



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN MECATRÓNICA**

TEMA:

***“Optimización del proceso de manufactura de mascarillas con filtro intercambiable
para protección personal.”***

AUTOR: Edison Alejandro Báez Gualavisí

DIRECTOR: Ing. Cosme Damián Mejía Echeverría, Msc.

IBARRA – ECUADOR



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DEL AUTOR			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100420712-0		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Báez Gualavisí Edison Alejandro		
DIRECCIÓN:	Atuntaqui, barrio santo domingo calle Bolívar 02-66		
EMAIL:	ebabaezg@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	062 909 514	TELÉFONO MÓVIL:	0983631582
DATOS DE LA OBRA			
TÍTULO:	“Optimización del proceso de manufactura de mascarillas con filtro intercambiable para protección personal.”		
AUTOR:	Edison Alejandro Báez Gualavisí		
FECHA (DD/MM/AAAA):	11/08/2021		
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO			
PROGRAMA:	Pregrado		
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en Mecatrónica		
ASESOR/DIRECTOR:	Ing. Cosme Damián Mejía Echeverría, Msc.		

CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrollo sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de esta y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, 11 de agosto de 2021.



Edison Alejandro Báez Gualavisí

C.I.:1004207120

CERTIFICACIÓN

En calidad de director del trabajo de grado titulado “Optimización del proceso de manufactura de mascarillas con filtro intercambiable para protección personal.”, certifico que el presente trabajo fue desarrollado por el Señor Edison Alejandro Báez Gualavisí, bajo mi supervisión.



Ing. Cosme Damian Mejia Echeverría, Msc.

DIRECTOR

DEDICATORIA

El presente proyecto se lo dedico a mis padres que con sus consejos, sabiduría, y valores me han llenado de fortaleza y ganas de superarme, y con estas salir de todos los obstáculos que se ponen al frente de mi camino, también se lo dedico a mi hermano que aunque es muy joven entiende todo de lo que hablo y siempre está a mi lado.

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios por haberme guiado en todo mi camino hasta llegar aquí. Agradezco a mis padres Angelita y Edison que con su apoyo e interés en todo lo que he decidido hacer en mi vida.

Agradezco a mi hermano que ha estado presente sacándome sonrisas cuando más las necesitaba, y al resto de mi familia que siempre me ha apoyado dándome consejos.

A mi tutor, Ing. Cosme Mejía, MsC., por su guía constante en el desarrollo de este proyecto, compartiendo sus conocimientos para realizar un buen trabajo.

Resumen

La situación actual en la que se encuentra el mundo ha obligado a las personas a vivir de manera diferente, ya que se debe utilizar elementos de protección personal contra un virus invisible, para esto uno de los temas principales es la utilización de mascarilla. Por ello la demanda de estas es alta, y además el desecho de las mascarillas produce más contaminación hacia el planeta.

Para esto fue necesario levantar la información de las mascarillas que se venden en el mercado, realizando un análisis que permitió seleccionar el tipo de mascarilla en el que este trabajo se desarrolla. Se diseñó una mascarilla en base de las medidas antropométricas del rostro promedio ecuatoriano, y se tomaron tres alternativas de las cuales se determinó la más óptima en los parámetros medidos (Manufactura, material, peso, tamaño, vida útil, precio, acabados), partiendo de esto se realizó el molde para inyección. Se realizó una mascarilla en impresión 3D para comparar los tiempos de producción con la que se fabrica en el molde.

El proceso de fabricación de la mascarilla a partir del molde de inyección fue un proceso que tardó alrededor de un 40% menos que la mascarilla impresa en 3D y con mejores posibilidades de perfeccionamientos, que la obtenida en impresión 3D.

Palabras clave: mascarilla, inyección, impresión.

Abstract

The current situation in which the world is located has forced people to live differently, since elements of personal protection against an invisible virus must be used, for this one of the main issues is the use of mask. That is why the demand for these is high, and in addition the disposal of the masks produces more pollution to the planet.

For this it was necessary to collect the information of the masks sold on the market, performing an analysis that allowed to select the type of mask in which this work is carried out. A mask was designed based on the anthropometric measurements of the Ecuadorian average face, and three alternatives were taken from which the most optimal in the measured parameters (Manufacturing, material, weight, size, service life, price, finishes) were taken, from this the injection mold was made. A mask was made in 3D printing to compare the production times with that manufactured in the mold.

The process of manufacturing the mask from the injection mold was a process that took about 40% less than the mask printed in 3D and with better possibilities of refinement, than that obtained in 3D printing.

Keywords: mask, injection, printing.

