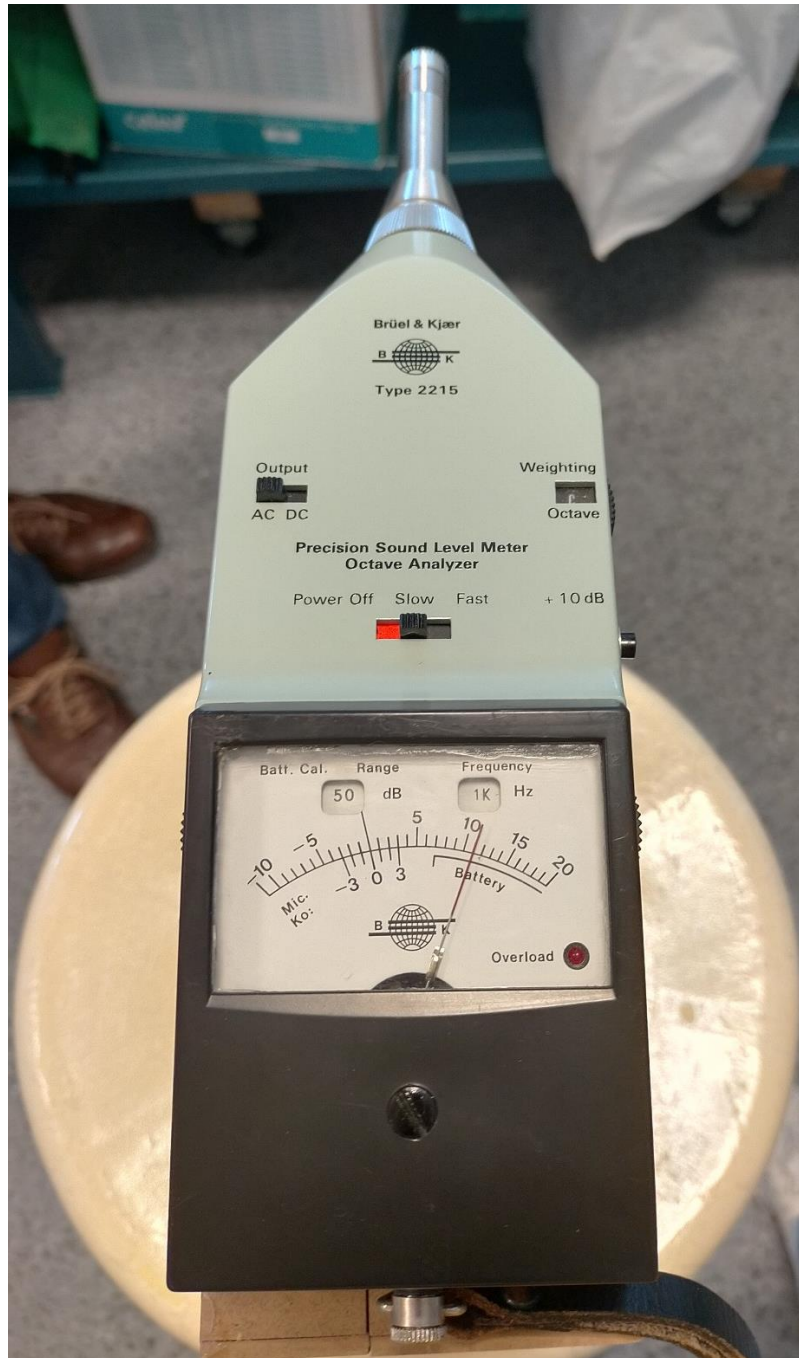


Figura 137: El sonómetro registrando a 1 m el nebulizador apoyado en muelles dentro de la carcasa inferior en escala C cuyo resultado fue de 61 dB(C). Fuente: Elaboración propia.

El resultado obtenido en escala C fue de 61 dB(C).

Después se realizó la misma prueba, pero sustituyendo los muelles por las gomas de sujeción para ver si había algún cambio notable.

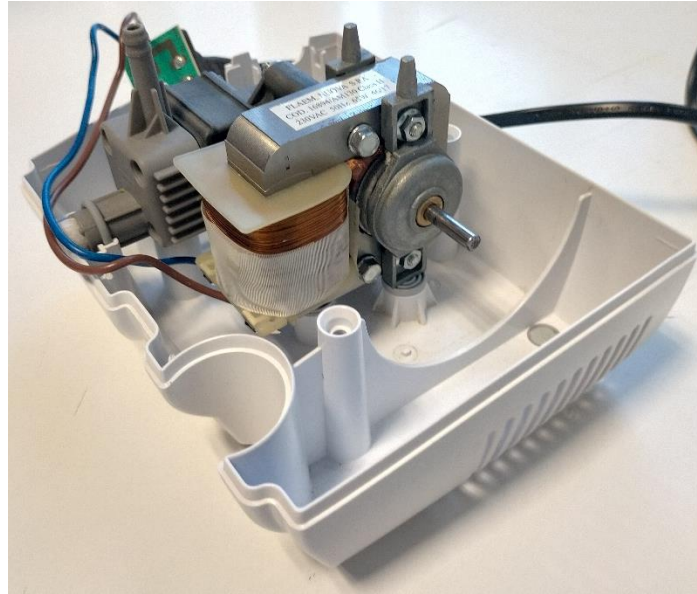


Figura 138: Componentes internos apoyados en las gomas de sujeción en el interior de la carcasa inferior sin la hélice. Fuente: Elaboración propia.

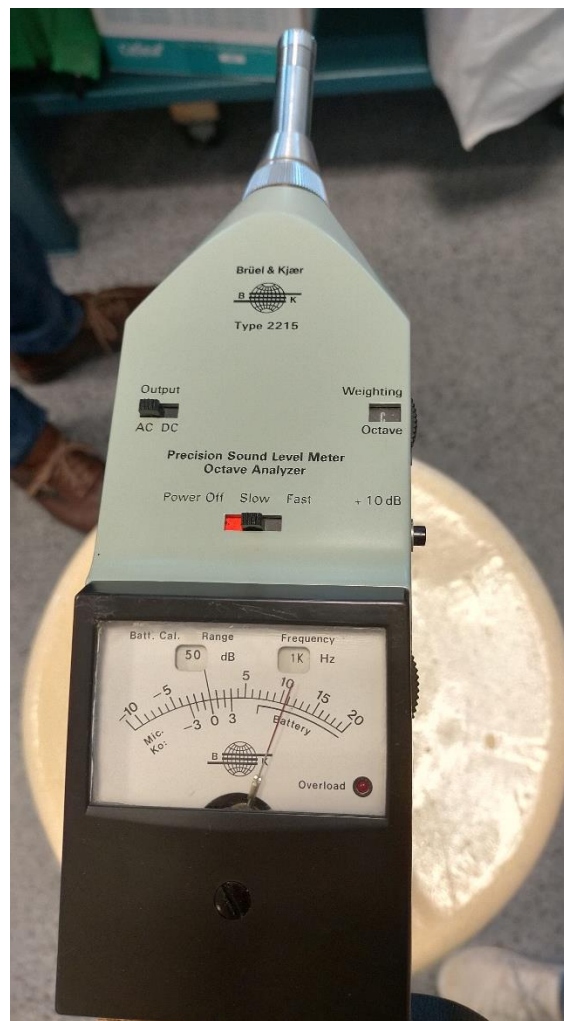


Figura 139: Sonómetro registrando los componentes internos apoyados sobre las gomas de sujeción en escala C dando un resultado de 61 dB(C). Fuente: Elaboración propia.

El resultado obtenido en escala C fue de 61 dB(C).

A continuación, se introdujo un fieltro adhesivo distribuido por toda la superficie interior de la carcasa a modo de aislante acústico para comprobar si había una disminución de decibelios.



Figura 140; Filtro adhesivo. Fuente: Elaboración propia.

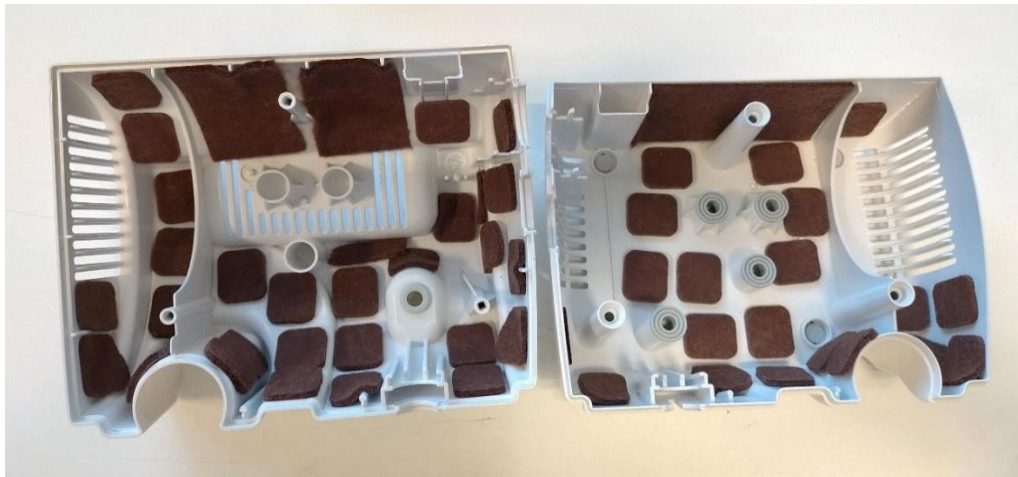


Figura 141; Carcasa con el interior forrado de fieltro adhesivo. Fuente: Elaboración propia.

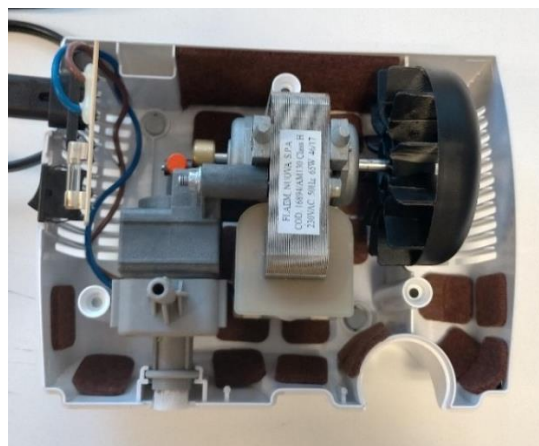


Figura 142; Componentes internos ubicados en el interior de la carcasa inferior forrada con fieltro adhesivo. Fuente: Elaboración propia.



Figura 143: Sonómetro midiendo el nebulizador con el aislante de fieltro marcando 52 dB(A) en escala A. Fuente: Elaboración propia.

El resultado que se obtuvo en escala A con la carcasa cerrada y forrada de fieltro adhesivo en su interior fue de 52 dB(A).



Figura 144: Sonómetro midiendo el nebulizador con el aislante de fieltro marcando 58 dB(C) en escala C. Fuente: Elaboración propia.

El resultado que se obtuvo en escala C con la carcasa cerrada y forrada de fieltro adhesivo en su interior fue de 56 dB(C).

Otra prueba realizada fue la de introducir arandelas de nylon entre el motor y el tornillo que sujeta la estructura del pistón y entre la estructura del pistón y el motor. De esta forma se pretendía evitar que se transmitieran vibraciones y calor del motor al resto de la estructura, reduciendo así el ruido emitido.



Figura 145: Arandela de nylon. Fuente: Elaboración propia.

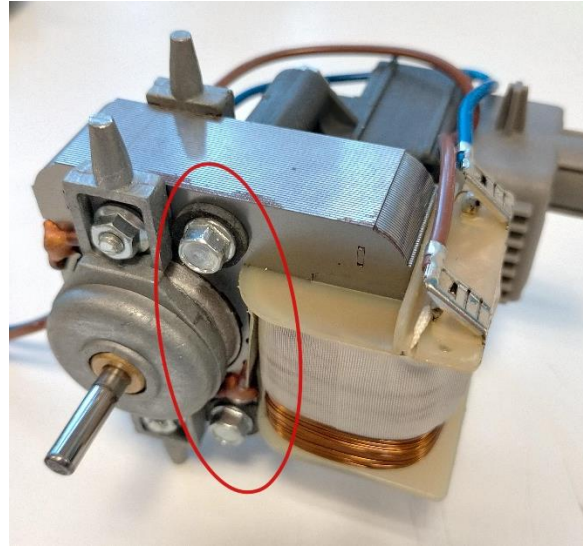


Figura 146: Componentes internos con las arandelas de nylon, vista de perfil. Fuente: Elaboración propia.

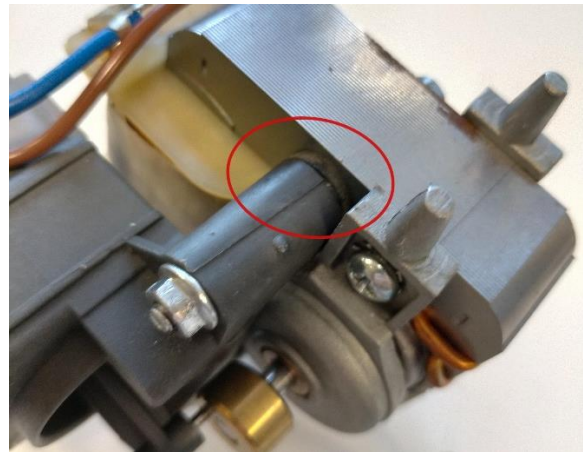


Figura 147: Componentes internos con las arandelas de nylon, vista inferior. Fuente: Elaboración propia.



Figura 148: Componentes internos con las arandelas de nylon, vista superior. Fuente: Elaboración propia.



Figura 149: Sonómetro midiendo el nebulizador con la carcasa cerrada y arandelas de nylon en los componentes internos dando un resultado en escala A de 54 dB(A). Fuente: Elaboración propia.

El resultado obtenido por el sonómetro a distancia de 1 m y escala A a frecuencia 1 kHz es de 54 dB(A).

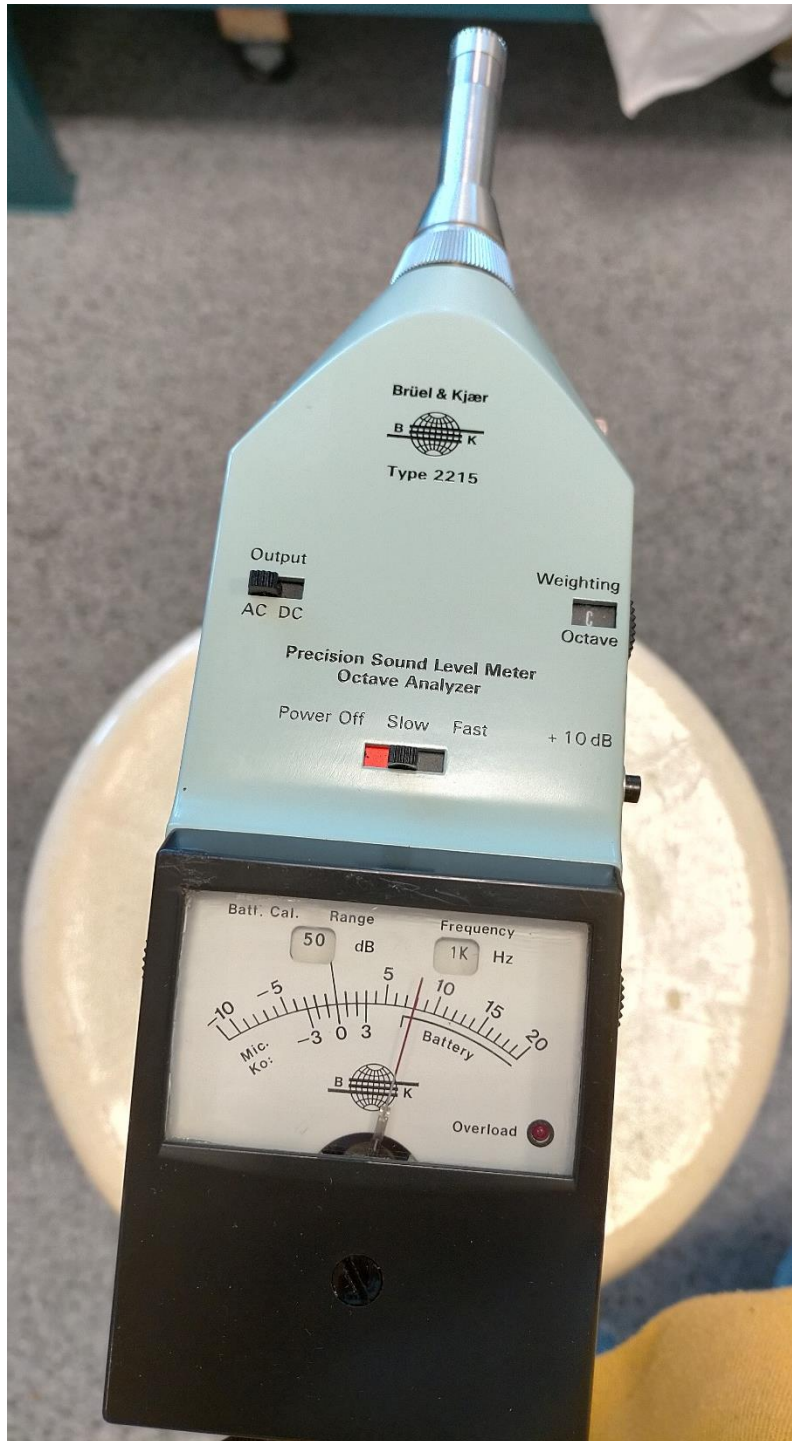


Figura 150: Sonómetro midiendo el nebulizador con la carcasa cerrada y arandelas de nylon en los componentes internos dando un resultado en escala C de 58 dB(C). Fuente: Elaboración propia.

El resultado obtenido por el sonómetro a distancia de 1 m y escala C a frecuencia 1 kHz es de 58 dB(C).

Por lo tanto, se deduce que las arandelas no modifican la cantidad de decibelios que emite el nebulizador.

Otra prueba realizada fue con fieltro, pero en este caso uno de mayor tamaño, de este modo se recubre la superficie de forma más uniforme y se espera que también absorba mayor cantidad de ruido.



Figura 151: Fieltro adhesivo de mayor tamaño. Fuente: Elaboración propia.

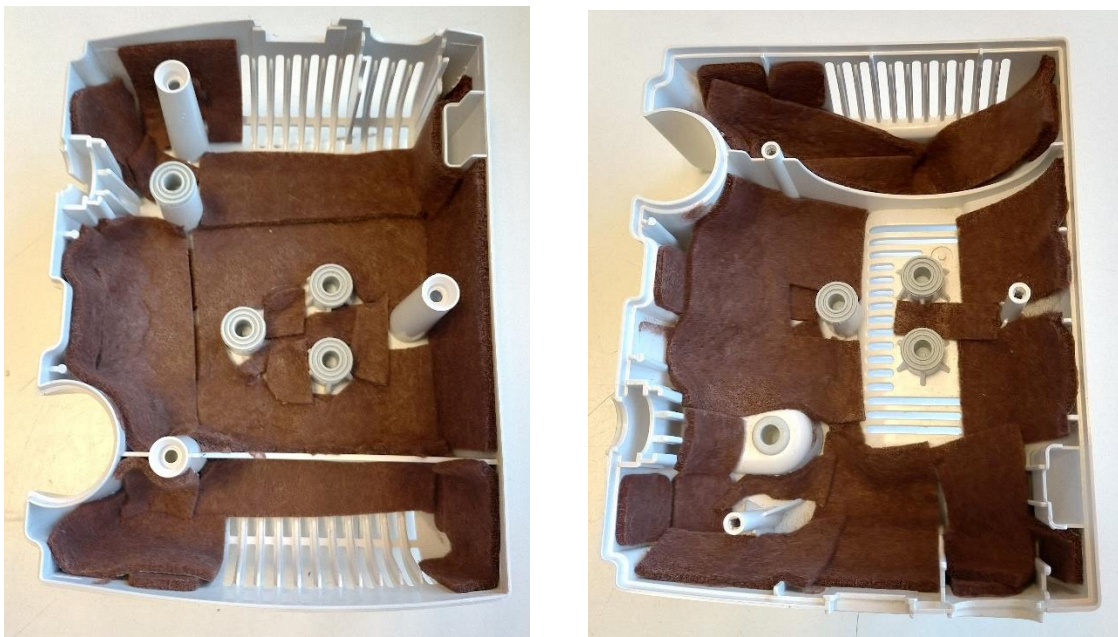


Figura 152: Carcasa con el interior forrado de fieltro adhesivo de mayor tamaño. Fuente: Elaboración propia.

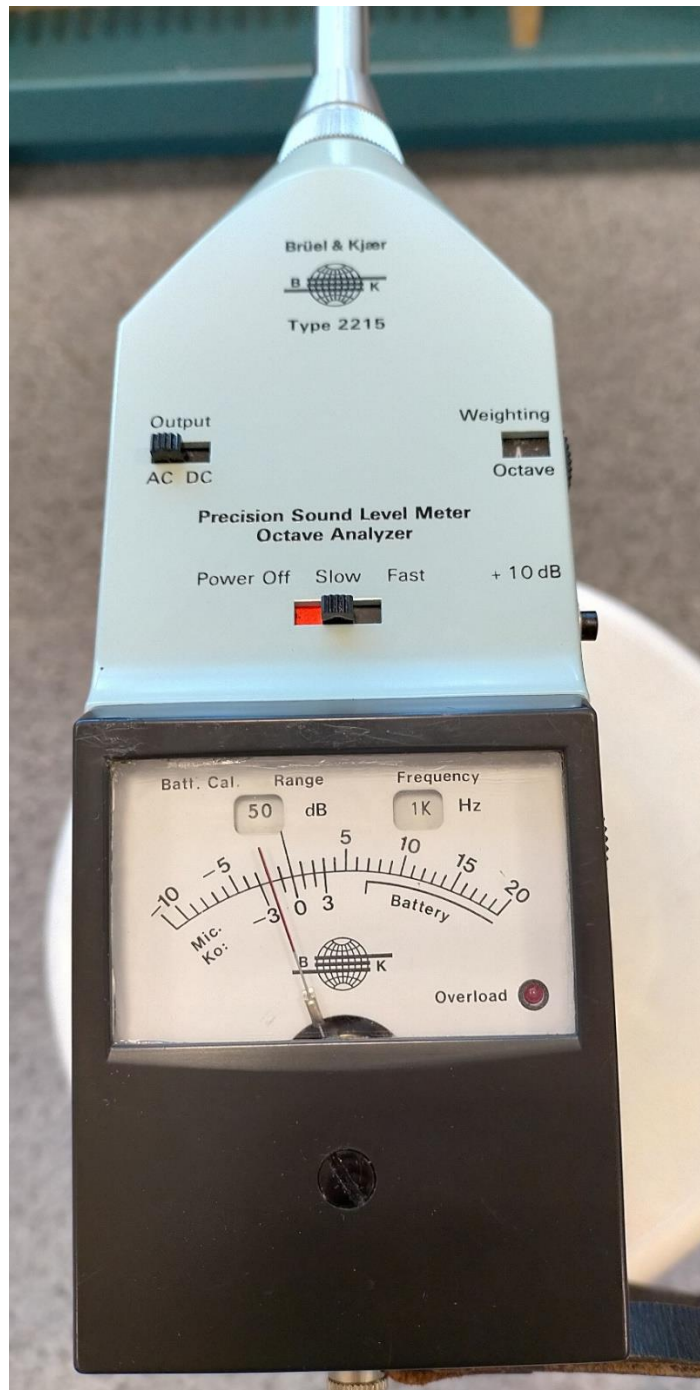


Figura 153: Sonómetro midiendo el nebulizador con el aislante de fieltro de mayor tamaño marcando 48 dB(A) en escala A. Fuente: Elaboración propia.

El resultado que se obtuvo en escala A con la carcasa cerrada y forrada de fieltro adhesivo de mayor tamaño en su interior fue de 48 dB(A).



Figura 154: Sonómetro midiendo el nebulizador con el aislante de fieltro de mayor tamaño marcando 55 dB(C) en escala C. Fuente: Elaboración propia.

El resultado obtenido por el sonómetro a distancia de 1 m y escala C a frecuencia 1 kHz es de 55 dB(C).

Por último, se realizó una prueba introduciendo el nebulizador en una caja para simular la amortiguación que produciría el envase. La caja utilizada era de unas dimensiones superiores a las que tendría el envase, por lo que se ubicaron en su interior dos trozos de cartón a modo de simular que el tamaño de la caja es menor. La caja no se cerró para simular las aberturas laterales para la ventilación que deberá tener el envase final. El espesor del cartón era de 1 mm.



Figura 155: El espesor de la caja. Fuente: Elaboración propia.



Figura 156: La caja utilizada. Fuente: Elaboración propia.



Figura 157: Disposición del nebulizador en el interior de la caja. Fuente: Elaboración propia.



Figura 158: Sonómetro midiendo el nebulizador en el interior de la caja marcando 45 dB(A) en escala A. Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se muestra una tabla donde se recogen los datos obtenidos:

| | Frecuencia | Distancia | Escala | Decibelios (dB) |
|--|------------|-----------|--------|-----------------|
| Sin modificar | 1 kHz | 25 cm | A | 61 |
| | 9 kHz | 25 cm | A | 62 |
| | 63 Hz | 25 cm | A | 63 |
| | 250 Hz | 25 cm | A | 64 |
| | 1 kHz | 25 cm | C | 64 |
| | 1 kHz | 1 m | A | 50 |
| | 1 kHz | 1 m | C | 56 |
| Sin carcasa, solo apoyado en gomas de sujeción | 1 kHz | 1 m | A | 64 |
| | 1 kHz | 1 m | C | 63 |
| Apoyado en muelles, en carcasa inferior | 1 kHz | 1 m | C | 61 |
| Apoyado en las gomas de apoyo, en carcasa inferior | 1 kHz | 1 m | C | 61 |
| Fieltro, con huecos | 1 kHz | 1 m | A | 52 |
| | 1 kHz | 1 m | C | 58 |
| Arandelas de nylon | 1 kHz | 1 m | A | 54 |
| | 1 kHz | 1 m | C | 58 |
| Fieltro, sin huecos | 1 kHz | 1 m | A | 48 |
| | 1 kHz | 1 m | C | 55 |
| Caja | 1 kHz | 1 m | A | 45 |

Tabla 12: Datos obtenidos en las pruebas acústicas del taller. Fuente: Elaboración propia.

Con los datos obtenidos se puede concluir que las pruebas de filtro adhesivo de mayor tamaño y la caja son las que mayor reducción de ruido consiguen, siendo la diferencia de hasta 5 dB(A).

13.2 MEDICIONES TÉRMICAS

Otro aspecto que se tuvo en cuenta a la hora de realizar pruebas fue el de la ventilación del aparato.

Al abrir la carcasa y poner el motor en marcha se comprobó que el aire salía dispersado hacia los lados en lugar de mantener una dirección lineal para enfriar los componentes internos.

Además, al tener la carcasa tres rejillas de aire, dos en cada lateral y una arriba, el aire entraba por el lateral más próximo al motor y salía por la parte de arriba sin llegar a salir por el otro lateral, por lo que los componentes no se enfriaban.

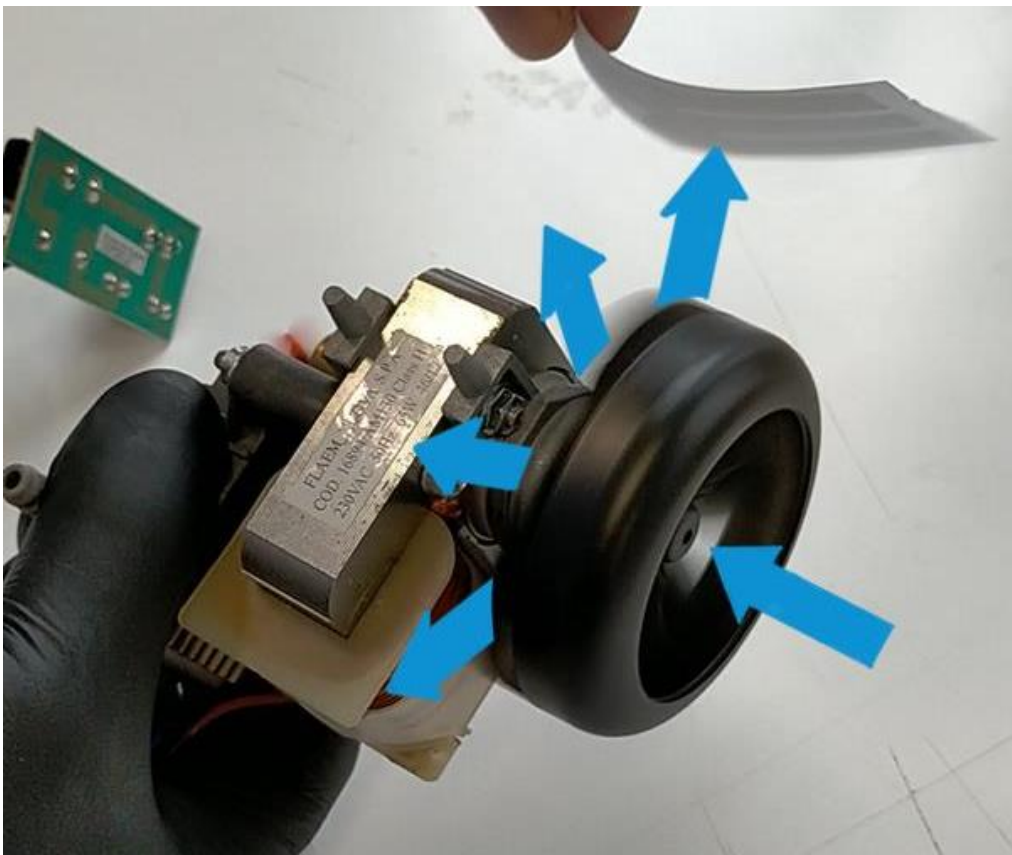


Figura 159: Representación de cómo mueve el aire la hélice original del nebulizador. Fuente: Elaboración propia.

Se dejó en funcionamiento el motor durante 15 minutos para así medir a cuántos grados se encontraban las piezas con la ventilación original una vez transcurrido ese tiempo. El termómetro utilizado es de la marca “Helect”.



Figura 160: Termómetro "Helect". Fuente: Elaboración propia.



Figura 161: El motor marcaba 38,6 °C. Fuente: Elaboración propia.



Figura 162: El apoyo del motor marcaba 40,2 °C. Fuente: Elaboración propia.



Figura 163: El eje del motor marcaba 39,2 °C. Fuente: Elaboración propia.

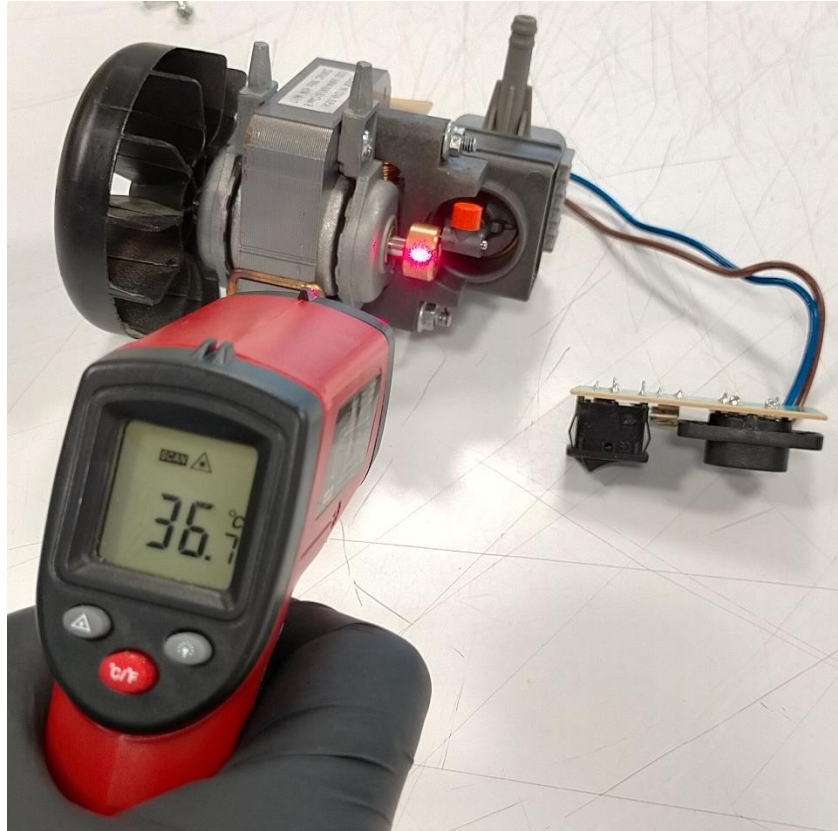


Figura 164: La leva marcaba 36,7 °C. Fuente: Elaboración propia.



Figura 165: La estructura del pistón marcaba 39,8 °C donde se encontraba el tornillo que la une al motor. Fuente: Elaboración propia.



Figura 166: La estructura del pistón marcaba 34,8 °C donde se encontraba el pistón. Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, los datos obtenidos son los siguientes:

| Zona | Temperatura (°C) |
|---|------------------|
| El motor | 38,6 |
| El apoyo del motor | 40,2 |
| El eje del motor | 39,2 |
| La leva | 36,7 |
| La estructura del pistón, zona del tornillo | 39,8 |
| La estructura del pistón, zona del pistón | 34,8 |

Tabla 13: Datos obtenidos con el ventilador original en las pruebas térmicas del taller. Fuente: Elaboración propia.

Para dirigir el aire hacia los componentes internos era necesario cambiar la hélice original por otra cuyas palas estuvieran inclinadas y pudieran empujar el aire de un lateral al otro de la carcasa.

Se realizó la prueba de cambiar la hélice original por una hélice de ordenador.



Figura 167: Hélice de ordenador. Fuente: Elaboración propia.

Para poder utilizar esta hélice era necesario rellenar el hueco con resina para poder realizar un agujero e insertarlo en el eje del motor.



Figura 168: Preparando la resina. Fuente: Elaboración propia.



Figura 169: Llenando el hueco de resina. Fuente: Elaboración propia.



Figura 170: Hueco de la hélice lleno de resina. Fuente: Elaboración propia.

Una vez lleno el hueco de resina se dejó curar hasta que estuvo completamente sólida.



Figura 171: Hélice con la resina curada. Fuente: Elaboración propia.

Con el taladro del taller, marca “Heller” modelo TS30M, se realizó un agujero pasante en la hélice.



Figura 172: El taladro "Heller" modelo TS30M. Fuente: Elaboración propia.

La broca utilizada para realizar el agujero era de diámetro 5 mm.

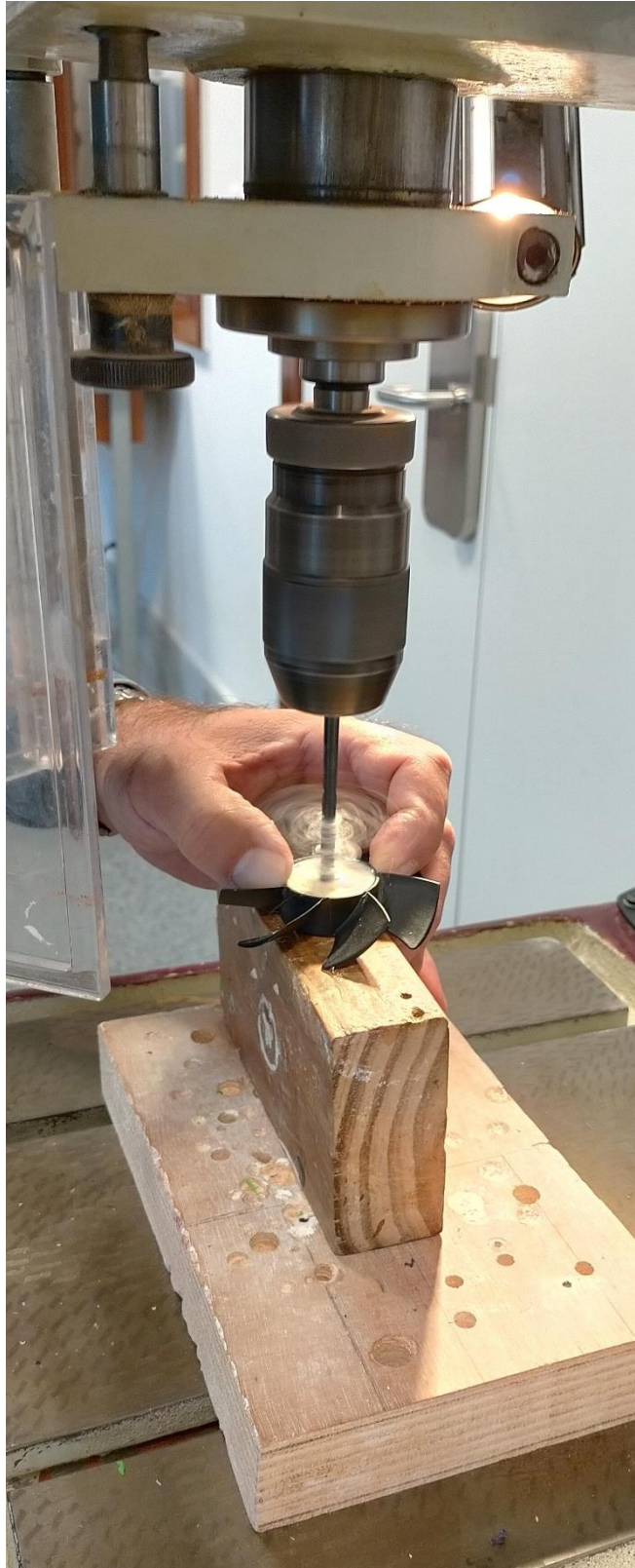


Figura 173: Perforando la resina. Fuente: Elaboración propia.

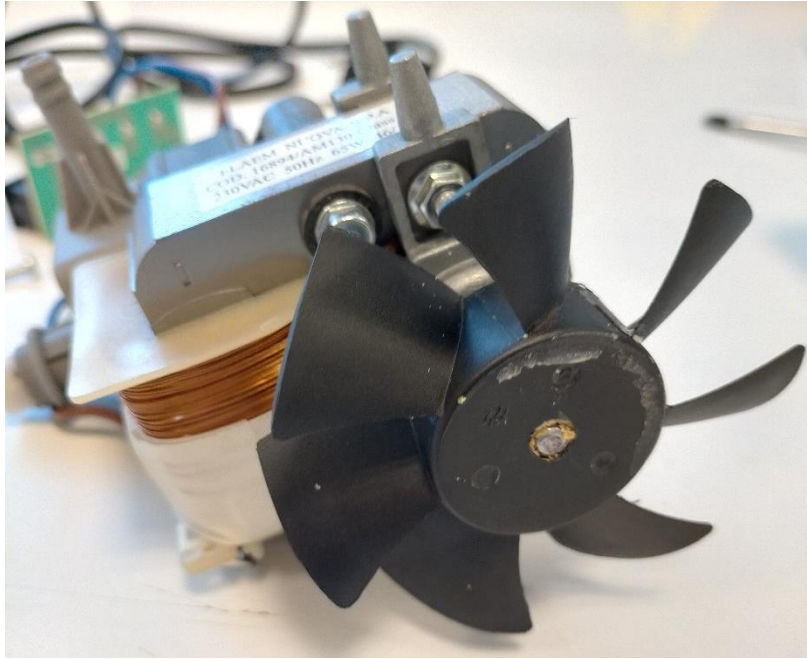


Figura 174: La nueva hélice acoplada al eje del motor. Fuente: Elaboración propia.

