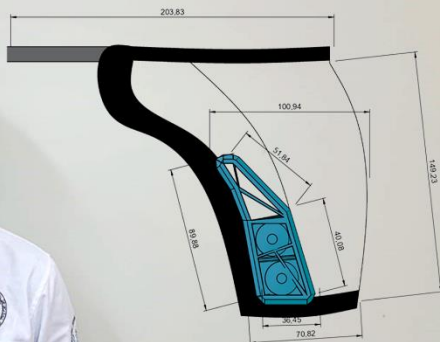
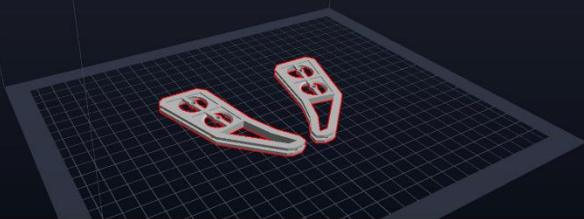


DISEÑO DE UNA MÁSCARA CON DOBLE FLUJO PARA LA REDUCCIÓN DE LA RETENCIÓN DE CO₂ Y PROTECCIÓN ANTE EL COVID -19 EN PUCALLPA UCAYALI



Diseño de una máscara con doble flujo para la reducción de la retención de Co2 y protección ante el Covid -19 en Pucallpa Ucayali



La investigación, su esencia y arte.

Dra. Isabel Esteban Robladillo (R)
Dra. Otilia Hernández Panduro
Dra. Nelly Graciela Tafur Flores
Dra. Eldalaine Torres Vargas

Dra. Isabel Ramírez Chumbe
Mg. Jenny Paola Zeña Rubio
Dra. Judith Milagros Mayma Alvarado
Ing. Paul Kevin Reategui Ramos

Pucallpa-Perú

Diseño de una máscara con doble flujo para la reducción de la retención de Co₂ y protección ante el Covid -19 en Pucallpa Ucayali

© Isabel Esteban Robladillo (R)

Telf.: +51 987 227 262

Dirección: Urbanización Pedro Portillo Mz S Lte 3 Yarinacocha

Email: isabel_esteban@unu.edu.pe

Otilia Hernández Panduro

Telf.: +51942482159

Email: otilia_hernandez@unu.edu.pe

Nelly Tafur Flores

Telf.: +51 961 076 468

Email: Nelly_tafur@unu.edu.pe

Isabel Ramirez Chumbe

Telf.: +51 961 587 025

Email: Isabel_ramirez@unu.edu.pe

Judith Milagros Mayma Alvarado

Telf.: +51 961 6424 311

Email: judith_mayma@unu.edu.pe

Paul Kevin Reategui Ramos

Telf.: +51 948 585 123

Email: Paul_reategui@unu.edu.pe

Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo
Fondo Editorial

Jr. Bolognesi N° 416, Tayacaja, Huancavelica

Teléfono: (+51) 67 -990847026 fondoeditorial@unat.edu.pe

Web <http://unat.edu.pe/>

Primera edición digital: Mayo de 2022

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2022-10409

ISBN: 978-612-48982-2-8

Contenido

Pág.

Dedicatoria

Agradecimiento

Capítulo I

Introducción

Capítulo II

Estado del arte

1. Estudios previos

2. COVID – 19

Capítulo III

3. Planteamiento Metodológico

3.1. Tipo y nivel de investigación

3.2. Diseño de la investigación

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

3.3.2 Muestra

3.4. Técnica de procesamiento de datos y análisis de datos

3.4.1. Diseño de la mascara

3.4.2. Impresión 3D *investigación, su esencia y arte.*

3.4.3. Medición de CO₂

3.4.4. Análisis de la eficiencia de protección respiratoria de mascarillas con termografía.



Capítulo IV

4. Resultados y discusión

4.1. Diseño y funcionamiento de la mascarilla de doble flujo

4.1.1. Partes y funcionamiento del sistema de válvulas de doble flujo

4.2. Efecto de la mascarilla en la concentración de CO₂ en el área Respirable.

Capítulo V

5. Conclusiones y recomendaciones

Glosario

Referencias bibliográficas

Anexos



La investigación, su esencia y arte.



La investigación, su esencia y arte.



A mi familia, a mi hija y nietos por la
compañía y seguir mis triunfos.

La investigación científica
A Dios por brindarme la oportunidad
de seguir cumpliendo mis metas.

Agradecimiento

A la Universidad Nacional de Ucayali por haberme dado la oportunidad de realizar el presente trabajo de investigación y de haber utilizado los recursos destinados a investigación (FOCAM).

Al grupo de investigadores quienes cumplieron el rol designado para el trabajo en equipo y lograr el diseño de la máscara que se presentara en próximas concurso a INDECOPI para la patenta respectiva

A la población que participo como grupo para las pruebas de ensayo de los diferentes diseños y aquellos que fueron encuestados para lograr el recojo de información.



La investigación, su esencia y arte.



La investigación, su esencia y arte.

Capítulo I

Introducción



La investigación, su esencia y arte.



La investigación, su esencia y arte.

El año 2020 fue el inicio de la Pandemia del Covid-19, esta fue generado por un virus de la familia de los Corona-V, los primeros brotes masivos se dieron en el país Chino, en el distrito de Wuhan notificado por primera vez como alerta de virus pandémico el 31 de diciembre del 2019. La enfermedad por coronavirus (COVID-19) es una enfermedad infecciosa provocada por el virus SARS-CoV-2. Esta pandemia tuvo un saldo mortal de 5.78 millones de fallecidos y más de 403 millones casos confirmados. La mayoría de las personas que padecen COVID-19 sufren síntomas de intensidad leve a moderada y se recuperan sin necesidad de tratamientos especiales. Sin embargo, algunas personas desarrollan casos graves y necesitan atención médica. El virus puede propagarse desde la boca o la nariz de una persona infectada en forma de pequeñas partículas líquidas que expulsa cuando tose, estornuda, habla, canta o respira. Estas partículas pueden ser desde pequeños aerosoles hasta gotitas respiratorias más grandes. Puedes contagiarte de COVID-19 si respiras cerca de una persona infectada o si tocas una superficie contaminada y, seguidamente, te tocas los ojos, la nariz o la boca. El virus se propaga más fácilmente en espacios interiores o en aglomeraciones de personas.

El uso de mascarillas forma parte de un conjunto integral de medidas de prevención y control que puedan limitar la propagación

de determinadas enfermedades respiratorias causadas por virus, en particular COVID-19. Sirve también para proteger a las personas sanas (cuando estas la emplean al entrar en contacto con una persona infectada) o para el control de fuentes (si una persona infectada la utiliza para no contagiar a otros) (OMS, 2020).

Varios estudios han encontrado problemas significativos en el uso de una mascarilla. Esto puede variar desde dolores de cabeza, hasta una mayor resistencia de las vías respiratorias, acumulación de dióxido de carbono, hasta hipoxia, hasta complicaciones graves que amenazan la vida. Descubrieron que aproximadamente un tercio de los trabajadores desarrollaron dolores de cabeza con el uso de la mascarilla, **a mayor parte de la evidencia apunta a la hipoxia y/o hipercapnia como la causa. Es decir, una reducción en la oxigenación de la sangre (hipoxia) o una elevación en el CO₂ de la sangre (hipercapnia). Se sabe que la mascarilla N95, si se usa durante horas, puede reducir la oxigenación de la sangre hasta en un 20%** (Blaylock, 2020).

A raíz de la pandemia por el COVID-19 a nivel mundial, la OMS y los gobiernos de Perú, Argentina Chile, Ecuador, Honduras por decreto legislativo y otros países, establece el uso obligatorio de mascarillas o barbijos a toda la población para su protección de esta enfermedad (Zhou & Zhong, 2020). El uso de una mascarilla convencional durante un tiempo prolongado mientras se realizan las labores cotidianas generan un mayor cansancio, lo que conlleva

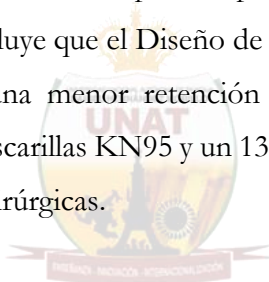
a un estado de nerviosismo y sudoración por parte de la persona portadora de la mascarilla, ocasionando que la persona se retire la mascarilla por falta de aire, exponiendo de esta forma su salud y protección (Alvarez y otros, 2015).

Asimismo (OMS, 2020) indica “de los posibles riesgos o inconvenientes al usar una mascarilla como la posibilidad de dolor de cabeza o dificultades para respirar, según el tipo de mascarilla usada”, por otro lado, para los profesionales de la salud, policías, militares es más crítica y rigurosa la utilización de una mascarilla por mayor tiempo mientras realizan sus funciones del área que correspondan; puesto que son más propensos a contraer la enfermedad (Martínez Navarro, 1999). He ahí la importancia del desarrollo de un prototipo no sólo que brinde protección, si no también brinde comodidad a la persona que lo usa, reduciendo al mínimo la sensación de incomodidad y efectos secundarios que trae el uso prolongado de la mascarilla, causados por la intoxicación con CO₂ al exhalar.

En ese sentido se ha realizado un estudio de acuerdo a la necesidad y a la emergencia que sufría el país, el departamento y frente a la política del vicerrectorado de investigación se realizó el presente trabajo .

Objetivo: Diseñar una mascarilla que ayude a reducir la concentración de CO₂ en el área respirable, que afecta a la

población que usa una mascarilla por tiempo prolongado. Con un diseño de innovación tecnológica con carácter experimental. Se diseñó la mascarilla que cubre todo el rostro con una mica adherida de dos sistemas de doble flujo que permite un paso fluido y resguardado de los gases respirables dentro de esta mascarilla. Se comparó el diseño con las dos mascarillas más usadas por la población determinándose así que la MDF tiene una retención de 299 ppm/CO₂, la KN95 una retención de 979 ppm/CO₂ y la Quirúrgica de 408 ppm/CO₂; la eficiencia de protección respiratoria de la mascarilla de doble flujo es de 75% considerada como Alta, la eficiencia de la mascarilla KN95 es de 50% considerada como moderada y la eficiencia de la mascarilla quirúrgica es de 17% considerada como muy baja; así mismo se determinó un costo económico para su producción de S/. 28.00 Nuevo Soles. Se concluye que el Diseño de la Mascarilla de Doble Flujo (MDF) tiene una menor retención del gas de un 327% comparado con las mascarillas KN95 y un 136% menor comparado con las mascarillas quirúrgicas.