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN	14
Problema	14
Objetivos	15
Objetivo General	15
Objetivos específicos	15
Alcance	15
Justificación	15
CAPÍTULO I	17
MARCO TEÓRICO Y REFERENCIAL.....	17
1.1. Tipos de mascarillas existentes en el mercado	17
1.1.1. Mascarillas quirúrgicas.	17
1.1.2. Mascarillas filtrantes (también llamadas autofiltrantes).	17
1.1.3. Mascarillas higiénicas o de barrera.	18
1.2. Tabla comparativa de los diferentes tipos de mascarillas	19
1.3. Normativa para la fabricación de mascarillas de uso personal ante COVID 19	21
1.3.1. Materiales y construcción.....	21
1.3.2. Diseño.....	22
1.3.3. Ventilación o volumen/minuto.....	22
1.4. Métodos de fabricación en serie.	23
1.4.1. Moldeo por inyección.....	23
1.4.2. Moldeo por Compresión.....	23
CAPÍTULO II.....	25
METODOLOGÍA.....	25

	10
2.1. Medidas antropomórficas.....	25
2.2. Selección del modelo adecuado	26
2.2.1. Diseño a partir de rostro.....	26
2.3. Diseño de la mascarilla para su optimización.....	27
2.3.1. Alternativa 1	27
2.3.2. Alternativa 2.....	28
2.3.3. Alternativa 3	28
2.3.4. Elección de alternativas.....	29
2.4. Desarrollo del molde.....	33
2.5. Moldeo de la mascarilla	34
CAPÍTULO III.....	36
RESULTADOS.....	36
3.1. Simulación del proceso de impresión 3D de la mascarilla	36
3.1.1. Impresión de la mascarilla.....	37
3.2. Fabricación del molde.....	37
3.2.1. Impresión del molde macho, molde hembra y la base de los expulsores	38
3.2.2. Impresión de los pasadores, inyector y soporte inyector.	39
3.2.3. Fabricación de la estructura del molde.....	40
3.3. Moldeo por inyección	42
3.3.2. Pruebas de funcionamiento	45
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	48
Conclusiones.....	48
Recomendaciones	49
BIBLIOGRAFÍA	50

Índice de tablas

Tabla 1 Mascarillas existentes en el mercado.....	19
Tabla 2 Materiales para fabricación.....	24
Tabla 3 Medida de los parámetros antropométricos ecuatorianos.....	25
Tabla 4 Resultados obtenidos de la Matriz QFD.....	30
Tabla 5 Evaluación de especificaciones	30
Tabla 6 Evaluación respecto a la Manufactura.....	31
Tabla 7 Evaluación respecto al material	31
Tabla 8 Evaluación respecto al peso.....	31
Tabla 9 Evaluación respecto al tamaño	32
Tabla 10 Evaluación respecto a la Vida útil	32
Tabla 11 Evaluación respecto al precio	32
Tabla 12 Evaluación respecto a los Acabados.....	33
Tabla 13 Resultados finales	33
Tabla 14 Parámetros de impresión.....	36
Tabla 15 Tiempos de producción.....	46
Tabla 16 Costos de producción.....	47

Índice de Figuras

Figura 1. Puntos fiduciales y distancias.....	25
Figura 2. Sección nariz-boca.....	26
Figura 3. Mascarilla en base al tamaño de la cara.	27
Figura 4. Alternativa 1	27
Figura 5. Alternativa 2	28
Figura 6. Alternativa 3 vista del interior.....	28
Figura 7. Requerimientos del cliente	29
Figura 8. Evaluación con la competencia	29
Figura 9. Molde Hembra. Y molde macho	34
Figura 10. Molde a inyección	34
Figura 11. Áreas del molde.....	35
Figura 12. Simulación de impresión.	36
Figura 13. Mascarilla	37
Figura 14. Molde hembra impreso.....	38
Figura 15. Molde macho impreso	39
Figura 16. Base de los expulsores.....	39
Figura 17. Pasadores, inyector y soporte de inyector	40
Figura 18. Soporte estructura.....	41
Figura 19. Centrador de pasadores.....	41
Figura 20. Base de molde.....	42
Figura 21. Soporte base Expulsores.....	42
Figura 22. Inyección del material	43
Figura 23. Primera Prueba	43
Figura 24. Segunda prueba	44

Figura 25. Tercera prueba	45
Figura 26. Cuarta Prueba	45
Figura 27. Prueba de fugas.....	46
Figura 28. Prototipo Final	46

Introducción

Problema

De acuerdo con los datos del COE nacional Ecuador, se dispuso a los Gobiernos autónomos Descentralizados (GADs) Municipales, regulen el uso de mascarillas/tapabocas en espacios públicos. [1] En el cumplimiento de esto se observa que la utilización de estos se vuelve un problema ambiental, según World Wildlife Found Italia (WWF) dice que aún si solo el 1% de las mascarillas se desechara de forma incorrecta y se dispersara por la naturaleza, esto provocaría que hasta 10 millones de mascarillas cada mes contaminarían el medio ambiente. Teniendo en cuenta que el peso de cada mascarilla es de aproximadamente 4 gramos, esto daría como resultado la dispersión de más de 40.000 kilos de plástico en la naturaleza. [2]

Es por esto que varios desarrolladores de objetos a partir de impresión 3D se han dado la tarea de resolver este impacto creando mascarillas de varias capas [3] y también el de uso de filtros intercambiables [4], las que prometen mejor forma de cuidado de tipo higiénico ya que a diferencia de la de capas el paso del aire solo se permite a través del filtro.