Una vez acoplada la hélice al eje del motor se puso en funcionamiento para comprobar hacia dónde iba el aire. Debido a la inclinación de las aspas y por la dirección de giro de la hélice, el aire transcurría linealmente de un lateral de la carcasa al otro.

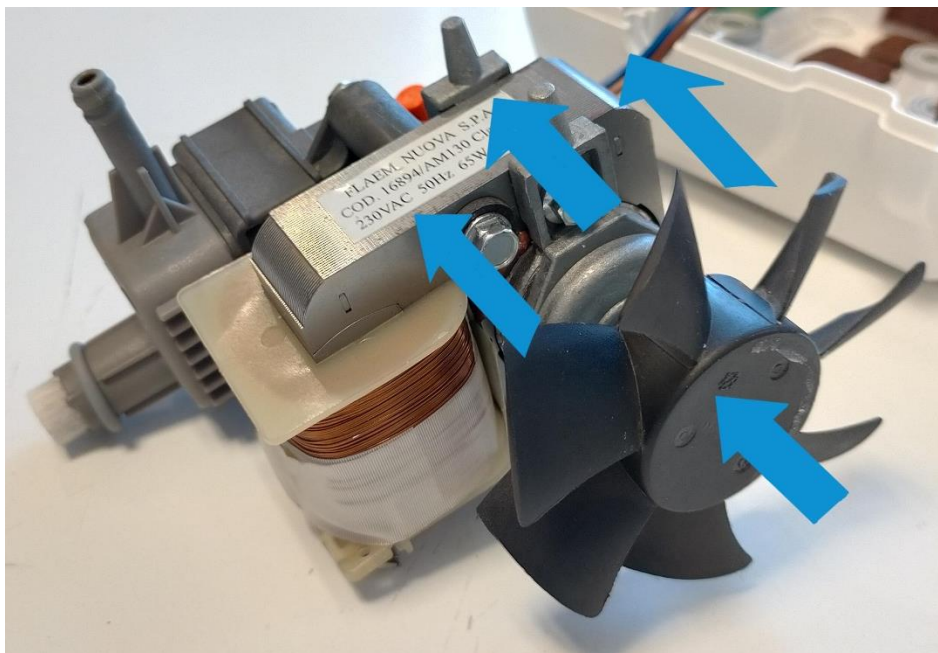


Figura 175: Representación de cómo mueve el aire la hélice nueva. Fuente: Elaboración propia.

Para realizar la prueba térmica a los componentes internos y comprobar si la nueva hélice era más efectiva que la anterior se colapsó con plastilina la salida de aire superior

para que la única salida posible fuera la opuesta a la de entrada y así garantizar el enfriamiento de los elementos internos.



Figura 176: Salida superior de aire tapada con plastilina. Fuente: Elaboración propia.

Después de mantener el motor encendido durante 15 minutos se realizaron las siguientes pruebas térmicas:



Figura 177: El motor marcaba 37,5 °C. Fuente: Elaboración propia.



Figura 178: El apoyo del motor marcaba 38,7 °C. Fuente: Elaboración propia.



Figura 179: El eje del motor marcaba 37,4 °C. Fuente: Elaboración propia.



Figura 180: La leva marcaba 33,7 °C. Fuente: Elaboración propia.

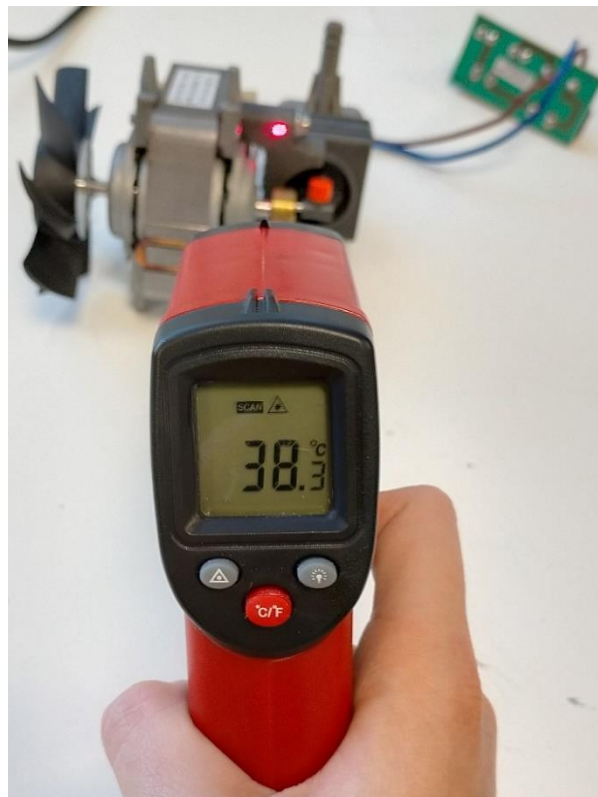


Figura 181: La estructura del pistón marcaba 38,3 °C donde se encontraba el tornillo que la une al motor. Fuente: Elaboración propia.



Figura 182: La estructura del pistón marcaba 33,9 °C donde se encontraba el pistón. Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, los datos obtenidos son los siguientes:

| Zona | Temperatura (°C) |
|---|------------------|
| El motor | 37,5 |
| El apoyo del motor | 38,7 |
| El eje del motor | 37,4 |
| La leva | 33,7 |
| La estructura del pistón, zona del tornillo | 38,3 |
| La estructura del pistón, zona del pistón | 33,9 |

Tabla 14: Datos obtenidos del ventilador nuevo en las pruebas térmicas del taller. Fuente: Elaboración propia.

Con estos datos obtenidos se puede concluir que la nueva hélice sí que reduce en una media de 1,63 °C la temperatura a la que se encuentran los componentes internos mientras

14 SELECCIÓN DE MATERIALES

Los materiales para fabricar el producto se han escogido teniendo en cuenta los factores de diseño para reciclaje, es decir, para facilitar el reciclado del producto una vez acabe su vida útil.

Uno de los objetivos de este proyecto es el de reducir la contaminación acústica que produce el producto al ponerse en funcionamiento, por ello se van a estudiar materiales capaces de satisfacer este requerimiento.

Cada pieza llevará un símbolo que identifique el material del que está hecha, de acuerdo con la norma UNE-EN 50419:2006 de marcado de dispositivos eléctricos, para así facilitar su reciclado.

Se ha buscado que las empresas que proporcionan los materiales se encuentren en Barcelona, dado que la empresa “AldoUnión” está ubicada allí.

- CARCASA (elementos 1.3, 1.4 y 5)

El ruido generado viene dado tanto por la vibración de los componentes internos como por la amortiguación acústica que ejerce el material de la carcasa. Por lo que las características requeridas son:

- Amortiguación acústica
- Amortiguación de vibraciones
- Rigidez
- Resistencia al desgaste
- Inyectable
- Reciclable

Como material para la carcasa se ha escogido la Poliamida 6, de la empresa “Ensinger”, dado que las piezas inyectadas con poliamida 6 se usan ampliamente en el sector de los electrodomésticos, ya que sirve como aislante eléctrico.

Su elasticidad le permite servir como amortiguador y absorber vibraciones o impactos, así como también ondas sonoras, por lo que también absorbe el ruido. Además, es apreciable su resistencia a la rotura y a la flexión.

Es un polímero muy resistente que presenta buena resistencia al desgaste y a la abrasión, sobre todo a superficies rugosas. Presenta fácil mecanizado, alta rigidez y resistencia al choque y a la fatiga, por lo que es ideal para carcasas. Resiste a la deformación térmica dado que su rango de temperatura de uso es de -40 a +100 C.

También presenta una gran resistencia a agentes químicos, por lo que en caso de entrar en contacto con algún fármaco o producto de limpieza no supondría ningún problema para el material. Sin el uso de colorantes, el polímero presenta un color blanco neutro.

Por lo que cumple con los requisitos demandados. A continuación, se muestra una tabla comparativa del material original (ABS) con la Poliamida 6:

Al no saber exactamente los datos del material ABS original se han puesto los intervalos que suele tener.

| COMPARATIVA | | |
|--|------------|------|
| Características | ABS | PA6 |
| Densidad (g/cm ³) | 1,03 a 1,4 | 1,14 |
| Módulo de elasticidad (Young) (GPa) | 1,7 a 2,8 | 3,3 |
| Elongación a la rotura (%) | 3 a 75 | 130 |
| Módulo de flexión (GPa) | 2,1 a 7,6 | 2,9 |
| Resistencia a la flexión (MPa) | 69 a 97 | 100 |
| Temperatura de transformación vítrea (C) | 100 | 45 |
| Resistencia a la tracción (MPa) | 33 a 110 | 79 |
| Módulo de compresión (GPa) | 1,4 | 2,7 |

Tabla 15: Comparativa de características entre el ABS y la PA6. Fuente: Elaboración propia.

Como acabado superficial lleva una pegatina pegada en la parte frontal de la tapa (elemento 5) con el nombre de la empresa y el modelo de nebulizador para evitar así pintar la carcasa y facilitar su reciclaje.

- AMORTIGUADOR ACÚSTICO (elemento 1.5)

En cuanto a la amortiguación acústica de los componentes internos, la mejor forma de aprovechar al máximo el espacio y no aumentar el volumen de la carcasa es colocando un elemento adhesivo que recubra la mayor parte interna de la carcasa para absorber las ondas en toda la superficie posible.

El fieltro es un material no tejido compuesto por la conglomeración de varias capas de fibras de lana unidas mediante vapor y presión.

Resulta ser ecológico y sostenible debido a que, tanto el proceso de obtención de la materia prima como el de fabricación, permiten su reciclaje al ser reutilizable y biodegradable, por lo que su impacto medioambiental es casi nulo.

Es un material ligero y fácilmente moldeable con el uso de calor y humedad, que destaca por sus aplicaciones como aislante térmico o antivibratorio en el sector industrial. También se usa como protección acústica o aislante del medio y presenta buena resistencia al envejecimiento.

El fieltro adhesivo consigue formas muy variadas y complejas, pudiendo trabajarse tan solo con unas tijeras o un cúter, así mismo puede pegarse a otros materiales sin complicaciones.

Por todo ello, se ha escogido el fieltro “SKU fieltro-acrilico-adhesivo”, de la marca “Materials World”, como material de amortiguación acústica por sus propiedades de antivibratorias y de protección acústica además de por su fácil manejabilidad que posibilitará el buen acople del fieltro en el interior de la carcasa del nebulizador.

Se trata de un fieltro hecho de fibras 100% de poliéster sintético elástico, suave al tacto y cuenta con una cara adhesiva. Es de color marrón, de 2 mm de espesor y un ancho de bobina de 40 cm. En las características del material no se especifica la reducción de decibelios, pero dado que en las pruebas realizadas en el taller se utilizaba un fieltro similar puede suponerse que la reducción de decibelios va a ser la misma, es decir, disminuye en 2 dB(A) el ruido producido.

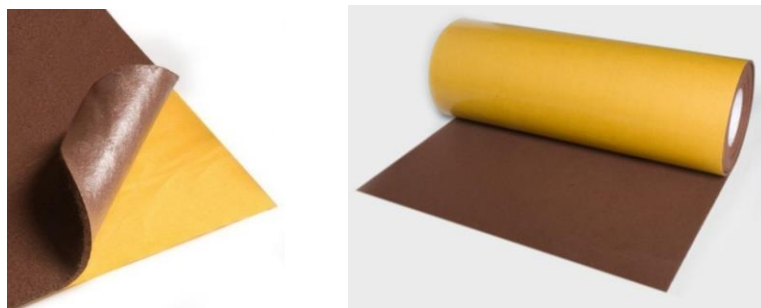


Figura 183: Fieltro adhesivo.

Fuente: https://serveiestacio.com/ca/fieltro-acrilico-adhesivo.html#item_2

- CINTAS (elementos 2.1, 2.2, 3.1 y 4.1)

Para las cintas de sujeción de la mascarilla se requiere un tejido elástico, agradable al tacto, que no cause rozaduras y de un ancho de unos 30 mm para asegurar que la presión que pueda ejercer la cinta de sujeción sobre la cabeza quede mejor repartida y no se concentre en un punto, evitando así que pueda llegar a adormecerse la zona que esté en contacto con la cinta.

También va a usarse el mismo material para la cinta del asa para así unificar materiales.

Se ha escogido la “Cinta elástica Spiral”, de la marca “Spiral” que pertenece a la empresa “Safisa”, como material empleado en los elementos 2.1, 2.2, 3.1 y 4.1 por tener el ancho requerido, ser flexible, resistente y apta para el lavado, en caso de ser necesario tras muchos usos del nebulizador. La composición de este modelo de cinta es de 70% poliéster y 30% látex, disponible en color negro.



Figura 184: Cinta elástica de poliéster.

Fuente: <https://www.amazon.es/Spiral-poli%C3%A9ster-Colecci%C3%B3n-Funcional-presentaci%C3%B3n/dp/B07CMCD88B>

- MASCARILLA, SELLO DEL PISTÓN Y GOMAS (elementos 1.2.2, 1.6, 1.7, 1.8, 1.9 y 13)

La mascarilla original estaba formada por dos materiales: la base de PVC + plastificante y el borde de silicona de color azul. Por lo que, siguiendo el criterio de diseño para el reciclaje, se opta por unificar estos dos materiales en uno.

El sello del pistón original estaba hecho de teflón. Tanto las gomas de sujeción exteriores como interiores originales están hechas de algún tipo de termoplástico.

La mascarilla requiere un material que sea flexible, suave al tacto, resistente al desgaste, impermeable y a poder ser no opaco.

El sello del pistón requiere un material que tenga un coeficiente de fricción bajo y resistencia a altas temperaturas.

Las gomas requieren un material que resista la compresión y sirva como amortiguador de vibraciones.

Con tal de unificar los materiales que forman los elementos nombrados se ha optado por la silicona líquida, dado que reúne todas las características que demanda cada elemento y puede inyectarse.

La silicona líquida ofrece piezas inyectadas muy elásticas, neutras en olor y sabor y resistentes al envejecimiento, la temperatura y productos químicos.

La silicona líquida escogida es la “ELASTOSIL® LR 3003/30 RA/B”, de la empresa “WackerQuímica Ibérica S.A.”, que es un compuesto de dos componentes en forma pastosa que pueden pigmentarse fácilmente con cortos tiempos de curado.

Esta silicona puede utilizarse en un rango de -55 a +210 ° C, aunque para temperaturas de servicio mayores de 180 ° C se recomienda la adición de estabilizadores. Puede usarse tanto en aplicaciones que requieran contacto con la comida como en grado farmacéutico y cuenta con reducido contenido volátil, por lo que es el material idóneo para la mascarilla.

Se emplea como amortiguador de vibraciones, sellos moldeados, juntas y en elementos que necesiten trabajar a compresión, por lo que cumple tanto los requisitos del sello del pistón como de las gomas.

Las características de la silicona escogida se muestran en la siguiente tabla:

| Apariencia | Dureza Shore A | Densidad | Resistencia a tracción | Elongación | Deformación permanente | Resistencia al desgarro |
|--------------|----------------|------------------------|------------------------|------------|------------------------|-------------------------|
| Transparente | 30 | 1,09 g/cm ³ | 7,5 N/mm ² | 600% | 10% | 20 N/mm |

Tabla 16: Características de “ELASTOSIL® LR 3003/30 RA/B”. Fuente: Elaboración propia.

- HÉLICE (elemento 1.11)

Para mejorar la ventilación interna de los componentes es necesario un buen ventilador que dirija el aire de forma horizontal, es decir, que no lo disperse, sino que lo dirija de un lateral de la carcasa al otro.

Por ello, se ha optado por la “hélice AF8”, de la empresa “Anima”, cuyas aspas están extremadamente equilibradas reduciendo así la vibración y el nivel de ruido en hasta 12 dB respecto a otras hélices. El diámetro de esta hélice es de 8 cm, por lo que encaja perfectamente en el nebulizador.



Figura 185: “Hélice AF8”.

Fuente: <http://www.tacens-anima.com/cooling/af8/>

- ENVASE (elementos 15)

Para conseguir una mayor reducción de los niveles de sonido emitidos por el producto, se ha optado por usar el propio envase del nebulizador como una segunda carcasa. De este modo, quien necesite reducir más el ruido puede dejar el nebulizador dentro de la caja mientras lo usa, ya que esto no impide que el producto siga siendo funcional.

El cartón ondulado se forma de combinar capas de papel liso y ondulado superpuestas y unidas con adhesivo. De entre todos los tipos de cartón que hay, el de doble capa o de una onda es el que más se usa dentro de los ondulados por ser el más resistente pero ligero. Está formado por dos capas lisas y una capa ondulada.

Para el envase se ha escogido el cartón, de la empresa “Kartox”, de una onda de grosor 4,5 mm, oscilando entre 3,25 y 4,25 mm, con canal tipo C y gramaje 370 g/m². Disponible en color marrón.

Este tipo de cartón se usa especialmente para embalajes pequeños que no tengan que soportar grandes pesos y para productos que no sean excesivamente frágiles.

En cuanto a la amortiguación, la prueba realizada en el taller con una caja de cartón de 1 mm de espesor consiguió reducir 5 dB(A) el ruido original, por lo que un cartón de 5 mm de espesor puede reducir en más del doble esta cifra.

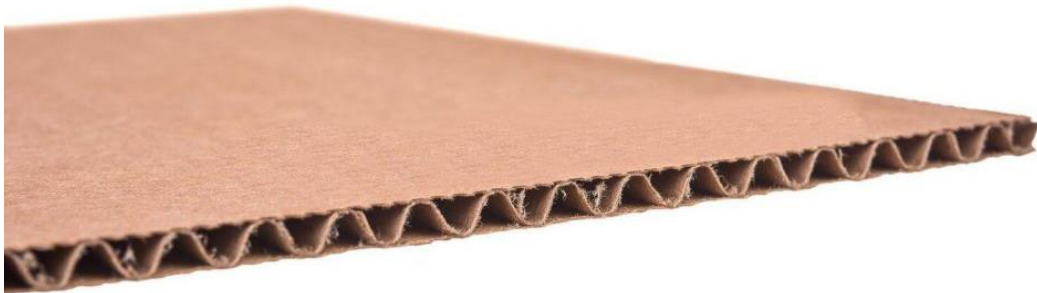


Figura 186: Cartón de una onda.

Fuente: <https://www.cartonajes-malaga.com/es/tipos-carton-ondulado/>

15 REALIZACIÓN DE LA MAQUETA

En este apartado se muestra el proceso seguido en la realización de la maqueta del nebulizador. Las piezas construidas son aquellas cuya forma respecto a la pieza original presenta algún cambio, y aquellas que no formaban parte del nebulizador original y se han incluido en el rediseño. Por lo tanto, las piezas realizadas, a escala 1:1, son: la mascarilla, la cinta de sujeción, la hélice, la carcassa y el envase.

La forma de conseguir realizar las piezas de la forma más precisa posible es mediante la técnica de impresión 3D, dado que reproduce con exactitud el modelo creado por software. Las máquinas de impresión utilizadas son de la marca "BCN3D". Para el envase, se usó una lámina de cartón de una onda de 3 mm de espesor.

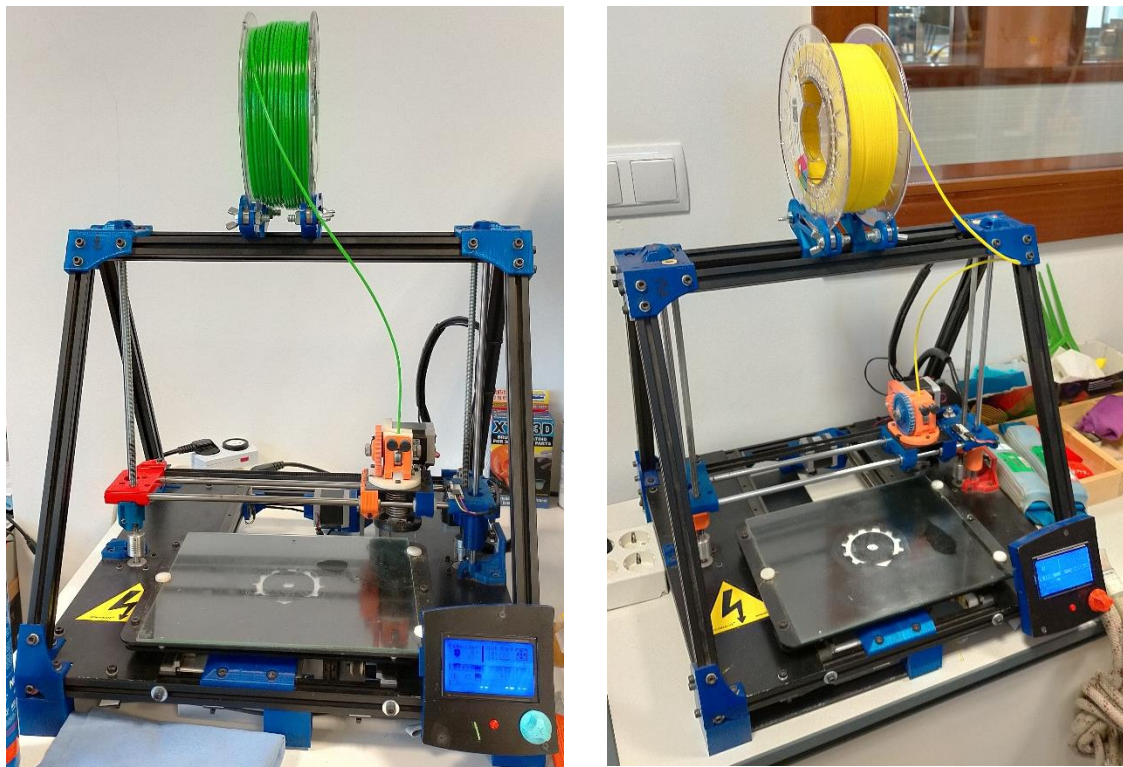


Figura 187: Máquinas de impresión 3D "BCN3D". Fuente: Elaboración propia.

Para la hélice se realizaron dos piezas iguales, ya que al haber de practicarle un agujero con el taladro había riesgo de que no saliese correctamente y hubiera que repetir el proceso.



Figura 188: Realización del agujero en la hélice impresa en 3D con el taladro. Fuente: Elaboración propia.

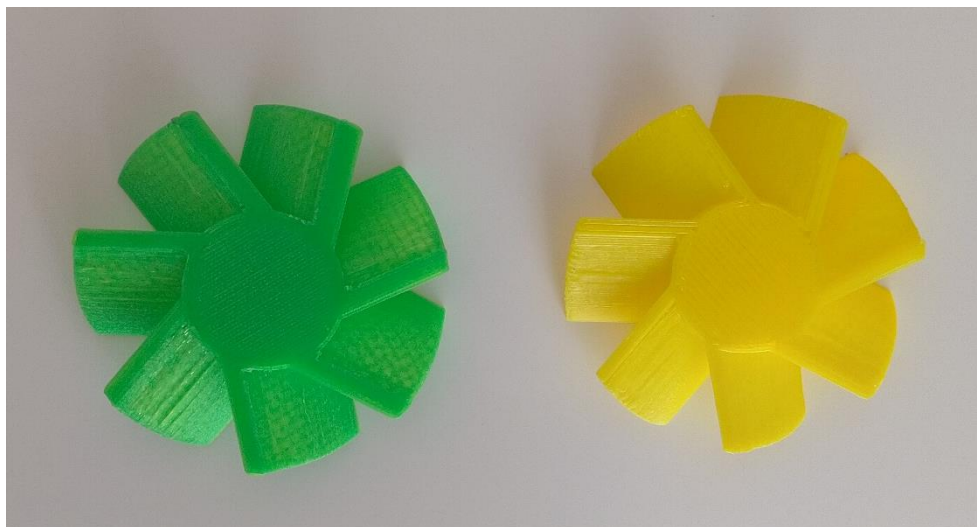


Figura 189: Las hélices impresas en 3D. Fuente: Elaboración propia.

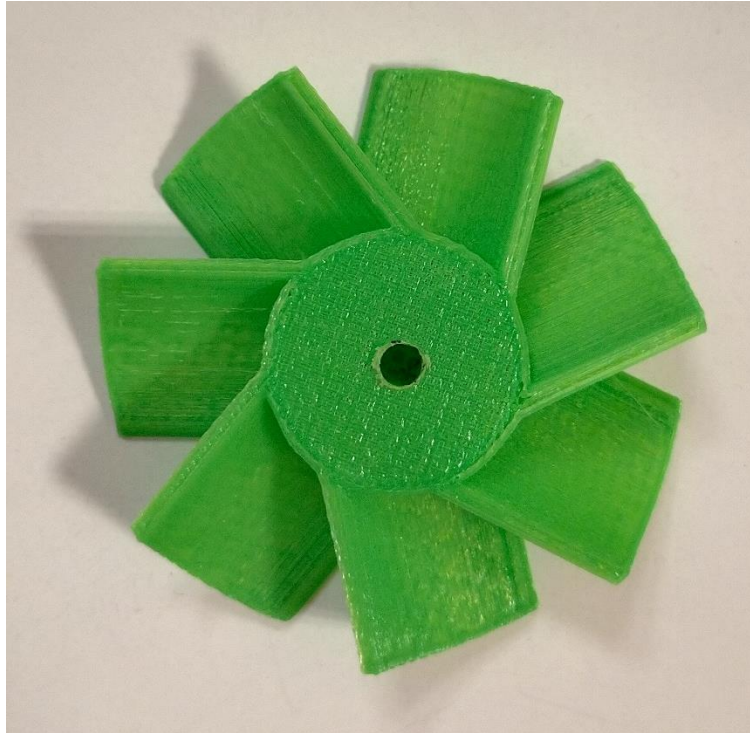


Figura 190: La hélice con el agujero ya realizado. Fuente: Elaboración propia.

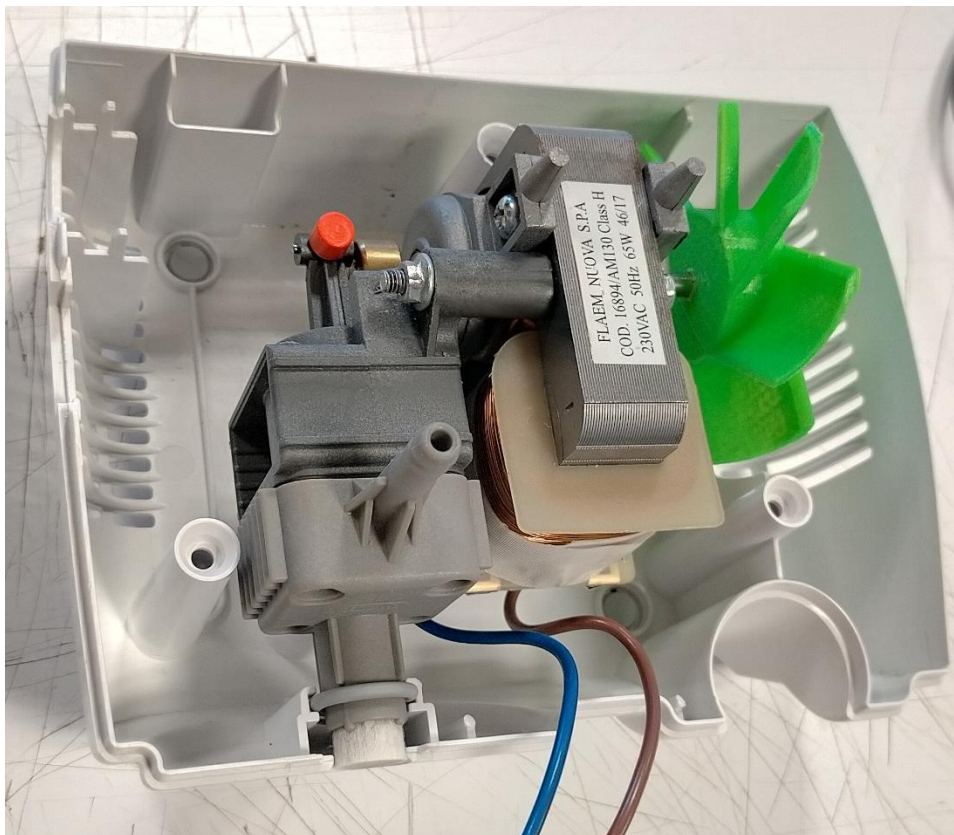


Figura 191: La hélice introducida en el eje del motor. Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la realización de la mascarilla hubo algunos problemas de impresión debido al fino espesor de la pieza y a las ranuras laterales que presenta, por lo que se optó por aumentar su espesor y eliminar las ranuras para poder imprimirla sin fallos.



Figura 192: Diversos intentos de conseguir la mascarilla sin fallos. Fuente: Elaboración propia.

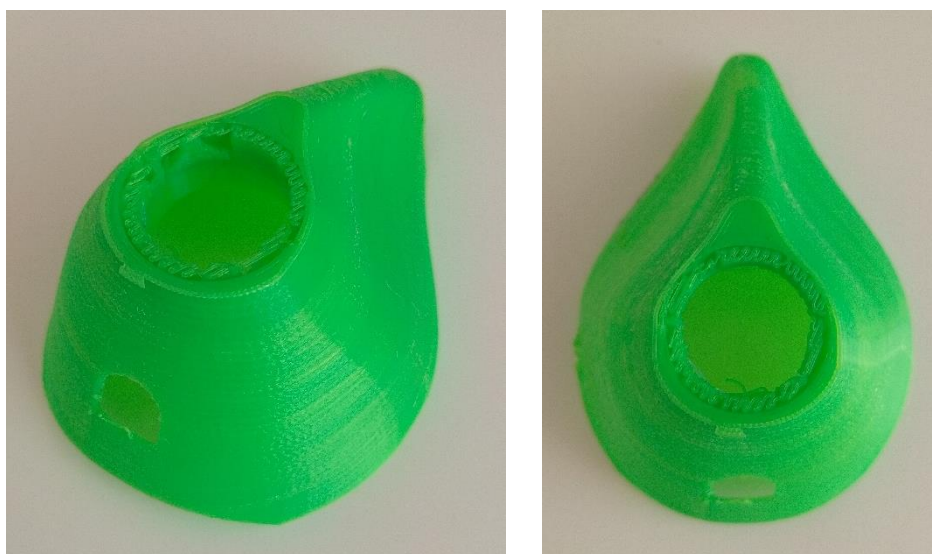


Figura 193: Mascarilla impresa en 3D. Fuente: Elaboración propia.

La cinta de sujeción se realizó cortando en trozos cinta elástica de poliéster a las correspondientes y cosiendo dichos trozos. Está formada por la cinta de sujeción y las dos cintas de regulación que van a cada extremo de la cinta de sujeción.

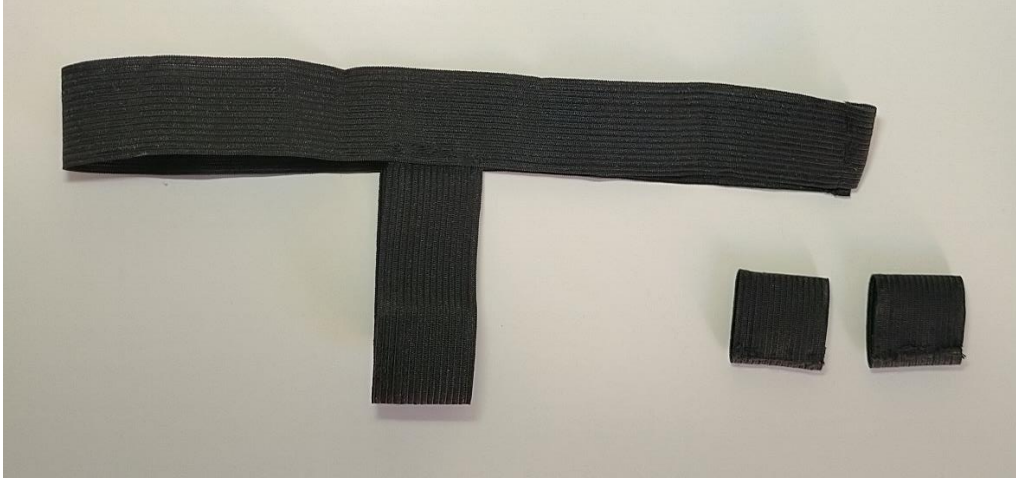


Figura 194: Conjunto de las tres cintas ya cosidas por separado. Fuente: Elaboración propia.



Figura 195: Detalle del remate de uno de los extremos de la cinta de sujeción. Fuente: Elaboración propia.



Figura 196: Cintas de regulación. Fuente: Elaboración propia.



Figura 197: Detalle de la cinta de regulación introducida en la cinta de sujeción. Fuente: Elaboración propia.



Figura 198: Vista desplegada del conjunto de cintas. Fuente: Elaboración propia.



Figura 199: Conjunto de las cintas de sujeción. Fuente: Elaboración propia.

Al no haber podido obtener la mascarilla con las ranuras laterales no se ha podido introducir la cinta de sujeción en ella. Aun así, se han realizado unas fotografías de como quedaría el conjunto de mascarilla y cinta de sujeción.



Figura 200: Vista del conjunto mascarilla y cinta de sujeción. Fuente: Elaboración propia.



Figura 201: Vista ladeada del conjunto mascarilla con cinta de sujeción. Fuente: Elaboración propia.

La carcasa del nebulizador intentó obtenerse con tres piezas simplificadas: carcasa inferior, carcasa superior y tapa de la carcasa. Esto ocasionó diversos problemas y errores en la impresión de la carcasa superior, por lo que se realizó en tres partes: soporte lateral, asa y base. Aun así, la base sufrió un error al imprimirse la parte frontal quedándose sin la parte inferior de la pared delantera. Por lo que ese trozo de la base se imprimió aparte y se unió a la pieza base. El asa también sufrió un error y tuvo que repetirse.

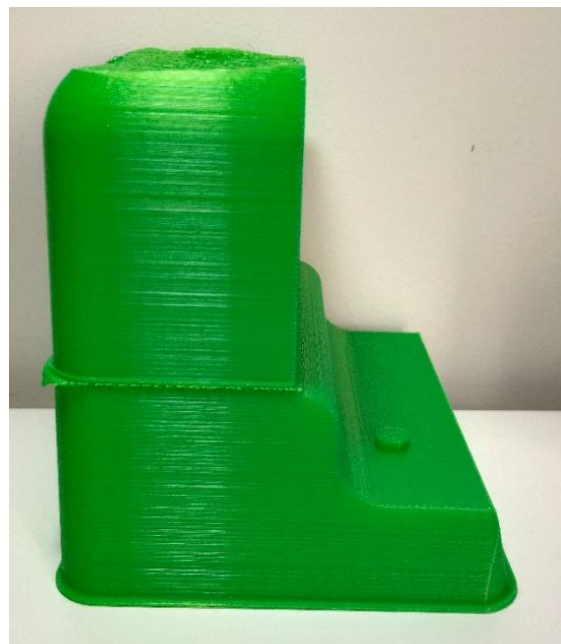


Figura 202: Error de impresión de la carcasa superior. Fuente: Elaboración propia.



Figura 203: Tapa de la carcasa. Fuente: Elaboración propia.



Figura 204: Carcasa inferior. Fuente: Elaboración propia.



Figura 205: Vista de planta de la carcasa inferior. Fuente: Elaboración propia.



Figura 206: Carcasa inferior con las gomas de apoyo. Fuente: Elaboración propia.



Figura 207: Carcasa inferior con gomas vista interior. Fuente: Elaboración propia.

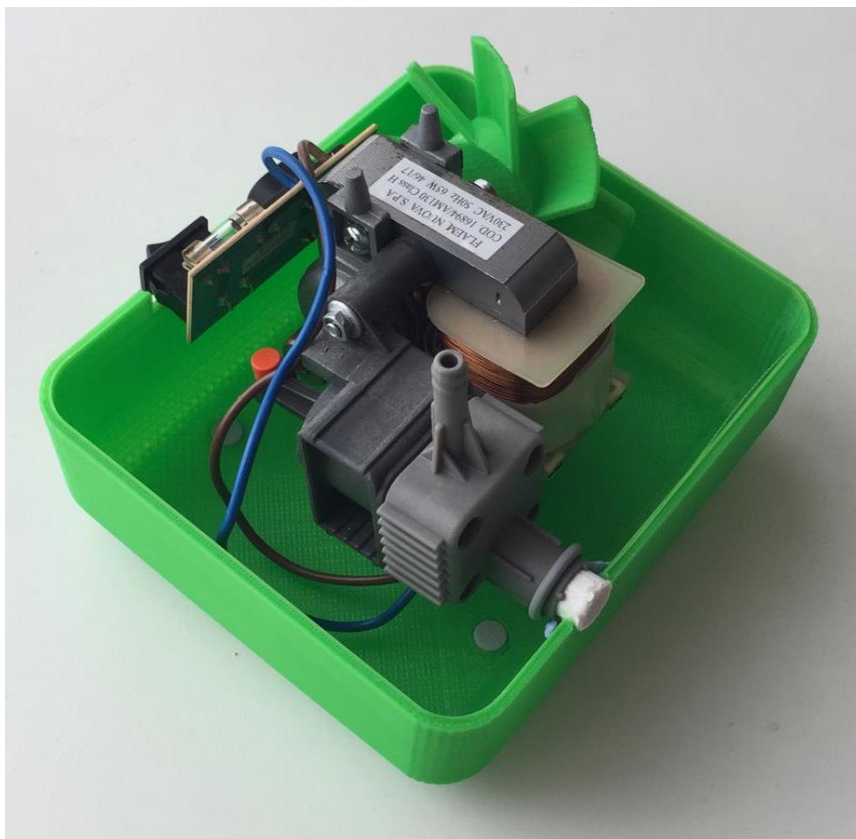


Figura 208: Carcasa inferior con los componentes internos. Fuente: Elaboración propia.