La investigación, su esencia y arte.

Capítulo II

Estado del arte



La investigación, su esencia y arte.

DISEÑO DE UNA MÁSCARA CON DOBLE FLUJO PARA LA REDUCCIÓN DE LA RETENCIÓN DE CO₂ Y PROTECCIÓN ANTE EL COVID 19

1. Estudios previos sobre la mascarilla

Huan y otros (2014), en su investigación sobre efectos del uso prolongado del respirador N95 y mascarilla quirúrgica, reclutaron 87 trabajadores sanitarios sanos, cada uno de los voluntarios asistieron a 2 sesiones y usaron el respirador N95 (sesión 1) y mascarilla quirúrgica (sesión 2) durante 3 horas, se utilizó un cuestionario durante el uso de la máscara para informar sentimientos subjetivos sobre el nivel de incomodidad de la respiración. El nivel de incomodidad aumentaba mientras se usaba la máscara, con una magnitud significativa mayor en S1 ($p < 0,001$), se reportó un aumento de la resistencia nasal al retirar el respirador N95 y mascarilla quirúrgica potencialmente debido a cambios fisiológicos nasales.

Asimismo JYong, y otros (2020), en su estudio buscaron determinar los factores de riesgo asociados con el desarrollo de dolores de cabeza asociados con el EPP (máscara N95 y gafas protectoras) mientras atendían a pacientes COVID-19, así como el impacto percibido de estos dolores de cabeza en su salud personal y desempeño laboral, participaron en el estudio 158 trabajadores

de la salud, como conclusiones de este estudio se determinó que la mayoría de los trabajadores de la salud desarrollan dolores de cabeza asociados al uso del EPP.

Por otro lado Beder y otros (2008), en su estudio buscaron determinar si la saturación de oxígeno del cirujano se afectaba por el uso de mascarilla, durante intervenciones de larga duración, se contó con 53 cirujanos con medidas de hemoglobinas realizadas con oxímetro para medir la saturación del pulso arterial, como resultados se obtuvo que se puso en manifiesto una disminución de la saturación de oxígeno de las pulsaciones arteriales (SpO_2) y un ligero aumento de las pulsaciones en comparación el estudio antes de la operación, el ritmo de pulso aumenta y la concentración de SpO_2 disminuye después de la primera hora de la operación, este cambio puede deberse al uso de la mascarilla o al estrés de la intervención.

Flores y Larico (2020), en su investigación diseñaron e implementaron un prototipo de protector facial con una mascarilla electrónica para la protección del covid-19, el diseño cuenta con un sistema de filtrado de aire y un sistema de ventilación, recargable por medio de un puerto USB, que permite a los portadores una mayor oxigenación y refrigeración mientras realizan actividades laborales como cotidianas, brindando una mejor sensación térmica,

los resultados indican que el nivel medio de ventilación con un consumo de ronda 200 mA.

2. COVID 19 o SARVC-19

Este virus ingresa a nuestro organismo por ojos, nariz y boca y se transmite entre humanos principalmente por gotículas respiratorias que expulsa un paciente cuando estornuda, tose o habla. Estas gotas que contienen agua pueden medir hasta 5 micras y al ser expulsadas con fuerza pueden desplazarse entre 1 ó 1.5 metros debido a su peso y tamaño no pueden permanecer suspendidas en el aire por mucho tiempo (se ha estimado que duran entre 2-3 horas en suspensión). El virus SARS-CoV-2 tiene un diámetro de 125 nanómetros-nm. Cuando el virus sale de una persona infectada, lo hace dentro de las gotículas que miden alrededor de 5 um, por lo cual, el poro de la mascarilla que se use para evitar el contagio debe ser menor de 5 um (Pando-Robles & Vazquez-Lobo, 2020).

2.1 Mascarillas como medida de protección contra el COVID-19

La investigación, su esencia y arte.
Palacios y otros, (2020), la OMS recomienda que para procedimientos de aislamiento o con posible generación de aerosoles infecciosos (tuberculosis, sarampión, varicela, SRAS...) se haga uso de un respirador con una eficiencia de filtración de al

menos el 95% para partículas de 0,3 μm de diámetro, lo que equivale a una mascarilla N95 según la normativa americana NIOSH, pero como la normativa americana no equivale a la europea, este nivel de protección para la población en general se encuentra entre la FFP2 y FFP3. Lo óptimo es el uso de los respiradores que tienen un filtro de aire especializado, ya que están diseñados específicamente para proteger a una persona contra partículas potencialmente peligrosas que se encuentren en el aire, es decir, las mascarillas FFP, de las cuales existen 3 tipos:

- Mascarilla FFP1: filtra aproximadamente el 78% de las partículas del aire, por lo que protege de residuos no tóxicos y no fibrogénicos de polvo o aerosoles, y previene la inhalación de residuos y olores molestos.
- Mascarilla FFP2: filtra aproximadamente el 92% de las partículas del aire, y protege de residuos no tóxicos y elementos fibrogénicos, evitando la inhalación de fluidos tóxicos de polvo, aerosoles y humos.
- Mascarilla FFP3: filtra el 98% de las partículas del aire, protegiéndonos frente a tipos venenosos y tóxicos de polvo, humo y aerosoles, así como bacterias, virus y esporas de hongos.

2.2. Sistema respiratorio y el intercambio de gases

La función del sistema respiratorio es el intercambio gaseoso de oxígeno y dióxido de carbono del exterior del cuerpo humano a la sangre capilar pulmonar. Cuando inspiramos introducimos parte del aire de la atmósfera (formada por tres gases principales: nitrógeno, oxígeno y dióxido de carbono entre otros) en nuestro cuerpo. El oxígeno de la sangre atraviesa la membrana celular con una presión parcial de 100 atm. A su vez, se produce un intercambio, ya que la célula expulsa el dióxido de carbono y el oxígeno que no ha utilizado. (Porto Maneiro, 2017)

2.3. Intoxicación con CO₂

(O'Malley & O'Malley, 2019), el monóxido de carbono es un gas incoloro e inodoro que, cuando se inhala, impide que la sangre transporte el oxígeno y no permite que los tejidos lo utilicen eficazmente. Una cantidad reducida no suele ser perjudicial; sin embargo, si las concentraciones de monóxido de carbono en sangre son demasiado elevadas, se produce una intoxicación. El monóxido de carbono es peligroso porque la persona puede no darse cuenta de la somnolencia como síntoma de intoxicación.

Una **intoxicación leve por monóxido de carbono** causa dolor de cabeza, náuseas, mareos, dificultad para concentrarse, vómitos, somnolencia y falta de coordinación. La mayor parte de las

personas que padecen una intoxicación leve por monóxido de carbono se recuperan rápidamente cuando salen al aire fresco.

Una **intoxicación moderada o grave por monóxido de carbono** causa alteración del razonamiento, confusión, inconsciencia, convulsiones, dolor torácico, sensación de ahogo, hipotensión y coma. Por consiguiente, muchas víctimas no son capaces de moverse y deben ser auxiliadas.

La **intoxicación grave por monóxido de carbono** a menudo es mortal. En las semanas posteriores a la aparente recuperación de una intoxicación grave por monóxido de carbono, solo en raras ocasiones aparecen síntomas tales como pérdida de memoria, falta de coordinación, trastornos del movimiento, depresión y psicosis (lo que se conoce como síntomas neuropsiquiátricos tardíos)

Figura 1

Gama de síntomas y efectos según concentración y tiempo de exposición al CO (Lindell K., 2009)



Capítulo III

Planteamiento metodológico



La investigación, su esencia y arte.

3.1 Tipo y nivel de investigación

El tipo de investigación desarrollada es tipo aplicado o tecnológico, orientado a la producción de tecnología operativa y práctica. Se aplico conceptos teóricos a la práctica, orientándose a un nivel experimental. Ya que se utilizó el conocimiento básico para diseñar una mascarilla con doble válvula, para evitar la acumulación de CO₂ y mejorar el confort de las personas al usar una mascarilla.

3.2 Diseño de la investigación

El diseño es de tipo experimental, ya que modifíco variables y componentes del diseño para mejorar la eficiencia de la mascarilla.

3.3 Población y muestra

3.3.1 Población

Diseños de la mascarilla de doble válvula (MDF)

3.3.2 Muestra

Prototipos y/o modelos de las mascarillas de doble válvula con los parámetros mínimos aceptables

La investigación, su esencia y arte.

3.4 Técnicas de procesamiento de datos y análisis de datos

3.4.1 Diseño de la mascarilla

El proceso del diseño de la mascarilla.

Generando bosquejos a partir de modelos para poder definir el contorno del rostro.

Figura 2

Perfilado del bosquejo de la mascarilla a diseñar

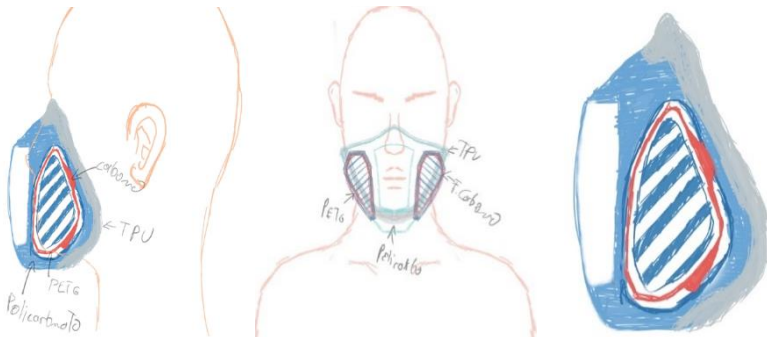
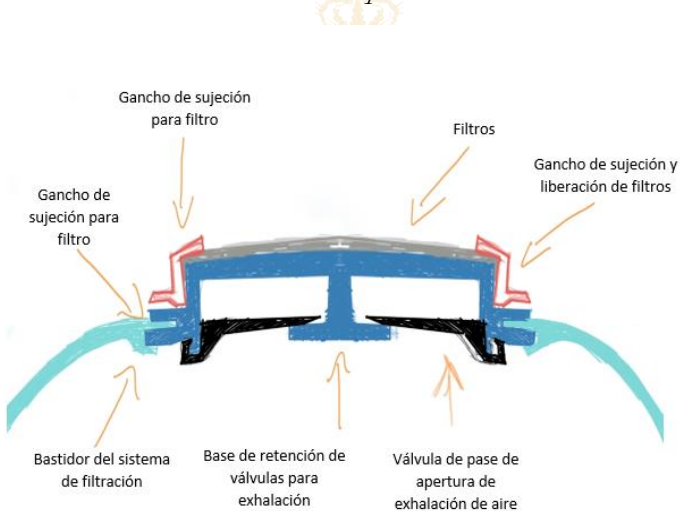