Varias de las cualidades de la impresión 3D que afectan a la producción en serie de mascarillas son el consumo de energía y su contaminación [5] es por esto que se plantea la optimización de la geometría de la mascarilla con filtro intercambiable hecha para impresión 3D a un nuevo enfoque en el moldeo por inyección. Lo que resulta más conveniente ya que la fabricación de un molde para un proceso artesanal con repetitividad sería una realidad.

La implementación de un nuevo método para la utilización de mascarillas que permitan una reutilización es una mejor forma de ayudar a reducir el impacto que tendrá la utilización de mascarillas para la prevención del COVID 19.

Objetivos

Objetivo General

- Optimizar el diseño de las mascarillas con filtro intercambiable hechas en impresión 3D para su fabricación en serie.

Objetivos específicos

- Investigar los modelos de mascarillas existentes en el mercado, así como también las normas que las rigen.
- Rediseñar la geometría del modelo seleccionado orientado a un proceso de manufactura de fabricación en serie.
- Fabricar un prototipo de molde a partir del rediseño.
- Probar la utilidad de un molde bajo las normas existentes para la fabricación de mascarillas ante COVID 19.

Alcance

Se realizará la optimización del diseño de las mascarillas con filtro intercambiable hechas con impresión 3D, delimitando la geometría que se adaptará a las normas publicadas para el uso ante COVID 19, y a partir de esta se pueda diseñar un molde que posibilite su fabricación en un menor tiempo sin fallas que perjudiquen los costos de producción. Para ello se fabricará un prototipo de molde que permitirá realizar un análisis que nos dé a conocer si el proceso de elaboración de la mascarilla funciona.

Justificación

La realidad actual del Ecuador y el mundo es bastante grave, ya que se está combatiendo en contra de un virus no visible que por algunos meses nos ha tenido confinados en nuestros

hogares lo que trae consigo pérdidas económicas; por esta razón se ha generado una nueva normalidad que está vista por el uso continuo de mascarillas. Esta solución ha mejorado la situación actual, pero no se está tomando en cuenta los impactos que son acompañados al desechar estos implementos protectores como se debería hacer realmente, World Wildlife Found Italia menciona que si el 1% de los desechos de las mascarillas quirúrgicas son eliminados incorrectamente estos provocarían al menos 40.000 kilogramos de plástico a la naturaleza [2].

Ante estos datos se necesita saber las ventajas del uso de la mascarilla y estos los describe la Organización Mundial de la Salud como ejemplo: posible disminución del riesgo de exposición a personas infectadas antes de que estas presenten síntomas y posible reducción del estigma de las personas que usan mascarillas para no contagiar a otros (control de fuentes) o de las personas que atienden enfermos de COVID-19 en entornos que no son clínicos [6], es por eso que en Ecuador es obligatorio el uso de estas y se regulan mediante ordenanzas municipales [1].

Por estas razones la optimización de procesos de manufactura en la fabricación de mascarillas con filtros intercambiables permite desechar menos mascarillas ya que estas son reusables y lo único que se desechará son los filtros que representarán un menor impacto al ambiente.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO Y REFERENCIAL

1.1. Tipos de mascarillas existentes en el mercado

1.1.1. Mascarillas quirúrgicas.

Son mascarillas de uso médico, utilizadas por profesionales sanitarios en cirugía y otros procedimientos con el objetivo de proteger al paciente de posibles agentes infecciosos presentes en la cavidad nasal o bucal del usuario de la mascarilla. Estas mascarillas quirúrgicas pueden estar previstas también para que los pacientes y otras personas las lleven puestas con el objetivo de reducir el riesgo de propagación de infecciones, particularmente en caso de situaciones pandémicas como la COVID-19. Ejercen básicamente de barrera para evitar la emisión de gotículas respiratorias al estornudar o toser. [7]

En base a su Eficacia de Filtración Bacteriana (BFE), se dividen en mascarillas quirúrgicas de Tipo I ($BFE \geq 95\%$) o Tipo II ($BFE \geq 98\%$). Existe un tercer tipo, denominado IIR, para aquellas mascarillas de tipo II que además son resistentes a las salpicaduras de sangre y otros fluidos biológicos del paciente que pudieran estar contaminadas por microorganismos. Estas mascarillas, por tanto, pueden prevenir la transmisión del agente infeccioso desde una persona infectada a otras personas sanas, pero su eficacia a la hora de prevenir el contagio al usuario de la misma parece más limitada, con una menor evidencia científica al respecto. [7]