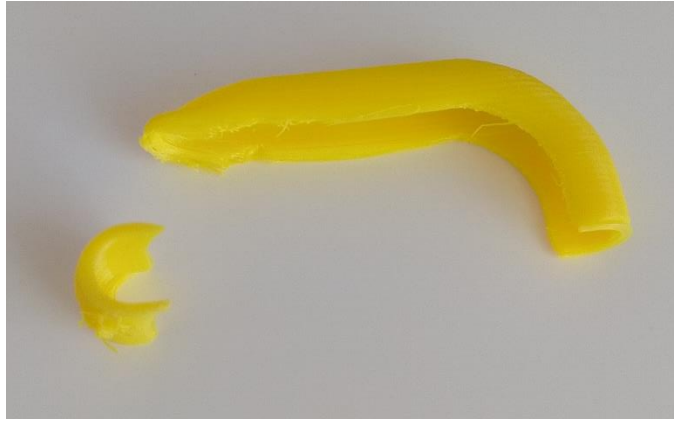


Figura 209: Asa rota en dos partes. Fuente: Elaboración propia.



Figura 210: Asa impresa con error. Fuente: Elaboración propia.

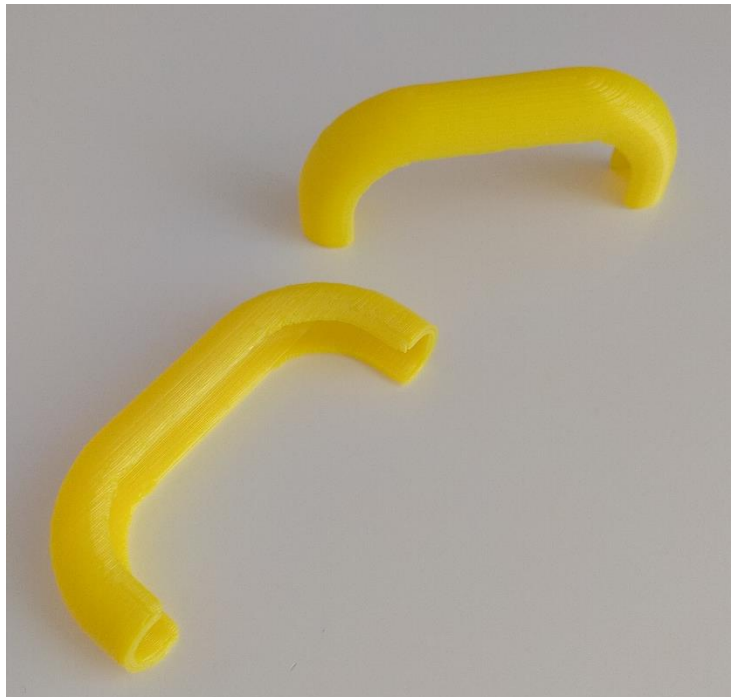


Figura 211: Dos asas impresas en 3D. Fuente: Elaboración propia.

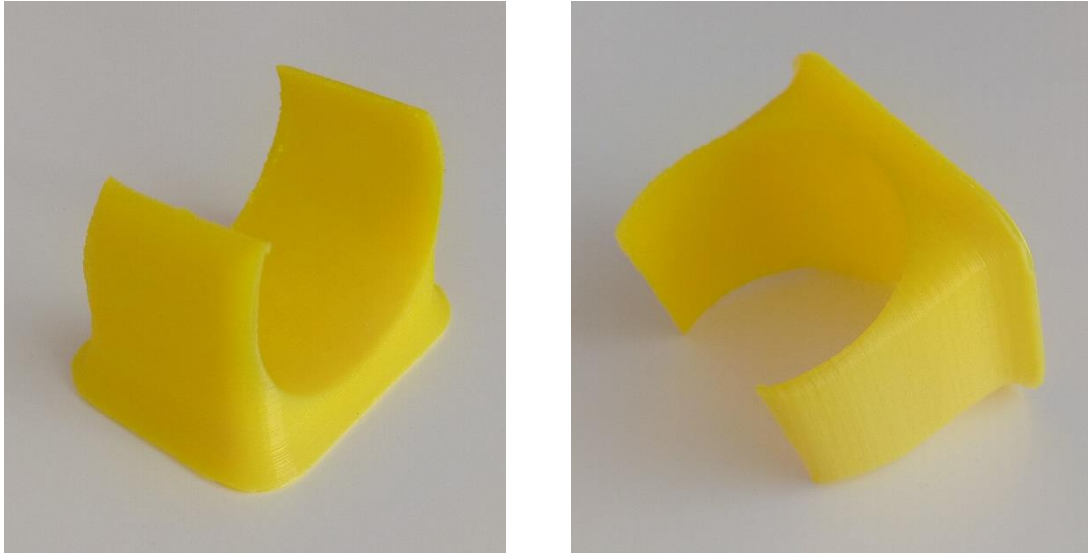


Figura 212: Soporte lateral impreso en 3D. Fuente: Elaboración propia.



Figura 213: Base de la carcasa superior con error. Fuente: Elaboración propia.

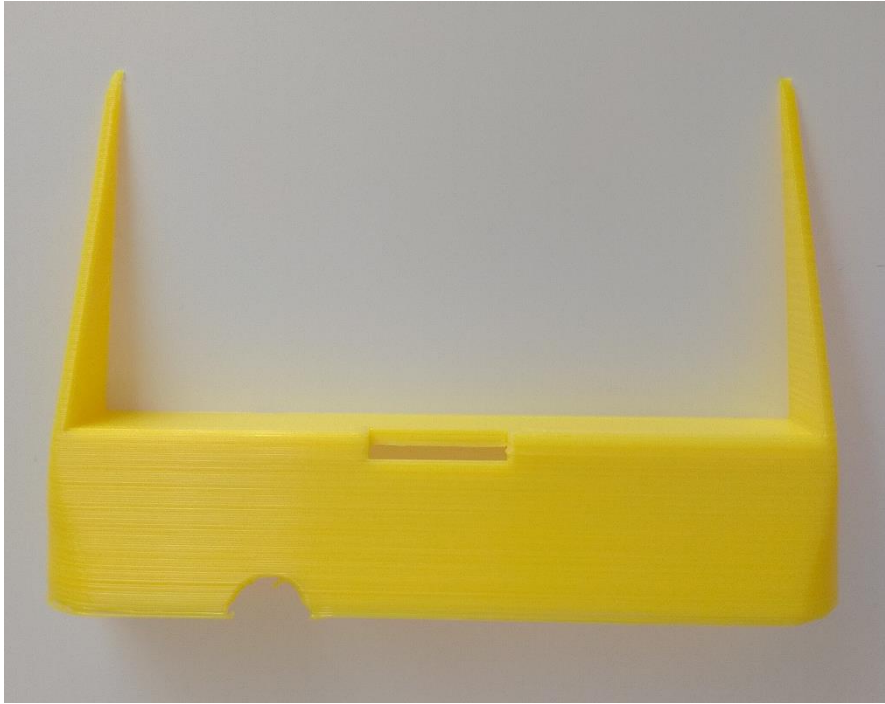


Figura 214: Vista frontal de la parte inferior delantera de la base de la carcasa superior. Fuente: Elaboración propia.



Figura 215: Parte inferior delantera de la base de la carcasa superior. Fuente: Elaboración propia.



Figura 216: Base de la carcasa superior. Fuente: Elaboración propia.



Figura 217: Carcasa superior. Fuente: Elaboración propia.



Figura 218: Soporte lateral sujetando el kit nebulizador. Fuente: Elaboración propia.



Figura 219: Carcasa superior e inferior. Fuente: Elaboración propia.



Figura 220: Carcasa completa. Fuente: Elaboración propia.



Figura 221: Mascarilla en el interior de la carcasa. Fuente: Elaboración propia.



Figura 222: Carcasa con los componentes internos en su interior. Fuente: Elaboración propia.



Figura 223: Carcasa con los componentes internos en su interior vista trasera. Fuente: Elaboración propia.



Figura 224: Kit nebulizador conectado al compresor de aire en la carcasa impresa en 3D. Fuente: Elaboración propia.



Figura 225: Envase con la tapa superior abierta. Fuente: Elaboración propia.



Figura 226: Envase cerrado. Fuente: Elaboración propia.



Figura 227: Envase con ambas tapas abiertas. Fuente: Elaboración propia.

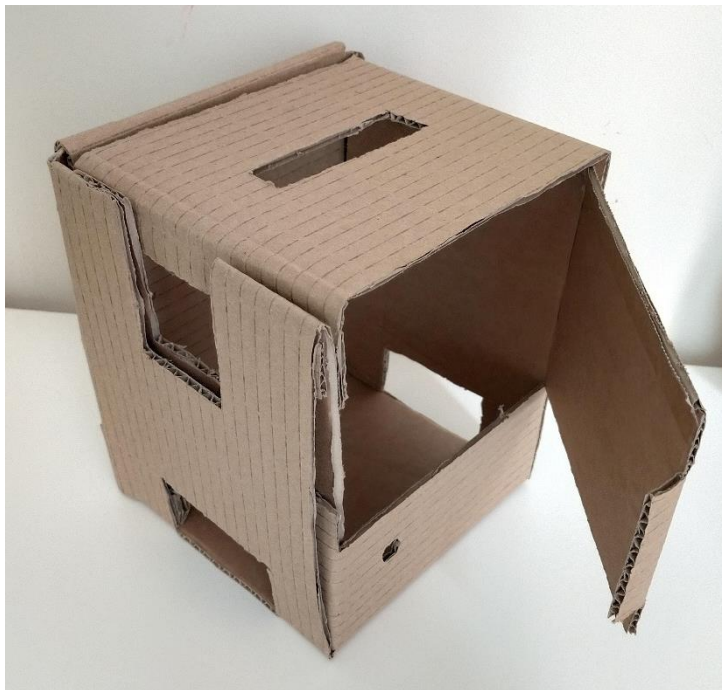


Figura 228: Envase con la puerta delantera abierta. Fuente: Elaboración propia.



Figura 229: Envase con la carcasa en su interior. Fuente: Elaboración propia.



Figura 230: Comparativa carcasa original con el prototipo. Fuente: Elaboración propia.

Comparación del modelo original y el modelo rediseñado:

| CARACTERÍSTICAS | ORIGINAL | REDISEÑO |
|---------------------------------|--|---|
| Altura (cm) | 131 | 203,7 |
| Anchura (cm) | 160 | 140 |
| Profundidad (cm) | 136 | 130 |
| Volumen (ml) | 102,36 | 325,2 |
| Peso (kg) | 109,78 ($\rho_{ABS} = 1,07 \text{ g/cm}^3$) | 370,7 ($\rho_{PA6} = 1,14 \text{ g/cm}^3$) |
| Decibelios emitidos (dB(A)) | 50 | <45 |
| Ergonomía (sujeción mascarilla) | Goma elástica | Cinta de sujeción |
| Ventilación (°C) | 38,22 | 36,58 |
| Precio (€) | 49,01 | 50,63 |

Tabla 17: Comparativa entre el modelo original y el rediseño. Fuente: Elaboración propia.

16 CONCLUSIONES

El producto final obtenido cumple de forma satisfactoria con los objetivos del proyecto, ofreciendo un producto que aporta mayor calidad de vida a sus usuarios reduciendo la contaminación acústica del aparato, incrementando el confort al ponerse y usar la mascarilla y facilitando su reciclaje para contribuir al desarrollo de una economía más sostenible.

Se ha conseguido una sujeción para la mascarilla más cómoda para el usuario, por su forma, a la par que eficaz. La unificación de materiales en la mascarilla y las distintas gomas de sujeción que tiene el producto hace que resulte más fácil de reciclar. Además, todos los materiales utilizados son perfectamente reciclables y estará indicado el tipo de material de cada pieza para su correcto reciclaje al finalizar su vida útil. En cuanto al sonido, se ha conseguido reducir en 5 dB(A) en las pruebas realizadas en taller, por lo que con los materiales finales se espera que pueda disminuirlo incluso el doble.

El nuevo producto también incorpora funciones como el almacenaje de los accesorios del kit nebulizador en la propia carcasa del nebulizador, por lo que no necesita bolsas ni estuches externos para guardarlos, y que gracias a la cinta que lleva incorporada en el asa de la carcasa puede colgarse de elementos auxiliares de hospital, tales como perchas o portagotos.

La incorporación de estas modificaciones supone un incremento de 1,62€ en el coste de fabricación, por lo que es un gasto asumible ya que en comparación a las mejoras que ofrece el precio es relativamente pequeño.

En resumen, se ha obtenido un producto que aporta mayor calidad y que consigue mejorar las prestaciones del nebulizador original.

17 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

Las condiciones técnicas para la construcción del producto son las que se describen a continuación:

- **Elemento 1.2.2 Sello del pistón**

Material de partida: Silicona líquida

1º Operación: Inyección de la pieza

- *Maquinaria:* Máquina inyectora de plástico
 - *Mano de obra:* Este trabajo lo va a realizar un especialista
 - *Medios auxiliares:* Molde de la pieza para inyección
 - *Forma de realización:*
 - Colocar el molde en la máquina inyectora
 - Colocar la cantidad de silicona líquida en granza necesaria en la máquina
 - Encender la máquina
 - Inyectar la pieza
 - Retirar la pieza
 - *Seguridad:* Guantes protectores contra el calor
 - *Controles:*
 - Comprobar que el molde está colocado correctamente en la máquina inyectora
 - Comprobar el buen estado de la máquina
 - Comprobar las dimensiones finales de la pieza
 - *Pruebas:* No precisa
-
- ### - **SUBCONJUNTO 1.3 CARCASA SUPERIOR**
- **Elemento 1.3.1 Base**

Material de partida: Plástico poliamida 6

1º Operación: Inyección de la pieza

- *Maquinaria:* Máquina inyectora de plástico
- *Mano de obra:* Este trabajo lo va a realizar un especialista
- *Medios auxiliares:* Molde de la pieza para inyección
- *Forma de realización:*
 - Colocar el molde en la máquina inyectora
 - Colocar la cantidad de plástico poliamida 6 en granza necesaria en la máquina
 - Encender la máquina
 - Inyectar la pieza
 - Retirar la pieza
- *Seguridad:* Guantes protectores contra el calor
- *Controles:*
 - Comprobar que el molde está colocado correctamente en la máquina inyectora
 - Comprobar el buen estado de la máquina
 - Comprobar las dimensiones finales de la pieza
- *Pruebas:* No precisa

- **Elemento 1.3.2 Soporte lateral**

Material de partida: Plástico poliamida 6

1º Operación: Inyección de la pieza

- *Maquinaria:* Máquina inyectora de plástico
- *Mano de obra:* Este trabajo lo va a realizar un especialista
- *Medios auxiliares:* Molde de la pieza para inyección
- *Forma de realización:*
 - Colocar el molde en la máquina inyectora
 - Colocar la cantidad de plástico poliamida 6 en granza necesaria en la máquina
 - Encender la máquina
 - Inyectar la pieza
 - Retirar la pieza
- *Seguridad:* Guantes protectores contra el calor

- *Controles:*
 - Comprobar que el molde está colocado correctamente en la máquina inyectora
 - Comprobar el buen estado de la máquina
 - Comprobar las dimensiones finales de la pieza
- *Pruebas:* No precisa

- **Elemento 1.3.3 Asa**

Material de partida: Plástico poliamida 6

1º Operación: Inyección de la pieza

- *Maquinaria:* Máquina inyectora de plástico
- *Mano de obra:* Este trabajo lo va a realizar un especialista
- *Medios auxiliares:* Molde de la pieza para inyección
- *Forma de realización:*
 - Colocar el molde en la máquina inyectora
 - Colocar la cantidad de plástico poliamida 6 en granza necesaria en la máquina
 - Encender la máquina
 - Inyectar la pieza
 - Retirar la pieza
- *Seguridad:* Guantes protectores contra el calor
- *Controles:*
 - Comprobar que el molde está colocado correctamente en la máquina inyectora
 - Comprobar el buen estado de la máquina
 - Comprobar las dimensiones finales de la pieza
- *Pruebas:* No precisa

1º Operación: Soldadura por ultrasonidos

- *Maquinaria:* Máquina de soldadura ultrasónica
- *Mano de obra:* Este trabajo lo va a realizar un especialista

- *Medios auxiliares:* Mordazas
 - *Forma de realización:*
 - Colocar las piezas en las mordazas
 - Encender la máquina
 - Soldar las piezas
 - Retirar las piezas
 - *Seguridad:* Guantes protectores contra el calor
Gafas protectoras
 - *Controles:*
 - Comprobar que la pieza está colocada correctamente en las mordazas
 - Comprobar el buen estado de la máquina
 - Comprobar la colocación y las dimensiones finales de la pieza
 - *Pruebas:* No precisa
- **Elemento 1.4 Carcasa inferior**

Material de partida: Plástico poliamida 6

1º Operación: Inyección de la pieza

- *Maquinaria:* Máquina inyectora de plástico
- *Mano de obra:* Este trabajo lo va a realizar un especialista
- *Medios auxiliares:* Molde de la pieza para inyección
- *Forma de realización:*
 - Colocar el molde en la máquina inyectora
 - Colocar la cantidad de plástico poliamida 6 en granza necesaria en la máquina
 - Encender la máquina
 - Inyectar la pieza
 - Retirar la pieza
- *Seguridad:* Guantes protectores contra el calor
- *Controles:*
 - Comprobar que el molde está colocado correctamente en la máquina inyectora

- Comprobar el buen estado de la máquina
- Comprobar las dimensiones finales de la pieza
- *Pruebas:* No precisa
- **Elemento 1.5 Amortiguador**

Material de partida: Filtro adhesivo

1º Operación: Corte de la pieza

- *Maquinaria:* Cortadora láser
- *Mano de obra:* Este trabajo lo va a realizar un especialista
- *Medios auxiliares:* Útiles de medición
- *Forma de realización:*
 - Colocar el fieltro en la máquina cortadora láser
 - Encender la máquina
 - Realizar el corte
 - Retirar la pieza
- *Seguridad:* Guantes
- *Controles:*
 - Comprobar las dimensiones finales de la pieza
- *Pruebas:* No precisa

2º Operación: Pegar el fieltro en la carcasa

- *Maquinaria:* No precisa
- *Mano de obra:* Este trabajo lo va a realizar un especialista
- *Forma de realización:*
 - Quitar el recubrimiento de plástico de la parte adherente
 - Pegar el fieltro en la posición adecuada en el interior de la carcasa
- *Seguridad:* Guantes
- *Controles:*

- Comprobar que la posición en la que se ha pegado el fieltro es la adecuada
- *Pruebas:* No precisa
- **Elemento 1.6 Goma sujeción**

Material de partida: Silicona líquida

1º Operación: Inyección de la pieza

- *Maquinaria:* Máquina inyectora de plástico
- *Mano de obra:* Este trabajo lo va a realizar un especialista
- *Medios auxiliares:* Molde de la pieza para inyección
- *Forma de realización:*
 - Colocar el molde en la máquina inyectora
 - Colocar la cantidad de silicona líquida en granza necesaria en la máquina
 - Encender la máquina
 - Inyectar la pieza
 - Retirar la pieza
- *Seguridad:* Guantes protectores contra el calor
- *Controles:*
 - Comprobar que el molde está colocado correctamente en la máquina inyectora
 - Comprobar el buen estado de la máquina
 - Comprobar las dimensiones finales de la pieza
- *Pruebas:* No precisa
- **Elemento 1.7 Goma de apoyo**

Material de partida: Silicona líquida

1º Operación: Inyección de la pieza

- *Maquinaria:* Máquina inyectora de plástico
- *Mano de obra:* Este trabajo lo va a realizar un especialista

- *Medios auxiliares:* Molde de la pieza para inyección
- *Forma de realización:*
 - Colocar el molde en la máquina inyectora
 - Colocar la cantidad de silicona líquida en granza necesaria en la máquina
 - Encender la máquina
 - Inyectar la pieza
 - Retirar la pieza
- *Seguridad:* Guantes protectores contra el calor
- *Controles:*
 - Comprobar que el molde está colocado correctamente en la máquina inyectora
 - Comprobar el buen estado de la máquina
 - Comprobar las dimensiones finales de la pieza
- *Pruebas:* No precisa
- **Elemento 1.8 Sujeción compresor**

Material de partida: Silicona líquida

1º Operación: Inyección de la pieza

- *Maquinaria:* Máquina inyectora de plástico
- *Mano de obra:* Este trabajo lo va a realizar un especialista
- *Medios auxiliares:* Molde de la pieza para inyección
- *Forma de realización:*
 - Colocar el molde en la máquina inyectora
 - Colocar la cantidad de silicona líquida en granza necesaria en la máquina
 - Encender la máquina
 - Inyectar la pieza
 - Retirar la pieza
- *Seguridad:* Guantes protectores contra el calor
- *Controles:*
 - Comprobar que el molde está colocado correctamente en la máquina inyectora
 - Comprobar el buen estado de la máquina

- Comprobar las dimensiones finales de la pieza

- *Pruebas:* No precisa

- **Elemento 1.9 Goma filtro**

Material de partida: Silicona líquida

1º Operación: Inyección de la pieza

- *Maquinaria:* Máquina inyectora de plástico
- *Mano de obra:* Este trabajo lo va a realizar un especialista
- *Medios auxiliares:* Molde de la pieza para inyección
- *Forma de realización:*
 - Colocar el molde en la máquina inyectora
 - Colocar la cantidad de silicona líquida en granza necesaria en la máquina
 - Encender la máquina
 - Inyectar la pieza
 - Retirar la pieza
- *Seguridad:* Guantes protectores contra el calor
- *Controles:*
 - Comprobar que el molde está colocado correctamente en la máquina inyectora
 - Comprobar el buen estado de la máquina
 - Comprobar las dimensiones finales de la pieza
- *Pruebas:* No precisa

- **Elemento 2.1 Cinta de sujeción mayor**

Material: Cinta de poliéster

1º Operación: Obtención de la longitud de la pieza

- *Maquinaria:* No precisa
- *Mano de obra:* Este trabajo lo va a realizar un operario de 3ª
- *Medios auxiliares:* Útiles de medición. Tijeras.

- *Modo de realización:*
 - Colocar la cinta de poliéster en una superficie plana
 - Medir la longitud que se requiere, 550 mm
 - Cortar a la medida
- *Seguridad:* Guantes
- *Controles:*
 - Comprobar las dimensiones finales de la cinta
- *Pruebas:* No precisa

2º Operación: Coser los extremos

- *Maquinaria:* Máquina de coser
 - *Mano de obra:* Este trabajo lo va a realizar un operario de 1ª
 - *Medios auxiliares:* Hilo. Aguja.
 - *Modo de realización:*
 - Coger la cinta de 550 mm y colocarla en la máquina de coser
 - Coser cada extremo de la cinta sobre sí mismo
 - *Seguridad:* Guantes
 - *Controles:*
 - Comprobar que la medida a la que se efectúa el corte es la correcta
 - Comprobar el buen estado de la aguja
 - Comprobar la medida de los trozos a coser
 - Comprobar las dimensiones finales del tejido
 - *Pruebas:* No precisa
- **Elemento 2.2 Cinta de sujeción menor**

Material: Cinta de poliéster

1º Operación: Obtención de la longitud de la pieza

- *Maquinaria:* No precisa
- *Mano de obra:* Este trabajo lo va a realizar un operario de 3ª

- *Medios auxiliares:* Útiles de medición. Tijeras.
- *Modo de realización:*
 - Colocar la cinta de poliéster en una superficie plana
 - Medir la longitud que se requiere, 170 mm
 - Cortar a la medida
- *Seguridad:* Guantes
- *Controles:*
 - Comprobar las dimensiones finales de la cinta
- *Pruebas:* No precisa

2º Operación: Coser los extremos a la cinta de sujeción mayor

- *Maquinaria:* Máquina de coser
- *Mano de obra:* Este trabajo lo va a realizar un operario de 1ª
- *Medios auxiliares:* Hilo. Aguja.
- *Modo de realización:*
 - Coger la cinta de 170 mm y colocarla en la máquina de coser
 - Coser cada extremo de la cinta a 150 mm de los extremos de la cinta de sujeción mayor
- *Seguridad:* Guantes
- *Controles:*
 - Comprobar que la medida a la que se efectúa el corte es la correcta
 - Comprobar el buen estado de la aguja
 - Comprobar la medida de los trozos a coser
 - Comprobar las dimensiones finales del tejido
- *Pruebas:* No precisa

- **Elemento 3.1 Cinta reguladora**

Material: Cinta de poliéster

1º Operación: Obtención de la longitud de la pieza

- *Maquinaria:* No precisa

- *Mano de obra:* Este trabajo lo va a realizar un operario de 3ª
 - *Medios auxiliares:* Útiles de medición. Tijeras.
 - *Modo de realización:*
 - Colocar la cinta de poliéster en una superficie plana
 - Medir la longitud que se requiere, 60 mm
 - Cortar a la medida
 - *Seguridad:* Guantes
 - *Controles:*
 - Comprobar las dimensiones finales de la cinta
 - *Pruebas:* No precisa
- **Elemento 4.1 Cinta del asa**

Material: Cinta de poliéster

1º Operación: Obtención de la longitud de la pieza

- *Maquinaria:* No precisa
- *Mano de obra:* Este trabajo lo va a realizar un operario de 3ª
- *Medios auxiliares:* Útiles de medición. Tijeras.
- *Modo de realización:*
 - Colocar la cinta de poliéster en una superficie plana
 - Medir la longitud que se requiere, 250 mm
 - Cortar a la medida
- *Seguridad:* Guantes
- *Controles:*
 - Comprobar las dimensiones finales de la cinta
- *Pruebas:* No precisa

2º Operación: Coser los extremos sobre sí mismos

- *Maquinaria:* Máquina de coser
- *Mano de obra:* Este trabajo lo va a realizar un operario de 1ª

- *Medios auxiliares:* Hilo. Aguja.
 - *Modo de realización:*
 - Coger la cinta de 250 mm y colocarla en la máquina de coser
 - Coser cada extremo de la cinta sobre sí mismo
 - *Seguridad:* Guantes
 - *Controles:*
 - Comprobar que la medida a la que se efectúa el corte es la correcta
 - Comprobar el buen estado de la aguja
 - Comprobar la medida de los trozos a coser
 - Comprobar las dimensiones finales del tejido
 - *Pruebas:* No precisa
- **Elemento 5 Tapa**

Material de partida: Silicona líquida

1º Operación: Inyección de la pieza

- *Maquinaria:* Máquina inyectora de plástico
- *Mano de obra:* Este trabajo lo va a realizar un especialista
- *Medios auxiliares:* Molde de la pieza para inyección
- *Forma de realización:*
 - Colocar el molde en la máquina inyectora
 - Colocar la cantidad de silicona líquida en granza necesaria en la máquina
 - Encender la máquina
 - Inyectar la pieza
 - Retirar la pieza
- *Seguridad:* Guantes protectores contra el calor
- *Controles:*
 - Comprobar que el molde está colocado correctamente en la máquina inyectora
 - Comprobar el buen estado de la máquina
 - Comprobar las dimensiones finales de la pieza

- *Pruebas:* No precisa

- **Elemento 13 Mascarilla**

Material de partida: Silicona líquida

1º Operación: Inyección de la pieza

- *Maquinaria:* Máquina inyectora de plástico
- *Mano de obra:* Este trabajo lo va a realizar un especialista
- *Medios auxiliares:* Molde de la pieza para inyección
- *Forma de realización:*
 - Colocar el molde en la máquina inyectora
 - Colocar la cantidad de silicona líquida en granza necesaria en la máquina
 - Encender la máquina
 - Inyectar la pieza
 - Retirar la pieza
- *Seguridad:* Guantes protectores contra el calor
- *Controles:*
 - Comprobar que el molde está colocado correctamente en la máquina inyectora
 - Comprobar el buen estado de la máquina
 - Comprobar las dimensiones finales de la pieza
- *Pruebas:* No precisa

- **Elemento 15 Envase**

Material de partida: Cartón

1º Operación: Troquelado

- *Maquinaria:* Máquina troqueladora
- *Mano de obra:* Este trabajo lo va a realizar un especialista
- *Medios auxiliares:* No precisa

- *Forma de realización:*
 - Colocar el molde en la máquina troqueladora
 - Encender la máquina
 - Troquelar la pieza
 - Retirar la pieza
- *Seguridad:* Guantes
- *Controles:*
 - Comprobar que la pieza está colocada de forma correcta en la máquina
 - Comprobar el buen estado de la máquina
 - Comprobar las dimensiones finales de la pieza
- *Pruebas:* No precisa

2º Operación: Doblado

- *Maquinaria:* Máquina dobladora
- *Mano de obra:* Este trabajo lo va a realizar un especialista
- *Medios auxiliares:* No precisa
- *Forma de realización:*
 - Colocar la pieza en la máquina
 - Encender la máquina
 - Doblar la pieza
 - Retirar la pieza
- *Seguridad:* Guantes
- *Controles:*
 - Comprobar que el molde está colocado correctamente en la máquina dobladora
 - Comprobar el buen estado de la máquina
 - Comprobar las dimensiones finales de la pieza
- *Pruebas:* No precisa

18 MEDICIONES Y PRESUPUESTO

En este apartado, se va a realizar el presupuesto de los elementos que sufren variaciones respecto a los del nebulizador original y de los nuevos elementos incorporados, comparando su coste con el de las piezas originales.

A continuación se presenta una tabla con los elementos a tener en cuenta a la hora de realizar el presupuesto:

| MARCA | DENOMINACIÓN | CANTIDAD | TIPO | MATERIAL |
|-------|-----------------------------|----------|------------|--------------------|
| 1.2.2 | Sello del pistón | 1 | A fabricar | Silicona líquida |
| 1.3.1 | Base de la carcasa superior | 1 | A fabricar | Poliamida 6 |
| 1.3.2 | Soporte lateral | 1 | A fabricar | Poliamida 6 |
| 1.3.3 | Asa de la carcasa superior | 1 | A fabricar | Poliamida 6 |
| 1.4 | Carcasa inferior | 1 | A fabricar | Poliamida 6 |
| 1.5 | Amortiguador | 1 | A fabricar | Filtro adhesivo |
| 1.6 | Goma sujeción | 5 | A fabricar | Silicona líquida |
| 1.7 | Goma de apoyo | 3 | A fabricar | Silicona líquida |
| 1.8 | Sujeción compresor | 1 | A fabricar | Silicona líquida |
| 1.9 | Goma filtro | 1 | A fabricar | Silicona líquida |
| 1.11 | Hélice | 1 | Comercial | Polímero |
| 2.1 | Cinta mayor | 1 | A fabricar | Cinta de poliéster |
| 2.2 | Cinta menor | 1 | A fabricar | Cinta de poliéster |
| 3.1 | Cinta reguladora | 2 | A fabricar | Cinta de poliéster |
| 4.1 | Cinta asa | 1 | A fabricar | Cinta de poliéster |
| 5 | Tapa carcasa | 1 | A fabricar | Poliamida 6 |
| 13 | Mascarilla | 1 | A fabricar | Silicona líquida |
| 15 | Envase | 1 | A fabricar | Cartón |

Tabla 18: Elementos que se analizan en el presupuesto. Fuente: Elaboración propia.

Hay una serie de elementos cuya forma y proceso de fabricación no cambian respecto a los originales, puesto que ambos se inyectan. No obstante, sí cambia el material con el que se fabrican. Estos elementos son: 1.2.2 Sello del pistón, 1.6 Goma de sujeción, 1.7 Goma de apoyo, 1.8 Sujeción del compresor y 1.9 Goma de filtro.

El material original de estos elementos es un TPE, pero al haber una gran clase de TPEs y variar tanto los precios de uno a otro (3-20€) se ha estimado un valor medio de 8,5€/kg. La silicona líquida escogida para los elementos del rediseño del nebulizador tiene un valor de 18€/kg.

A continuación, se muestra una tabla comparando dichos elementos:

| ELEMENTO | PESO (kg) | ORIGINAL (TPE) | REDISEÑO (silicona líquida) |
|----------------------------|-----------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 1.2.2 Sello del pistón | 0,00076 | 1 Ud. = 0,0065€ | 1 Ud. = 0,014€ |
| 1.6 Goma de sujeción | 0,00021 | 1 Ud. = 0,0018€ 7 Ud. = 0,013€ | 1 Ud. = 0,0038€ 7 Ud. = 0,026€ |
| 1.7 Goma de apoyo | 0,00074 | 1 Ud. = 0,0063€ 4 Ud. = 0,025€ | 1 Ud. = 0,013€ 3 Ud. = 0,04€ |
| 1.8 Sujeción del compresor | 0,00022 | 1 Ud. = 0,0018€ | 1 Ud. = 0,004€ |
| 1.9 Goma de filtro | 0,00016 | 1 Ud. = 0,0013€ | 1 Ud. = 0,0028€ |
| Precio total: | | 0,047€ | 0,087€ |

Tabla 19: Presupuesto de las gomas. Fuente: Elaboración propia.

El elemento 13 Mascarilla tiene unos pequeños cambios en su forma y cambia el material que la forma pasando de PVC + silicona a silicona líquida. El PVC se estima que tiene un valor de 7€/kg y la silicona 18€/kg.

En la siguiente tabla se muestra la comparativa del coste del material del elemento 13 Mascarilla:

| ELEMENTO | ORIGINAL (PVC + silicona) | REDISEÑO (silicona líquida) |
|---------------|---|--------------------------------|
| 13 Mascarilla | 0,012 Kg PVC = 0,086€ 0,0017 Kg silicona = 0,03€ | 0,014 Kg = 0,25€ |
| Precio total: | 0,116€ | 0,25€ |

Tabla 20: Presupuesto de la mascarilla. Fuente: Elaboración propia.

Además del coste del material, varía el coste de fabricación, ya que en la mascarilla original se realiza la inyección de la silicona recubriendo el borde de la pieza de PVC.

Por lo tanto, debe sumarse el coste del tiempo que el operario que realiza la inyección está trabajando. La persona encargada de realizar la inyección es un especialista, cuyo

coste es de 15€/h. Se estima que realizar el recubrimiento de silicona lleva 0,08h. Así, el valor que se le ha de sumar a la mascarilla original por este proceso es de 1,25€.

| 13 MASCARILLA | ORIGINAL | REDISEÑO |
|---------------|--------------|--------------|
| Precio total: | 1,36€ | 0,25€ |

Tabla 21: Presupuesto final de la mascarilla. Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la carcasa, en la siguiente tabla se realiza una comparativa de la cantidad de material utilizado, tomando como material utilizado la poliamida 6 tanto en las piezas originales como en el rediseño para poder compararlos correctamente:

| ELEMENTO | ORIGINAL | REDISEÑO |
|----------------------|-----------------|---|
| 1.3 Carcasa superior | 0,053kg = 0,16€ | 1.3.1 Base de la carcassa = 0,24 kg = 0,72€ 1.3.2 Soporte lateral = 0,01 kg = 0,03€ 1.3.3 Asa de la carcassa = 0,007 kg = 0,021€ |
| 1.4 Carcasa inferior | 0,064kg = 0,19€ | 0,096 kg = 0,28€ |
| 5 Tapa de la carcasa | - | 0,015 kg = 0,045€ |
| Precio total: | 0,35€ | 1,09€ |

Tabla 22: Presupuesto de los materiales de la carcasa. Fuente: Elaboración propia.

El proceso de soldadura por ultrasonidos lo realiza un especialista, cuyo coste es de 15€/h. Se estima que realizar la soldadura lleva 0,016h. Así, el valor que se le suma a la carcasa del rediseño es de 0,25€.

| CARCASA COMPLETA | ORIGINAL | REDISEÑO |
|------------------|--------------|--------------|
| Precio total: | 0,35€ | 1,34€ |

Tabla 23: Presupuesto de las carcasas. Fuente: Elaboración propia.

La comparativa de la sujeción de la mascarilla se muestra a continuación:

| ELEMENTO | ORIGINAL (goma elástica) | REDISEÑO (cinta de poliéster) |
|-------------------|-----------------------------|---|
| Cinta de sujeción | 0,015 m = 0,33€ | 2.1 Cinta mayor = 0,55 m = 0,065€ 2.2 Cinta menor = 0,17 m = 0,2€ 3.1 Cinta reguladora = 0,06 m = 0,045€ 4.1 Cinta asa = 0,25 m = 0,096€ |
| Precio total: | 0,33€ | 0,4€ |

Tabla 24: Presupuesto de los materiales de la cinta de sujeción. Fuente: Elaboración propia.

El proceso de costura de las cintas entre sí lo realiza un operario de 3ª, cuyo coste es de 10€/h. Se estima que realizar la costura lleva 0,016h. Así, el valor que se le suma a la cinta del rediseño es de 0,16€.

| CINTA DE SUJECIÓN | ORIGINAL | REDISEÑO |
|-------------------|--------------|--------------|
| Precio total: | 0,33€ | 0,56€ |

Tabla 25: Presupuesto de la cinta de sujeción. Fuente: Elaboración propia.

La hélice original no puede averiguarse exactamente cuanto vale pero hélices parecidas oscilan entre los 2-7€, por lo que se ha estimado un valor de 4€. La comparativa del elemento 1.11 Hélice es la siguiente:

| ELEMENTO | ORIGINAL | REDISEÑO |
|---------------|-----------|--------------|
| 1.11 Hélice | 4€ | 2,08€ |
| Precio total: | 4€ | 2,08€ |

Tabla 26: Presupuesto de la hélice. Fuente: Elaboración propia.

Como elemento aislante se ha introducido una nueva pieza en el nebulizador, el elemento 1.5 Amortiguador.

A continuación, una tabla con el coste de producir esta pieza:

| UNIDAD DE OBRA | MEDICIONES | | DESCRIPCIÓN | PRECIO UNITARIO (€/Ud.) | IMPORTE (€) |
|----------------|------------|----------------|---|-------------------------|--------------|
| | CANTIDAD | Ud. | | | |
| 1.5 | 1 | Ud. | Amortiguador | | |
| | 0,021 | m ² | Material: Fieltro adhesivo | 0,4 | 0,0084 |
| | 0,1 | h | TRABAJOS DE CORTE -Maquinaria: Cortadora láser | 0,032 | 0,0032 |
| | 0,1 | h | -Mano de obra: Oficial de 1 ^a | 10 | 1 |
| | 0,1 | h | -Medios auxiliares: Útiles de medición | | 0,01 |
| | 0,05 | h | TRABAJOS DE PEGADO -Maquinaria: No precisa | | |
| | 0,05 | h | -Mano de obra: Especialista | 15 | 0,75 |
| | 0,05 | h | -Medios auxiliares: Útiles de medición | | 0,01 |
| Precio total: | | | | | 1,78€ |

Tabla 27: Presupuesto del amortiguador. Fuente: Elaboración propia.

El elemento 15 Envase se considera como una nueva pieza, dado que el nebulizador original no contemplaba la caja del envase como una pieza más del nebulizador.