Figura 3

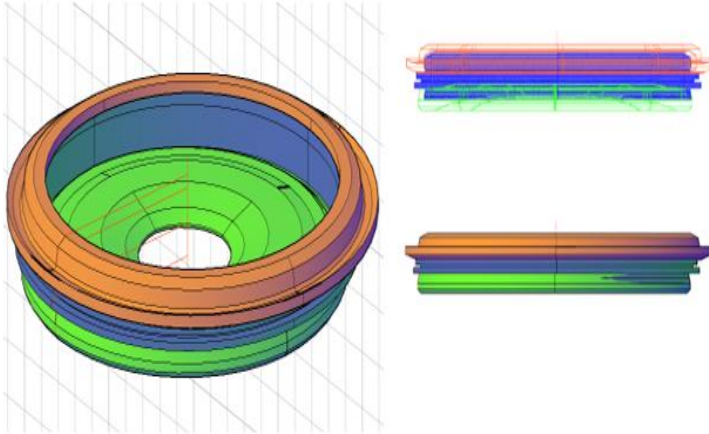
Perfilado del sistema de válvulas dobles para el diseño de la mascarilla



Primer modelado en 3D digital del sistema de Válvulas

Figura 4

Primer modelado en 3D digital del sistema de Válvulas



El presente diseño tuvo fallas para su ensamblado y fragilidad. Por tal se procedió a replantear el diseño.

Figura 5

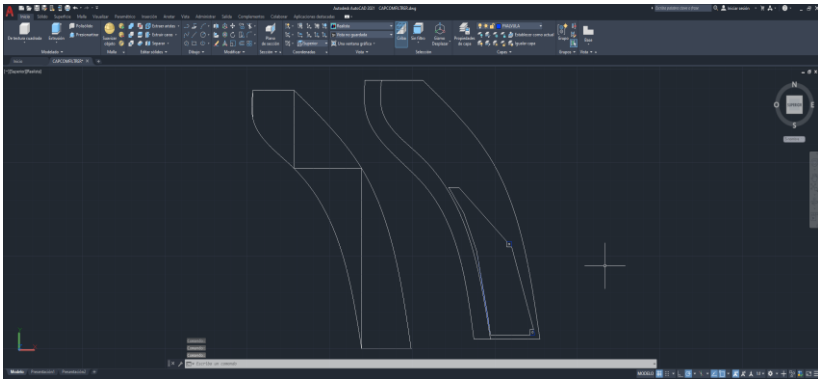
Rediseño del modelo de mascarilla



Se procedió a un segundo diseño contemplando una máscara Full Face (cubre el rostro totalmente), para así poder facilitar el doble del acrílico y proseguir con el objetivo que se pueda observar con facilidad los gestos faciales.

Figura 6

Redimensionado de la mascarilla



Se procedió a redimensionar el sistema de doble flujo, al nuevo modelo de mascarilla, teniendo en cuenta que es necesario observar las expresiones faciales.

Figura 7

Inserción y adaptado del sistema de doble flujo

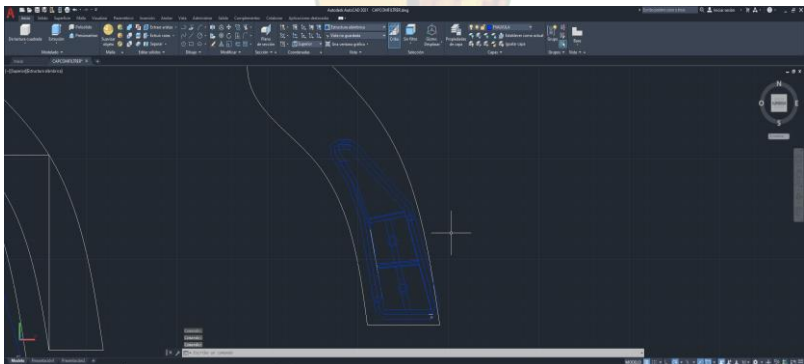


Figura 8

Diseño de la estructura base del sistema de doble flujo y el bastidor de filtros

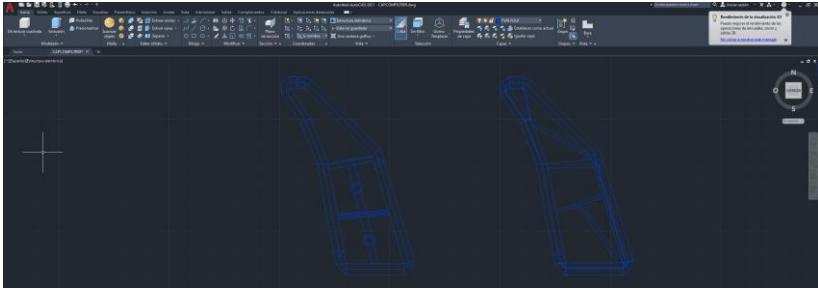


Figura 9

Planteo de los dos perfiles de doble válvula para la mascarilla full fase

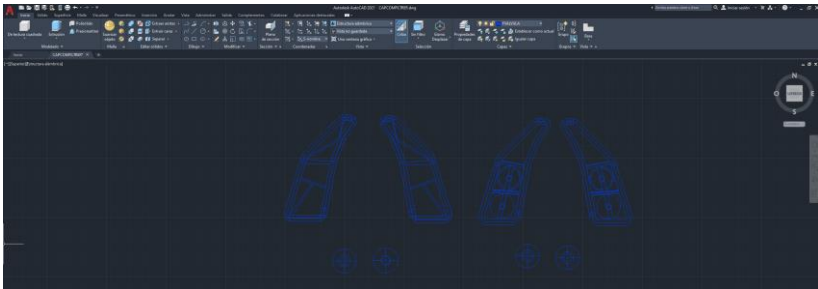
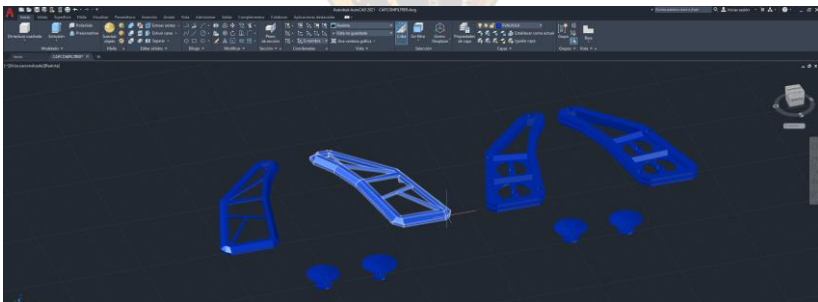


Figura 10

Modelado en 3D de los componentes del sistema de doble flujo



En este punto el modelo del sistema de doble flujo ya está en dimensionado 3D listo para su impresión en los materiales que se requiera. Se exporta como archivo SLTD.

3.4.2 Impresión 3D

La impresión 3D, también llamada manufactura por adición, es un conjunto de procesos que producen objetos a través de la adición de material en capas que corresponden a las sucesivas secciones transversales de un modelo 3D. Crea de forma eficiente piezas únicas y geometrías verdaderamente complejas que solo son posibles con la impresión 3D (Autodesk, 2020).

Para el proceso de impresión se utilizó una impresora 3D FLASHFORGE de doble extracción. Donde se cargó el archivo de impresión y se procedió al estructurado en físico.

Figura 11

Impresión de piezas 3D de la mascarilla



En esta impresora es posible la impresión de diferentes materiales desde plástico, fibra de carbono (termo carbono) y demás plásticos termo extruidos.

Figura 12

Presentación de piezas para su armado



Se organiza las piezas impresas, para su posterior ensamblado, se procede a limpiar y pulir los detalles de las piezas impresas en 3D.

Figura 13

Pulido y revinado de piezas



Figura 1

Modelo de la mascarilla de doble flujo ensamblada y en prueba



3.4.3 Medición de CO₂

La radiación infrarroja es absorbida por gases tales como el CO, CO₂, SO₂ o NO, con una longitud de onda típica de cada componente (rango de longitud de onda de unas pocas μm). La atenuación de un determinado rango de radiación infrarroja a medida que un volumen de gas pasa a través, por consiguiente, una medida de las concentraciones del componente gaseoso en el gas a medir que ha pasado a través. (Testo, 2018)

Una vez terminada la impresión y ensamblado de la mascarilla se procede a probar la retención de Dióxido de Carbono.

Figura 15

Prueba de medición de CO₂ y otros gases



Se procedió a instalar un analizador de gases conectado a la mascarilla de doble flujo y mascarillas testigo más usadas en la región, como es la mascarilla quirúrgica y la KN95 comercial. Esto sirvió para tener testigos de comparación de la retención de gases en la mascarilla.

3.4.4 Análisis de la eficiencia de protección respiratoria de mascarillas con termografía

La termografía infrarroja es una técnica que permite medir temperaturas a distancia y sin necesidad de contacto físico con el objeto a estudiar, mediante la captación de la intensidad de radiación infrarroja que emiten los cuerpos. Utilizando cámaras termográficas podemos convertir la energía radiada (W), invisible al ojo humano, en una imagen visible formada a partir de la temperatura superficial de los objetos captados por la cámara.

Se utilizó la evaluación mediante cámaras termográficas para determinar la protección respiratoria, con factores como puntos de pérdida de presión, concentración térmica excesiva.

Figura 16

Análisis termográfico de la protección respiratoria de las mascarillas



Capítulo IV

Resultados y discusión

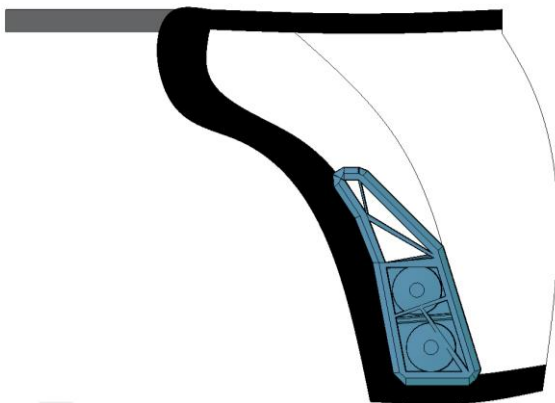


La investigación, su esencia y arte.