1.1.2. Mascarillas filtrantes (también llamadas autofiltrantes).

Contienen un filtro de micropartículas gracias al cual pueden proteger al usuario de la mascarilla frente a la inhalación de contaminantes ambientales –en partículas o aerosoles– tales como agentes patógenos, agentes químicos, antibióticos, citostáticos, etc. No protegen frente a gases o vapores, si bien existen máscaras con filtros específicos para esos casos. Las mascarillas autofiltrantes se consideran Equipos de Protección Individual (EPI), regulados por

el Reglamento (UE) 2016/425 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2016, relativo a los equipos de protección individual y se rigen bajo la normativa europea UNE-EN 149. Se clasifican en base a su rendimiento en:

- FFP1 (filtro de partículas tipo P1): tienen una eficacia de filtración mínima del 78% y un porcentaje de fuga hacia el interior máximo del 22%. Suelen emplearse frente a partículas de material inerte, y no se recomiendan para uso médico. [7]
- FFP2 (filtro de partículas tipo P2): tienen una eficacia de filtración mínima del 92% y un porcentaje de fuga hacia el interior máximo del 8%. Se utilizan frente a aerosoles de baja o moderada toxicidad. [7]
- FFP3 (filtro de partículas tipo P3): tienen una eficacia de filtración mínima del 98% y un porcentaje de fuga hacia el interior máximo del 2%. Se utilizan frente a aerosoles de alta toxicidad. [7]

1.1.3. Mascarillas higiénicas o de barrera.

Generalmente compuestas de una o varias capas de material textil. El objetivo de su empleo en la pandemia COVID-19 es intentar reducir el riesgo de transmisión del virus desde la boca y la nariz del usuario no enfermo o asintomático, como medida complementaria a otras medidas preventivas aprobadas por las autoridades sanitarias. Si bien no se dispone aún de evidencias suficientes para extraer conclusiones sólidas, parece que este tipo de mascarillas tiene una eficacia moderada o limitada en la prevención del contagio por el usuario de la misma, y en cualquier caso, depende del material del que esté fabricada. Por la combinación de protección, comodidad y posibilidad de reutilización, estas mascarillas parecen las más adecuadas para un uso generalizado en la comunidad por personas asintomáticas sanas. [7]

1.2. Tabla comparativa de los diferentes tipos de mascarillas

Tabla 1

Mascarillas existentes en el mercado

Tipos de Mascarillas	Mascarilla EPI	Mascarilla Quirúrgica	Mascarilla Higiénica	Mascarilla dual
Uso previsto	Proteger de la inhalación de partículas peligrosas a la persona que la lleva puesta.	Evitar la transmisión de agentes infectantes procedentes de la persona que la lleva puesta. Las marcadas como IIR pueden proteger frente a salpicaduras de fluidos contaminantes con una presión de resistencia de ≥ 16 kPa.	No están diseñadas para proteger de ningún riesgo. No se recomiendan para situaciones que impliquen exposición a agentes peligrosos.	Mismos usos previstos que los de las mascarillas autofiltrantes y quirúrgicas.
Certificación	Conforme reglamento (UE) 2016/425 relativo a los equipos de protección individual.	R.D. 1591/2009, PS(Directiva 93/42/CEE)	No aplicable.	Conforme ambas reglamentaciones.
Normativa	EN 149:2001+A1	EN 14683:2019+AC:2019	UNE 0064-1 Mascarillas higiénicas no reutilizables (Adultos) UNE 0064-2 Mascarillas higiénicas no reutilizables (Niños) UNE 0065 Mascarillas higiénicas reutilizables (Adultos y Niños)	EN 14683:2019+AC:2019 EN 149:2001+A1
Limitaciones de uso	No se considera producto sanitario.	No se considera EPI	No se considera producto sanitario. No se considera EPI.	Se considera producto sanitario y EPI.