A continuación, una tabla del coste de producir el envase:

| UNIDAD DE OBRA | MEDICIONES | | DESCRIPCIÓN | PRECIO UNITARIO (€/Ud.) | IMPORTE (€) |
|----------------|------------|----------------|---|-------------------------|--------------|
| | CANTIDAD | Ud. | | | |
| 15 | 1 | Ud. | Envase | | |
| | 0,22 | m ² | Material: Cartón | 1,7 | 0,37 |
| | 0,1 | h | TRABAJOS DE TROQUELADO - Maquinaria: Máquina troqueladora | 0,04 | 0,004 |
| | 0,1 | h | - Mano de obra: Especialista - Medios auxiliares: No precisa | 15 | 1,5 |
| | 0,1 | h | TRABAJOS DE DOBLADO - Maquinaria: Máquina dobladora | 0,02 | 0,002 |
| | 0,1 | h | - Mano de obra: Especialista - Medios auxiliares: No precisa | 15 | 1,5 |
| Precio total: | | | | | 3,37€ |

Tabla 28: Presupuesto del envase. Fuente: Elaboración propia.

Resumiendo los datos obtenidos en una sola tabla:

| ELEMENTO | ORIGINAL | REDISEÑO |
|---|--------------|--------------|
| 1.2.2 Sello del pistón 1.6 Goma de sujeción 1.7 Goma de apoyo 1.8 Sujeción del compresor 1.9 Goma de filtro | 0,047€ | 0,087€ |
| 13 Mascarilla | 1,36€ | 0,25€ |
| 1.3 Carcasa superior 1.4 Carcasa inferior 5 Tapa de la carcasa | 0,35€ | 1,34€ |
| 2 Cinta de sujeción | 0,33€ | 2,4€ |
| 1.11 Hélice | 4€ | 2,08€ |
| 15 Envase | - | 3,37€ |
| Precio total: | 6,07€ | 7,69€ |

Tabla 29: Presupuesto total. Fuente: Elaboración propia.

Las modificaciones que se han realizado al rediseñar el nebulizador salen 1,62€ más caras. Este coste adicional es perfectamente asumible ya que por menos de 6€ se consigue disminuir en más de 10 dB el ruido generado por el nebulizador, mejorar el comfort de la sujeción de la mascarilla y almacenar los accesorios del kit nebulizador en la propia carcasa.

19 FUENTES DE INFORMACIÓN

ANTECEDENTES:

ALDO-UNIÓN, S.A. 2017. *NEBUALDO, Nebulizador*. Página web de la empresa Aldo-Unión. Documento de vídeo. 20-05-2020. Disponible en: <http://www.aldo-union.com/nebualdo-nebulizador/>

ARRIBA SALUD. 2019. *Mascarillas Venturi: Definición, Usos, Mecanismo, Eficiencia y Diferencias con Otros Tipos de Mascarilla*. Blog de equipos médicos. 29-05-20. Disponible en: <https://arribasalud.com/mascarilla-venturi/>

FISIORESPIRACIÓN [sitio web]. 2019. *¿Qué es un nebulizador y cuándo debe utilizarse?*. Blog de fisioterapia respiratoria. 16-04-2020. Disponible en: <https://www.fisiorespiracion.es/blog/nebulizador/#x25b6xfe0f Mejor nebulizador del mercado>

NEBULIZADOR INFANTIL. *Cómo usar un nebulizador infantil correctamente paso a paso*. Blog especializado en nebulizadores. 21-04-2020. Disponible en: <https://nebulizadorinfantil.com/como-usar-un-nebulizador-infantil/>

OXIGEM. 2018. *Mascarilla de aerosolterapia*. Página web de la empresa Oxigem. Información de la mascarilla de aerosolterapia. 20-05-2020. Disponible en: <https://www.oxigem.es/producto/mascarilla-de-aerosolterapia/>

OXIGEM. 2018. *Nebulizador*. Página web de la empresa Oxigem. Información del nebulizador. 20-05-2020. Disponible en: <https://www.oxigem.es/producto/nebulizador/>

HISTORIA DEL PRODUCTO:

ALDO-UNIÓN, S.A. 2017. *Empresa*. Página web de la empresa Aldo-Unión. 7-05-2020. Disponible en: <http://www.aldo-union.com/empresa/>

ALDO-UNIÓN, S.A. 2017. *Filosofía*. Página web de la empresa Aldo-Unión. 7-05-2020. Disponible en: <http://www.aldo-union.com/filosofia/>

ÀREA INTEGRAL DE SALUT BARCELONA LITORAL MAR. 2014. *Aerosolterapia*. I Jornada d'actualització en MPOC a l' AIS Barcelona Litoral Mar. 8-05-2020. Disponible en: <https://docplayer.es/12715718-I-jornada-d-actualitzacio-en-mpoc-a-l-ais-barcelona-litoral-mar-aerosolterapia-alex-bassa-susana-font-sergi-pascual-3-de-deseembre-2014.html>

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN DISEÑO INDUSTRIAL. UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA. 2013. *Diseño de productos en la historia. Nebulizadores*. Material publicado en el boletín informativo digital INTI – Diseño

Industrial / Ciclo 2013. 19-04-2020. Disponible en:
<https://www.inti.gob.ar/publicaciones/descargac/117>

CENTRO DE SALUD OS MALLOS. 2013. *Breve historia de la terapia inhalatoria y de los fármacos*. Taller de educación para la salud en el manejo de dispositivos inhalatorios. 19-04-2020. Disponible en: <https://studylib.es/doc/8536486/breve-historia-de-la-terapia-inhalatoria-y-de-los-f%C3%A1rmacos>

CENTRO RESPIRATORIO HOSPITAL DE NIÑOS R. GUTIÉRREZ. 2012. *NEBULIZADORES: ¿Obsoletos o Vigentes?*. 19-04-2020. Disponible en: https://www.sap.org.ar/docs/congresos/2012/Neumo/ppt/Balinotti_nebulizadores.pdf

SCIELO. 2010. *El vaporizador ocular del Dr. Lourenço*. Biblioteca virtual de revistas científicas. 19-04-2020. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-66912010000700006

ESTUDIO DE MERCADO:

BEURER. 2018. *Inhalador IH 58*. Página web de la empresa Beurer. 6-06-2020. Disponible en: <https://www.beurer.com/web/es/productos/medical/inhalacion/ih-21.php>

OMRON. 2017. *C28P NE-C28P-E*. Página web de la empresa Omron. 31-05-2020. Disponible en: https://www.omron-healthcare.es/es/nebulizadores/C28P_2.html

OMRON. 2017. *C802 NE-C803-E*. Página web de la empresa Omron. 3-06-2020. Disponible en: <https://www.omron-healthcare.es/es/nebulizadores/C803.html>

PARI.2019. *PARI BOY Clásico*. Página web de la empresa Pari. 3-06-2020. Disponible en: <https://www.pari.com/int/products/inhalation-devices-for-the-lungs/pari-boy-classic-int/>

PARI.2019. *PARI COMPAC T2*. Página web de la empresa Pari. 3-06-2020. Disponible en: <https://www.pari.com/int/products/inhalation-devices-for-the-lungs/pari-compact2-int/>

PLUSMED. 2015. *pM-N04 PISTÓN NEBULIZADOR COMPRESOR*. Página web de la empresa Plusmed. 30-05-2020. Disponible en:

<http://www.plusmed-health.com/en/products/respiratory/item/pingu-kid-2.html>

VIVOCARE. 2016. *Pistón Compressor Nebulizer BREATHY*. Página web de la empresa Vivocare. 30-05-2020. Disponible en:

<http://www.vivocare-health.com/en/products/nebulizer/item/breathy.html#downloads>

ERGONOMÍA:

Vergara, M y Agost, M. J. (2015). *Antropometría aplicada al diseño de producto*.

Universidad Jaume I. Servicio de comunicación y publicaciones. 4-09-2020.

José i Sirvent (Septiembre 2018). Apuntes de ergonomía. Universidad Politécnica de València. Departamento de Proyectos de Ingeniería. 4-09-2020.

MATERIALES:

ANIMA. 2020. *AF8 VENTILADOR*. Página web de la empresa Anima. 29-10-2020. Disponible en: <http://www.tacens-anima.com/cooling/af8/>

CARTONAJES MALAGUEÑOS, S.L. 2018. *Tipos de cartón ondulado*. Página web de la empresa Cartonajes Malagueños. 30-10-2020. Disponible en: <https://www.cartonajes-malaga.com/es/tipos-carton-ondulado/>

FERIA VIRTUAL INTEREMPRESAS. ENSINGER,, S.A. 2019. *Poliamidas (PA 6): con buenas propiedades de amortiguación y resistencia al impacto*. Página web de Feria Virtual Interempresas. 22-10-2020. Disponible en: [https://www.interempresas.net/Quimica/FeriaVirtual/Producto-Poliamidas-\(PA-6\)-Ensinger-TECAMID-6-110245.html](https://www.interempresas.net/Quimica/FeriaVirtual/Producto-Poliamidas-(PA-6)-Ensinger-TECAMID-6-110245.html)

HXX. 2018. *ABS (acrilonitrilo butadieno estireno)*. Página web de la empresa HXX. 14-10-2020. Disponible en: <http://hxx.es/2015/03/23/materiales-de-impresion-3d-ii-abs-acrilonitrilo-butadieno-estireno/#::~:~:text=Las%20grandes%20propiedades%20que%20tiene,y%20resistencia%20a%20la%20fusi%C3%B3n.>

KARTOX. 2018. *PLANCHA DE CARTÓN A MEDIDA*. Página web de la empresa Kartox. 30-10-2020. Disponible en: <https://kartox.com/plancha-de-carton-a-medida>

MATERIALS WORLD. 2019. *Fieltro acrílico adhesivo*. Página web de la empresa Materials World. 13-10-2020. Disponible en: https://www.mwmaterialsworld.com/es/fieltro-acrilico-adhesivo.html#product_tabs_description

MATERIALS WORLD. 2019. *¿Qué es el fieltro y para qué sirve?*. Página web de la empresa Materials World. 13-10-2020. Disponible en:

<https://www.mwmaterialsworld.com/blog/que-es-el-fieltro-y-para-que-sirve/>

PCCOMPONENTES. 2016. *Tacens Anima AF8 80mm*. Página web de la empresa PcComponentes. 29-10-2020. Disponible en: <https://www.pccomponentes.com/tacens->

[anima-af8-80mm?gclid=CjwKCAjw8-78BRA0EiwAFUw8LAu1S9c z5svRCcQgA6L0Fv Ky4WT36SJIL 6 Qu-vHZdvR7URB6ThoCeTEQAvD BwE&](https://www.google.com/search?q=anima-af8-80mm?gclid=CjwKCAjw8-78BRA0EiwAFUw8LAu1S9c z5svRCcQgA6L0Fv Ky4WT36SJIL 6 Qu-vHZdvR7URB6ThoCeTEQAvD BwE&...)

PLASFUR, S.A. 2020. *MATERIALES TÉCNICOS: PLÁSTICO ABS, POLIAMIDA Y POLICARBONATO*. Página web de la empresa Plasfur. 22-10-2020. Disponible en: <https://plasfur.com/materiales-tecnicos-plastico-abs-poliamida-y-policarbonato/#:~:text=De%20hecho%2C%20cada%20uno%20de,resistencia%20mec%C3%A1nica%2C%20rigidez%20y%20brillo.>

SERVEI ESTACIÓ. 2019. *Fieltro acrílico adhesivo*. Página web de la empresa Servei Estació. 13-10-2020. Disponible en: https://serveiestacio.com/ca/fieltro-acrilico-adhesivo.html#item_2

SPIRAL. 2020. *CINTA MERCERÍA PRESENTACIÓN INDUSTRIAL*. Página web de la empresa Spiral. 29-10-2020. Disponible en: <https://cintaraso.es/es/13-cinta-merceria>

WACKER. 2020. *ELASTOSIL® LR 3003/30 RA / B*. Página web de la empresa Wacker. 21-10-2020. Disponible en: <https://www.wacker.com/h/en-es/c/elastosil-lr-300330-r-ab/p/000009403>

ZATEC. 2017. *INYECCIÓN DE PIEZAS TÉCNICAS CON POLIAMIDA*. Página web de la empresa Zatec. 22-10-2020. Disponible en: <https://www.zatecsa.com/inyeccion-de-piezas-tecnicas-con-poliamida/>

PRESUPUESTO:

CANALES SECTORIALES. INTEREMPRESAS. 2003. *Cómo soldar piezas técnicas*. Página web de Canales Sectoriales Interempresas. 11-11-2020. Disponible en: <https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/2920-Como-soldar-piezas-tecnicas.html>

PLÁSTICOS Y CAUCHO. 2020. *LOS PRECIOS DE LAS POLIAMIDAS 6 Y 6.6 SE MANTUVIERON EN MARZO, PESE A LOS ESTRAGOS QUE COMENZÓ A PROVOCAR COVID-19*. Página web de la empresa Plásticos y cauchos. 30-10-2020. Disponible en: <https://www.plasticosycaucho.com/los-precios-de-las-poliamicas-6-y-66-se-mantuvieron-en-marzo-pese-a-los-estracos-que-comenzo-a-provocar-covid-19-miercoles-29-de-abril-de-2020>

SONOTRONIC. 2020. *Soldadura por ultrasonidos*. Página web de la empresa Sonotronic. 15-11-2020. Disponible en: <https://sonotronic.de/tecnologias/ultrasonido/soldadura-por-ultrasonidos>

TCICUTTING. 2020. *SMARTLINE FIBER cortadora láser*. Página web de la empresa Tcicutting. 30-10-2020. Disponible en: <https://www.tcicutting.com/es/maquinas-corte-laser/smartline-fiber/>

20 ANEXOS

20.1 ANEXO DE VALORACIÓN DE FACTORES

20.1.1 VALORACIÓN ENTRE FACTORES

Los factores se han valorado según las siguientes puntuaciones:

- Igual importancia: 0.1
- Ligeramente más importante: 0.3
- Moderadamente más importante: 0.5
- Fuertemente más importante: 0.7
- Absolutamente más importante: 1

20.1.2 TABLAS DE VALORACIÓN DE FACTORES

MATRICES DE DOMINACIÓN

| FACTORES | Ergonomía | Diseño/estética | Cantidad de material | Fácil fabricación | Total |
|----------------------|-----------|-----------------|----------------------|-------------------|-------|
| Ergonomía | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| Diseño/estética | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Cantidad de material | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| Fácil fabricación | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 |

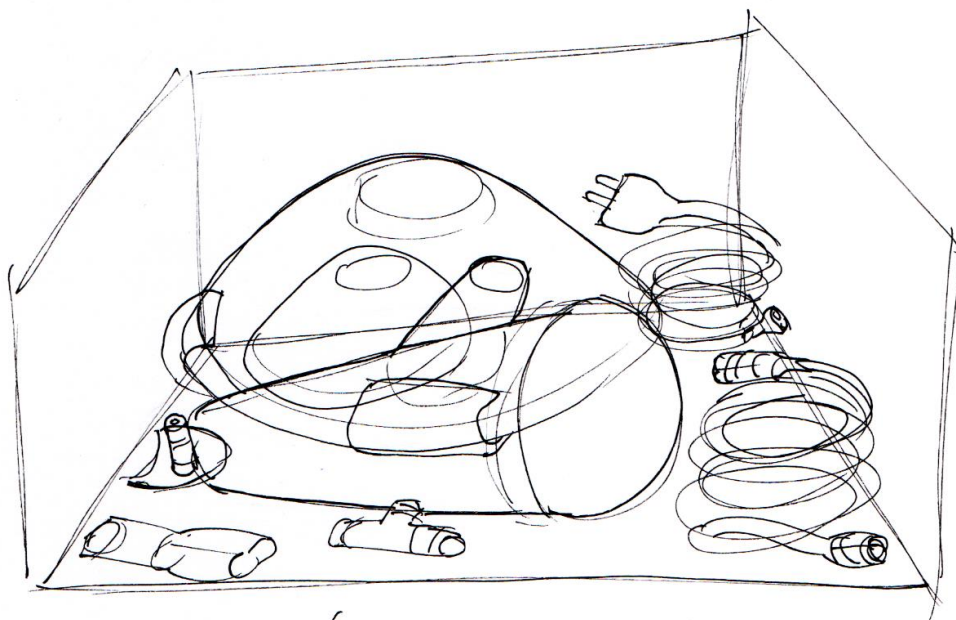
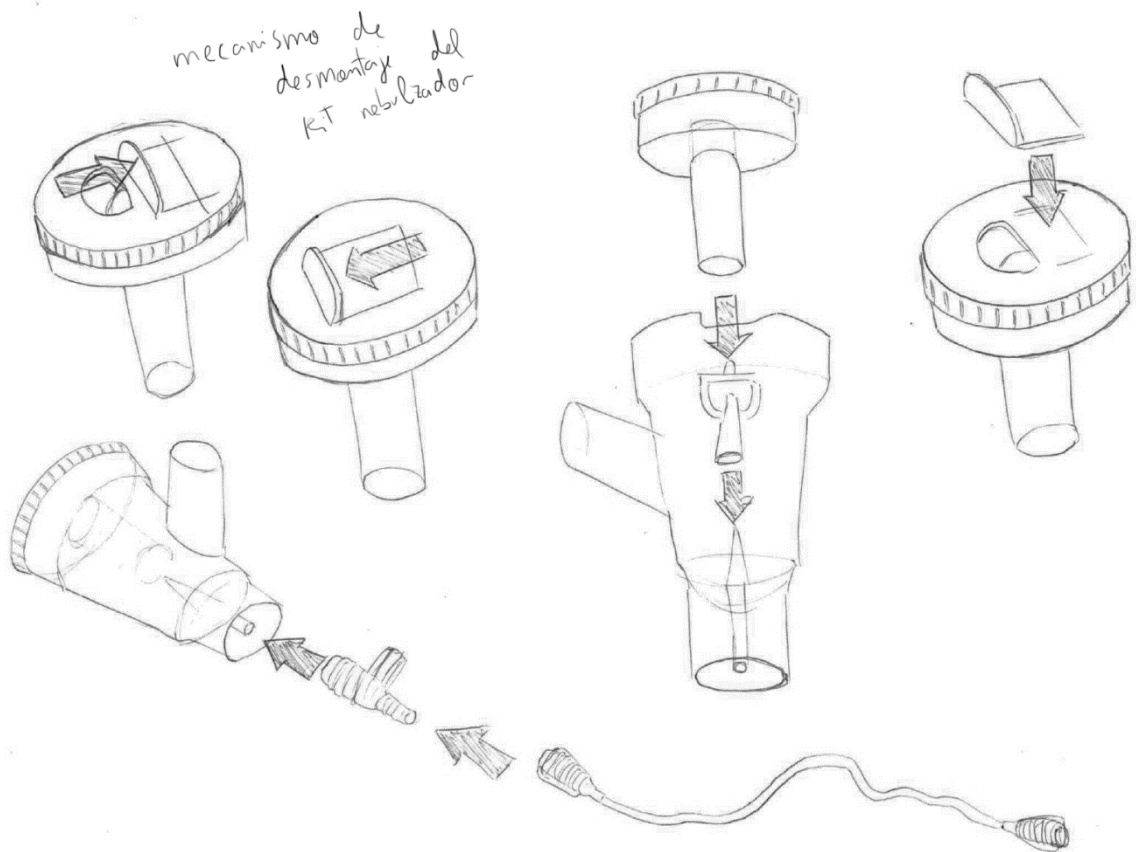
Tabla 30: Matriz de dominación de los factores para el VTP de la sujeción de la mascarilla. Fuente: Elaboración propia.

| Fácil manipulación | Fácil transporte | Fácil guardado | Coste estimado | Mínimo número de piezas | Almacenaje de accesorios | Resistencia estructural | Total |
|--------------------|------------------|----------------|----------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-------|
| 0 | 0,5 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 4,5 |
| 0 | 0 | 0,1 | 0,1 | 0 | 0 | 0,7 | 1,9 |
| 0,1 | 0,7 | 1 | 0,1 | 0 | 0 | 1 | 5,9 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 9,1 |
| 0 | 1 | 0,3 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 2,5 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2,1 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2,2 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,5 | 1 | 8,2 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 7,2 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3,7 |

| FACTORES | Peso | Diseño/estética | Fácil limpieza |
|--------------------------|------|-----------------|----------------|
| Peso | 1 | 1 | 0 |
| Diseño/estética | 0 | 1 | 0 |
| Fácil limpieza | 1 | 1 | 1 |
| Fácil manipulación | 1 | 1 | 0,1 |
| Fácil transporte | 0 | 0,7 | 0 |
| Fácil guardado | 0 | 0,1 | 0 |
| Coste estimado | 0 | 0,1 | 0,1 |
| Mínimo número de piezas | 0,7 | 1 | 1 |
| Almacenaje de accesorios | 1 | 1 | 0,7 |
| Resistencia estructural | 0,7 | 0 | 0 |

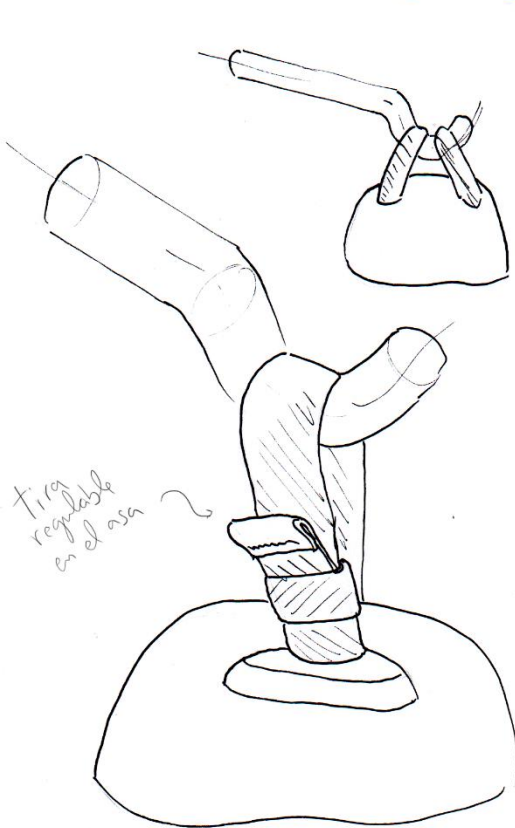
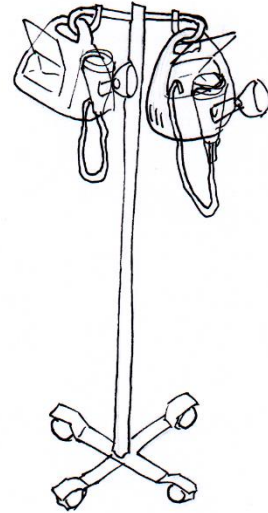
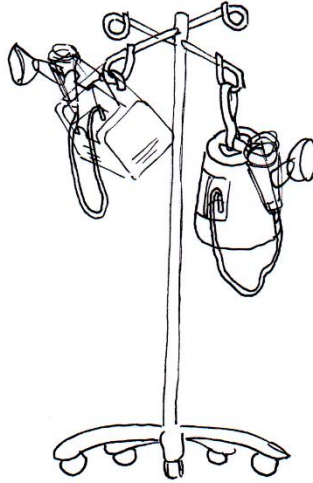
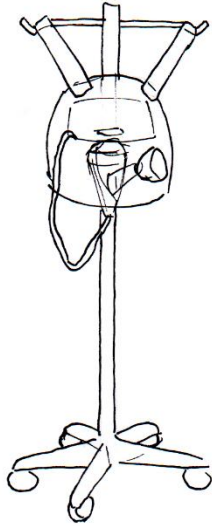
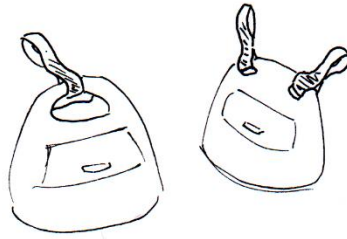
Tabla 31: Matriz de dominación de los factores para el VTP de la carcasa. Fuente: Elaboración propia.

20.2 BOCETOS REALIZADOS

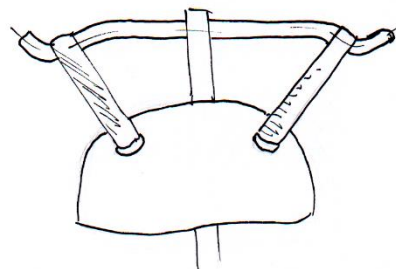
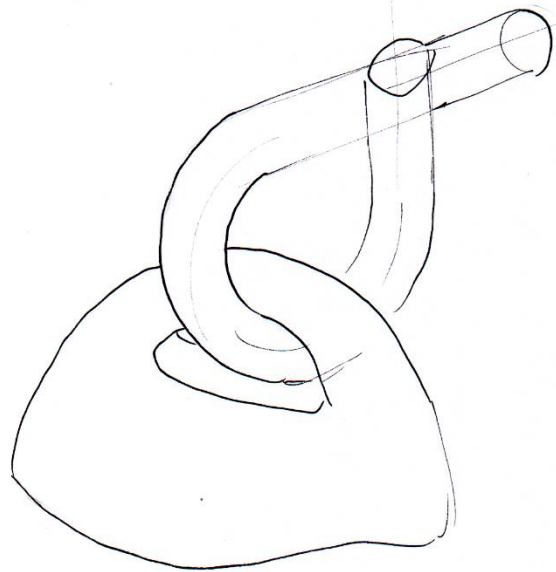


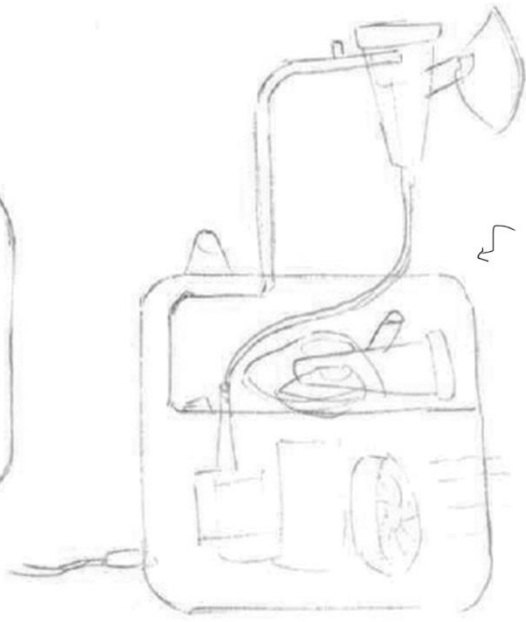
espacio de almacenaje

variaciones
de posibles
secciones a portagóteros



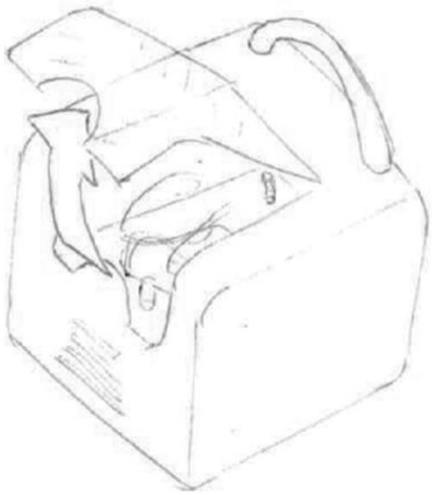
tira
regulable
en el asa



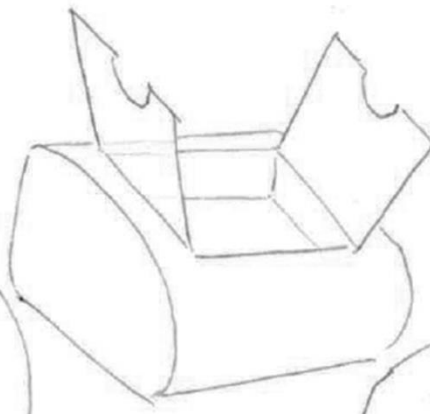
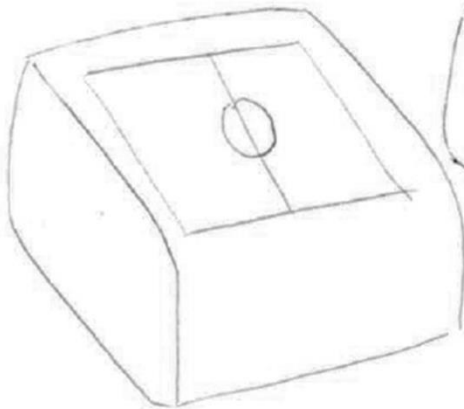


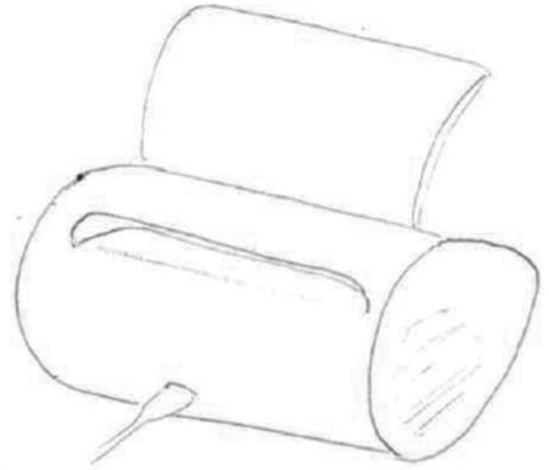
perfil

Corte mostrando la distribución de los componentes y accesorios



La tapa separa el KIT nebulizador





← disposición interna a la vista



Componentes ubicados verticalmente



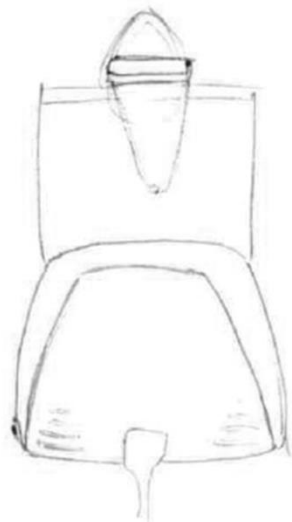
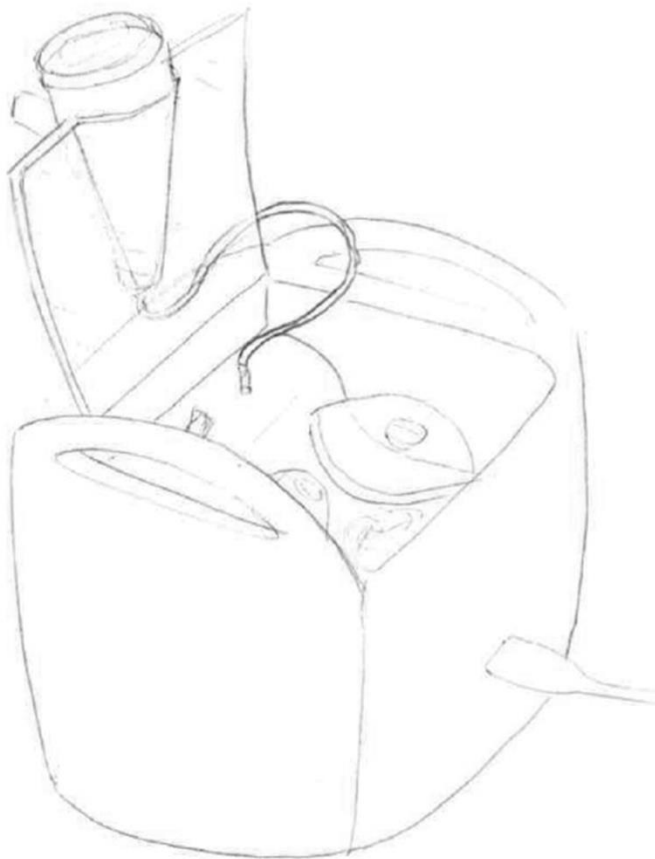
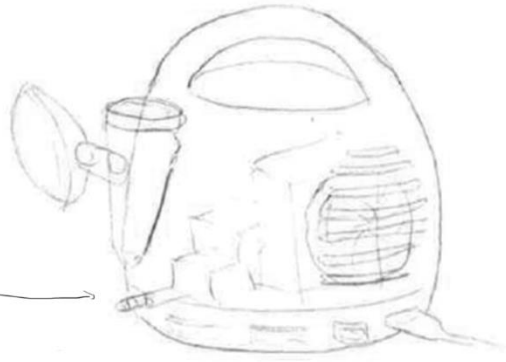
puerta corredera



Kit nebulizador
sujetado por
la tapa

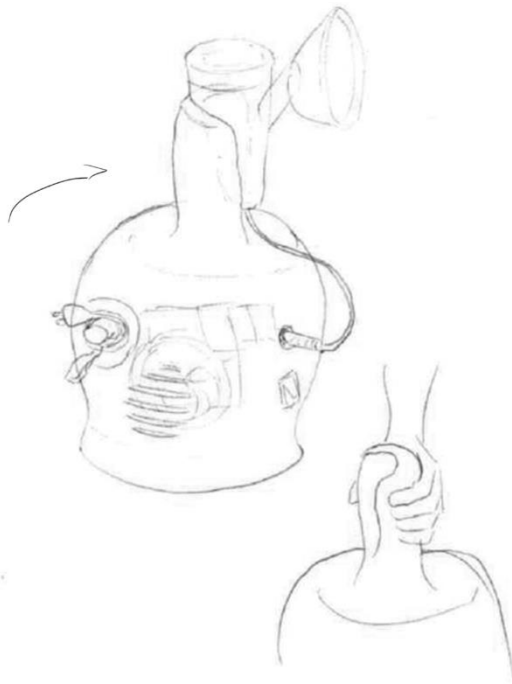


salida del
compresor
lateral

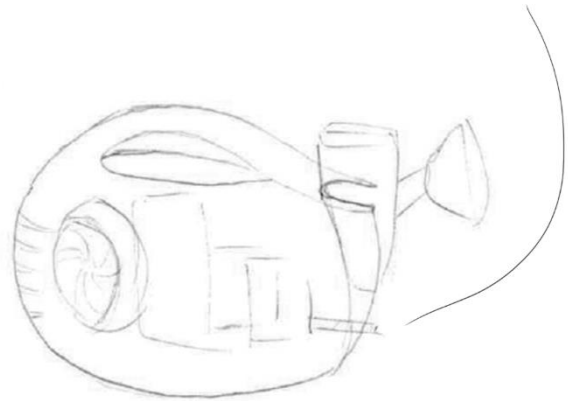
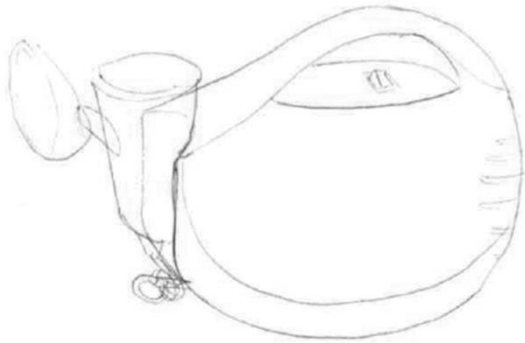