4.1 Diseño y funcionamiento de la mascarilla de doble flujo

Figura 17

Diseño de la mascarilla de doble flujo



El diseño de la mascarilla está conformado por cuatro partes fundamentales:

Mica full fase: Sirve para proteger el rostro de usuario de la mascarilla y permitir que se pueda observar las expresiones faciales y facilite la comunicación. Está compuesta por una mica redondeada en el frente en contorno del rostro con una separación para evitar empañamientos.

La investigación, su esencia y arte.

Sujetador principal: este sirve para sujetar la mascarilla al rostro de la persona, se coloca detrás de la cabeza como una cinta de sujeción y puede ser regulable según el diámetro de la cabeza. Está

conformada por una liga estirable 1 a 2 para evitar compresión innecesaria en la cabeza del usuario.

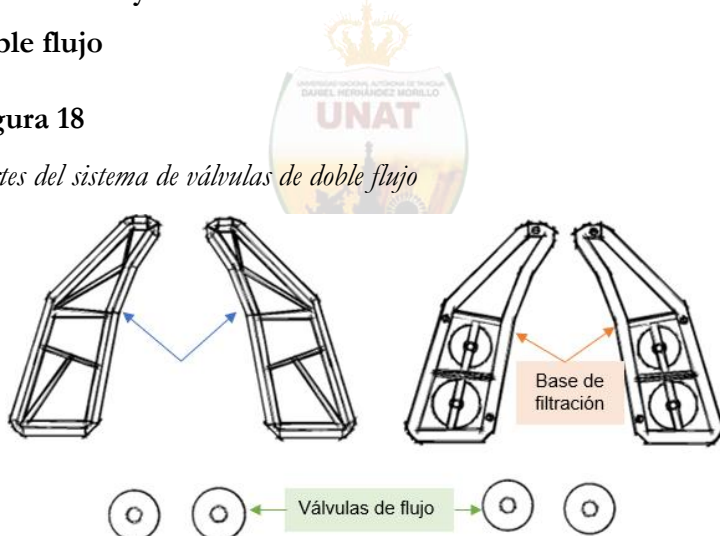
Vanguardia Facial: Sirve para hermetizar el contorno de la mascarilla con el rostro del usuario y mantener estable la forma de la mascarilla. Está compuesta por un plástico siliconado que permite que no sea rugoso y sea aceptable para el rostro de las personas.

Sistema de válvulas: Sirve para filtrar y liberar el aire del exterior e interior de la mascarilla, realizando un proceso de filtración. Esta se coloca sobre el lateral de la mica Full Face para no interrumpir la visión del rostro. Está compuesta por plástico TPU y puede variar de material según se requiera.

4.1.1 Partes y funcionamiento del sistema de válvulas de doble flujo

Figura 18

Partes del sistema de válvulas de doble flujo



El sistema de válvulas de doble flujo, cuenta con 3 componentes:

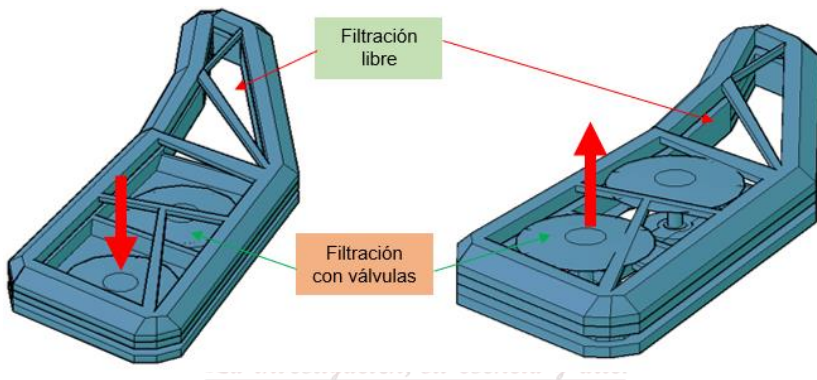
Bastidor superior: Sirve para fijar el material filtrante para evitar el ingreso de material extraño y prevenir la propagación por filtración del virus COVID-19.

Válvulas de Flujo: Sirven para limitar y liberar el aire dentro de la mascarilla y así evitar la sobre acumulación de gases dañinos como el CO dentro de esta.

Base de filtración: Componente que acopla las demás partes del sistema de filtración y válvulas en la mica full fase de la mascarilla.

Figura 19

Activación de válvulas



El sistema se compone de dos partes importantes, son el área de filtración libre que depende enteramente del material filtrante en sentido horizontal con su función total de filtración; el área de

filtración con válvulas que consiste en la apertura de estas según la respiración en punto de inhalación está cerradas y en exhalación están abiertas para permitir el libre pase de los gases.

4.2 Efecto de la mascarilla en la concentración de CO₂ en el área respirable

Tabla 1

Efecto de la mascarilla en la concentración de CO₂ en el área respirable.

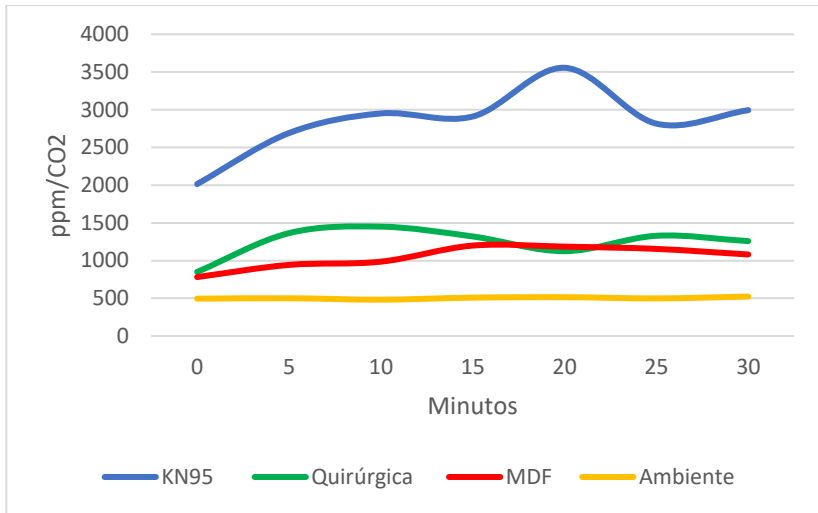
Tipo de Mascarilla	Tiempo de uso (Minutos)							Dif.F-I*
	0	5	10	15	20	25	30	
KN95	2015	2691	2951	2910	3556	2815	2994	979
Quirúrgica	850	1364	1450	1320	1125	1329	1258	408
MDF	782	943	986	1199	1185	1155	1081	299

*Dif.F-I=La diferencia de la concentración final y inicial de CO₂ retenido en las mascarillas.

En la tabla 1, se observa que existe diferencia en la concentración de CO₂ retenido en el área respirable de las mascarillas con respecto a un uso de 30 minutos, la mascarilla KN95 en promedio aumento la concentración de CO₂ en 979 ppm, la mascarilla quirúrgica en promedio aumento la concentración de CO₂ en 408 ppm y la mascarilla con sistema de doble flujo en promedio aumento una concentración de CO₂ en 299 ppm, siendo la menor de las tres mascarillas.

Figura 20

Variación de la concentración de CO₂ en el área respirable de las mascarillas



En la figura 20, se observa como la concentración inicial de CO₂ en el área respirable varía con respecto al tiempo de uso, en el punto inicial de la prueba los niveles de CO₂ en la mascarilla quirúrgica y la MDF son similares, elevadas 300 ppm de CO₂ del nivel ambiental, a diferencia de la KN95 que se eleva 1500 ppm de CO₂ con respecto al nivel ambiental de CO₂. Se aprecia que el CO₂ aumenta progresivamente pasa el tiempo de uso, siendo un punto crítico de aumento los 10 minutos de uso de las mascarillas, siendo estable en la MDF, variable en la mascarilla quirúrgica y la KN95.

4.3 Eficiencia de la protección respiratoria del diseño de mascarara con doble flujo

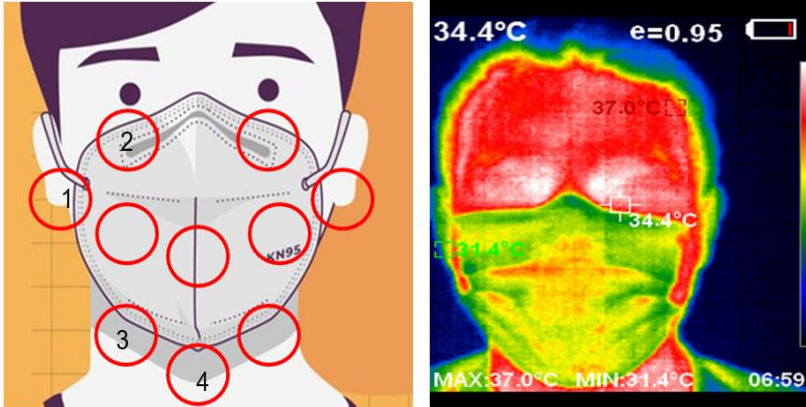
Se evaluó mediante imágenes termográficas la protección respiratoria del diseño de la mascarilla con doble flujo, comparadas con la mascarilla quirúrgica y KN95.

Tabla 2*Eficiencia de la protección respiratoria del diseño de máscara con doble flujo*

Punto de pérdida de protección o fuga*	MDF	KN95	Quirúrgica
Mentón lateral, altura de la oreja (1)	0% / Nula	33% / Baja	100% / Muy alta
Mentón superior debajo de los ojos (2)	0% / Nula	66% / Moderada	83 % / Alta
Mentón inferior por la barbilla (3)	66% / Moderada	33% / Baja	83% / Alta
Barbilla central por la garganta (4)	33% / Baja	66% / Moderada	66% / Moderada
Promedio de pérdida	25 % Baja	50 % Moderada	83% Muy Alta

*Se utilizo la referencia de la figura 21.