Reutilización	Según norma pueden indicar ser de un solo uso o turno de trabajo (NR) o reutilizables (R).	No reutilizables.	Reutilizables / No reutilizables.	Sujeto a prescripción del fabricante.
Posibilidad de limpieza y desinfección	Solo las marcadas con la letra R pueden limpiarse y desinfectarse el ajuste con la cara, no el material filtrante.	No.	Seguir las instrucciones del método de lavado que indique el fabricante. Recomendando secar la mascarilla completamente dentro de 2h posteriores al lavado, evitando ambientes donde la mascarilla se pueda volver a contaminar (no usar horno microondas).	No aplicable.
Tipo de protección	Protección de fuera hacia dentro: Protegen contra la inhalación de agentes ambientales. Pueden ser plegadas o moldeadas, y pueden, o no, tener válvulas de exhalación para mayor comodidad.	Protección de dentro hacia fuera: Barrera para minimizar la transmisión directa de agentes infecciosos entre la persona que la lleva y las personas que pueda tener alrededor.	Eficacia no testada.	Protección en ambas direcciones.
Población recomendada	FFP1: Por su escasa eficacia de filtración no están recomendadas para protegerse frente al coronavirus. FFP2: Personal sanitario o sociosanitario que atienda a personas	Infectados o con síntomas de infección. Personal sanitario o sociosanitario que acompañe a los pacientes a las zonas de aislamiento.	Personas adultas y/o niños sin síntomas no susceptibles de usar las quirúrgicas y/o EPI, o en caso de escasez.	Personal sanitario que atienda a casos de infección o personas que entren en la habitación.

infectadas o que entren
en la habitación de
aislamiento de un
enfermo.
FFP3:
Personal sanitario
implicado en
procedimientos de
mayor riesgo como son
los que generen
aerosoles.

Fuente: [8]

El tipo de mascarilla que se propone fabricar es de tipo EPI a la cual se le colocará un elemento filtrante de tipo FFP2.

1.3. Normativa para la fabricación de mascarillas de uso personal ante COVID 19

En el Ecuador la norma INEN 2950 trata sobre la fabricación de las mascarillas quirúrgicas, y se la define como producto sanitario que cubre la boca y la nariz, cuya aplicación es limitar la transmisión de agentes infecciosos.

La norma INEN 2950 presenta las siguientes recomendaciones que deben ser consideradas, para la fabricación:

1.3.1. Materiales y construcción

Las mascarillas quirúrgicas deben estar compuestas por una capa filtrante que está colocada, pegada con adhesivo o moldeada entre capas de tejido. La mascarilla quirúrgica no debe desintegrarse, separarse ni rasgarse durante la utilización prevista. En la selección del filtro y de los materiales que constituyen las capas. [8]

1.3.2. Diseño

La mascarilla quirúrgica debe poseer un medio por el cual pueda acoplarse estrechamente sobre la nariz, boca y mentón de quien la lleva puesta y que asegure que la mascarilla se ciñe estrechamente en todo momento. Las mascarillas quirúrgicas pueden tener formas y construcciones diferentes, así como características adicionales tales como un escudo facial (para proteger a quien la lleva puesta contra las salpicaduras) con o sin función antiniebla, o un puente nasal (para mejorar la forma en que se ciñe a los contornos de la nariz). [8]

1.3.3. Ventilación o volumen/minuto

Se define la ventilación pulmonar como el volumen de aire que se mueve entre el interior de los pulmones y el exterior por unidad de tiempo, siendo esta unidad normalmente el minuto. Su determinación se realiza mediante el producto del volumen corriente por la frecuencia respiratoria. Para un individuo adulto, sano, de unos 70 kg de peso con una frecuencia respiratoria entre 12 y 15 ciclos/minuto y un volumen corriente de 500 a 600 ml, la ventilación sería de 6 a 7 litros/minuto. Aunque el volumen corriente podría tomarse tanto en la inspiración como en la espiración, se considera habitualmente el del aire espirado, estrictamente considerado debería ser la media entre el volumen inspirado y el espirado. [9]

De todo el volumen corriente que se inspira aproximadamente $1/3$ no llega a la superficie de intercambio, sino que sirve para rellenar las vías aéreas o zona de conducción. Este volumen de unos 150 ml aproximadamente, se denomina espacio muerto ya que no puede ser usado para el intercambio gaseoso. [9]

El volumen de aire que llega hasta la región de intercambio o alveolar sería de unos 350 ml en un ciclo basal y multiplicado por la frecuencia como anteriormente, daría lugar a la ventilación alveolar o volumen minuto alveolar que estaría en 4,2 litros por minuto. [9]

Con el tipo de mascarilla ya escogido es necesario saber cuál método de fabricación es el más adecuado para ser orientado, es por ello, que se investigará acerca de los métodos de fabricación en serie.