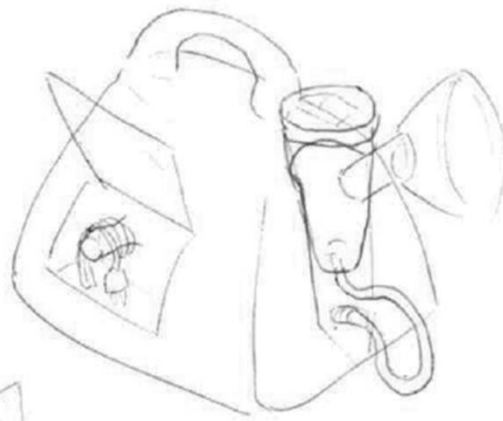
Corte mostrando
el interior de la
carcasa

manga para
coger el sistema
y conectar el kit
rehabilitador

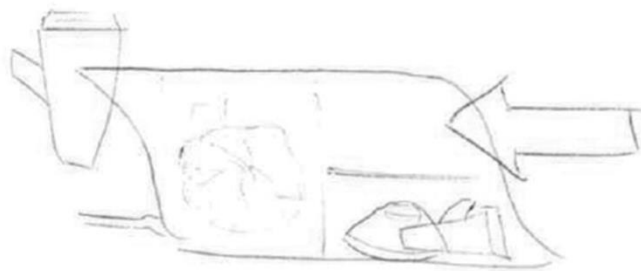
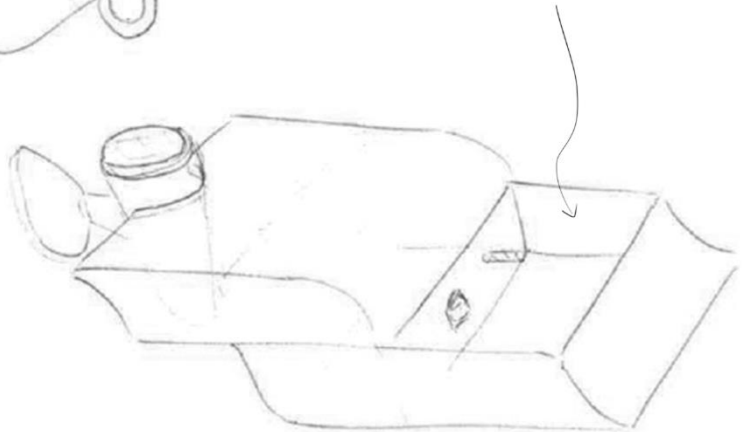


compresor
orientado para
solda lateral

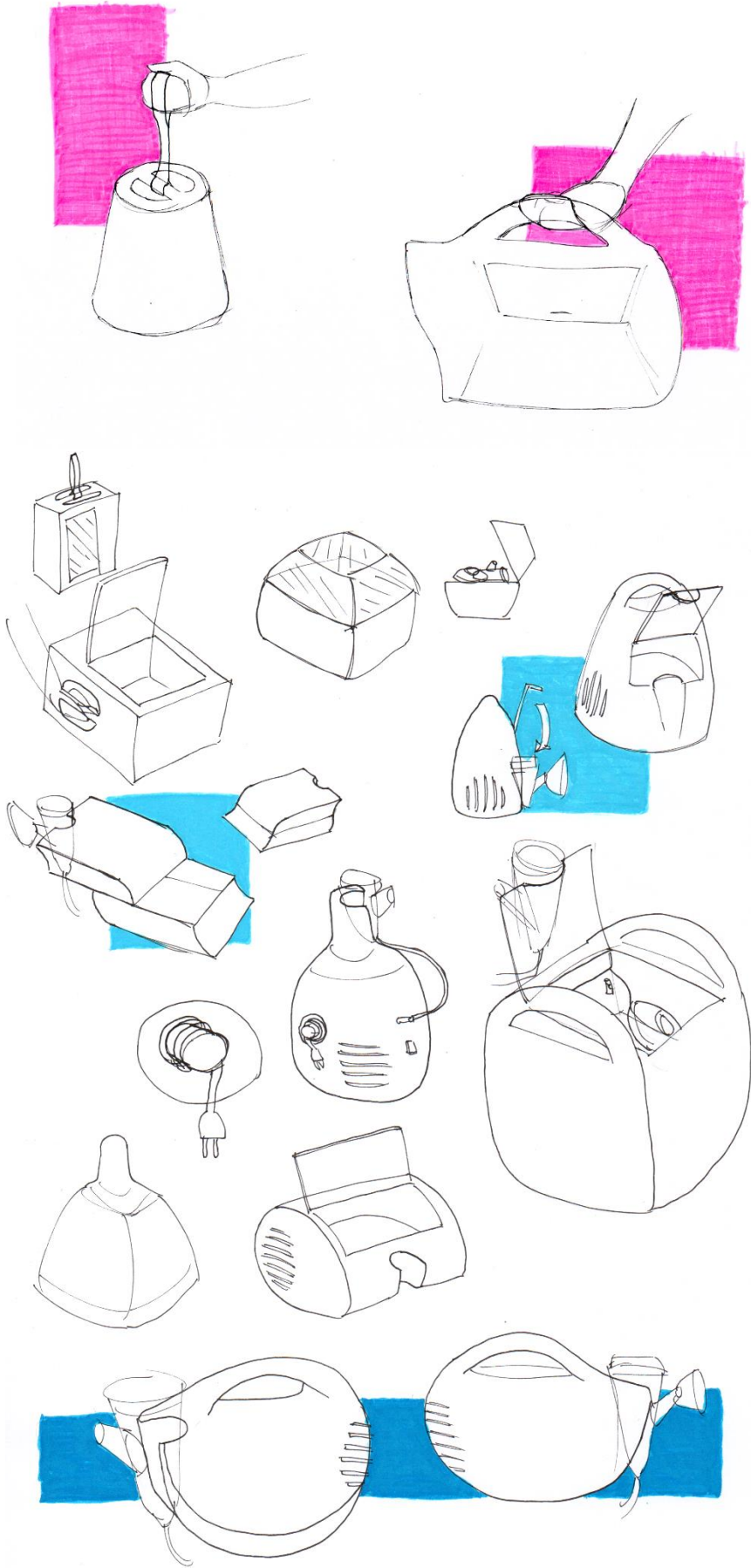


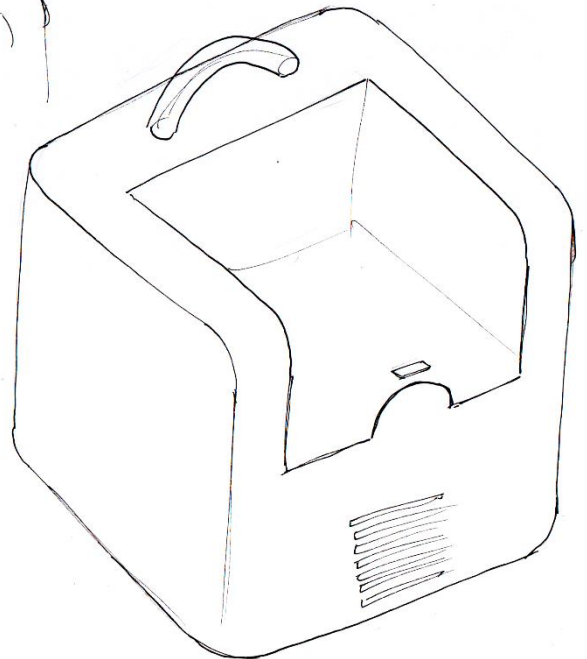
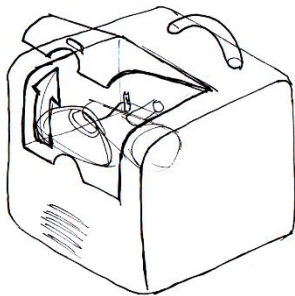
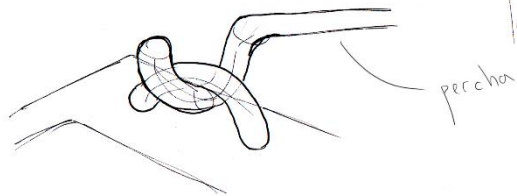
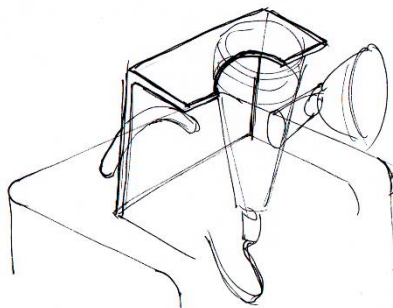
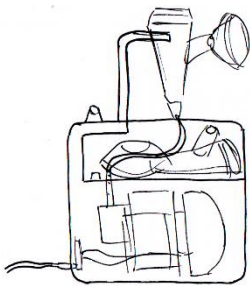
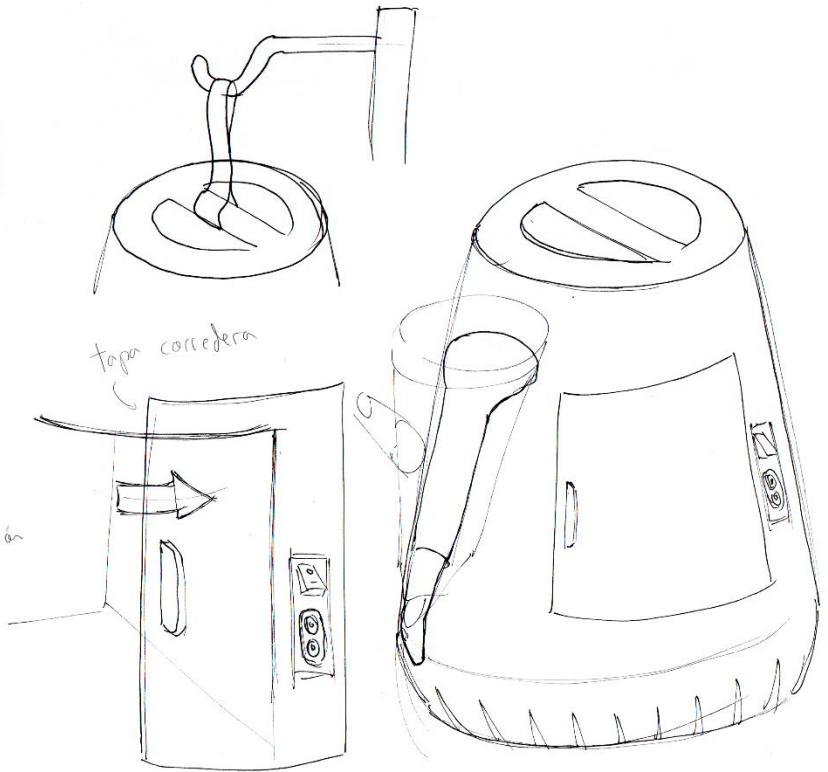
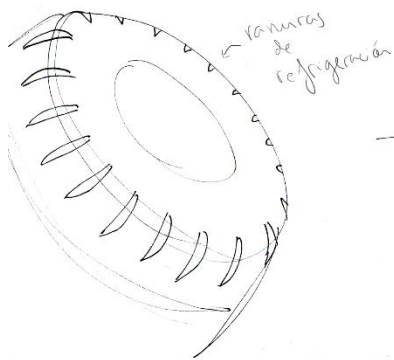
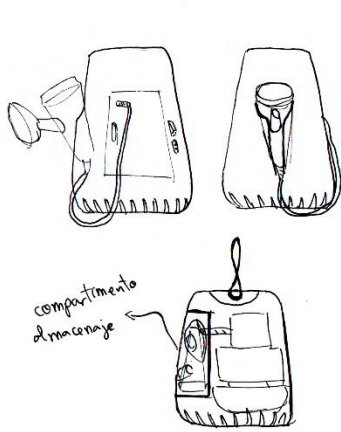


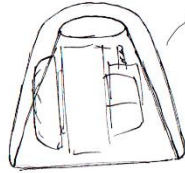
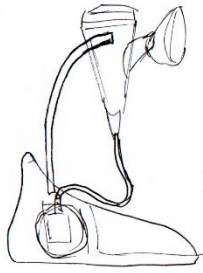
almacenaje
de accesorios



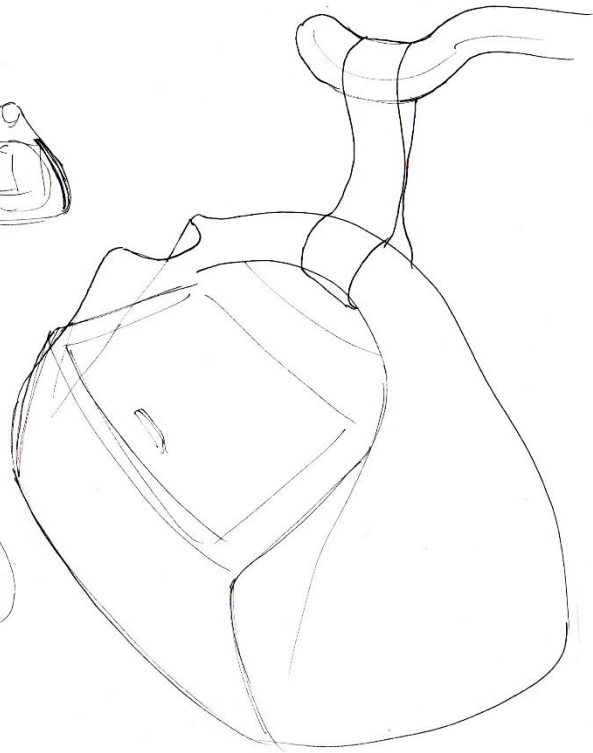
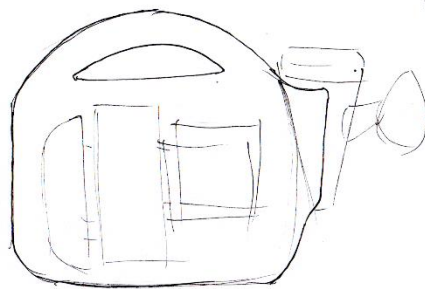
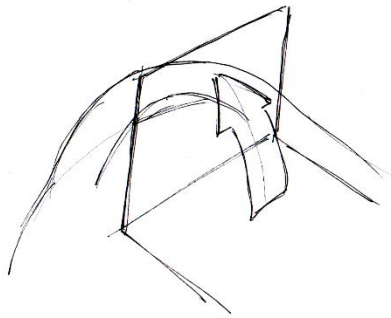
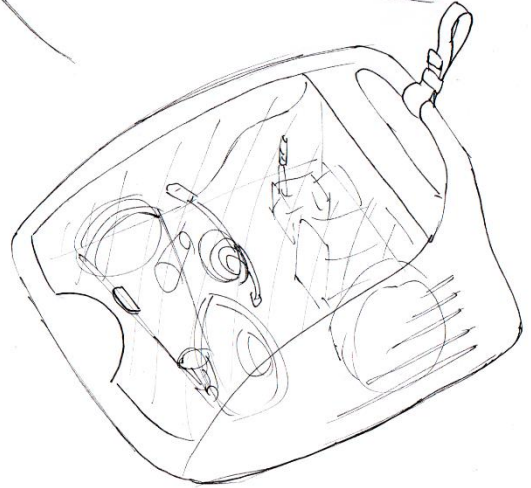
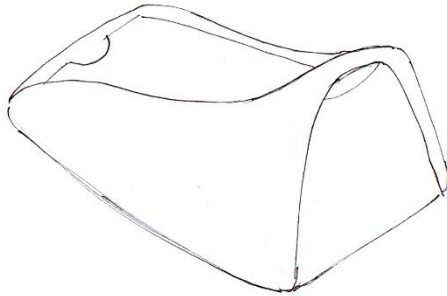
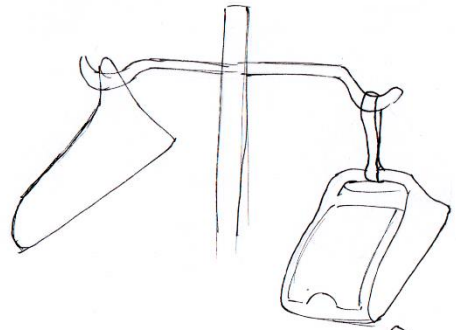
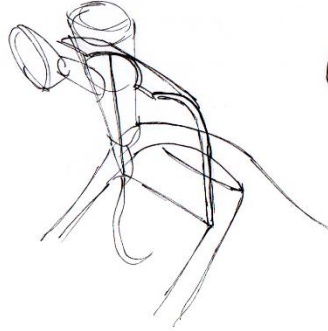
carcasa
desplazable

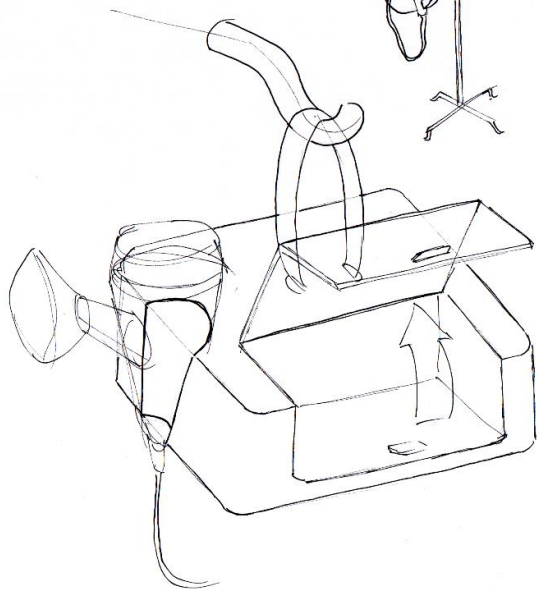
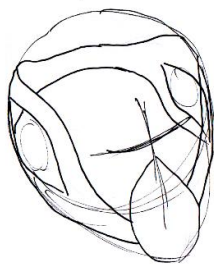
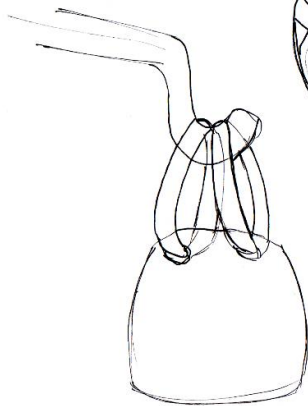
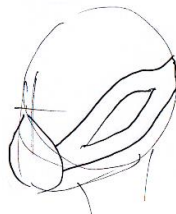
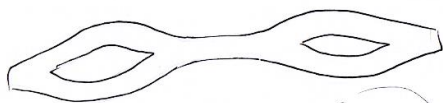
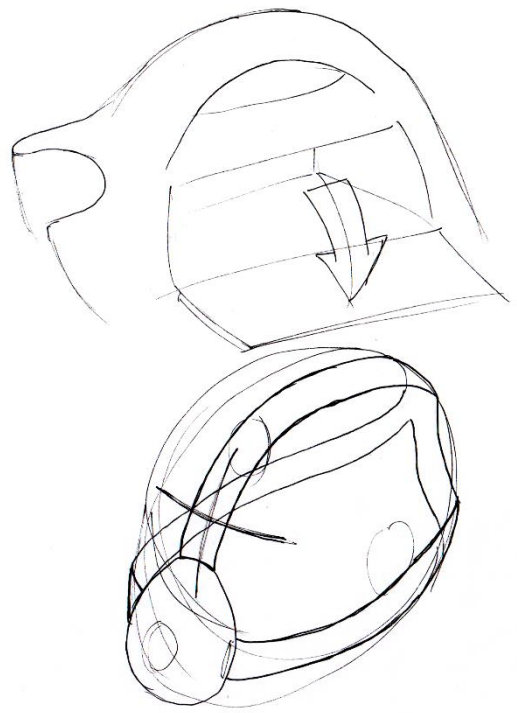
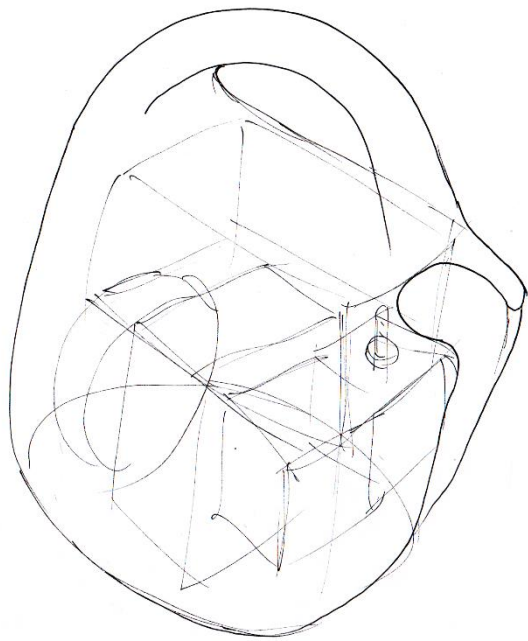


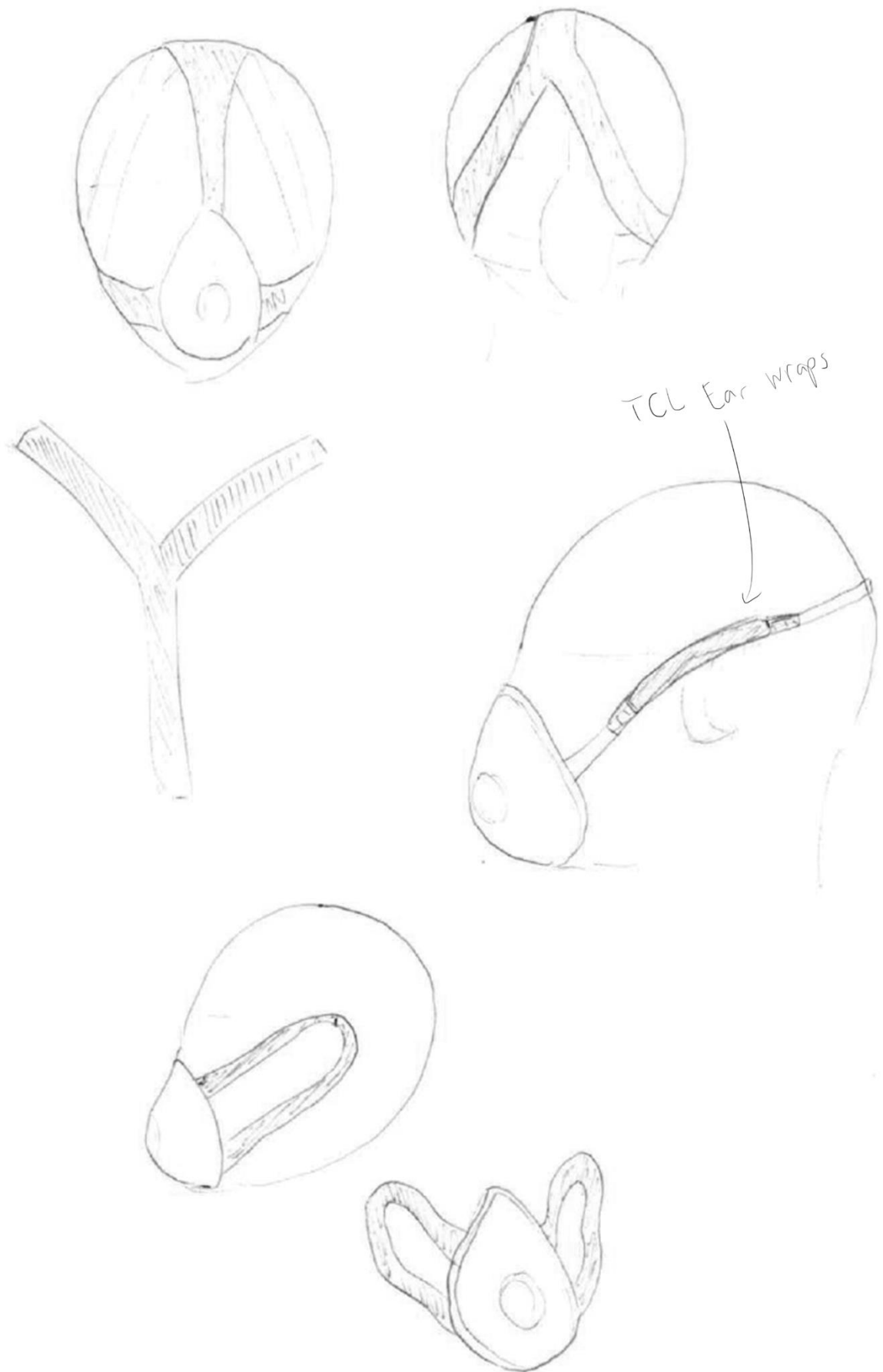


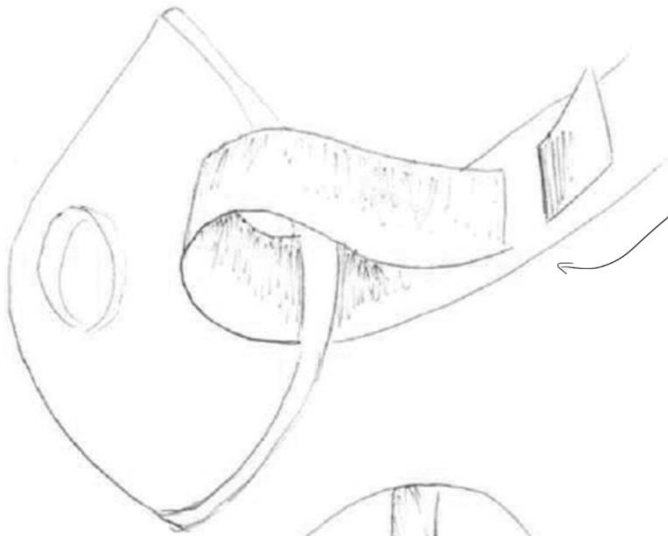
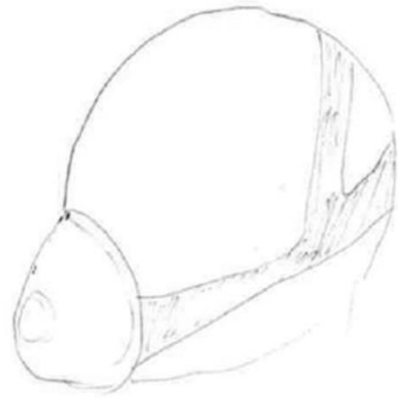


componentes
inter nos
vista
teaser

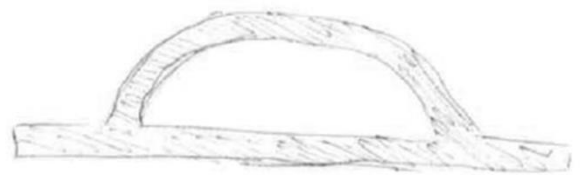
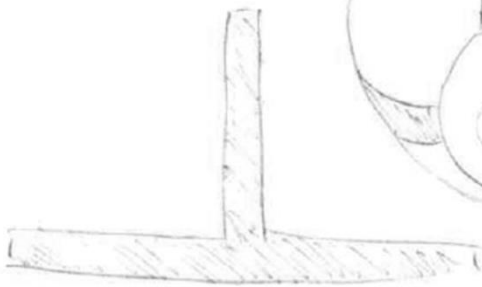
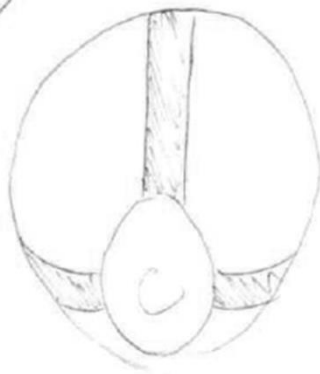


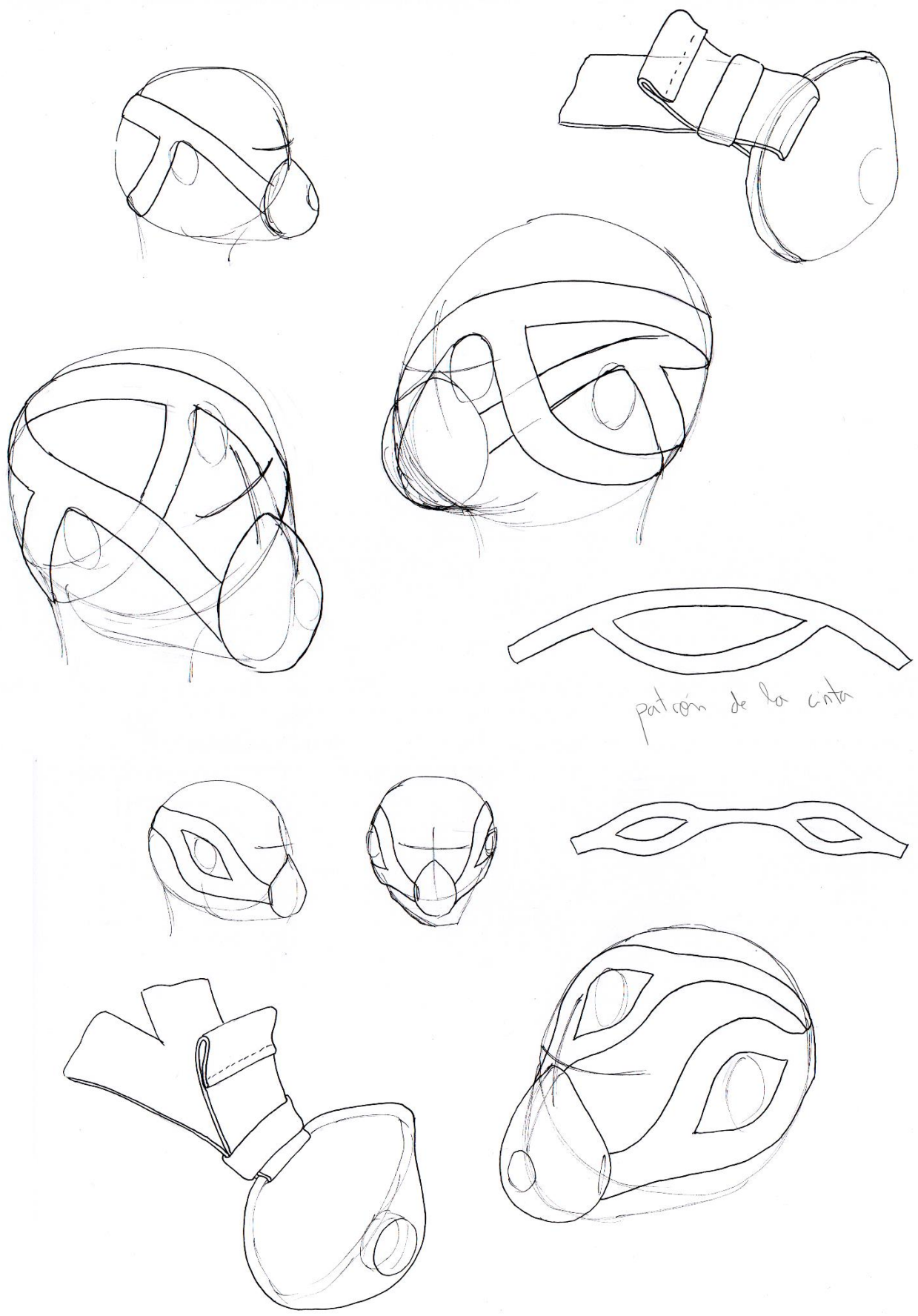


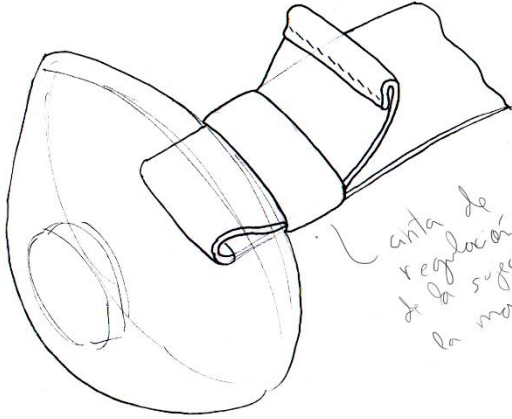
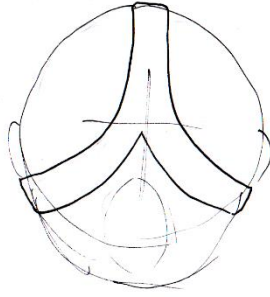
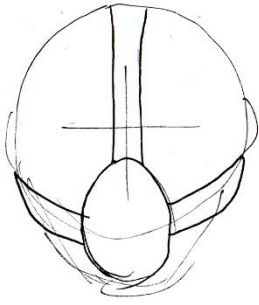




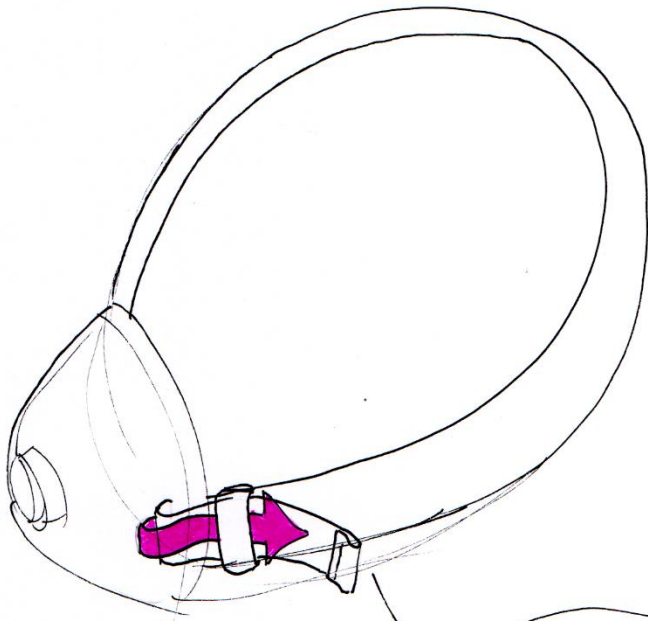
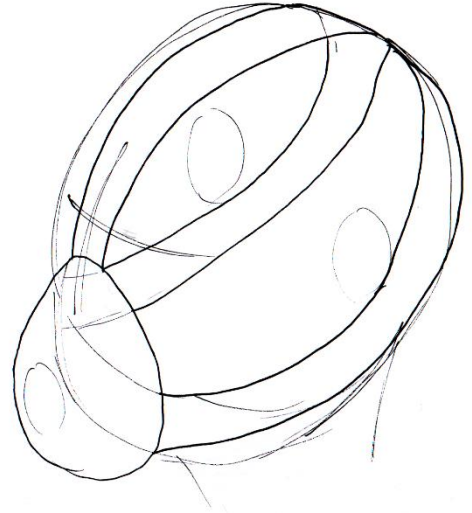
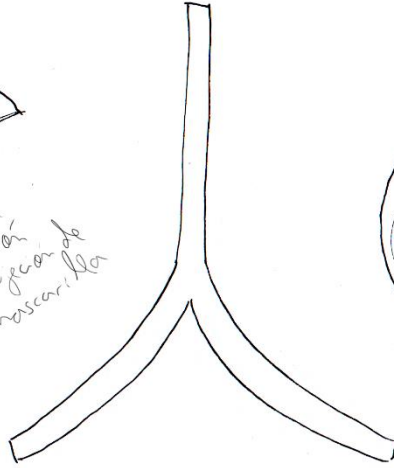
sistema
de regulación
de la cinta de
superior



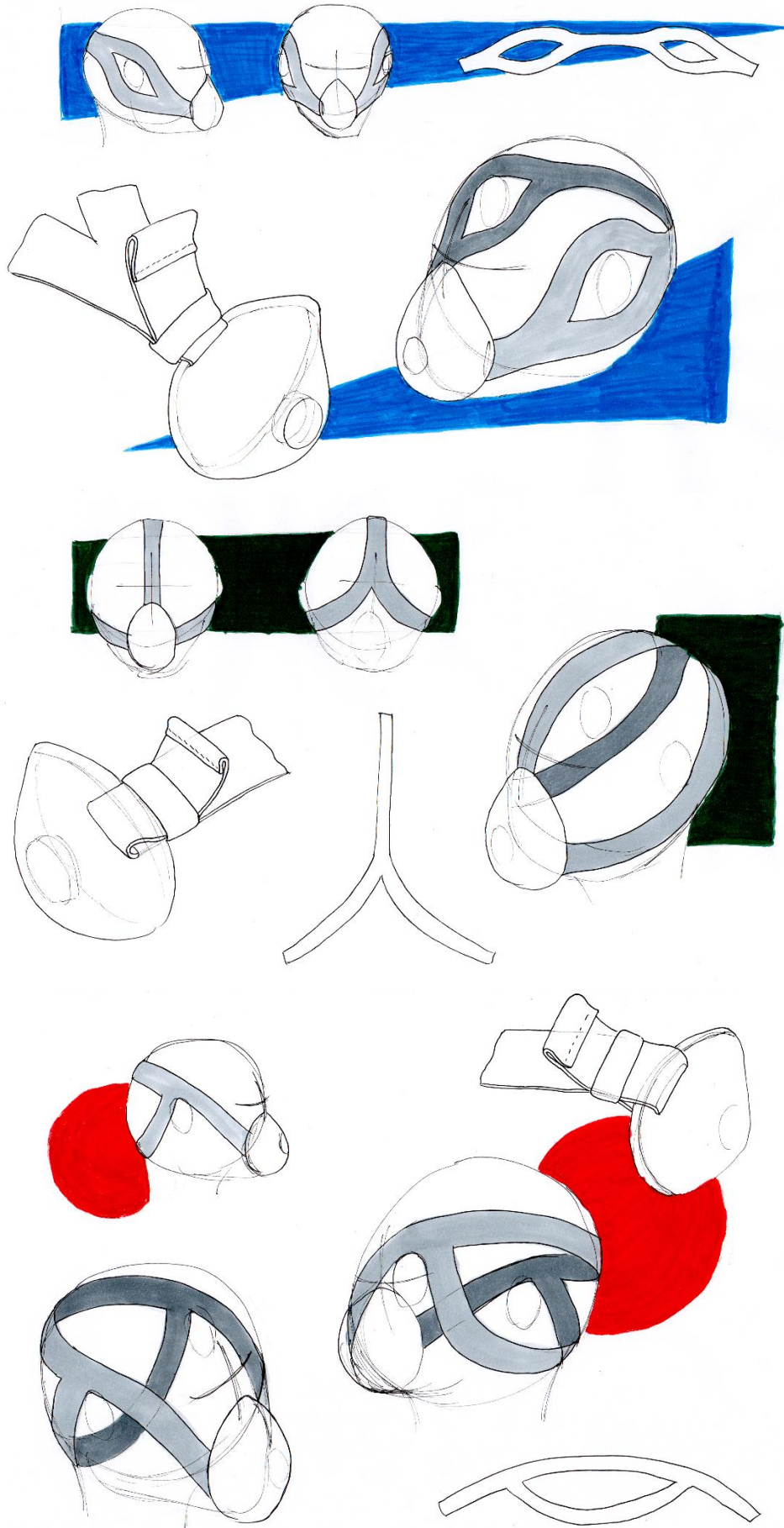




cinta de
regulación
de la sujeción de
la mascarilla

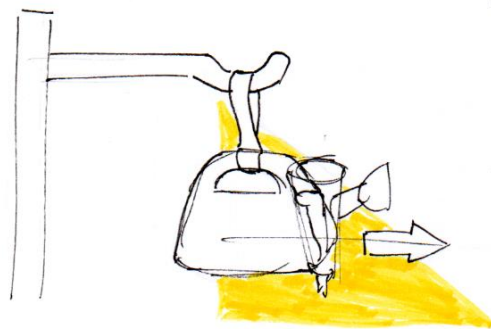
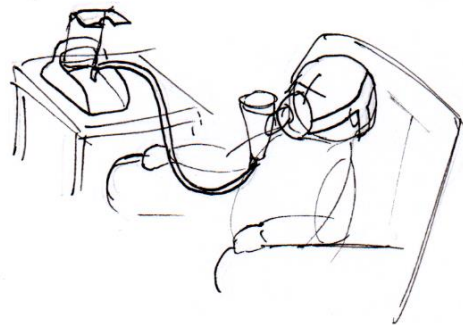
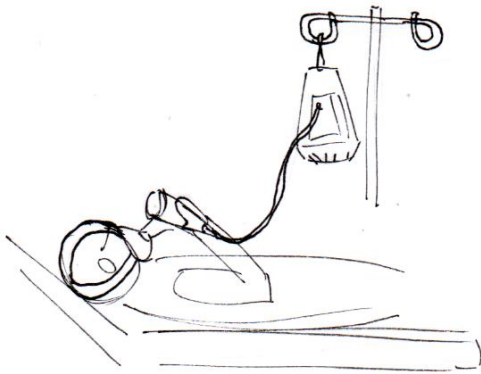
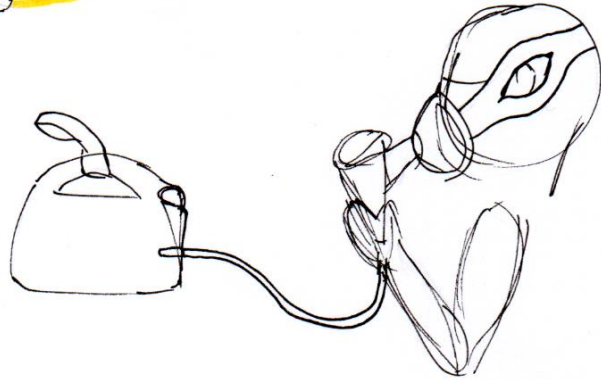
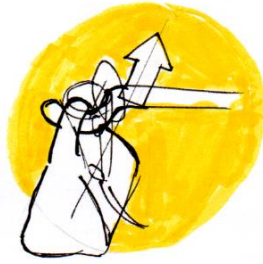


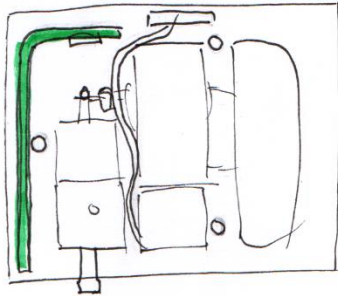
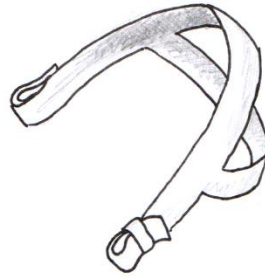
sujeción
regulable