Figura 21*Puntos de pérdida de protección o fuga de aire de la respiración*



Como se observa en la tabla 2, la eficiencia de las mascarillas varía en gran diferencia, la mascarilla MDF presenta un bajo nivel de pérdida de protección con un promedio de 25%, siendo el mentón inferior por la barbilla el punto que genera una pérdida, seguido tenemos a la KN95 que presenta un nivel de pérdida de protección con un promedio de 50%, siendo el mentón superior y la barbilla sus puntos críticos y por último la mascarilla quirúrgica que presenta una muy alta pérdida de protección con un promedio de 83%, siendo el mentón lateral por las orejas su punto crítico, pero preexistiendo otras pérdidas importantes en los demás puntos.

4.4 Costo de producción de una mascarilla del diseño de doble flujo

Tabla 3

Costo de producción de una mascarilla de doble flujo a escala experimental

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario S/.	Costo parcial S/.
Mica full fase	Unidad	01	2.50	2.50
Impresión de piezas en TPU	Global	01	0.85	0.85
Impresión de piezas en Silicona	Global	01	0.95	0.95
Cinta de sujeción	Unidad	01	0.30	0.30
Material Filtrante	Unidad	01	0.20	0.20
Armado de sistema	Global	01	0.50	2.50
Costo de producción Total S/.				7.30
Costo de comercialización Tota S/. + 30%				9.50

En la tabla 3 se aprecia el costo de producción de la mascarilla de doble flujo diseñada y elaborada, esta mascarilla alcanza un valor de producción de 7.30 nuevos soles, este es generado por las piezas, material y servicios que se requiere para su producción por unidad, este precio puede variar según el punto de vista de la tecnología, equipamiento y comercialización final, el cual se asume un costo adicional del 30% a un precio experimental.

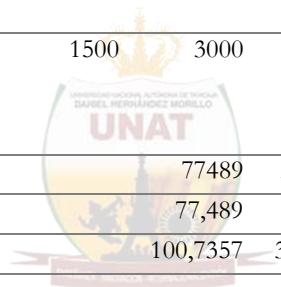
La investigación, su esencia y arte.

Tabla 4

Costo de producción de una mascarilla de doble flujo a escala comercial

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Cantidad producida Unidades				
				1000	10000	100000	1000000	10000000
Equipamiento								
Impresora 3D	Unidad	1	27000	27000	27000	27000	27000	27000
Computadora de alta gama Core i7	Unidad	1	14000	14000	14000	14000	14000	14000
Calentador y doblador de micas con molde	Unidad	1	4500	4500	4500	4500	4500	4500
Herramientas de pulido	Global	1	1500	1500	1500	1500	1500	1500
Cámara termográfica	Unidad	1	9500	9500	9500	9500	9500	9500
Material								
<i>La investigación, su esencia y arte.</i>								
Material filtrante multi capas	M2	5	45	225	2250	22500	225000	2250000
Rollo de TPU	kg	15	85	1275	12750	127500	1275000	12750000
Rollo de silicón	kg	55	90	4950	49500	495000	4950000	49500000
Mica de 3.5 mm	M2	88	90	7920	79200	792000	7920000	79200000

Cinta elástica de 1/2"	Metro	300	0,5	150	1500	15000	150000	1500000
Envoltorios de plástico	Unidad	1000	0,15	150	1500	15000	150000	1500000
Servicios								
Energía eléctrica	KW	350	2,34	819	8190	81900	819000	8190000
Especialista en diseño e impresión 3D	Mes	1	2500	2500	25000	250000	2500000	25000000
Personal de apoyo para armado y refinado de mascarillas	Mes	2	1500	3000	30000	300000	3000000	30000000
Costo total de producción				77489	266390	2155400	21045500	209946500
Costo unitario según la producción				77,489	26,639	21,554	21,0455	20,99465
Precio unitario de comercialización				100,7357	34,6307	28,0202	27,35915	27,293045



La investigación, su esencia y arte.

En la tabla 4, se observa el costo de producción de una mascarilla de doble flujo a escala comercial, en una cantidad baja de 1000 unidades producidas el costo de cada mascarilla asciende a los s/. 100.74, pero al aumentar la productividad se determinó que el costo comercial a partir de 100000 unidades se estabiliza en un rango de s/28.0 hasta s/. 27.3. Por lo antes mencionado es considerable un precio estable en s/28.00 nuevos soles.

Tabla 5

Comparación de mascarillas similares comerciales con la mascarilla MDF

Tipo de mascarara	MDF	3m 6800 máscara de cara completa	Máscara Facial Negro Bionic S8500
Precio S/.	S/. 28.00	S/. 192.00	S/. 150.00
Imagen referencial			
Fuente	Propia	Aliexpress (2022)	SODIMAC (2022)

En la tabla 5, se observa que existe diferencia significativa en el costo de las mascarillas full fase con protección respiratorio y mas aun si tiene sistema de válvula como la 3m 6800, con la cual existe un sobre precio de 7 veces más y con la máscara Bionic S8500 un sobre precio de 6 veces más.

Capítulo V

Conclusiones y recomendaciones



La investigación, su esencia y arte.

1.1 Conclusión

- La mascarilla de doble flujo tiene una eficiencia para reducir el CO₂ retenido en las mascarillas un 327% mayo a la mascarilla KN95 y en 136% mayor con la mascarilla Quirúrgica.
- La mascarilla de doble flujo tiene una retención en un tiempo de 30 minutos de uso una concentración promedio de 299 ppm/CO₂, la mascarilla KN95 una concentración de 979 ppm/CO₂ y la mascarilla quirúrgica retiene una concentración de 408 ppm/CO₂.
- La eficiencia de protección respiratoria de la mascarilla de doble flujo es de 75% considerada como Alta, la eficiencia de la mascarilla KN95 es de 50% considerada como moderada y la eficiencia de la mascarilla quirúrgica es de 17% considerada como muy baja.
- El costo de producción de la mascarilla de doble flujo es de s/.28.00 en una línea comercial productiva mínima de 100000 unidades.

1.2 Recomendaciones

- Proseguir con el proceso para su patente frente a INDECOPI
- Proponer su uso o distribución a entidades que lo requieran
- Seguir implementado los laboratorios para nuevos diseños y prototipos

- La protección de la mascarilla no es suficiente para un uso de alto riesgo biológico.
- El uso de la mascarilla es de uso cotidiana como medida de protección.

Gotículas

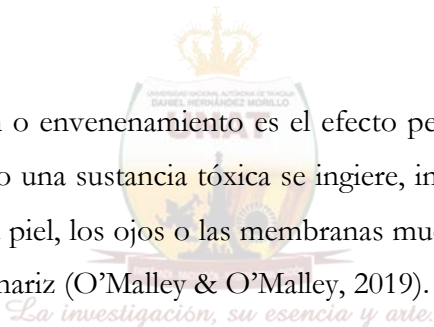
Pequeña porción de un líquido, con forma esferoidal. (RAE, 2020)

Impresión 3D

Una impresora 3D es un dispositivo capaz de reproducir un objeto sólido tridimensional mediante la adición de material, cuyo diseño se realiza en computadora. El proceso consiste en añadir material capa por capa y desde abajo hacia arriba. (OLGUÍN, 2016)

Intoxicación

La intoxicación o envenenamiento es el efecto perjudicial que se produce cuando una sustancia tóxica se ingiere, inhala o entra en contacto con la piel, los ojos o las membranas mucosas, como las de la boca o la nariz (O'Malley & O'Malley, 2019).



Termografía

Instrumento a distancia capaz de analizar y visualizar la distribución de temperatura de superficies completas con rapidez

y precisión. La termografía de infrarrojos es el arte de transformar una imagen de infrarrojos en una imagen radiométrica que permita leer los valores de temperatura. (FLIR, 2011).

Válvulas

Una válvula es el nombre genérico par un dispositivo con características móviles que permite abrir y cerrar una vía de circulación con el fin de permitir, prevenir o controlar el flujo de fluidos. Las válvulas pueden clasificarse según diferentes características (Díaz, 2018).



La investigación, su esencia y arte.

Referencias bibliográficas

- Alvarez Alva, R., Kuri Moreles, P., & Mendoza Murillo, C. (2015). Salud Pública y medicina preventiva. México D.F.: El manual moderno.
- Autodesk. (2020). <https://latinoamerica.autodesk.com/>. Obtenido de <https://latinoamerica.autodesk.com/solutions/3d-printing>
- Beder, A., Büyükoçak, U., Sabuncuoglu, H., Z.A., K., & Keskil, S. (2008). Preliminary report on surgical mask induced deoxygenation during major surgery. *Neurocirugía*, 121-126.
- Blaylock, R. (11 de Mayo de 2020). Mundo nuevo. Obtenido de Dr. Blaylock: las mascarillas son un serio riesgo para la población sana: <https://www.mundonuevo.cl/dr-blaylock-mascarillas-son-un-riesgo-para-la-poblacion-sana/>
- Díaz, L. (2018). [maquinasdehielo.com.mx](http://www.maquinasdehielo.com.mx). Obtenido de <http://www.maquinasdehielo.com.mx/tipos-de-valvula/>
- FLIR. (2011). [flirmedia.com](https://www.flirmedia.com). Obtenido de https://www.flirmedia.com/MMC/THG/Brochures/T820264/T820264_ES.pdf
- Flores Lopez, O., & Larico Apaza, Y. (2020). Diseño e implementación de un prototipo de protector facial con una mascarilla electrónica para la protección del covid-19. *Revista Peruana de Medicina Experimental y salud Pública*, 1-10. *La investigación, su esencia y arte.*
- Huan Zhu, J., Jin Lee, S., Wang, D., & Lee, H. (2014). Effects of long duration wearing of N95 respirator and surgical facemask: a pilot study. *MedCrave*, 97-100.
- J.Y., J., Bharatendu, C., Goh, Y., Tang, J., Sooi, K., Tan Li, Y., . . . Sharma, V. (2020). Headaches Associated With Personal Protective Equipment – A cross-sectional study among