1.4. Métodos de fabricación en serie.

1.4.1. Moldeo por inyección

En inyección, el fenómeno de degradación de material en distintas etapas del proceso, relacionada con el historial de temperatura, cizalladura y el tiempo de residencia, trabajos experimentales acompañados con simulación buscan soluciones a este fenómeno mediante el análisis del comportamiento del material desde su estado original como pellet hasta que éste adquiere la forma de un componente funcional. [10]

Las variables que maneja el moldeo por inyección son: tiempo, presión, temperatura y velocidad de flujo. Cada uno de estos valores cambian en relación con los puntos de proceso y tiempos de ciclo. También hay que añadir lo que corresponde al molde como son: espesor de la cavidad del molde, longitud de la trayectoria de flujo, posición, diseño y dimensiones de las entradas, líneas de soldadura, sistema de refrigeración, sección y longitud de los canales de alimentación entre otros. [11]

1.4.2. Moldeo por Compresión

Los moldes utilizados en este método son de tipo macho-hembra, y es usada en materiales termoplásticos, así como también termoestables. consiste en el calentamiento de los moldes según la formulación de la resina, la mitad superior del molde se cierra rápidamente, se cura el material, se libera presión y se expulsa la pieza. [12]

Estos procesos requieren de la fabricación de moldes tipo hembra-macho, para lo que es necesario diseñar el sistema que compone el método que se utilizará. Para el desarrollo de

este trabajo se utilizará el moldeo por inyección. En la siguiente tabla (tabla 2) se hace una comparativa de materiales propuestos.

Tabla 2

Materiales para fabricación

Material	Descripción
Resina de poliuretano	La resina de poliuretano se polimeriza mezclando dos componentes (llamados polioles e isocianatos) en partes iguales. Algunos de sus usos son para aplicaciones artísticas, modelado o modelado. [13]
Caucho de silicón,	Caucho de silicona sirve para realizar moldes y obtener reproducciones. Material elástico de fácil desmolde. Presentación de 1 Kg de caucho más 50 cc de catalizador su tiempo de curado es de 2 a 4 horas. [14]
Silicona alimentaria	La silicona Easy1 940-FDA es una silicona de platino (adición) de dureza Shore A 25, muy fácil de usar y apta para realizar moldes de diferentes alimentos, cumpliendo estrictamente las instrucciones de uso. Después de curar el molde por 24 horas, meterlo en el horno a 100 °C durante 4 horas. [15]

Estos materiales son los más usados en moldes. Para su elección fue determinante el tiempo de secado de la mezcla, además, de su precio y accesibilidad en el mercado local, por lo cual el material que se utilizará en las pruebas de inyección será caucho de silicón.

CAPÍTULO II

Metodología

2.1. Medidas antropomórficas

El uso de las medidas antropomórficas Figura 1 para establecer el tamaño de la mascarilla y pueda adaptarse al tamaño promedio de una persona ecuatoriana mostrado en la tabla 3.

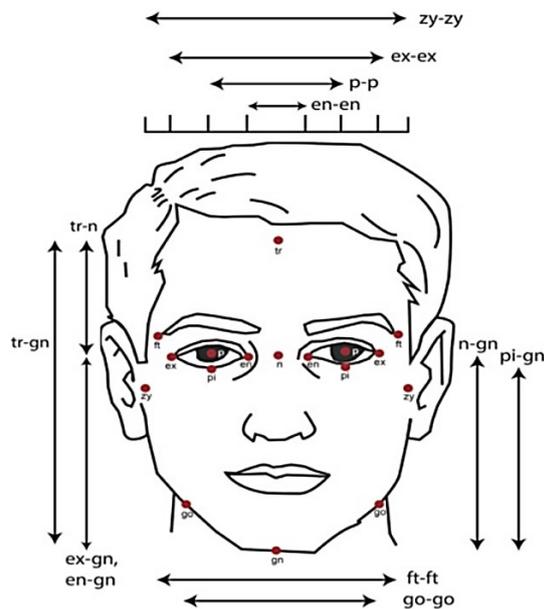


Figura 1. Puntos fiduciales y distancias. Fuente: [16]

Tabla 3

Medida de los parámetros antropométricos ecuatorianos.

Dimensión	Notación	Medida (media)
Ancho del rostro	zy-zy	132,34
Longitud de la cara fisiognómica	tr-gn	177,66
Longitud de la cara morfológica	n-gn	117
Anchura de la boca	ch-ch	50,383
Ancho de la mandíbula	go-go	110,79

Fuente: [16]

2.2. Selección del modelo adecuado

Para la selección del modelo es necesario tomar en cuenta varios factores que pueden afectar la fabricación y el tamaño para establecer un rango de medidas en las que las mascarillas puedan ser construidas.

2.2.1. Diseño a partir de rostro.

A partir de las medidas obtenidas de la antropometría se procedió a la adaptación de estas en un rostro realizado en computador, para lo cual fue necesario utilizar el software abierto MeshMixer, en el que con un offset de 2 mm en la sección de la nariz y la boca (Figura 2) que son necesarias para que cumplan con la función de mascarilla.