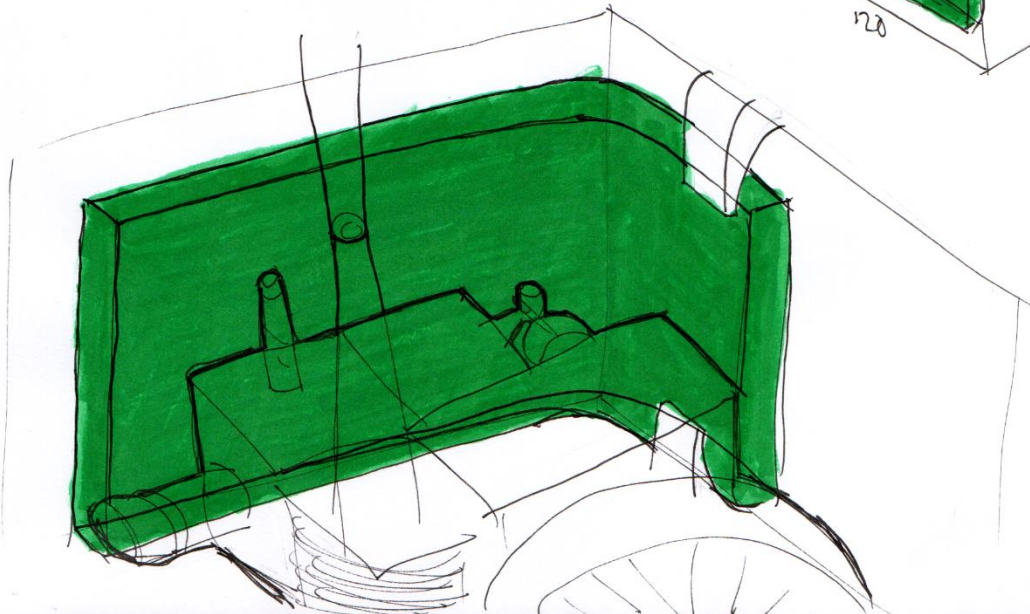
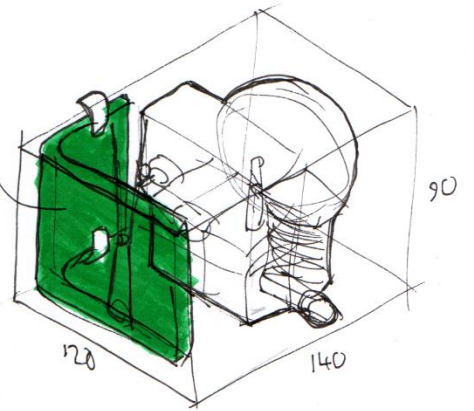


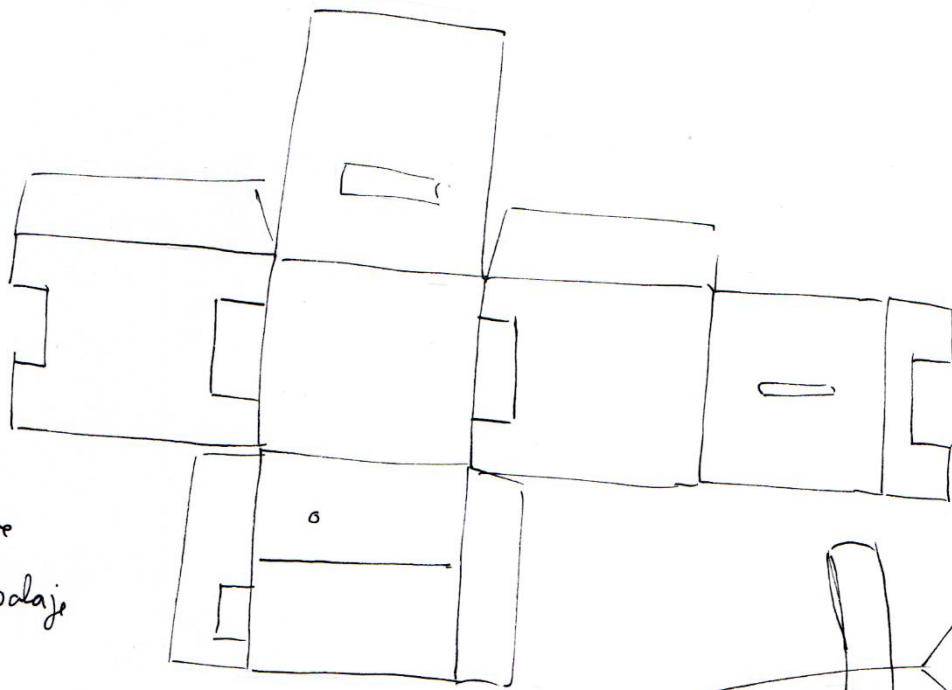
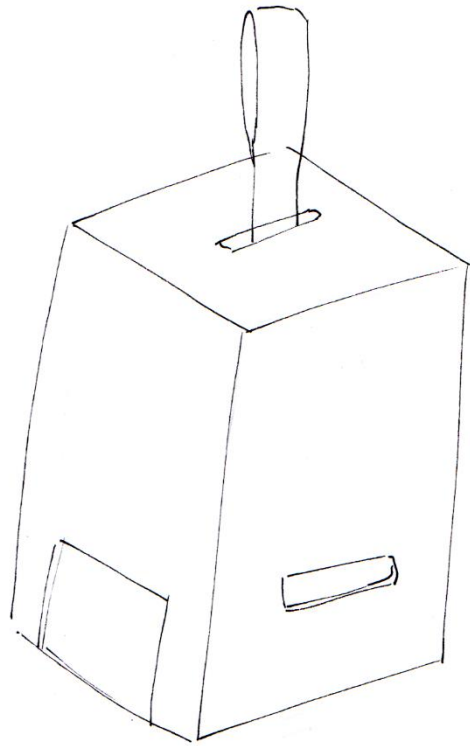
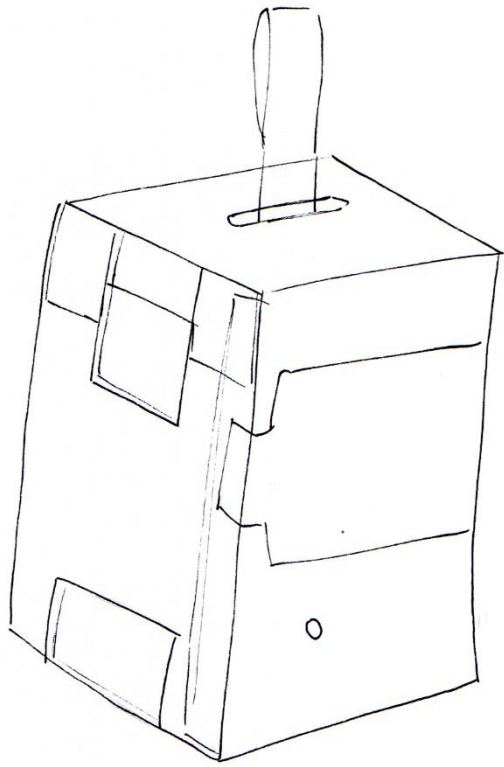
direccion a
la que apunta
el kit nebulizador



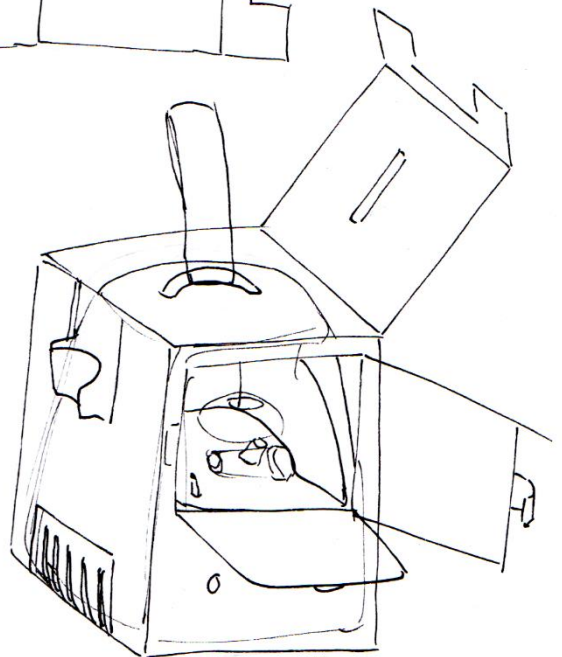


espuma poluretano?





Despliegue
del embalaje



20.3 TABLAS DE DATOS ANTROPOMÉTRICOS

| ADULTOS 19-65 años | | orden | HOMBRES | | | | MUJERES | | | |
|--------------------|---|-------|---------|------|-------|------|---------|------|------|------|
| | | | P5 | P50 | P95 | s | P5 | P50 | P95 | s |
| 1 | Estatura (altura del cuerpo) | 2 | 1610 | 1735 | 1 860 | 76 | 1511 | 1618 | 1725 | 65 |
| 2 | Altura de los ojos | 3 | 1497 | 1620 | 1743 | 75 | 1406 | 1509 | 1612 | 63 |
| 3 | Altura de los hombros | 4 | 1326 | 1439 | 1552 | 69 | 1227 | 1329 | 1430 | 61,9 |
| 4 | Altura del codo | 5 | 994 | 1083 | 1172 | 54 | 915 | 995 | 1074 | 49 |
| 5 | Altura de la cadera | 6 | 832 | 921 | 1010 | 54,1 | 748 | 825 | 902 | 47 |
| 6 | Altura de la entrepierna | 7 | 721 | 807 | 893 | 52 | 667 | 738 | 808 | 43 |
| 7 | Altura de la tibia | 8 | 414 | 462 | 510 | 29 | 387 | 430 | 474 | 27 |
| 8 | Espesor del cuerpo , de pie | 10 | 287 | 333 | 380 | 28 | 219 | 272 | 326 | 33 |
| 9 | Anchura del pecho, de pie | 9 | 281 | 331 | 382 | 31 | 237 | 279 | 320 | 25 |
| 10 | Anchura de caderas , de pie | 12 | 307 | 359 | 411 | 31,6 | 331 | 389 | 448 | 36 |
| 11 | Altura sentado /a (erguido/a) | 13 | 845 | 910 | 975 | 40 | 801 | 856 | 911 | 34 |
| 12 | Altura de los ojos, sentado/a | 14 | 728 | 794 | 860 | 40 | 686 | 741 | 796 | 34 |
| 13 | Altura de la nuca, sentado/a | 15 | 629 | 690 | 751 | 37 | 587 | 639 | 692 | 32 |
| 14 | Altura hombros, sentado/a | 16 | 546 | 603 | 659 | 34 | 522 | 572 | 622 | 31 |
| 15 | Altura del codo , sentado /a | 17 | 193 | 241 | 290 | 30 | 190 | 231 | 273 | 25 |
| 16 | Longitud hombro-codo | 18 | 340 | 372 | 405 | 20 | 312 | 341 | 370 | 18 |
| 17 | Longitud codo-muñeca | 19 | 259 | 285 | 311 | 15,6 | 233 | 256 | 280 | 14 |
| 18 | Anchura de hombros (biacromial) | 20 | 368 | 407 | 446 | 24 | 337 | 365 | 394 | 17 |
| 19 | Anchura de hombros (bideltoide) | 21 | 440 | 491 | 542 | 31,3 | 401 | 457 | 514 | 35 |
| 20 | Anchura entre codos (exterior) | 22 | 373 | 444 | 514 | 43 | 383 | 444 | 505 | 37 |
| 21 | Anchura del codo | 62 | 65 | 72 | 79 | 4 | 58 | 64 | 70 | 4 |
| 22 | Anchura de caderas, sentad o/a | 23 | 333 | 388 | 443 | 34 | 342 | 411 | 480 | 42 |
| 23 | Altura del poplíteo | 24 | 395 | 444 | 492 | 30 | 355 | 398 | 440 | 26 |
| 24 | Espesor del muslo | 25 | 131 | 165 | 199 | 21 | 116 | 153 | 191 | 23 |
| 25 | Altura de la rodilla , sentado/a | 26 | 487 | 538 | 589 | 31 | 449 | 493 | 537 | 27 |
| 26 | Longitud poplíteo-trasero (profundidad del asiento) | 49 | 449 | 511 | 574 | 38 | 434 | 494 | 555 | 37 |
| 27 | Longitud rodilla-trasero | 50 | 540 | 606 | 671 | 40 | 520 | 588 | 656 | 42 |
| 28 | Espesor del pecho a la Altura del pezón (de pie o sentad o/a) | 28 | 205 | 251 | 297 | 28 | 218 | 271 | 325 | 33 |
| 29 | Espesor abdominal, sentado/a | 27 | 208 | 277 | 347 | 42 | 192 | 270 | 347 | 48 |
| 30 | Longitud de la mano | 30 | 170 | 188 | 205 | 11 | 159 | 175 | 191 | 10 |

| ADULTOS 19-65 años | | orden | HOMBRES | | | | MUJERES | | | |
|--------------------|---|-------|---------|------|------|-------|---------|------|------|-------|
| | | | P5 | P50 | P95 | s | P5 | P50 | P95 | s |
| 31 | Longitud perpendicular de la palma de la mano | 31 | 98 | 108 | 119 | 6 | 90 | 99 | 108 | 5 |
| 32 | Anchura de la mano en los nudillos | 32 | 78 | 86 | 95 | 5 | 70 | 77 | 84 | 4 |
| 33 | Longitud del dedo índice | 33 | 66 | 75 | 84 | 6 | 62 | 69 | 76 | 4 |
| 34 | Anchura proximal del dedo índice | 34 | 18 | 21 | 23 | 1 | 16 | 18 | 20 | 1 |
| 35 | Anchura distal del dedo índice | 35 | 16 | 18 | 20 | 1 | 13 | 15 | 17 | 1 |
| 36 | Longitud del pie | 36 | 240 | 264 | 287 | 14,3 | 220 | 241 | 262 | 12,9 |
| 37 | Anchura del pie | 37 | 91 | 100 | 110 | 6 | 85 | 94 | 104 | 6 |
| 38 | Longitud de la cabeza | 38 | 184 | 198 | 212 | 8 | 172 | 184 | 197 | 8 |
| 39 | Anchura de la cabeza | 39 | 142 | 154 | 166 | 7,2 | 137 | 147 | 158 | 6,4 |
| 40 | Longitud de la cara (nación-mentón) | 40 | 103 | 117 | 132 | 9 | 95 | 106 | 116 | 7 |
| 41 | Arco sagital | 42 | 344 | 376 | 408 | 19,6 | 325 | 349 | 374 | 15,2 |
| 42 | Arco bitragial | 43 | 319 | 346 | 373 | 16,4 | 315 | 340 | 364 | 15,2 |
| 43 | Alcance de pie hacia arriba | 59 | 2023 | 2205 | 2387 | 110,8 | 1890 | 2046 | 2202 | 95 |
| 44 | Alcance sentado/a hacia arriba | 58 | 1322 | 1434 | 1545 | 67,9 | 1238 | 1334 | 1431 | 59 |
| 45 | Alcance del puño , alcance hacia delante | 45 | 656 | 729 | 802 | 45 | 616 | 681 | 745 | 39 |
| 46 | Longitud hombro-agarre | 60 | 595 | 655 | 715 | 36,6 | 555 | 608 | 660 | 32 |
| 47 | Longitud codo-agarre | 46 | 326 | 361 | 397 | 22 | 290 | 325 | 360 | 21,1 |
| 48 | Longitud codo-punta de los dedos | 48 | 434 | 472 | 510 | 23 | 395 | 430 | 466 | 21,5 |
| 49 | Altura del agarre (eje del puño) | 47 | 686 | 761 | 836 | 46 | 658 | 721 | 784 | 38 |
| 50 | Altura de la yema de los dedos | 61 | 593 | 658 | 723 | 40 | 563 | 617 | 671 | 33 |
| 51 | Envergadura | 62 | 1661 | 1808 | 1955 | 89 | 1541 | 1672 | 1804 | 80 |
| 52 | Envergadura de codos | 63 | 857 | 936 | 1014 | 48 | 781 | 855 | 928 | 45 |
| 53 | Perímetro de la cabeza | 41 | 538 | 569 | 599 | 18,3 | 521 | 547 | 573 | 16 |
| 54 | Perímetro del cuello | 51 | 348 | 394 | 440 | 28 | 328 | 372 | 416 | 27 |
| 55 | Perímetro del pecho | 52 | | | | | 819 | 1006 | 1194 | 114,5 |
| 56 | Perímetro de cintura | 53 | 856 | 974 | 1091 | 71,6 | 721 | 839 | 957 | 71,9 |
| 57 | Perímetro de la muñeca | 59 | 158 | 182 | 207 | 14,8 | 145 | 168 | 191 | 13,9 |
| 58 | Perímetro del muslo | 55 | 493 | 584 | 675 | 55,4 | 512 | 617 | 723 | 65 |
| 59 | Perímetro de la pantorrilla | 56 | 312 | 377 | 441 | 39 | 315 | 385 | 454 | 42 |

Tabla 32: Datos antropométricos de la población española en adultos de 19-65 años.

Fuente: José i Sirvent (Septiembre 2018). Apuntes de ergonomía. Universidad Politécnica de València. Departamento de Proyectos de Ingeniería.

| ADULTOS >65 años | | orden | HOMBRES | | | | MUJERES | | | |
|------------------|---|-------|---------|------|------|-------|---------|------|------|------|
| | | | P5 | P50 | P95 | s | P5 | P50 | P95 | s |
| 1 | Estatura (altura del cuerpo) | 2 | 1555 | 1673 | 1790 | 71,8 | 1463 | 1573 | 1682 | 66,9 |
| 2 | Altura de los ojos | 3 | 1439 | 1556 | 1672 | 71,0 | 1352 | 1457 | 1562 | 64 |
| 3 | Altura de los hombros | 4 | 1267 | 1375 | 1484 | 66,2 | 1175 | 1279 | 1382 | 63 |
| 4 | Altura del codo | 5 | 950 | 1035 | 1121 | 52,1 | 879 | 961 | 1043 | 50 |
| 6 | Altura de la entepierna | 7 | 704 | 785 | 866 | 49 | 658 | 730 | 803 | 44 |
| 7 | Altura de la tibia | 8 | 405 | 450 | 495 | 27 | 397 | 426 | 455 | 18 |
| 10 | Anchura de caderas, de pie | 12 | 302 | 345 | 389 | 27 | 311 | 366 | 422 | 34 |
| 11 | Altura sentado/a (erguido/a) | 13 | 809 | 870 | 931 | 37 | 760 | 817 | 874 | 35 |
| 12 | Altura de los ojos, sentado/a | 14 | 699 | 759 | 819 | 36,7 | 651 | 708 | 765 | 35 |
| 13 | Altura de la nuca, sentado/a | 15 | 601 | 659 | 716 | 35 | 556 | 610 | 664 | 32,9 |
| 14 | Altura hombros, sentado/a | 16 | 519 | 571 | 623 | 32 | 489 | 541 | 593 | 32 |
| 15 | Altura del codo, sentado/a | 17 | 193 | 228 | 262 | 21 | 185 | 219 | 254 | 21,1 |
| 16 | Longitud hombro-codo | 18 | 319 | 355 | 391 | 22 | 302 | 333 | 364 | 19 |
| 17 | Longitud codo-muñeca | 19 | 253 | 277 | 302 | 14,8 | 230 | 254 | 277 | 14,5 |
| 18 | Anchura de hombros (biacromial) | 20 | 358 | 396 | 434 | 23 | 331 | 361 | 390 | 17,8 |
| 21 | Anchura del codo | 62 | 64 | 71 | 77 | 4 | 57 | 63 | 70 | 4 |
| 23 | Altura del poplíteo | 24 | 392 | 438 | 483 | 28 | 362 | 407 | 452 | 27 |
| 25 | Altura de la rodilla, sentado/a | 26 | 477 | 524 | 571 | 29 | 450 | 494 | 538 | 27 |
| 26 | Longitud poplíteo-trasero (profundidad del asiento) | 49 | 432 | 482 | 533 | 31 | 427 | 479 | 530 | 32 |
| 27 | Longitud rodilla-trasero | 50 | 538 | 593 | 649 | 34 | 528 | 586 | 644 | 35 |
| 30 | Longitud de la mano | 30 | 166 | 183 | 199 | 10 | 157 | 173 | 188 | 10 |
| 31 | Longitud perpendicular de la palma de la mano | 31 | 96 | 106 | 115 | 6 | 89 | 98 | 107 | 6 |
| 33 | Longitud del dedo índice | 33 | 64 | 73 | 81 | 5 | 61 | 68 | 75 | 4 |
| 36 | Longitud del pie | 36 | 231 | 254 | 277 | 14 | 216 | 237 | 259 | 13 |
| 38 | Longitud de la cabeza | 38 | 177 | 190 | 203 | 8 | 178 | 191 | 203 | 8 |
| 39 | Anchura de la cabeza | 39 | 139 | 150 | 161 | 7 | 135 | 146 | 156 | 7 |
| 43 | Alcance de pie hacia arriba | 59 | 1948 | 2119 | 2291 | 104,8 | 1819 | 1978 | 2137 | 97 |
| 44 | Alcance sentado/a hacia arriba | 58 | 1267 | 1373 | 1478 | 64 | 1181 | 1280 | 1379 | 60 |

| ADULTOS >65 años | | orden | HOMBRES | | | | MUJERES | | | |
|------------------|--|-------|---------|------|------|----|---------|------|------|----|
| | | | P5 | P50 | P95 | s | P5 | P50 | P95 | s |
| 45 | Alcance del puño , alcance hacia delante | 45 | 641 | 710 | 778 | 42 | 628 | 695 | 762 | 41 |
| 46 | Longitud hombro-agarre | 60 | 581 | 638 | 694 | 35 | 548 | 602 | 655 | 33 |
| 47 | Longitud codo-agarre | 46 | 303 | 336 | 369 | 20 | 281 | 310 | 339 | 18 |
| 48 | Longitud codo-punta de los dedos | 48 | 424 | 461 | 497 | 22 | 395 | 432 | 469 | 22 |
| 49 | Altura del agarre (eje del puño) | 47 | 669 | 740 | 811 | 43 | 633 | 699 | 765 | 40 |
| 50 | Altura de la yema de los dedos | 61 | 576 | 637 | 699 | 38 | 550 | 605 | 660 | 34 |
| 51 | Envergadura | 62 | 1621 | 1760 | 1899 | 85 | 1521 | 1656 | 1791 | 82 |
| 52 | Envergadura de codos | 63 | 837 | 911 | 985 | 45 | 771 | 846 | 922 | 46 |
| 53 | Perímetro de la cabeza | 41 | 533 | 562 | 590 | 17 | 511 | 538 | 566 | 17 |
| 59 | Perímetro de la pantorrilla | 56 | 365 | 410 | 454 | 27 | 346 | 391 | 436 | 28 |

Tabla 33: Datos antropométricos de la población española en adultos >65 años.

Fuente: José i Sirvent (Septiembre 2018). Apuntes de ergonomía. Universidad Politécnica de València. Departamento de Proyectos de Ingeniería.

| Z | 0,00 | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,09 |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0,00 | 0,5000 | 0,5040 | 0,5080 | 0,5120 | 0,5160 | 0,5199 | 0,5239 | 0,5279 | 0,5319 | 0,5359 |
| 0,10 | 0,5398 | 0,5438 | 0,5478 | 0,5517 | 0,5557 | 0,5596 | 0,5636 | 0,5675 | 0,5714 | 0,5753 |
| 0,20 | 0,5793 | 0,5832 | 0,5871 | 0,5910 | 0,5948 | 0,5987 | 0,6026 | 0,6064 | 0,6103 | 0,6141 |
| 0,30 | 0,6179 | 0,6217 | 0,6255 | 0,6293 | 0,6331 | 0,6368 | 0,6406 | 0,6443 | 0,6480 | 0,6517 |
| 0,40 | 0,6554 | 0,6591 | 0,6628 | 0,6664 | 0,6700 | 0,6736 | 0,6772 | 0,6808 | 0,6844 | 0,6879 |
| 0,50 | 0,6915 | 0,6950 | 0,6985 | 0,7019 | 0,7054 | 0,7088 | 0,7123 | 0,7157 | 0,7190 | 0,7224 |
| 0,60 | 0,7257 | 0,7291 | 0,7324 | 0,7357 | 0,7389 | 0,7422 | 0,7454 | 0,7486 | 0,7517 | 0,7549 |
| 0,70 | 0,7580 | 0,7611 | 0,7642 | 0,7673 | 0,7704 | 0,7734 | 0,7764 | 0,7794 | 0,7823 | 0,7852 |
| 0,80 | 0,7881 | 0,7910 | 0,7939 | 0,7967 | 0,7995 | 0,8023 | 0,8051 | 0,8078 | 0,8106 | 0,8133 |
| 0,90 | 0,8159 | 0,8186 | 0,8212 | 0,8238 | 0,8264 | 0,8289 | 0,8315 | 0,8340 | 0,8365 | 0,8389 |
| 1,00 | 0,8413 | 0,8438 | 0,8461 | 0,8485 | 0,8508 | 0,8531 | 0,8554 | 0,8577 | 0,8599 | 0,8621 |
| 1,10 | 0,8643 | 0,8665 | 0,8686 | 0,8708 | 0,8729 | 0,8749 | 0,8770 | 0,8790 | 0,8810 | 0,8830 |
| 1,20 | 0,8849 | 0,8869 | 0,8888 | 0,8907 | 0,8925 | 0,8944 | 0,8962 | 0,8980 | 0,8997 | 0,9015 |
| 1,30 | 0,9032 | 0,9049 | 0,9066 | 0,9082 | 0,9099 | 0,9115 | 0,9131 | 0,9147 | 0,9162 | 0,9177 |
| 1,40 | 0,9192 | 0,9207 | 0,9222 | 0,9236 | 0,9251 | 0,9265 | 0,9279 | 0,9292 | 0,9306 | 0,9319 |
| 1,50 | 0,9332 | 0,9345 | 0,9357 | 0,9370 | 0,9382 | 0,9394 | 0,9406 | 0,9418 | 0,9429 | 0,9441 |
| 1,60 | 0,9452 | 0,9463 | 0,9474 | 0,9484 | 0,9495 | 0,9505 | 0,9515 | 0,9525 | 0,9535 | 0,9545 |
| 1,70 | 0,9554 | 0,9564 | 0,9573 | 0,9582 | 0,9591 | 0,9599 | 0,9608 | 0,9616 | 0,9625 | 0,9633 |
| 1,80 | 0,9641 | 0,9649 | 0,9656 | 0,9664 | 0,9671 | 0,9678 | 0,9686 | 0,9693 | 0,9699 | 0,9706 |
| 1,90 | 0,9713 | 0,9719 | 0,9726 | 0,9732 | 0,9738 | 0,9744 | 0,9750 | 0,9756 | 0,9761 | 0,9767 |
| 2,00 | 0,9772 | 0,9778 | 0,9783 | 0,9788 | 0,9793 | 0,9798 | 0,9803 | 0,9808 | 0,9812 | 0,9817 |
| 2,10 | 0,9821 | 0,9826 | 0,9830 | 0,9834 | 0,9838 | 0,9842 | 0,9846 | 0,9850 | 0,9854 | 0,9857 |
| 2,20 | 0,9861 | 0,9864 | 0,9868 | 0,9871 | 0,9875 | 0,9878 | 0,9881 | 0,9884 | 0,9887 | 0,9890 |
| 2,30 | 0,9893 | 0,9896 | 0,9898 | 0,9901 | 0,9904 | 0,9906 | 0,9909 | 0,9911 | 0,9913 | 0,9916 |
| 2,40 | 0,9918 | 0,9920 | 0,9922 | 0,9925 | 0,9927 | 0,9929 | 0,9931 | 0,9932 | 0,9934 | 0,9936 |
| 2,50 | 0,9938 | 0,9940 | 0,9941 | 0,9943 | 0,9945 | 0,9946 | 0,9948 | 0,9949 | 0,9951 | 0,9952 |
| 2,60 | 0,9953 | 0,9955 | 0,9956 | 0,9957 | 0,9959 | 0,9960 | 0,9961 | 0,9962 | 0,9963 | 0,9964 |
| 2,70 | 0,9965 | 0,9966 | 0,9967 | 0,9968 | 0,9969 | 0,9970 | 0,9971 | 0,9972 | 0,9973 | 0,9974 |
| 2,80 | 0,9974 | 0,9975 | 0,9976 | 0,9977 | 0,9977 | 0,9978 | 0,9979 | 0,9979 | 0,9980 | 0,9981 |
| 2,90 | 0,9981 | 0,9982 | 0,9982 | 0,9983 | 0,9984 | 0,9984 | 0,9985 | 0,9985 | 0,9986 | 0,9986 |
| 3,00 | 0,9987 | 0,9987 | 0,9987 | 0,9988 | 0,9988 | 0,9989 | 0,9989 | 0,9989 | 0,9990 | 0,9990 |
| 3,10 | 0,9990 | 0,9991 | 0,9991 | 0,9991 | 0,9992 | 0,9992 | 0,9992 | 0,9992 | 0,9993 | 0,9993 |
| 3,20 | 0,9993 | 0,9993 | 0,9994 | 0,9994 | 0,9994 | 0,9994 | 0,9994 | 0,9995 | 0,9995 | 0,9995 |
| 3,30 | 0,9995 | 0,9995 | 0,9995 | 0,9996 | 0,9996 | 0,9996 | 0,9996 | 0,9996 | 0,9996 | 0,9997 |
| 3,40 | 0,9997 | 0,9997 | 0,9997 | 0,9997 | 0,9997 | 0,9997 | 0,9997 | 0,9997 | 0,9997 | 0,9998 |
| 3,50 | 0,9998 | 0,9998 | 0,9998 | 0,9998 | 0,9998 | 0,9998 | 0,9998 | 0,9998 | 0,9998 | 0,9998 |
| 3,60 | 0,9998 | 0,9998 | 0,9999 | 0,9999 | 0,9999 | 0,9999 | 0,9999 | 0,9999 | 0,9999 | 0,9999 |
| 3,70 | 0,9999 | 0,9999 | 0,9999 | 0,9999 | 0,9999 | 0,9999 | 0,9999 | 0,9999 | 0,9999 | 0,9999 |
| 3,80 | 0,9999 | 0,9999 | 0,9999 | 0,9999 | 0,9999 | 0,9999 | 0,9999 | 0,9999 | 0,9999 | 0,9999 |
| 3,90 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 |
| 4,00 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 |

Tabla 34: Distribución normal estándar (Z).

Fuente: José i Sirvent (Septiembre 2018). Apuntes de ergonomía. Universidad Politécnica de Valencia. Departamento de Proyectos de Ingeniería.

20.4 NORMAS UNE DE APLICACIÓN

UNE-EN ISO 17510-1

Terapia respiratoria para la apnea del sueño.

Parte 1: Equipo de terapia respiratoria para la apnea del sueño.

UNE-EN ISO 17510-2

Terapia respiratoria para la apnea del sueño.

Parte 2: Mascarillas y accesorios de aplicación.

UNE-EN 13544-1:2007+A1

Equipos de terapia respiratoria.

Parte 1: Sistemas de nebulización y sus componentes.

UNE-EN 13544-2:2003+A1

Equipos de terapia respiratoria.

Parte 2: Tubos y conectores.

UNE-EN 13544-3:2001+A1

Equipos de terapia respiratoria.

Parte 3: Dispositivos de arrastre de aire.

BOE-A-2015-1762

Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

EN 60601-1-2:2015

Equipos electromédicos.

Parte 1-2: Requisitos generales para la seguridad básica y características de funcionamiento esencial. Norma colateral: Perturbaciones electromagnéticas. Requisitos y ensayos.

EN 60601-1-11:2015

Equipos electromédicos.

Parte 1-11: Requisitos generales para la seguridad básica y el funcionamiento esencial.

Norma colateral: Requisitos para el equipo electromédico y el sistema electromédico utilizado para el cuidado en el entorno médico del hogar.

UNE 144001 IN

Gestión del valor.

Guía para el diseño y desarrollo de proyectos de Análisis del Valor de acuerdo a la Norma UNE-EN 12973:2000 *Gestión del valor*.

UNE-EN 50419:2006

Marcado de equipos eléctricos y electrónicos de acuerdo con el Artículo 11(2) de la Directiva 2002/96/CE, sobre residuos de equipos eléctricos y electrónicos.

20.5 COSTES UNITARIOS DEL PRESUPUESTO

COSTES UNITARIOS:

Como coste de la mano de obra, maquinaria y utillaje utilizado se han estimado los valores siguientes:

MATERIAL

Silicona líquida = 1 kg a 18€

Poliamida 6 = 1 kg a 3€

ABS = 1 kg a 2€

Goma elástica = 15 cm a 0,33€

Cinta de poliéster = 30 metros a 11,6€

Fieltro adhesivo = 1 metro a 13,9€

Cartón = 100 plachas de 100 x 75 mm son 1,7 €/ud.

MANO DE OBRA

Oficial de 3ª = 10€/h

Especialista = 15€/h

MAQUINARIA

Máquina dobladora = 1500€. Amortización en 20 años (se estima un uso de 16h/día durante 224 días al año)

Máquina troqueladora = 3000€. Amortización en 20 años (se estima un uso de 16h/día durante 224 días al año)

Cortadora láser = 2300€. Amortización en 20 años (se estima un uso de 16h/día durante 224 días al año)

MEDIOS AUXILIARES

Regla/útiles de medición = 10€

Tijeras = 3€

20.6 PLANOS

20.6.1 PLANOS ORIGINALES

20.6.1.1 ELEMENTO 1.3. CARCASA SUPERIOR.

20.6.1.2 ELEMENTO 1.4. CARCASA INFERIOR.

20.6.1.3 ELEMENTO 2. MASCARILLA.

20.6.2 PLANOS NUEVOS

20.6.2.1 ELEMENTO 1.3.1. BASE.

20.6.2.2 ELEMENTO 1.3.2. SOPORTE LATERAL.

20.6.2.3 ELEMENTO 1.3.3. ASA.

20.6.2.4 SUBCONJUNTO 1.3.

20.6.2.5 ELEMENTO 1.4. CARCASA INFERIOR.

20.6.2.6 ELEMENTO 1.5. PLANTLILLA DEL FIELTRO (CARCASA INFERIOR).

20.6.2.7 ELEMENTO 1.5. PLANTLILLA DEL FIELTRO (CARCASA SUPERIOR).

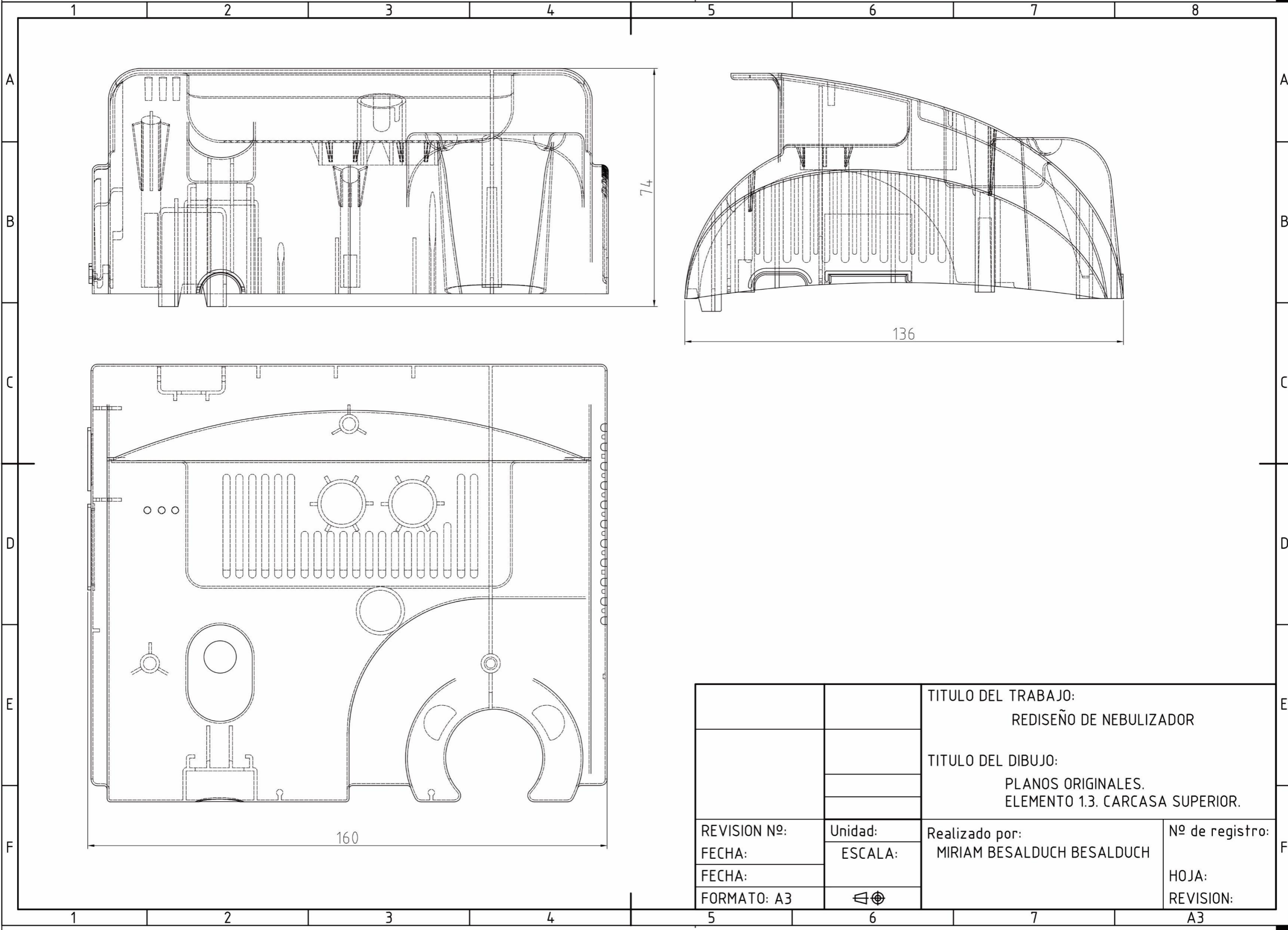
20.6.2.7 ELEMENTOS 2.1, 2.2 Y 3.1. SUJECIÓN DE LA MASCARILLA.