- frontline healthcare workers during COVID-19. American Headache Society, 864-877.
- Lindell K., W. (2009). Carbon Monoxide Poisoning. The New England Journal of, 360, 1217-1225.
- Martínez Navarro, F. (1999). Salud Pública. Madrid: McGraw-Hill interamericana.
- O'Malley, G., & O'Malley, R. (Febrero de 2019). <https://www.msdmanuals.com/>. Obtenido de <https://www.msdmanuals.com/es/hogar/traumatismos-y-envenenamientos/intoxicaciones-o-envenenamientos/intoxicaci%C3%B3n-por-mon%C3%B3xido-de-carbono>
- O'Malley, G., & O'Malley, R. (Febrero de 2019). [msdmanuals.com](https://www.msdmanuals.com). Obtenido de <https://www.msdmanuals.com/es-pe/hogar/traumatismos-y-envenenamientos/intoxicaciones-o-envenenamientos/introducci%C3%B3n-a-las-intoxicaciones-o-envenenamientos>
- OLGUÍN, R. (13 de Diciembre de 2016). <http://itu.uncuyo.edu.ar/>. Obtenido de <http://itu.uncuyo.edu.ar/caracteristicas-de-las-impresoras-3d#:~:text=Una%20impresora%203D%20es%20un,y%20desde%20abajo%20hacia%20arriba>.
- OMS. (2020). Recomendaciones sobre el uso de mascarillas en el contexto de la covid-19. Obtenido de https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/332657/WHO-2019-nCov-IPC_Masks-2020.4-spa.pdf
- Palacios Cruz, M., Santos, E., Velazquez Cervantes, M., & Leon Juarez, M. (2020). COVID-19, una emergencia de salud pública mundial. Revista Clínica Española, 1-7. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7102523/pdf/main.pdf>

- Pando-Robles, V., & Vazquez-Lobo, A. (2020 de Abril de 2020). <https://noticyti.com/>. Obtenido de <https://noticyti.com/opinion/1058-covid-19-el-uso-de-mascarillas-contra-el-sars-cov-2.html>
- Porto Maneiro , A. (2017). Fisiología respiratoria: el asombroso sistema que arranca cuando inspiramos. (L. Costanzo, Ed.) España: Elsevier. Obtenido de <https://www.elsevier.com/es-es/connect/estudiantes-de-ciencias-de-la-salud/fisiologia-respiratoria-el-asombroso-sistema-que-arranca-cuando-inspiramos>
- RAE. (2020). dle.rae.es. Obtenido de <https://dle.rae.es/gota>
- RAE. (2020). <https://dle.rae.es/>. Obtenido de <https://dle.rae.es/dise%C3%B1o>
- Testo. (2018). [academiatesto.com.ar](http://www.academiatesto.com.ar). Obtenido de <http://www.academiatesto.com.ar/cms/absorcion-infrarroja-proceso-ir>
- Zhou, W., & Zhong, N. (2020). The coronavirus prevention handbook: 101 science based tips that could save your life. Wuhan.



La investigación, su esencia y arte.

ANEXOS

Anexo 1 Panel Fotográfico

Anexo 2 Planos del diseño

Anexo 3: Consentimiento informado avalado por las personas de prueba

Anexo 4: Encuestas aplicadas a las personas de prueba

Anexo 5: Imágenes termográficas

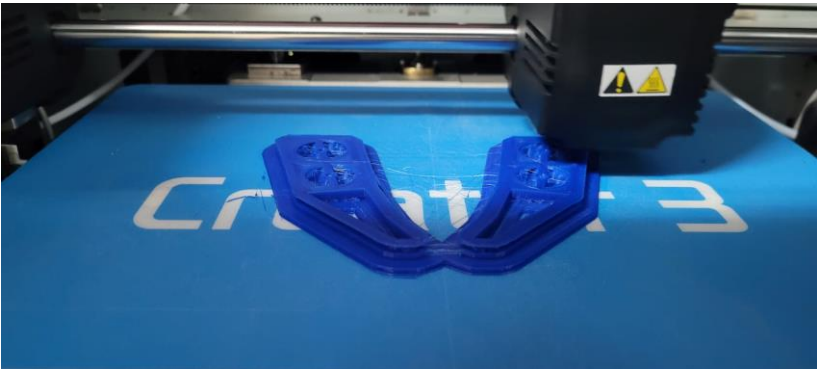
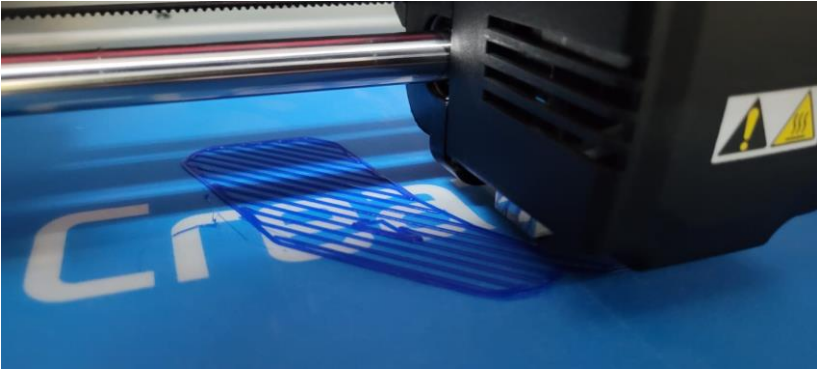
Anexo 6: Resultados de análisis de dióxido de carbono en las mascarillas

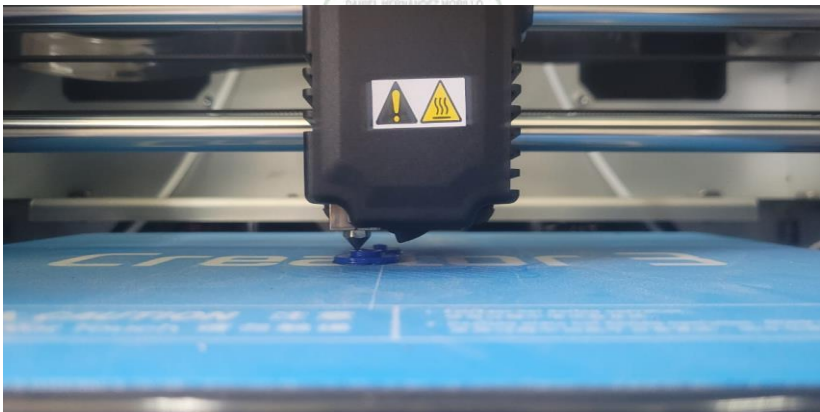


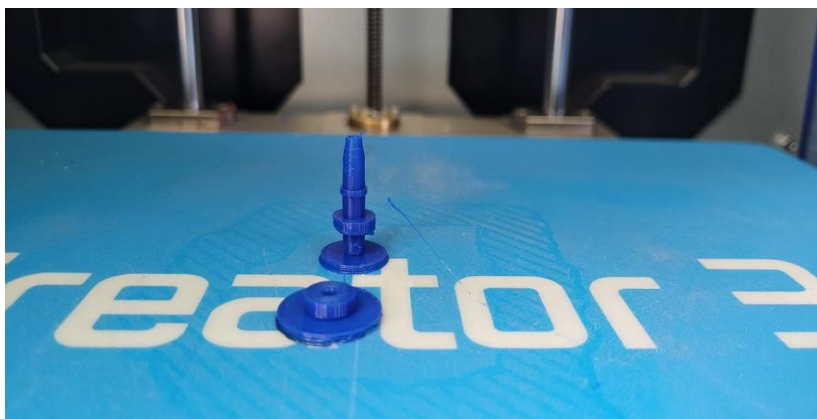
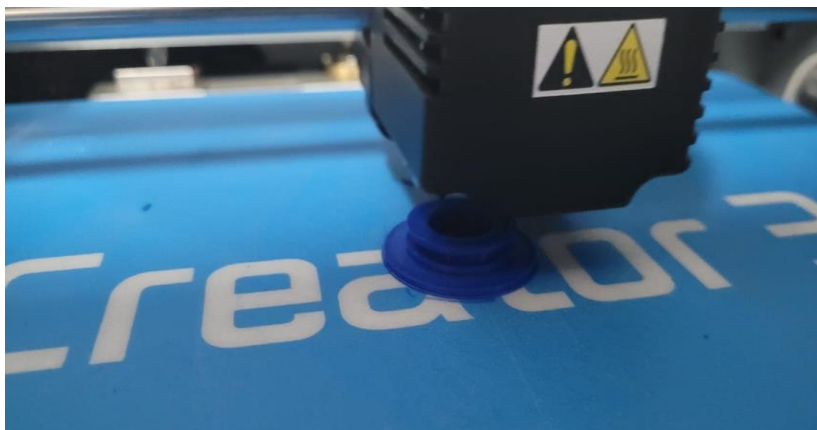
La investigación, su esencia y arte.

Anexo 1

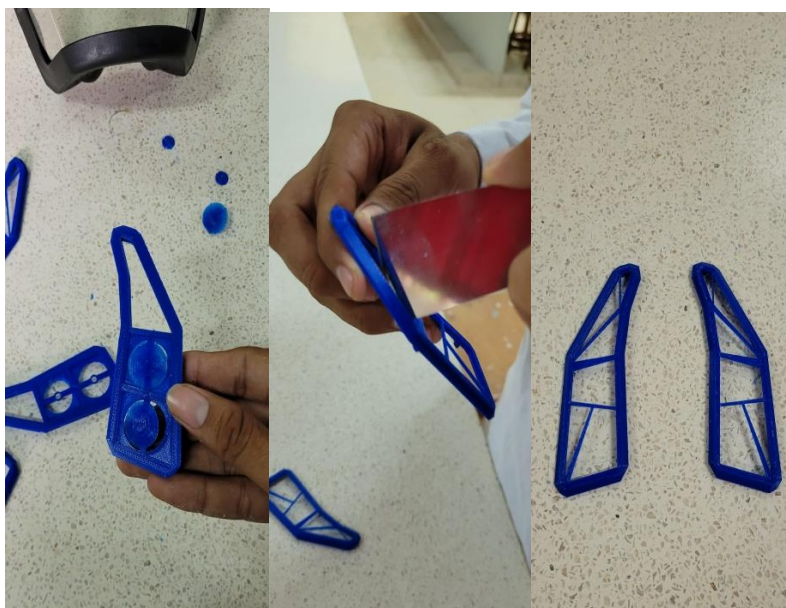
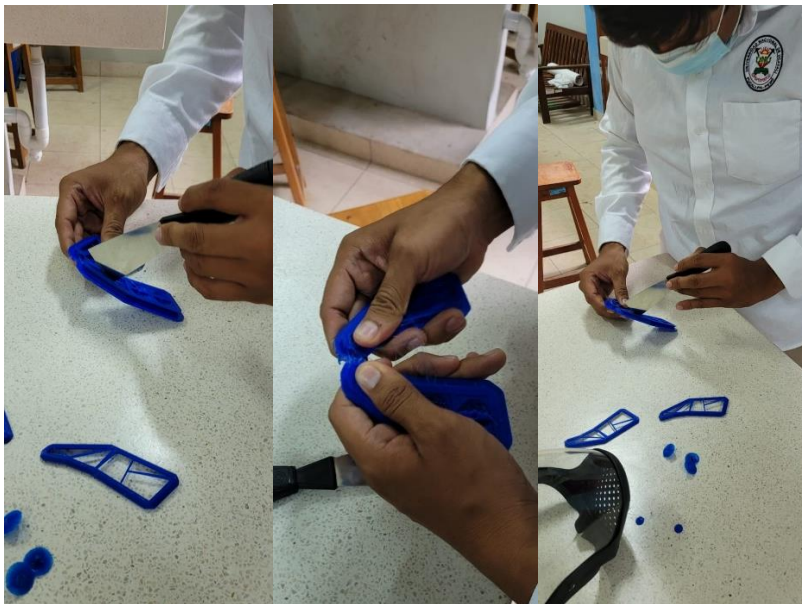
Panel Fotográfico