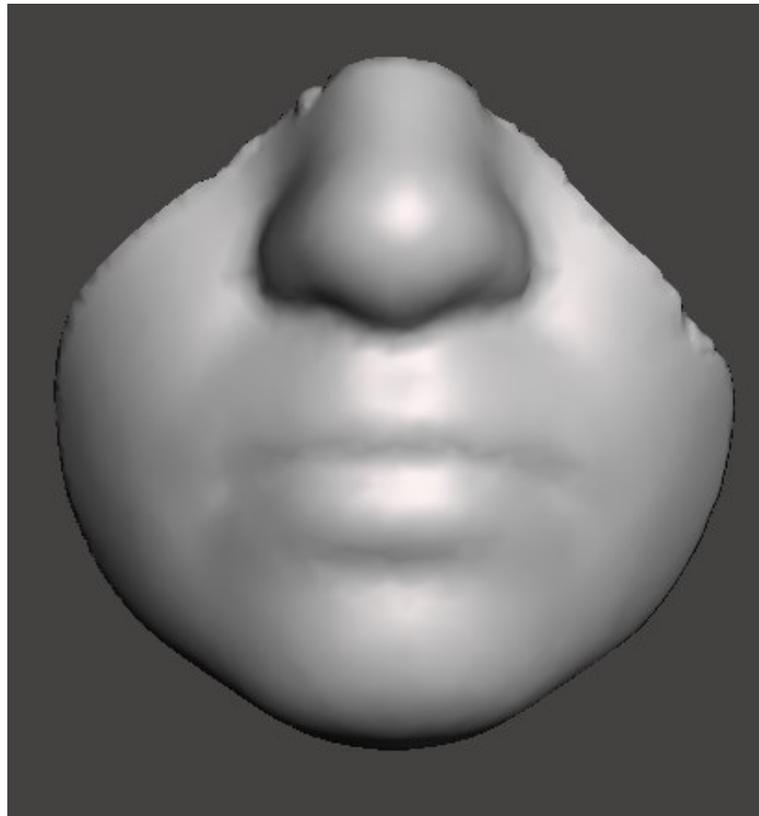


Figura 2. Sección nariz-boca

Partiendo de este sólido se procedió a ingresarlo en el software SolidWorks®, en el que se dibujaron las curvas correspondientes de la cara.

2.3. Diseño de la mascarilla para su optimización

A partir de la cara que se muestra en la Figura 2 se procede a tomar los puntos para crear las superficies como se ven en la Figura 3



Figura 3. Mascarilla en base al tamaño de la cara.

2.3.1. Alternativa 1

En el caso de la alternativa 1 se toma en cuenta la utilidad de poder intercambiar el dispositivo filtrante, por ello se ha realizado un agujero con las medidas para que pueda ser colocado la porta filtros (Figura 4).

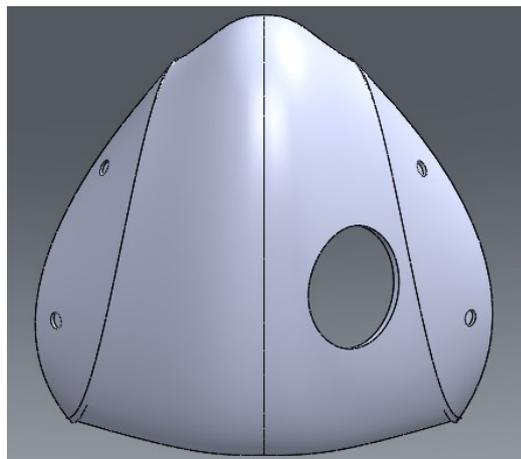


Figura 4. Alternativa 1

2.3.2. Alternativa 2

Para la alternativa 2 se toma en cuenta un diseño similar al anterior, pero en este se ensambla con una porta filtros construido como se muestra en la figura 5.

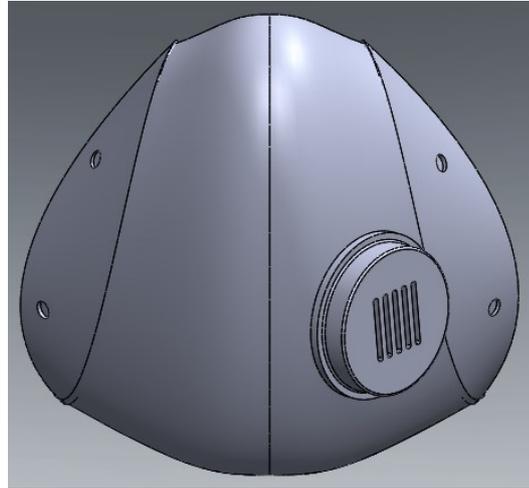


Figura 5. Alternativa 2

2.3.3. Alternativa 3

En el caso de la alternativa 3 como se observa en la Figura 6 se creó una mascarilla que tiene el filtro ubicado en el mismo solido que es conveniente en el caso de impresión 3D, pero que genera inconvenientes en el caso de moldeo por inyección.