20.6.2.8 ELEMENTO 4.1. CINTA DEL ASA.

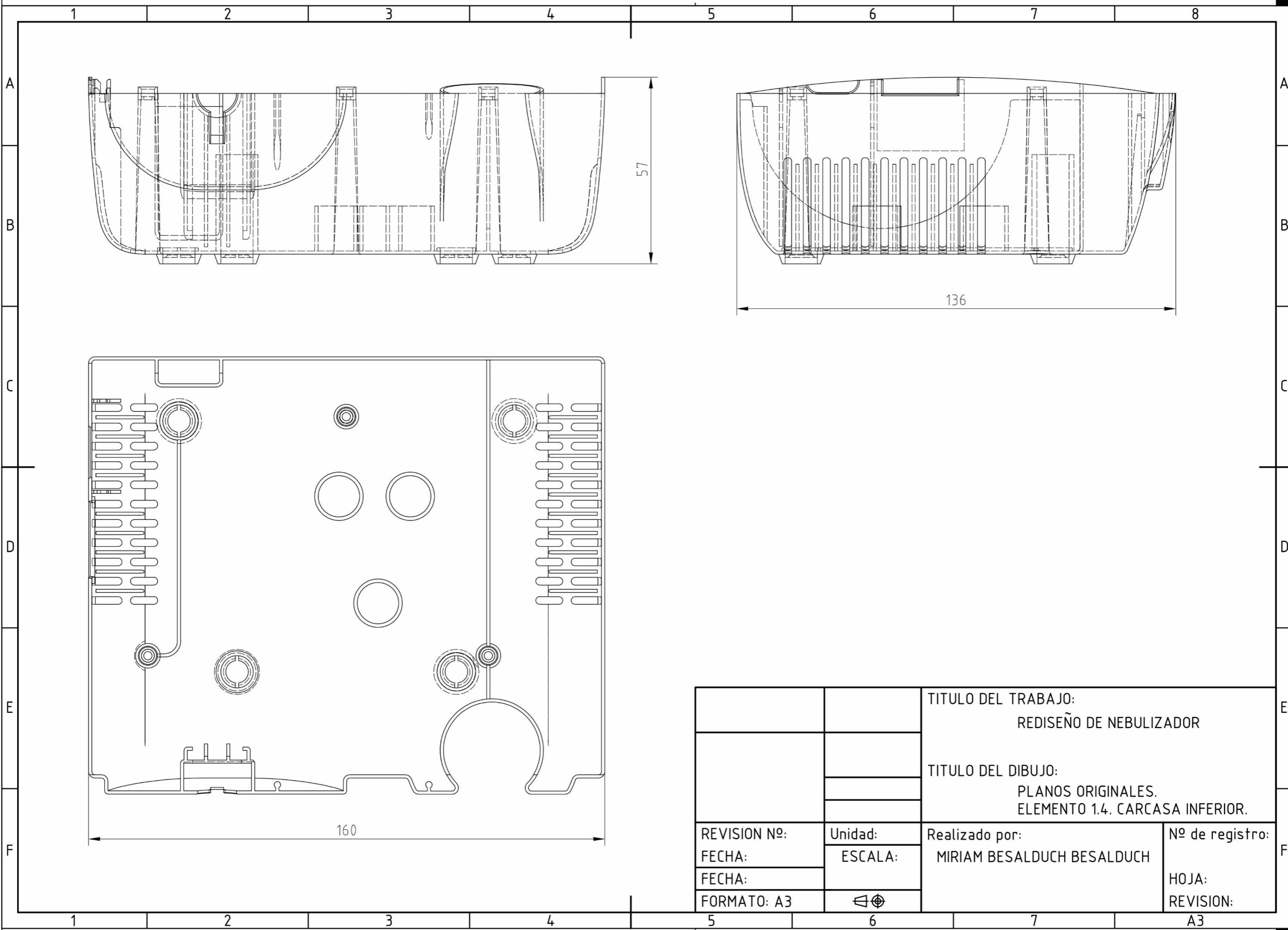
20.6.2.9 ELEMENTO 5. TAPA DE LA CARCASA.


20.6.2.10 ELEMENTO 13. MASCARILLA.

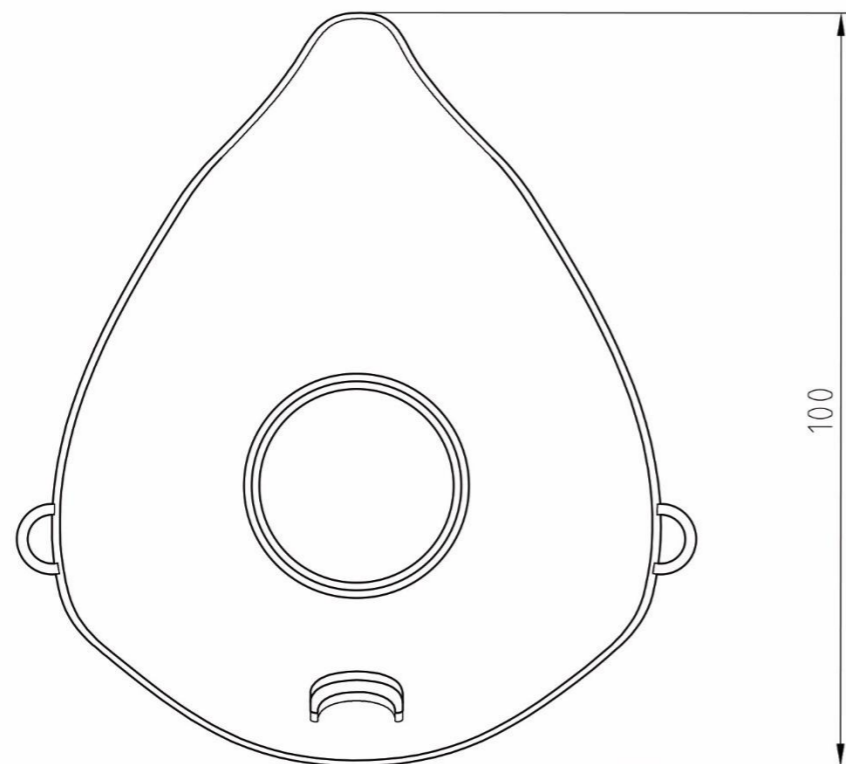
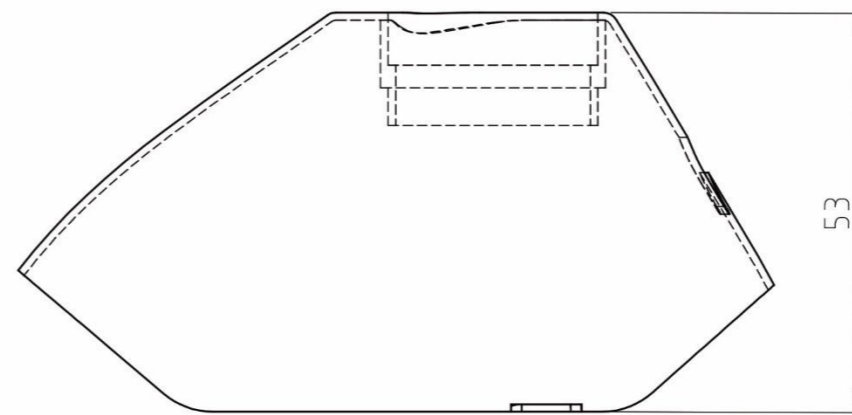
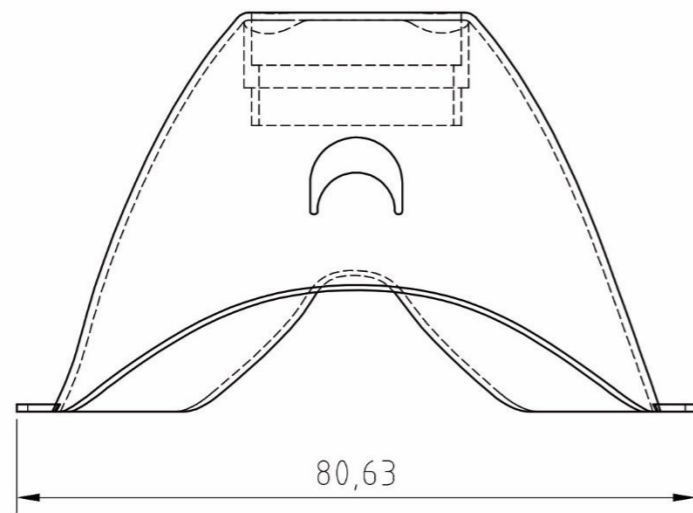
20.6.2.11 ELEMENTO 15. DESPLIEGUE DEL ENVASE.



| | | | |
|--------------|---------|---|--------------------|
| | | TITULO DEL TRABAJO: REDISEÑO DE NEBULIZADOR | |
| | | TITULO DEL DIBUJO: PLANOS ORIGINALES. ELEMENTO 1.3. CARCASA SUPERIOR. | |
| REVISION Nº: | Unidad: | Realizado por: MIRIAM BESALDUCH BESALDUCH | Nº de registro: |
| FECHA: | ESCALA: | | |
| FECHA: | | | |
| FORMATO: A3 | ⚠ | | HOJA: REVISION: |



| | | | |
|--------------|---|---|-----------------|
| | | TITULO DEL TRABAJO: REDISEÑO DE NEBULIZADOR | |
| | | TITULO DEL DIBUJO: PLANOS ORIGINALES. ELEMENTO 1.4. CARCASA INFERIOR. | |
| REVISION Nº: | Unidad: | Realizado por: MIRIAM BESALDUCH BESALDUCH | Nº de registro: |
| FECHA: | ESCALA: | | |
| FECHA: |  | | HOJA: |
| FORMATO: A3 | | | REVISION: |
| 1 | 2 | 3 | A3 |



| | | | |
|--------------|---------|--|--------------------|
| | | TITULO DEL TRABAJO: REDISEÑO DE NEBULIZADOR | |
| | | TITULO DEL DIBUJO: PLANOS ORIGINALES. ELEMENTO 2. MASCARILLA. | |
| REVISION Nº: | Unidad: | Realizado por: MIRIAM BESALDUCH BESALDUCH | Nº de registro: |
| FECHA: | ESCALA: | | |
| FECHA: | ⚠ | | |
| FORMATO: A3 | | | HOJA: REVISION: |

1

2

3

4

5

6

7

8

A

B

C

D

E

F

A

B

C

D

E

F

1

2

3

4

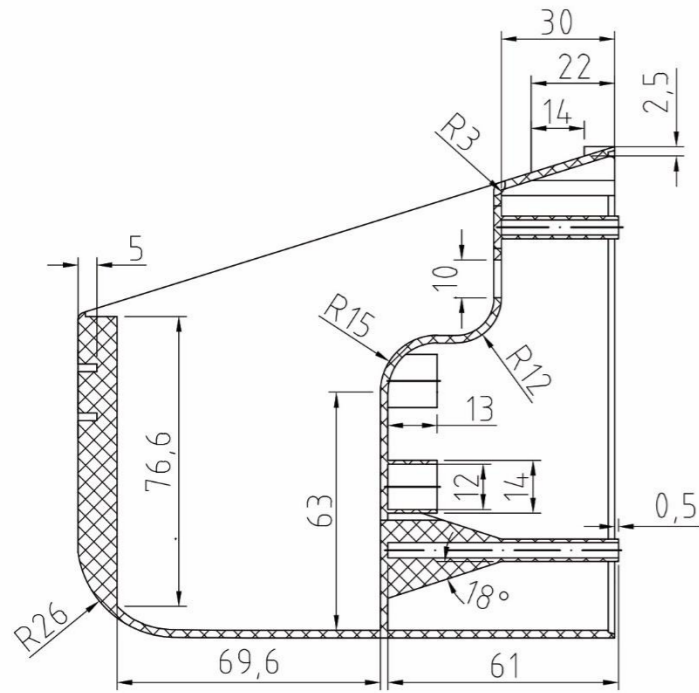
5

6

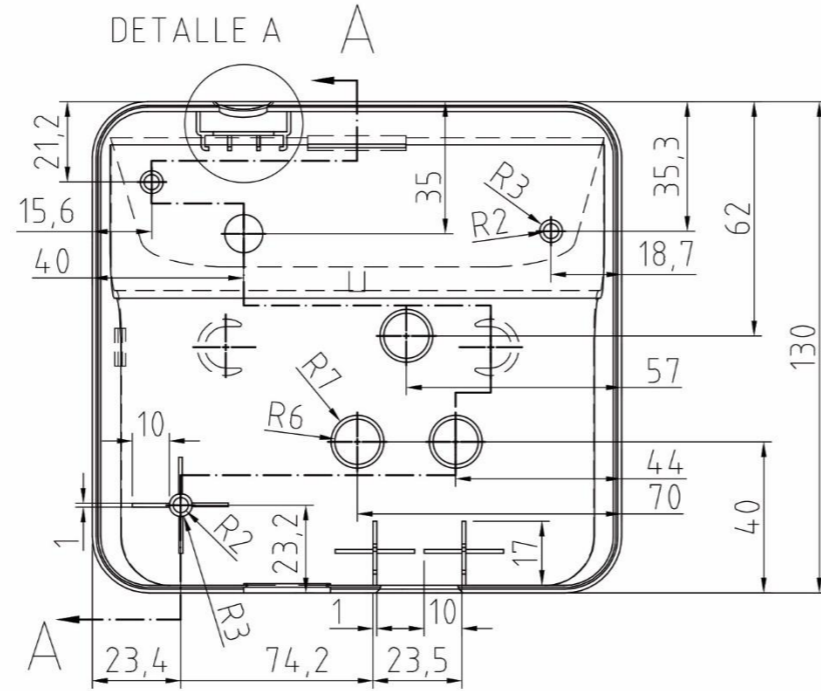
7

8

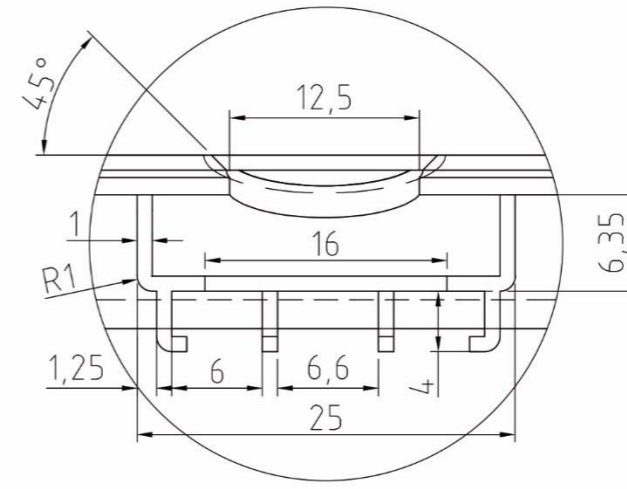
A3



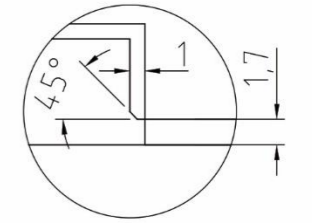
CORTE A-A



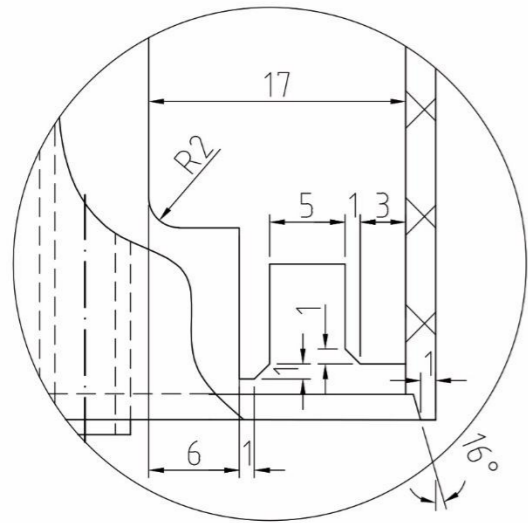
DETALLE A



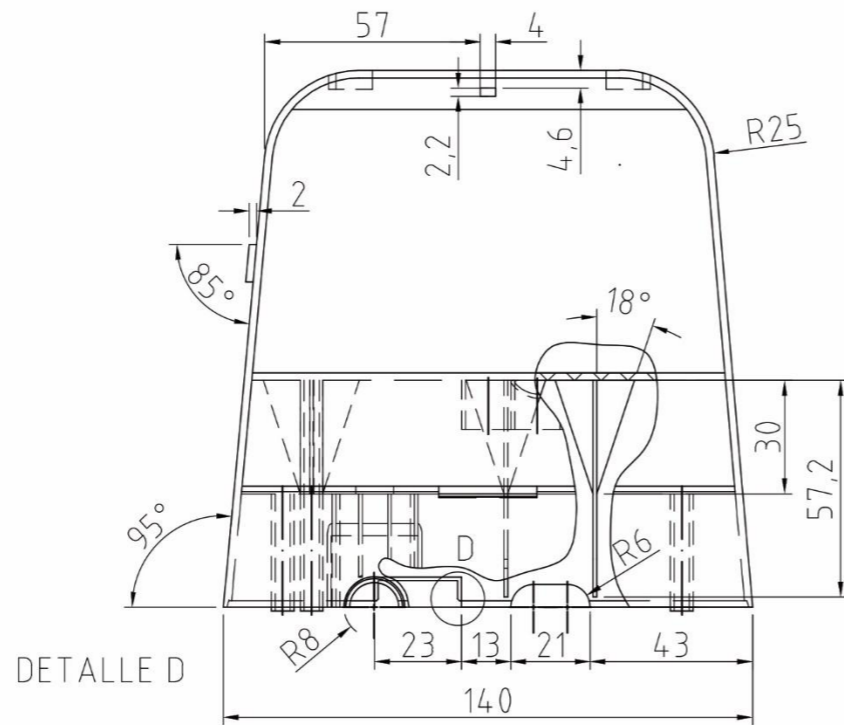
DETALLE A
ESCALA 2:1



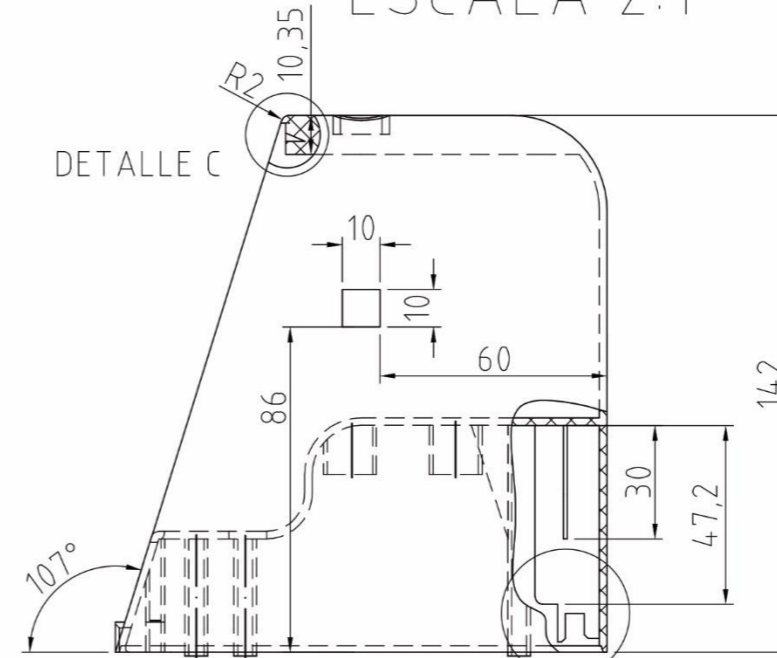
DETALLE D
ESCALA 2:1



DETALLE B
ESCALA 2:1

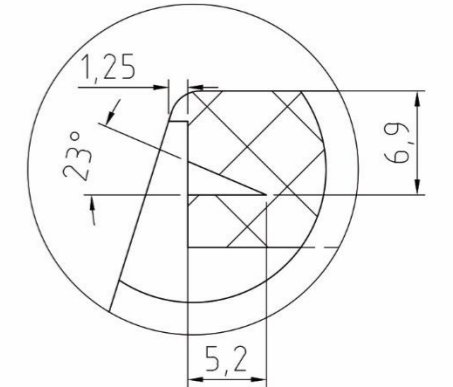


DETALLE D

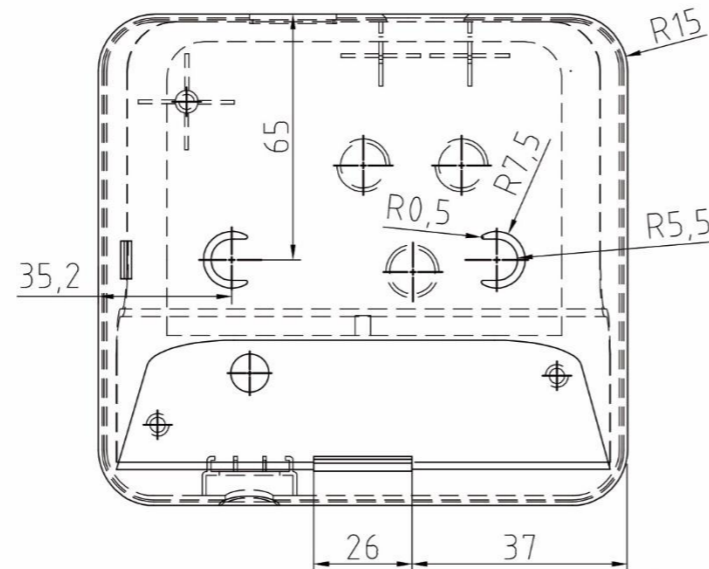


DETALLE C

DETALLE B

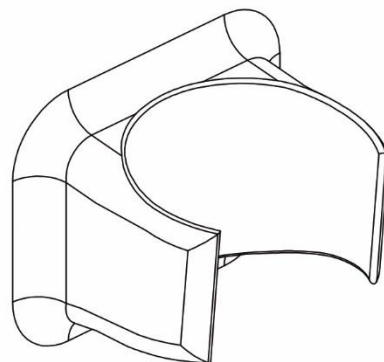
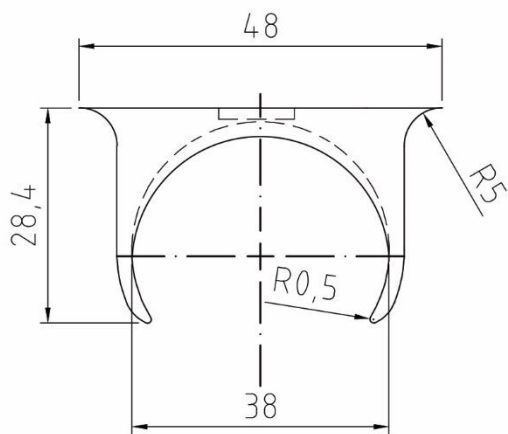
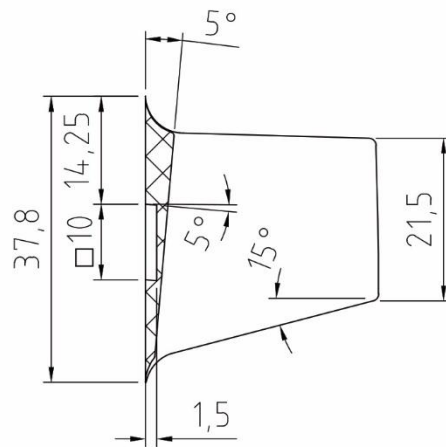
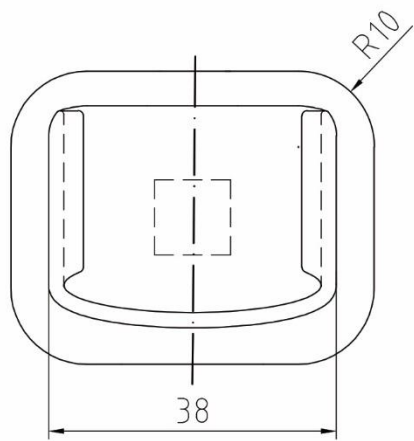


DETALLE C
ESCALA 2:1



| | | | |
|--------------|---------|---|-----------------|
| | | TITULO DEL TRABAJO: REDISEÑO DEL NEBULIZADOR | |
| | | TITULO DEL DIBUJO: ELEMENTO 1.3.1. BASE | |
| REVISION Nº: | Unidad: | Realizado por: MIRIAM BESALDUCH BESALDUCH | Nº de registro: |
| FECHA: | ESCALA: | | |
| FECHA: | 1:2 | | |
| FORMATO: A3 | | HOJA: | REVISION: |

1 2 3 4



A

B

C

D

E

F

TITULO DEL TRABAJO:
REDISEÑO DEL NEBULIZADOR

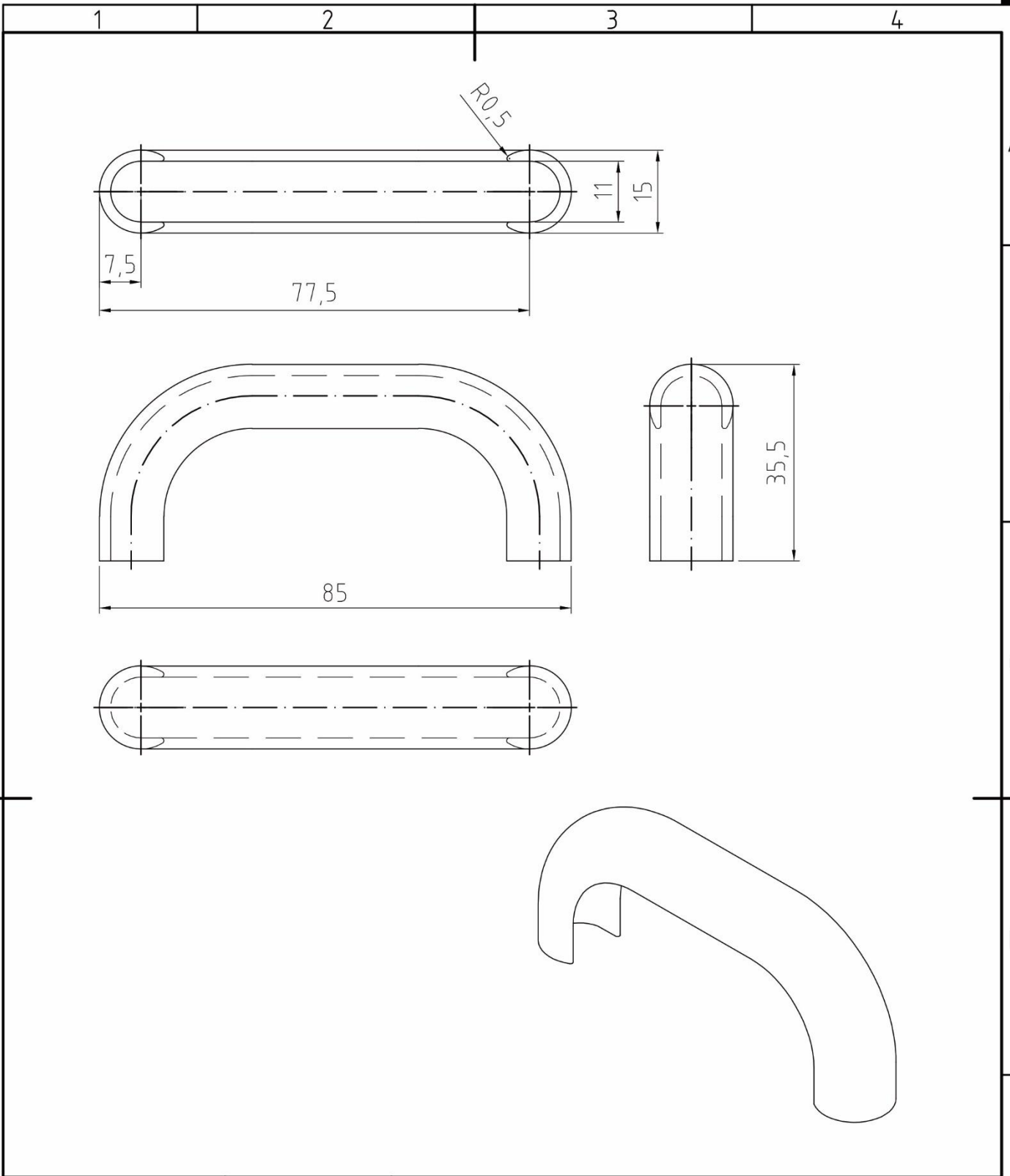
TITULO DEL DIBUJO: ELEMENTO 1.3.2.
SOPORTE LATERAL

REVISION Nº:
FECHA:
FECHA:
FORMATO: A4

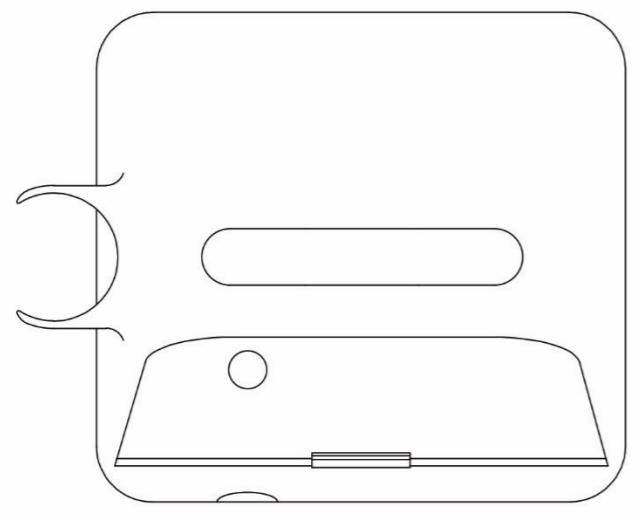
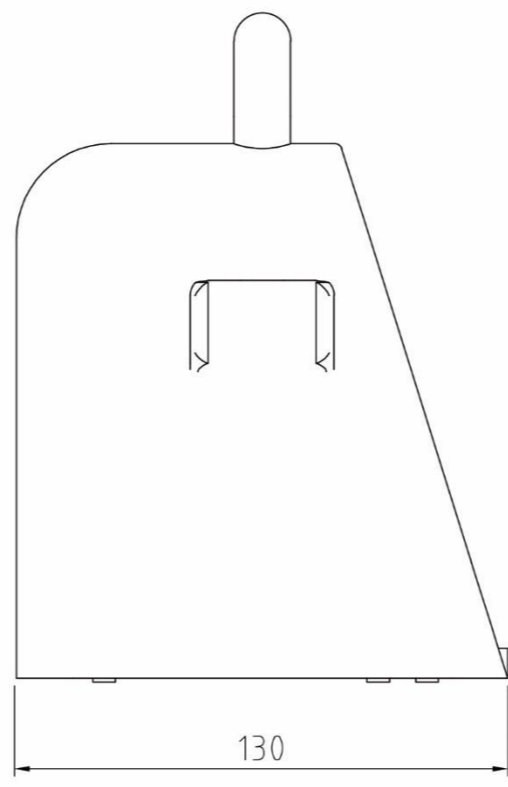
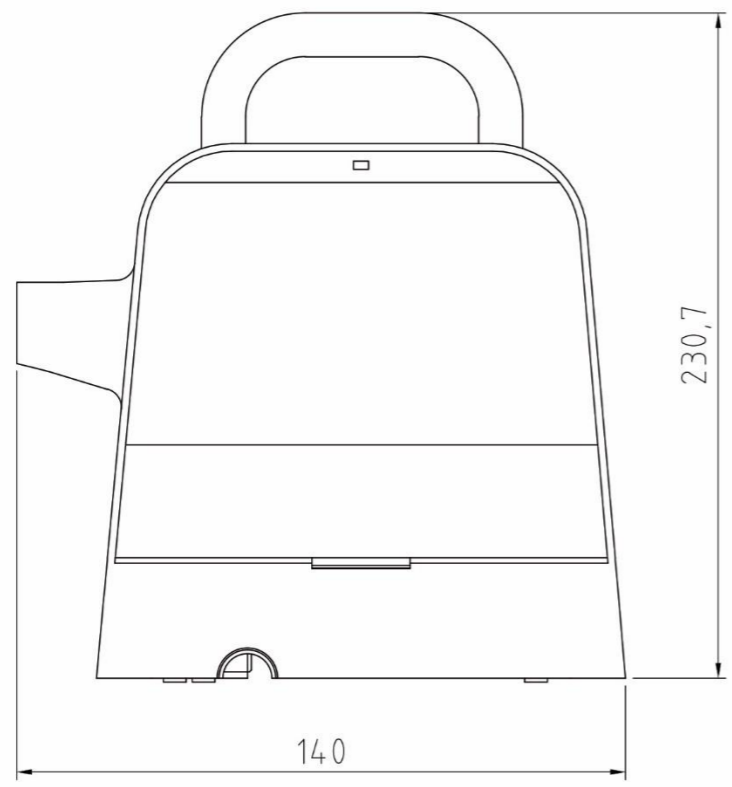
Unidad:
ESCALA:

Realizado por:
MIRIAM BESALDUCH BESALDUCH

Nº de registro:
HOJA:
REVISION:



| | | | |
|--------------|---------|---|--------------------|
| | | TITULO DEL TRABAJO: REDISEÑO DEL NEBULIZADOR | |
| | | TITULO DEL DIBUJO: ELEMENTO 1.3.3. ASA | |
| REVISION Nº: | Unidad: | Realizado por: MIRIAM BESALDUCH BESALDUCH | Nº de registro: |
| FECHA: | ESCALA: | | |
| FECHA: | | | |
| FORMATO: A4 | | | |
| | | | HOJA: REVISION: |



| | | | |
|--------------|----------------|---|--------------------|
| | | TITULO DEL TRABAJO: REDISEÑO DEL NEBULIZADOR | |
| | | TITULO DEL DIBUJO: SUBCONJUNTO 1.3 | |
| REVISION Nº: | Unidad: | Realizado por: MIRIAM BESALDUCH BESALDUCH | Nº de registro: |
| FECHA: | ESCALA: 1:2 | | |
| FECHA: | | | |
| FORMATO: A3 | ⚙ | | HOJA: REVISION: |

1 2 3 4 5 6 7 8

A A

B B

C C

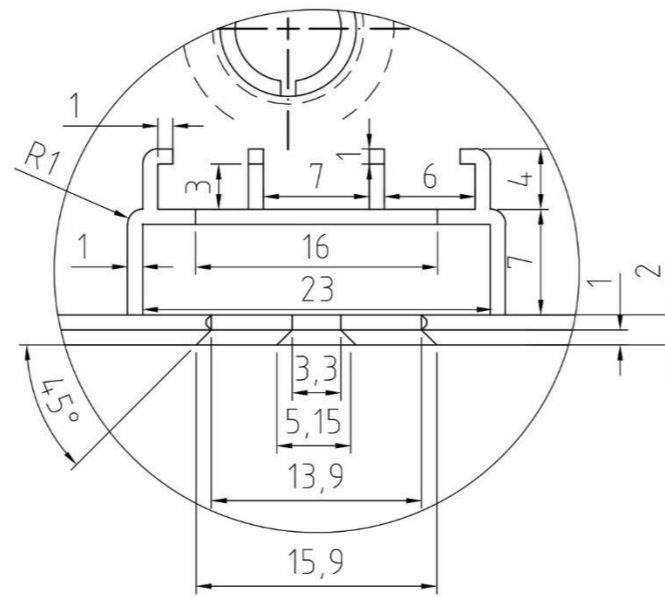
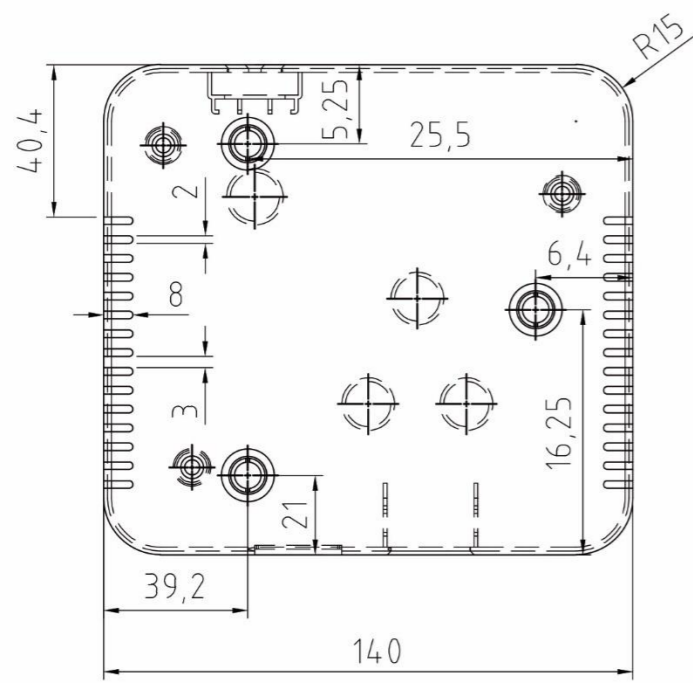
D D

E E

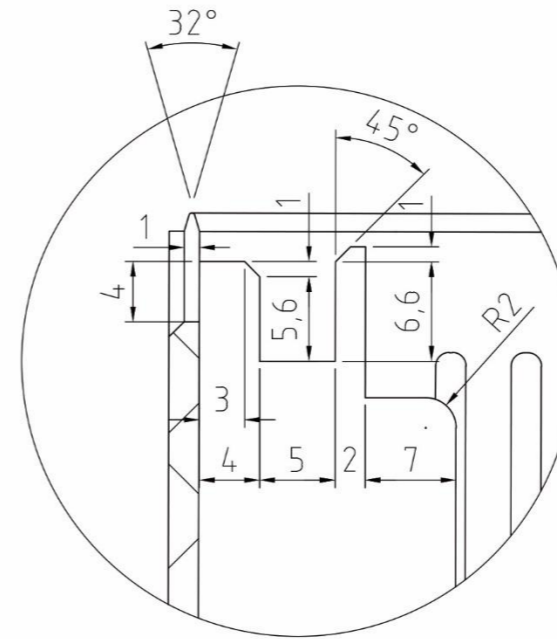
F F

1 2 3 4 5 6 7 8

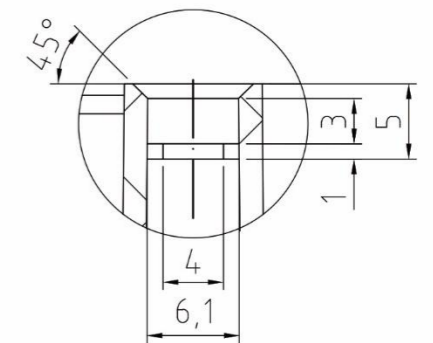
A3



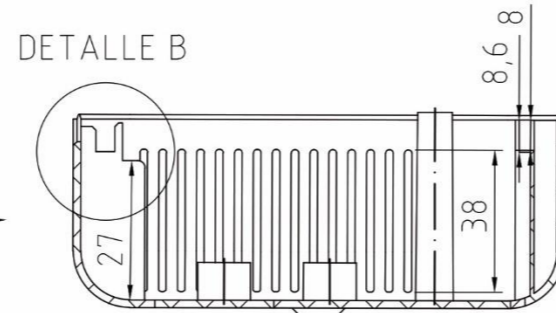
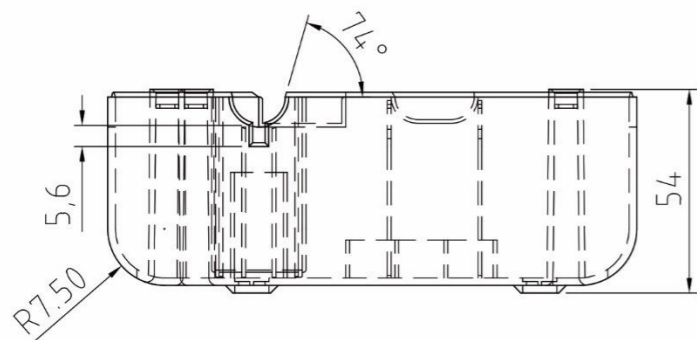
DETALLE A
ESCALA 2:1