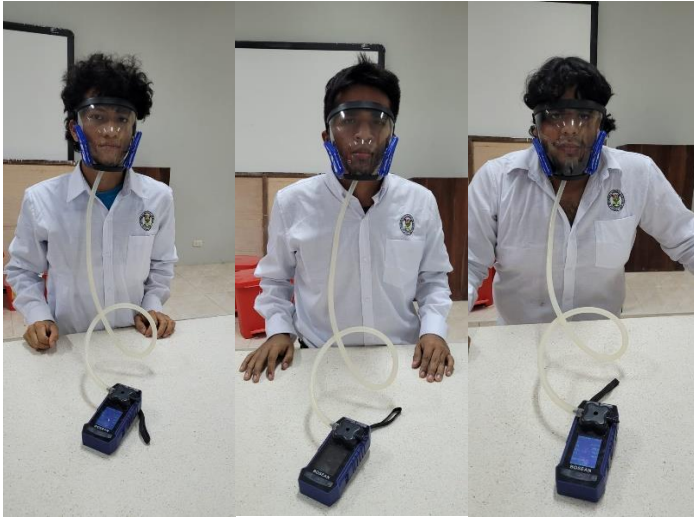




UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE TAMPICO
DANIEL HERNÁNDEZ MORILLO
UNAM

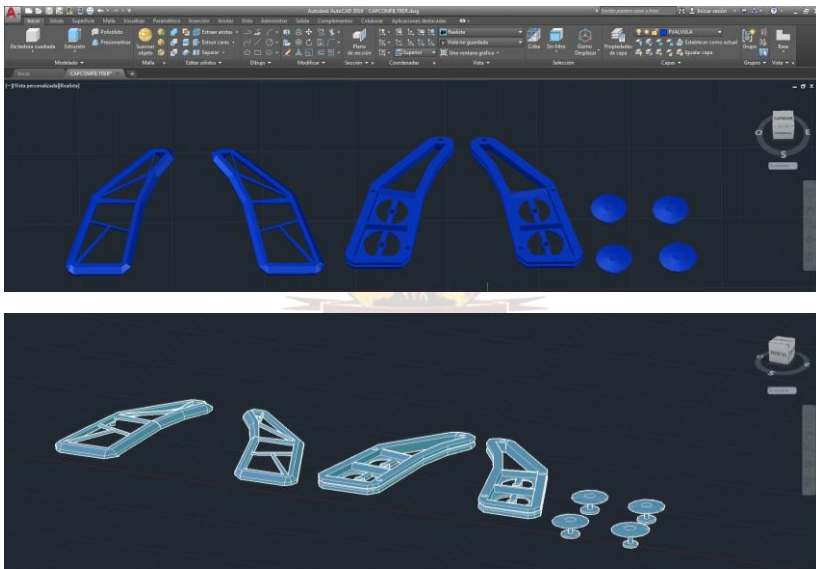


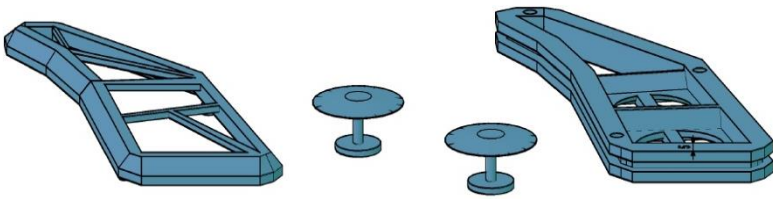
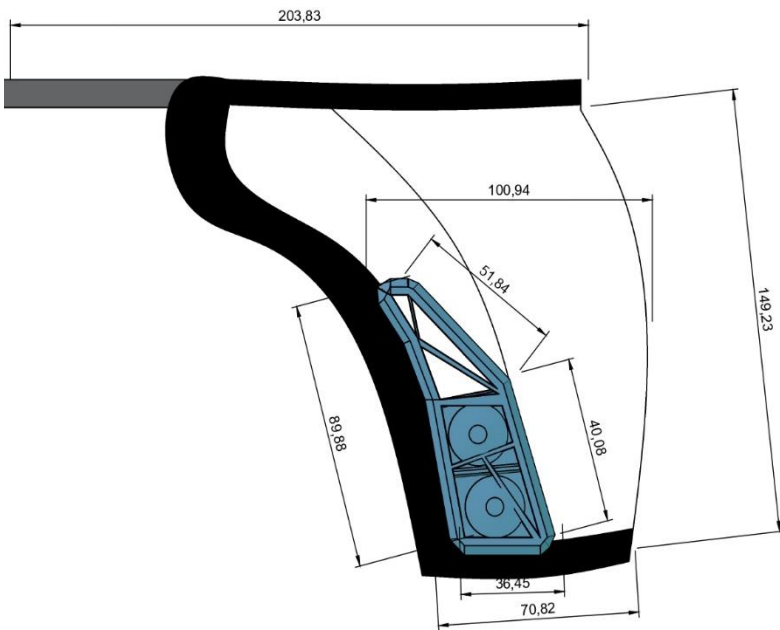
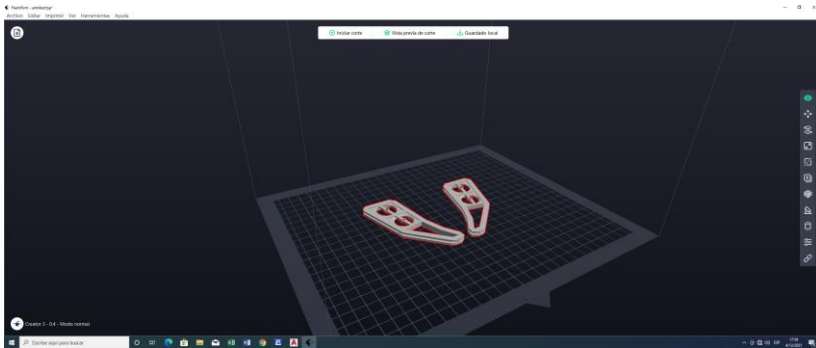


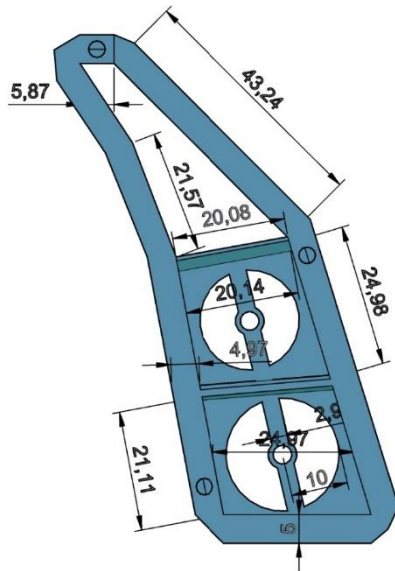
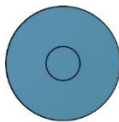
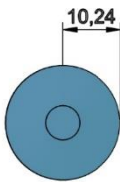
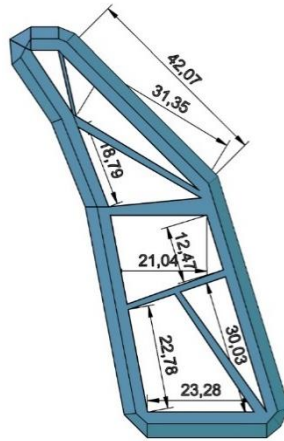
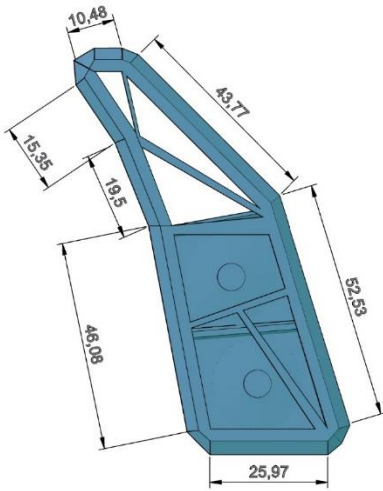


Anexo 2

Planos del diseño







Anexo 3

Consentimiento informado avalado por las personas de prueba



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

ANEXO 2: CONSENTIMIENTO INFORMADO

Me dirijo a usted para agradecerle por su participación en el proyecto de investigación e innovación denominado "DISEÑO DE UNA MASCARÁ CON DOBLE FLUJO PARA LA REDUCCIÓN DE LA RETENCIÓN DE CO₂ Y PROTECCIÓN ANTE EL COVID 19", donde se probará la eficiencia de un **MODELO DE UTILIDAD**, el cual tiene como objetivo reducir la retención de CO₂ en las máscaras, brindar protección al usuario ante el COVID 19 y a la vez facilitar la comunicación oral y expresión del usuario. Por tal se requiere realizar pruebas analíticas de gases, termográficas, confort y eficiencia, donde usted será parte de estas pruebas. Se le realizara un cuestionario orientado al confort y comodidad del diseño, esta constara de 1 hoja con tiempo máximo de 20 minutos de prueba y 5 del cuestionario. Así mismo se le informa que todos los datos obtenidos serán utilizados con fines científicos y no se divulgara ningún tipo de información personal, por lo cual agradecemos su participación y consentimiento.

Atentamente.

Dra. Isabel Esteban Robladillo
Responsable del Proyecto

Yo : _____

Doy fe de mi conocimiento sobre el estudio y actividades en las que participo, por ende, consiento mi participación en el estudio de investigación como persona de pruebas.

Anexo 4

Encuestas aplicadas a las personas de prueba

DATOS GENERALES

EDAD: _____ SEXO: M= F=

CONDICIONES DE SALUD

¿Presenta alguna enfermedad respiratoria? ¿Cuál?

A= No B= SI / Mencione _____

¿Presenta alguna enfermedad cardiaca o circulatoria? ¿Cuál?

A= No B= SI / Mencione _____

¿Presenta alguna alergia a algún material? ¿Cuál?

A= No B= SI / Mencione _____

¿Presenta alguna enfermedad que considere que impida el uso de las mascarillas? ¿Cuál?


A= No B= SI / Mencione _____

PRUEBA

TIPO DE MASCARILLA:

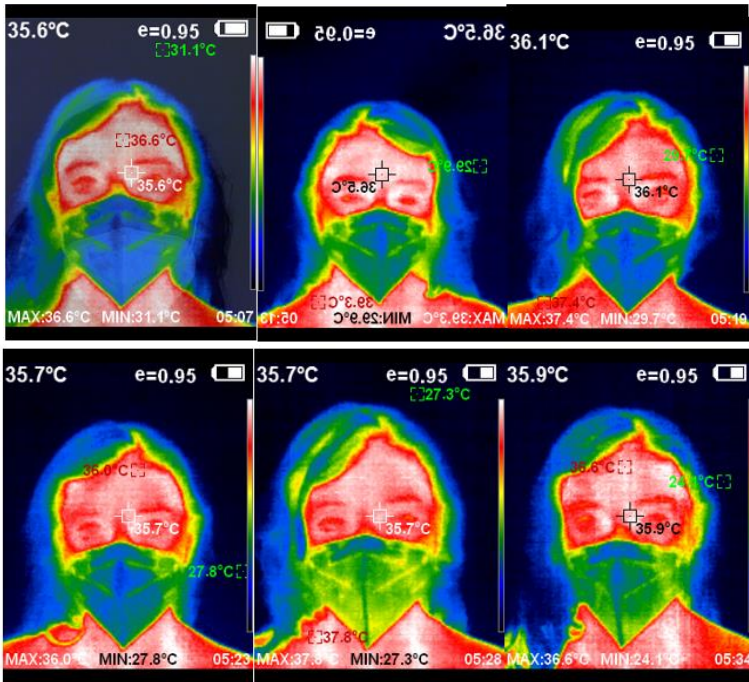
A= KN95 simple, B= QUIRURGICA C= CON FILTRO D= TELA

A= KN 95 simple

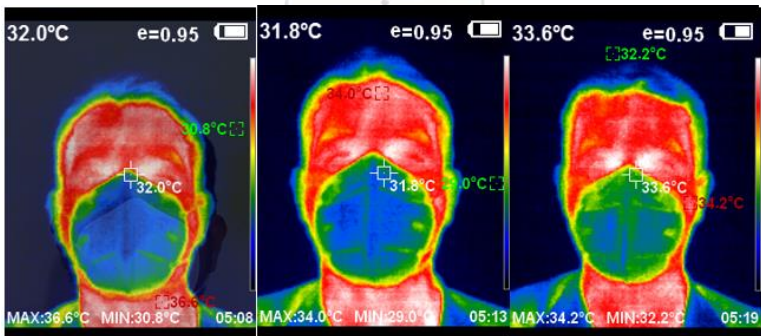
Tiempo	
0 minutos	Complejidad al colocárselo
	A= Bajo B= Medio C= Difícil D= Muy difícil
	Genera molestias o incomodidad en el dorso de la nariz
	A= Nada, B= Poco C= Regular D= Mucho E= Inutilizable
	Presenta molestias o incomodidad en las mejillas
	A= Nada, B= Poco C= Regular D= Mucho E= Inutilizable
	Presenta molestias o incomodidad en la parte baja del mentón
	A= Nada, B= Poco C= Regular D= Mucho E= Inutilizable
	Dificulta la respiración
	A= Nada, B= Poco C= Regular D= Mucho E= Inutilizable
	Genera problemas en la visión
	A= Nada, B= Poco C= Regular D= Mucho E= Inutilizable
	Presenta pérdida de presión
	A= Por los lados superiores de la nariz B= Por los laterales de las mejillas C= Por los lados del mentón D= Los tres anteriores E= No presenta
	Temperatura de la mascarilla en los diferentes puntos
	

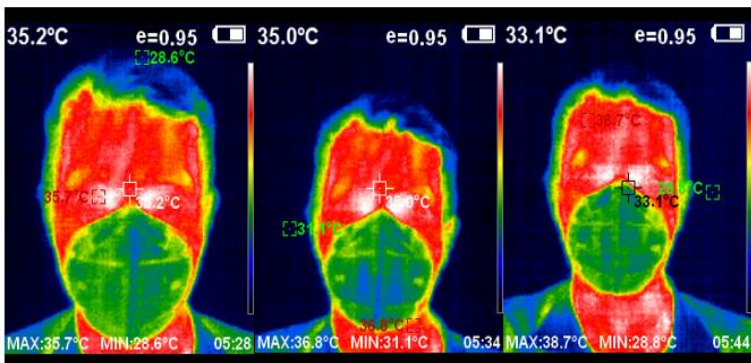
Anexo 5

Imágenes termográficas

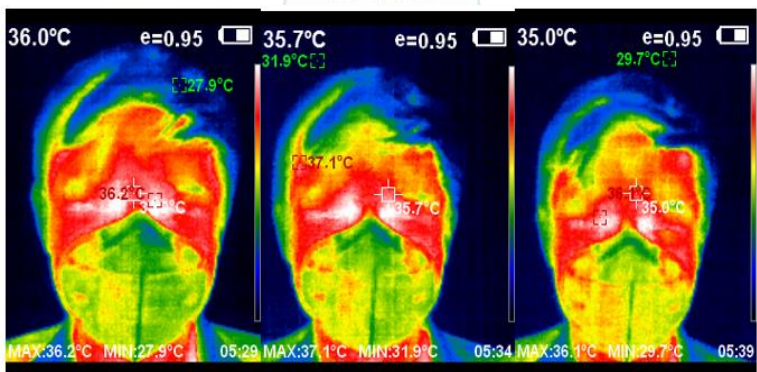
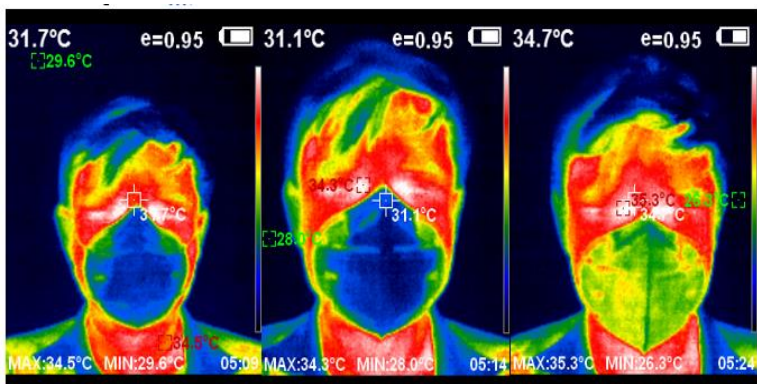


Persona de prueba 2 : Mascarilla KN95 Comercial

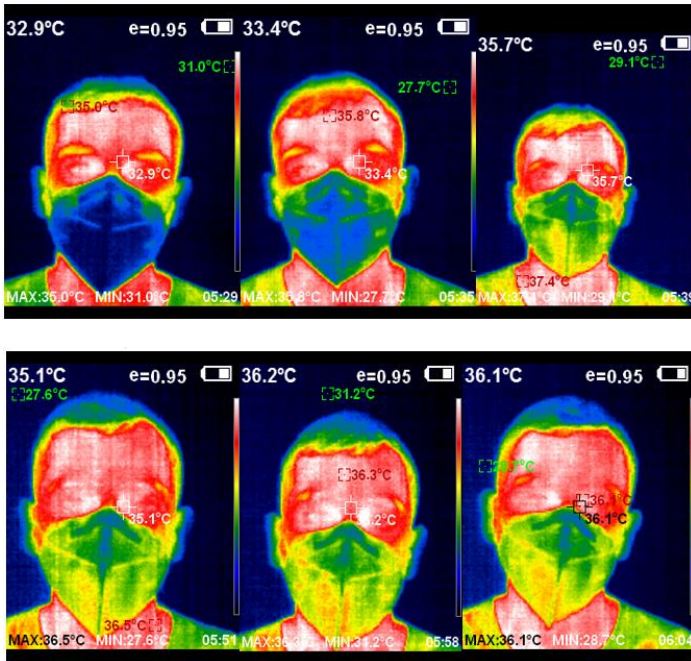




Persona de prueba 3 : Mascarilla KN95 Comercial



Persona de prueba 4: Mascarilla KN95 Comercial



Anexo 6

Resultados de análisis de dióxido de carbono en las mascarillas

Prueba	0	5	10	15	20	25	30
01-KN95	1698	2416	2105	2560	3158	2451	2568
02-KN95	2305	2570	3105	3211	3540	2840	3015
03-KN95	2101	2815	3540	3016	3885	3012	2945
04-KN95	2235	2905	3190	3015	3666	2696	3025
05-KN95	1984	2789	3015	2810	3409	3250	3494
06-KN95	1767	2651	2751	2848	3678	2641	2917
Promedio	2015	2691	2951	2910	3556	2815	2994

Prueba	0	5	10	15	20	25	30
01-Quir	946	1384	1439	1158	1251	1125	1359
02- Quir	1006	1461	1714	1456	1154	1226	1258

03- Quir	895	1170	1801	1459	955	1875	1289
04- Quir	615	1309	1195	1250	1135	1159	1189
05- Quir	587	1462	1301	1325	1155	1235	1328
06- Quir	1051	1398	1250	1272	1100	1354	1125
Promedio	850	1364	1450	1320	1125	1329	1258

Prueba	0	5	10	15	20	25	30
01- MDF	658	895	758	1099	1125	1286	1059
02- MDF	859	955	699	1361	898	1205	897
03- MDF	810	899	1182	1050	1098	958	1145
04- MDF	968	1009	998	1428	1325	1365	1120
05- MDF	689	1041	1189	1098	1458	1025	1001
06- MDF	708	859	1089	1158	1208	1089	1265
Promedio	782	943	986	1199	1185	1155	1081



La investigación, su esencia y arte.