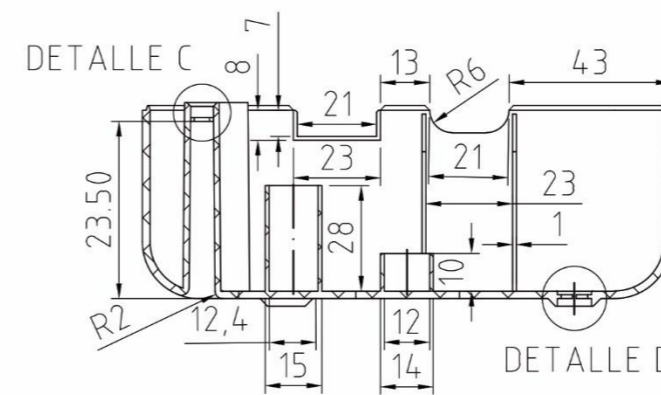
DETALLE B
ESCALA 2:1



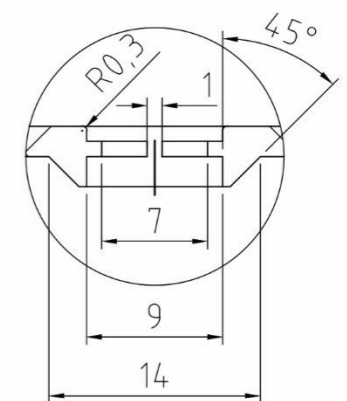
DETALLE C
ESCALA 2:1



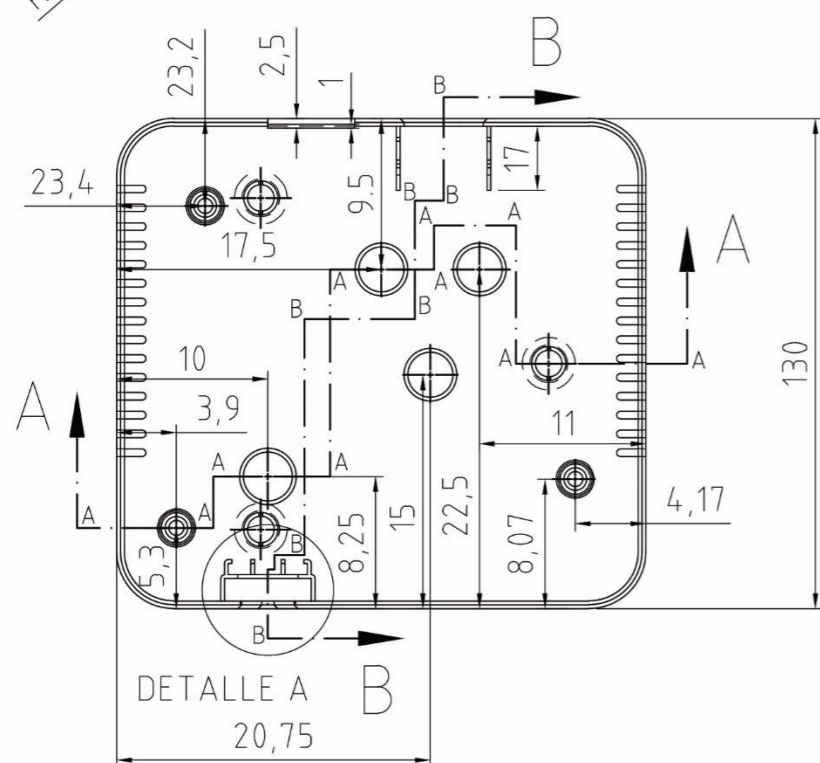
CORTE B-B



CORTE A-A

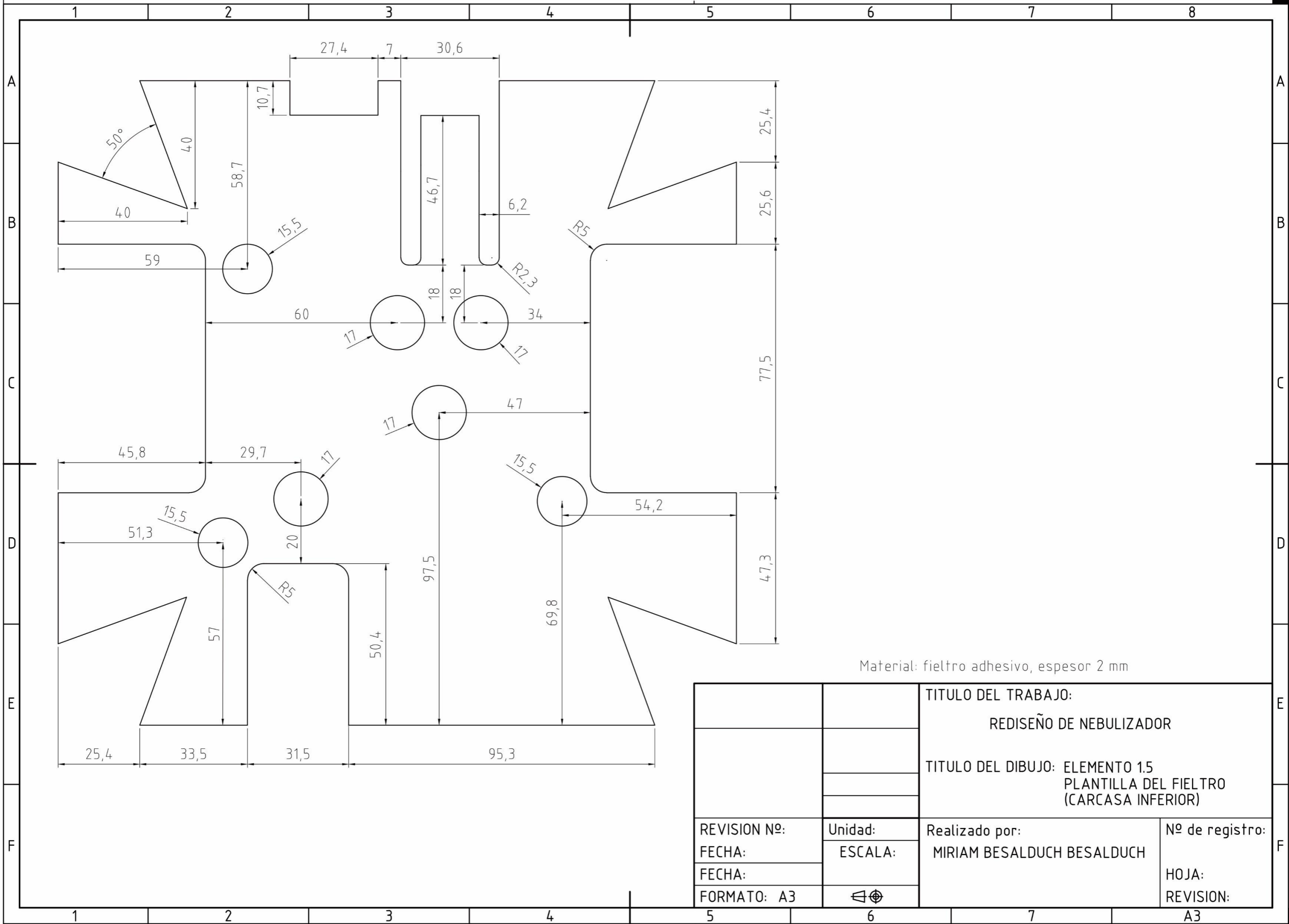


DETALLE D
ESCALA 2:1



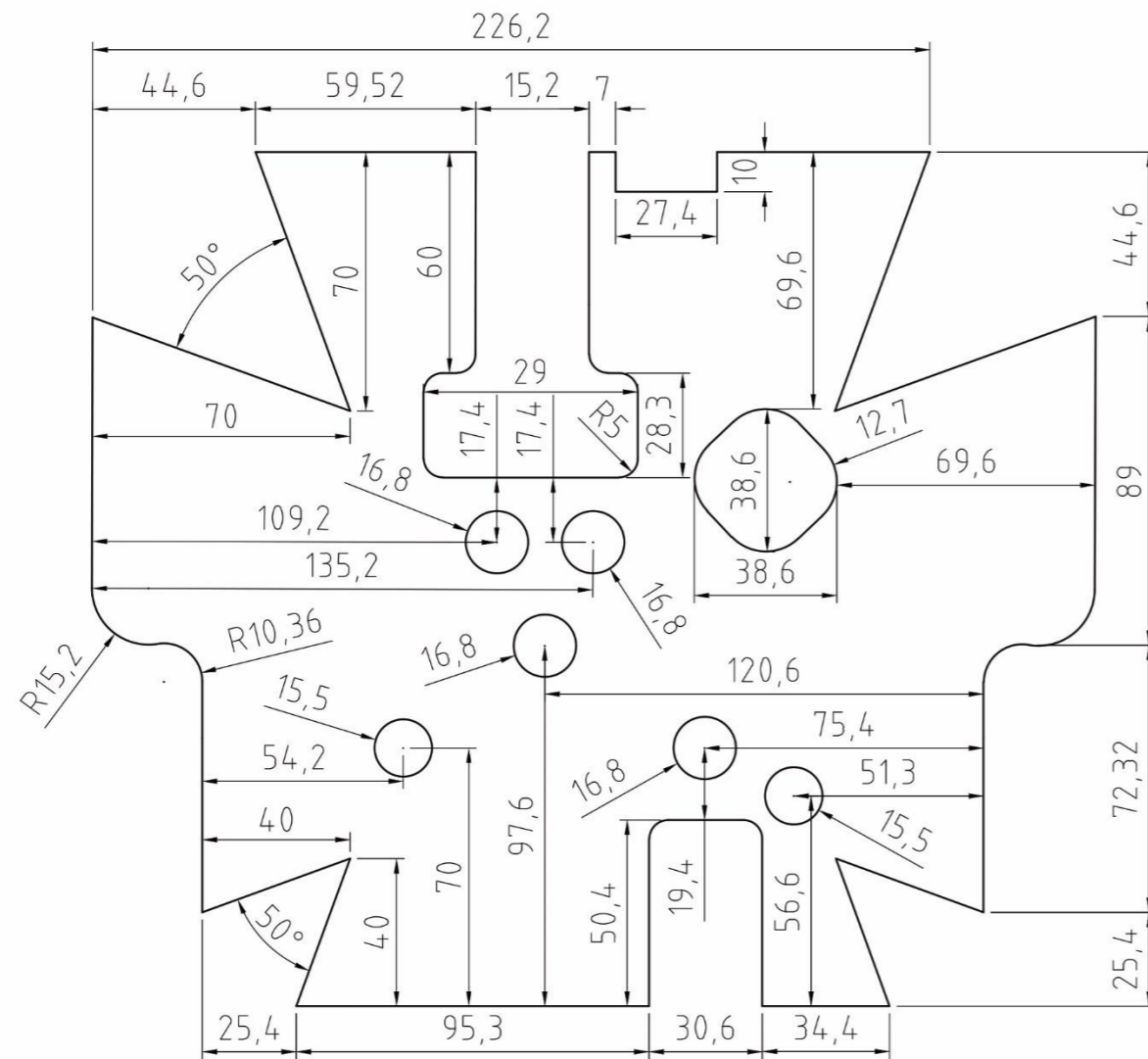
DETALLE A
20,75

| | | | |
|--------------|---------|---|--------------------|
| | | TITULO DEL TRABAJO: REDISEÑO DEL NEBULIZADOR | |
| | | TITULO DEL DIBUJO: ELEMENTO 1.4. CARCASA INFERIOR. | |
| REVISION Nº: | Unidad: | Realizado por: MIRIAM BESALDUCH BESALDUCH | Nº de registro: |
| FECHA: | ESCALA: | | |
| FECHA: | 1:2 | | |
| FORMATO: A3 | | | HOJA: REVISION: |



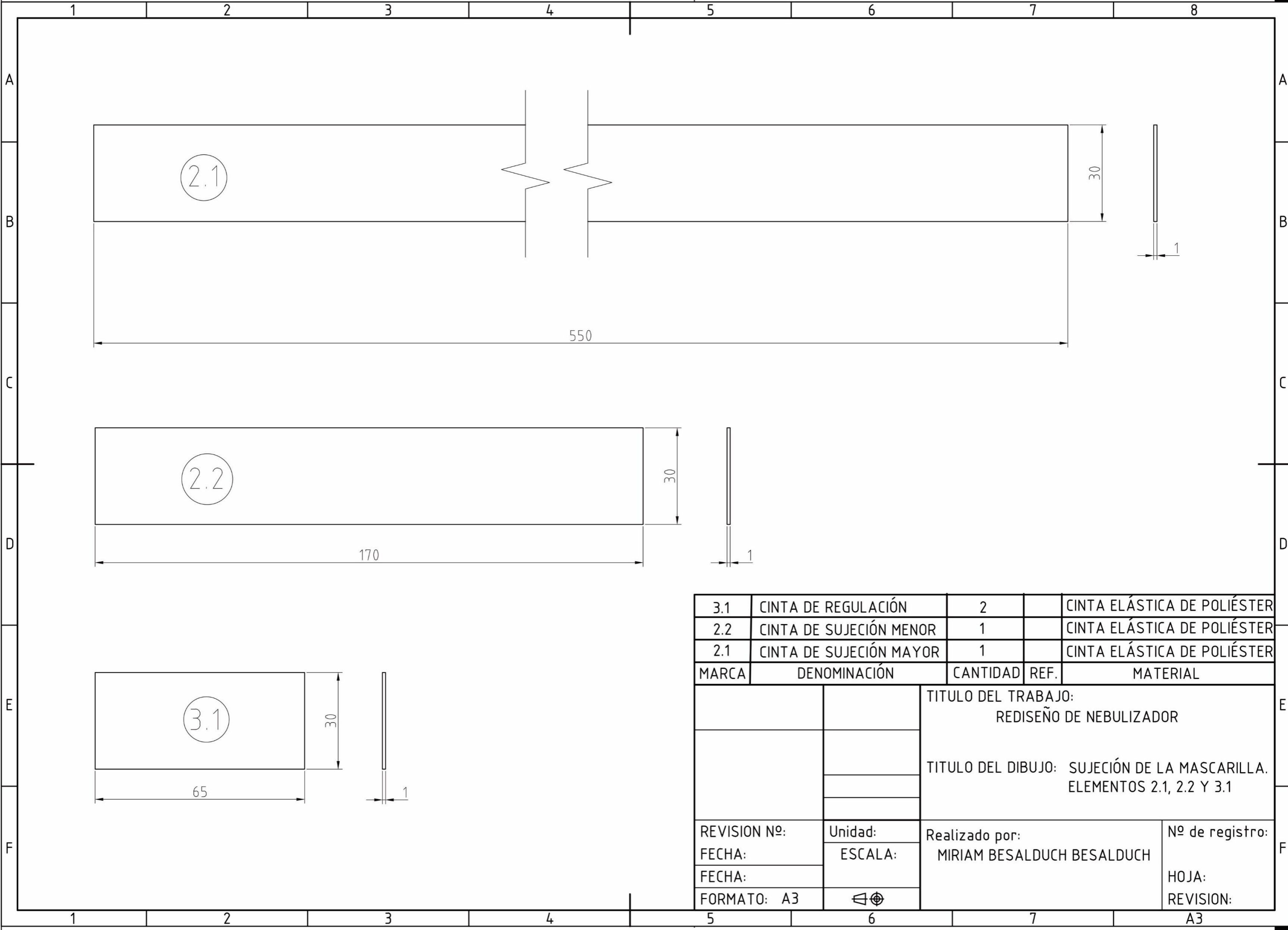
Material: fieltro adhesivo, espesor 2 mm

| | | | |
|--------------|---------|--|--------------------|
| | | TITULO DEL TRABAJO: REDISEÑO DE NEBULIZADOR | |
| | | TITULO DEL DIBUJO: ELEMENTO 1.5 PLANTILLA DEL FIELTRO (CARCASA INFERIOR) | |
| REVISION Nº: | Unidad: | Realizado por: MIRIAM BESALDUCH BESALDUCH | Nº de registro: |
| FECHA: | ESCALA: | | |
| FECHA: | | | |
| FORMATO: A3 | ⚠ | | HOJA: REVISION: |

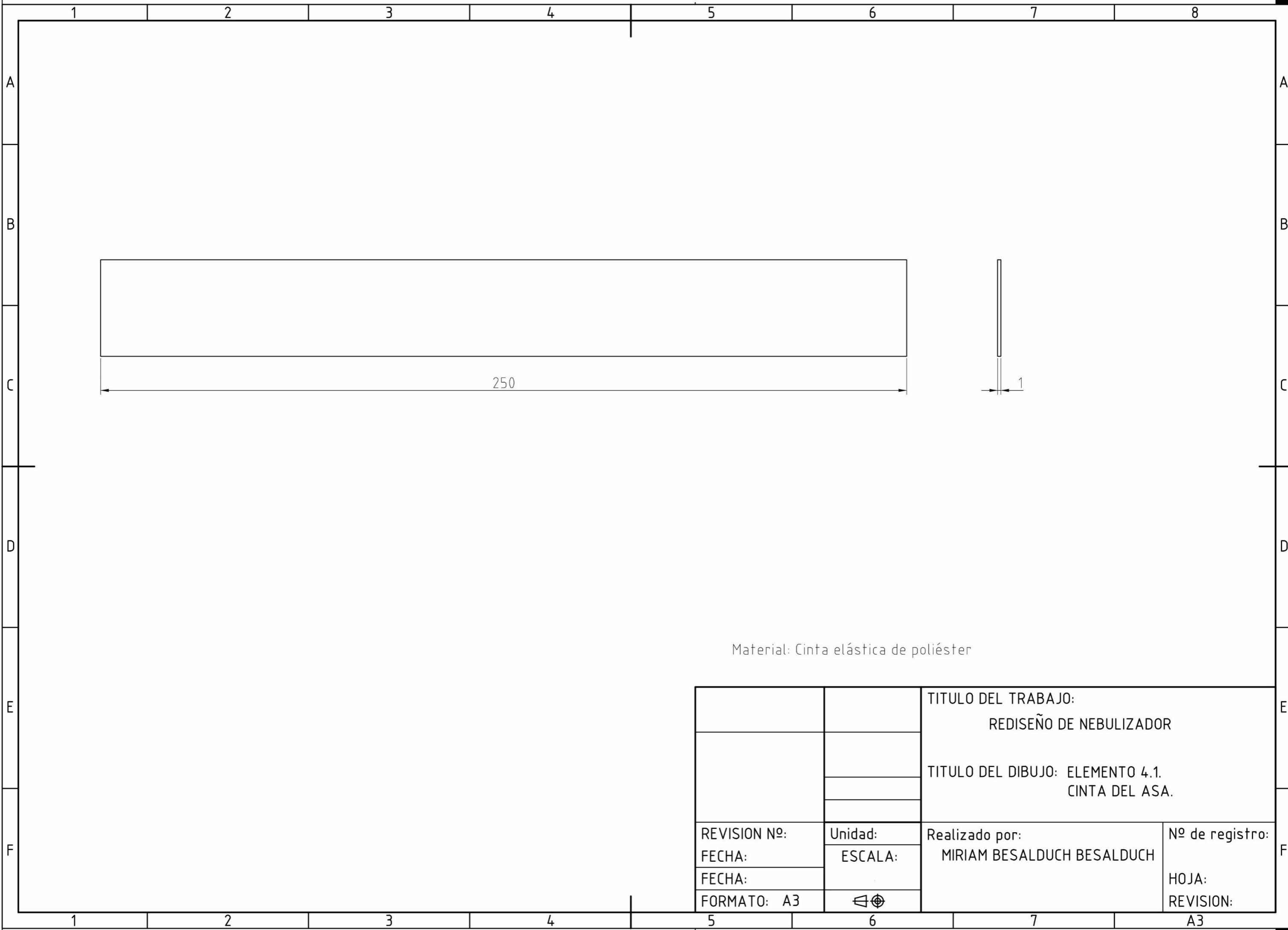


Material: fieltro adhesivo, espesor 2 mm

| | | | |
|--------------|---------|--|-----------------|
| | | TITULO DEL TRABAJO: REDISEÑO DE NEBULIZADOR | |
| | | TITULO DEL DIBUJO: ELEMENTO 1.5 PLANTILLA DEL FIELTRO (CARCASA INFERIOR) | |
| REVISION Nº: | Unidad: | Realizado por: MIRIAM BESALDUCH BESALDUCH | Nº de registro: |
| FECHA: | ESCALA: | | |
| FECHA: | 1:2 | | |
| FORMATO: A3 | ⚠ | | |
| | | HOJA: | |
| | | REVISION: | |



| 3.1 | CINTA DE REGULACIÓN | 2 | | CINTA ELÁSTICA DE POLIÉSTER |
|--------------|-------------------------|---|------|-----------------------------|
| 2.2 | CINTA DE SUJECIÓN MENOR | 1 | | CINTA ELÁSTICA DE POLIÉSTER |
| 2.1 | CINTA DE SUJECIÓN MAYOR | 1 | | CINTA ELÁSTICA DE POLIÉSTER |
| MARCA | DENOMINACIÓN | CANTIDAD | REF. | MATERIAL |
| | | TITULO DEL TRABAJO: REDISEÑO DE NEBULIZADOR | | |
| | | TITULO DEL DIBUJO: SUJECIÓN DE LA MASCARILLA. ELEMENTOS 2.1, 2.2 Y 3.1 | | |
| REVISION Nº: | Unidad: | Realizado por: | | Nº de registro: |
| FECHA: | ESCALA: | MIRIAM BESALDUCH BESALDUCH | | HOJA: |
| FECHA: | | | | REVISION: |
| FORMATO: A3 | ⚙ | | | A3 |



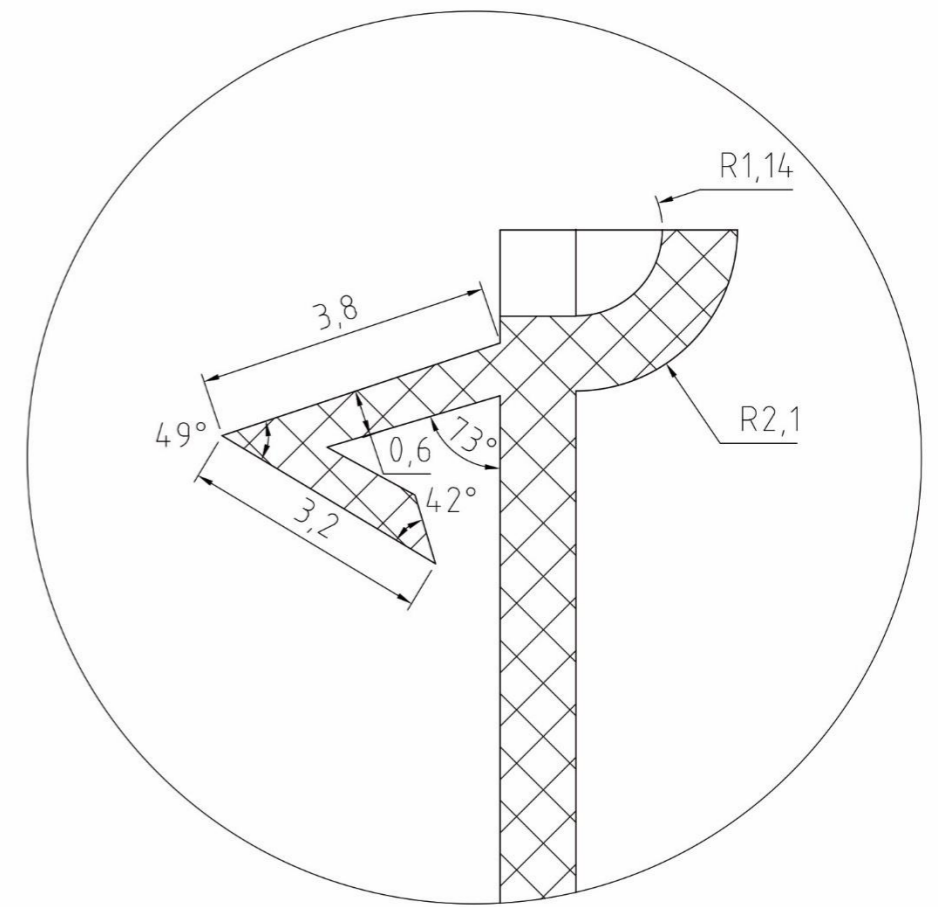
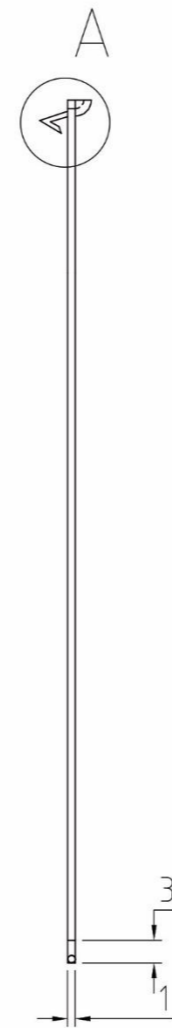
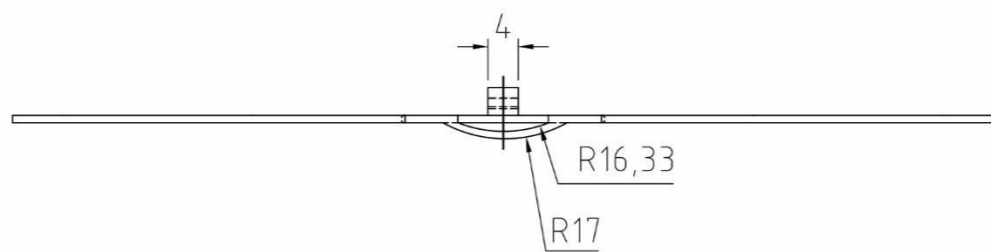
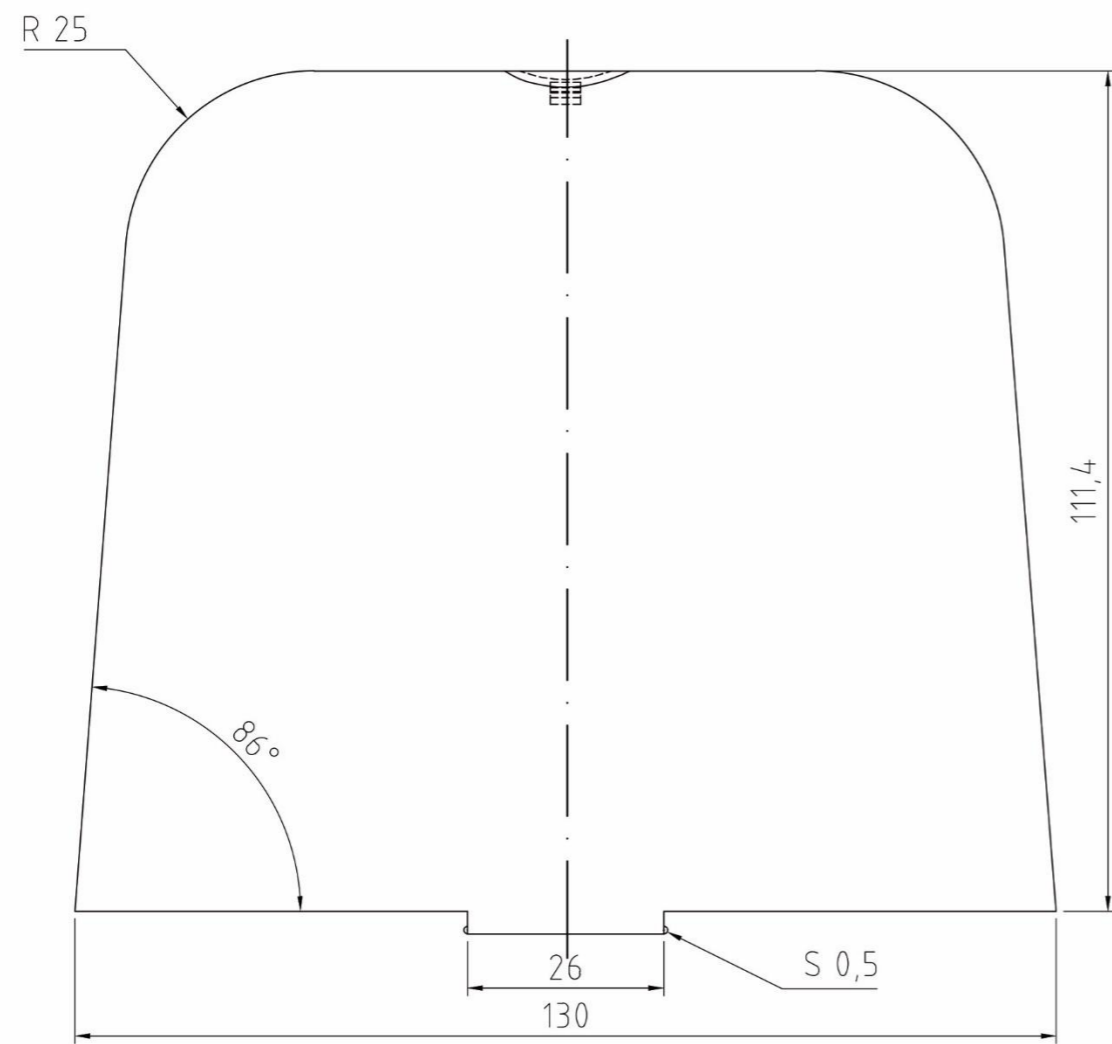
250

1

Material: Cinta elástica de poliéster

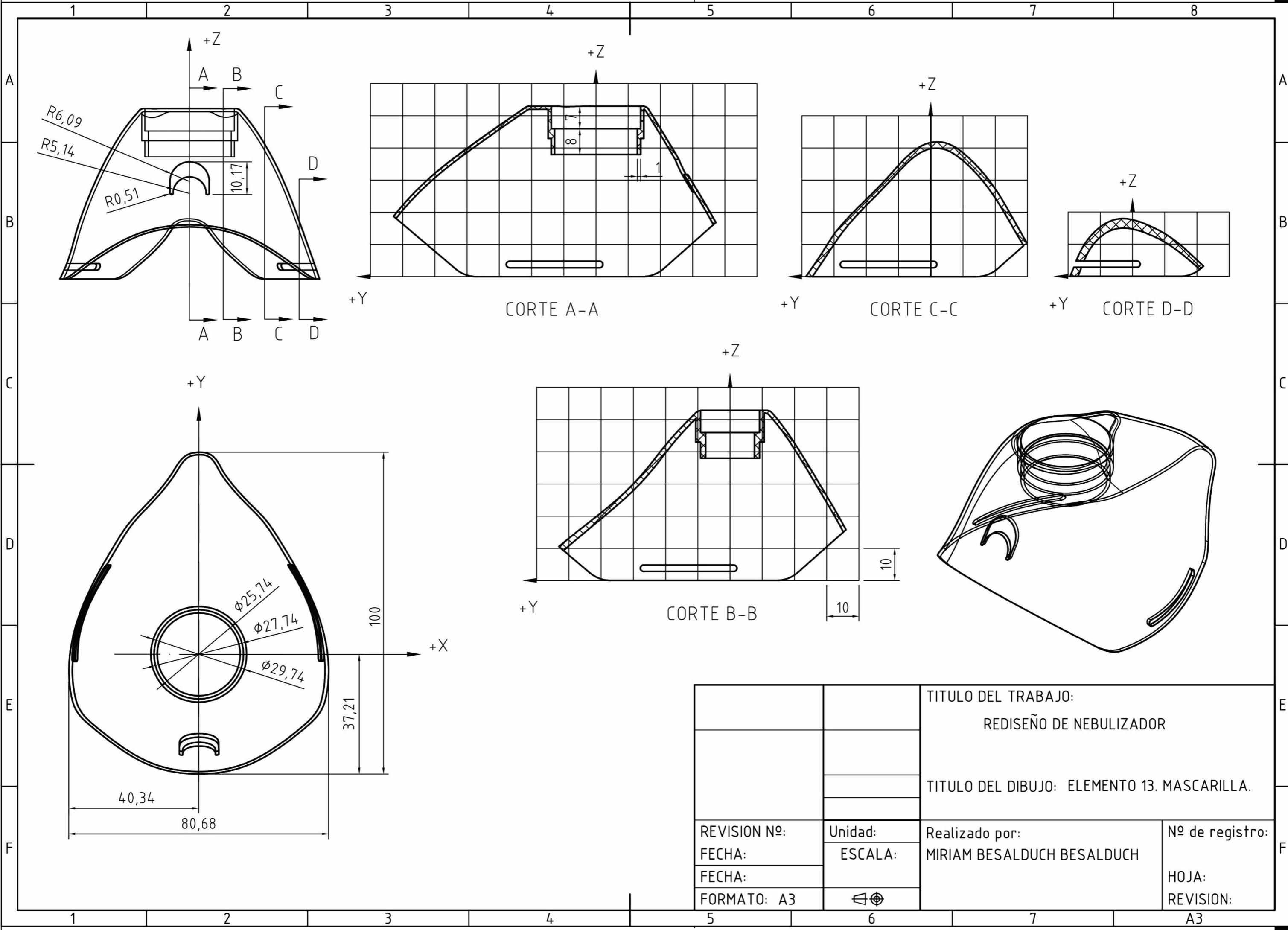
| | | | |
|--------------|---------|--|-----------------|
| | | TITULO DEL TRABAJO: REDISEÑO DE NEBULIZADOR | |
| | | TITULO DEL DIBUJO: ELEMENTO 4.1. CINTA DEL ASA. | |
| REVISION Nº: | Unidad: | Realizado por: MIRIAM BESALDUCH BESALDUCH | Nº de registro: |
| FECHA: | ESCALA: | | |
| FECHA: | | | HOJA: |
| FORMATO: A3 | | | REVISION: |

A3

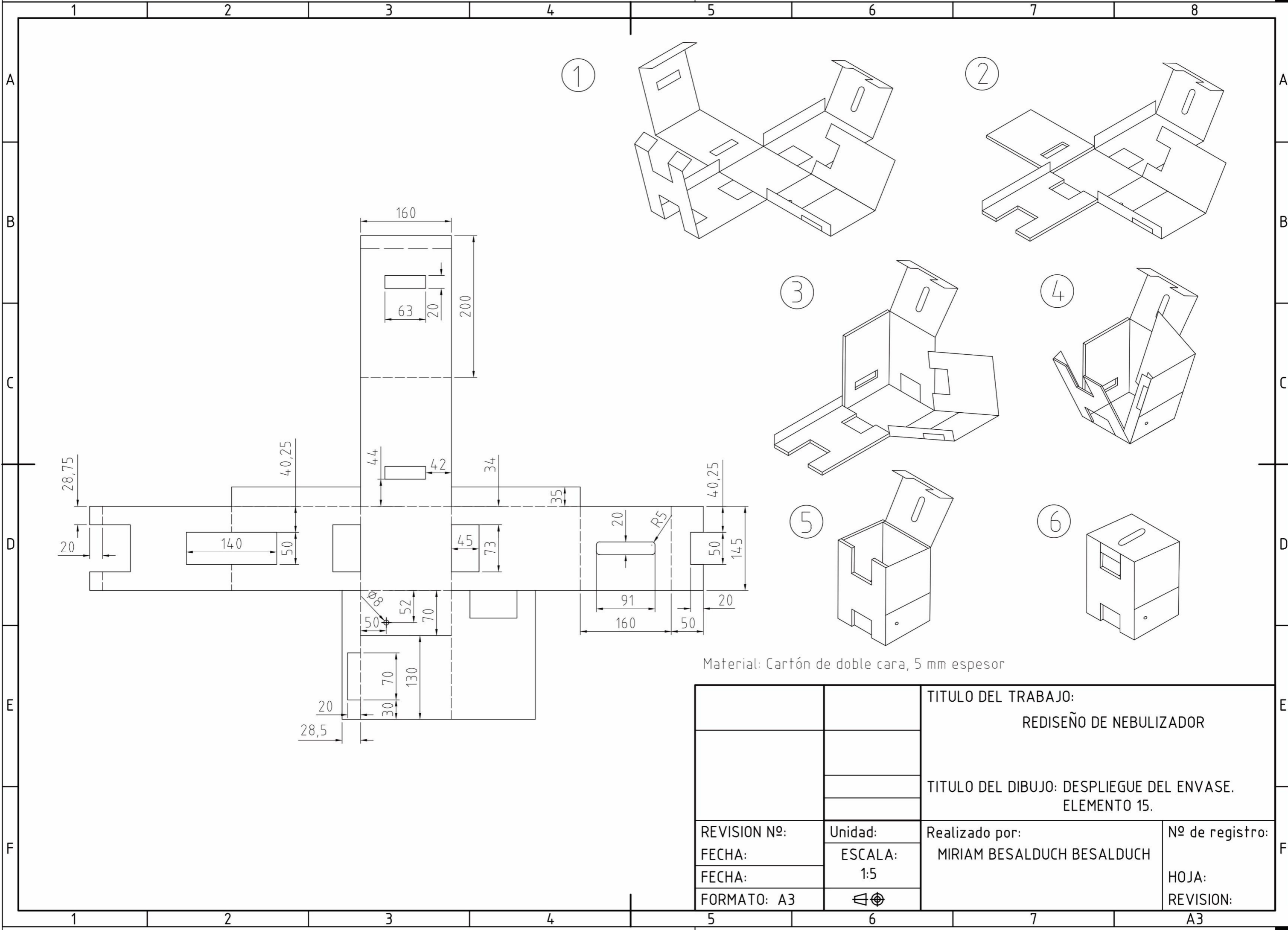


DETALLE A
ESCALA 10:1

| | | | |
|--------------|---------|--|-----------------|
| | | TITULO DEL TRABAJO: REDISEÑO DE NEBULIZADOR | |
| | | TITULO DEL DIBUJO: ELEMENTO 5. TAPA DE LA CARCASA | |
| REVISION Nº: | Unidad: | Realizado por: | Nº de registro: |
| FECHA: | ESCALA: | MIRIAM BESALDUCH BESALDUCH | HOJA: |
| FECHA: | | | REVISION: |
| FORMATO: A3 | | | A3 |



| | | | |
|--------------|---------|--|-----------------|
| | | TITULO DEL TRABAJO: REDISEÑO DE NEBULIZADOR | |
| | | TITULO DEL DIBUJO: ELEMENTO 13. MASCARILLA. | |
| REVISION Nº: | Unidad: | Realizado por: | Nº de registro: |
| FECHA: | ESCALA: | MIRIAM BESALDUCH BESALDUCH | HOJA: |
| FECHA: | | | REVISION: |
| FORMATO: A3 | | | A3 |



Material: Cartón de doble cara, 5 mm espesor

| | | | |
|--------------|----------------|---|--------------------|
| | | TITULO DEL TRABAJO: REDISEÑO DE NEBULIZADOR | |
| | | TITULO DEL DIBUJO: DESPLIEGUE DEL ENVASE. ELEMENTO 15. | |
| REVISION Nº: | Unidad: | Realizado por: MIRIAM BESALDUCH BESALDUCH | Nº de registro: |
| FECHA: | ESCALA: 1:5 | | |
| FECHA: | ⚠ | | |
| FORMATO: A3 | | | HOJA: REVISION: |