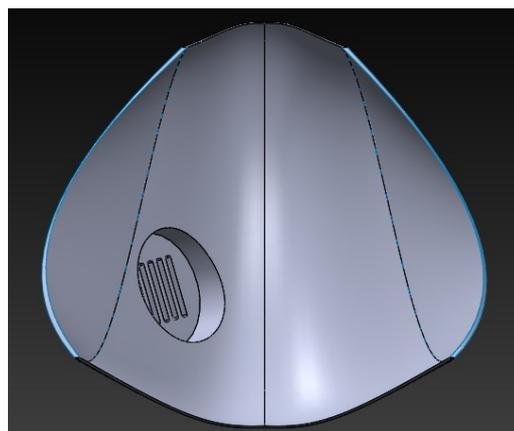


Figura 6. Alternativa 3 vista del interior

Con todo lo anterior expuesto se procede a realizar una matriz QFD en la que se analizan los parámetros necesarios para la fabricación.

2.3.4. Elección de alternativas.

Para la definición de los requerimientos del cliente, se ha elaborado un listado de necesidades, en el que se asigna un valor entre 0 y 5 representando el grado de importancia de cada requerimiento (Figura 7).

No	Requisitos del Calidad Nivel 2	Nuestro Producto
1	Que sea liviano	3,00
2	Que su diseño sea ergonómico	5,00
3	Que tenga espacio entre la mascarilla y el rostro	3,00
4	Que sea desmoldeable	4,00
5	Que la ubicación del filtro sea adecuada	4,00
6	Que permita la repetibilidad	4,00
7	Que su material sea impermeable	4,00

Figura 7. Requerimientos del cliente

Tomando como base estos requerimientos se hace una comparativa con las mascarillas EPI, quirúrgica e higiénica, evaluadas de 0 a 5 según el grado en el que cumplen los requerimientos del cliente (Figura 8).



Figura 8. Evaluación con la competencia

Para escoger la mascarilla óptima para moldeado se realizó una matriz QFD de la cual tenemos los resultados en la Tabla 4.

Tabla 4

Resultados obtenidos de la Matriz QFD

Objetivos para el requerimiento funcional	Manufactura	Acabados	Tamaño	Peso	Material	Precio	Vida Útil
Peso relativo	29.6%	19.5%	17.9%	12.9%	7.7%	7.1%	5.4%

En la Tabla 5 se evalúan los datos obtenidos de la matriz para con ellos tener la ponderación de cada criterio.

Tabla 5

Evaluación de especificaciones

	Manufactura	Material	Peso	Tamaño	Vida Útil	Precio	Acabados	$\sum+1$	Ponderación
Manufactura		1	1	1	1	1	1	5	0,2500
Material	0		1	1	1	1	1	6	0,2143
Peso	0	0		1	1	1	1	3	0,1786
Tamaño	0	0	0		1	1	1	3	0,1429
Vida útil	0	0	0	0		1	1	6	0,1071
Precio	0	0	0	0	0		1	6	0,0714
Acabados	0	0	0	0	0	0		5	0,0357
							Suma	34	1

En la Tabla 6 se evalúa a cada alternativa con respecto a manufactura en el cual 1 es más importante y 0,5 es con una importancia media.

Tabla 6*Evaluación respecto a la Manufactura*

Manufactura	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	$\Sigma+1$	Ponderación
Alternativa 1		0,5	1	2,5	0,4167
Alternativa 2	0,5		1	2,5	0,4167
Alternativa 3	0	0		1	0,1667
			Suma	6	1

En la Tabla 7 se evalúan las alternativas con respecto al material siguiendo la misma calificación en la tabla anterior.

Tabla 7*Evaluación respecto al material*

Material	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	$\Sigma+1$	Ponderación
Alternativa 1		0,5	0,5	2	0,333333333
Alternativa 2	0,5		0,5	2	0,333333333
Alternativa 3	0,5	0,5		2	0,333333333
			Suma	6	1

En la Tabla 8 se evalúan las alternativas con respecto al peso total de la mascarilla en la que la de menor peso será mejor.

Tabla 8*Evaluación respecto al peso*

Peso	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	$\Sigma+1$	Ponderación
Alternativa 1		0,5	1	2,5	0,41666667
Alternativa 2	0,5		0,5	2	0,333333333
Alternativa 3	0	0,5		1,5	0,25
			Suma	6	1

En la Tabla 9 se evalúan las alternativas con respecto al tamaño.

Tabla 9*Evaluación respecto al tamaño*

Tamaño	Alternativa	Alternativa 2	Alternativa 3	$\Sigma+1$	Ponderación
	1				
Alternativa 1		0,5	1	2,5	0,41666667
Alternativa 2	0,5		0,5	2	0,33333333
Alternativa 3	0	0,5		1,5	0,25
			Suma	6	1

En la Tabla 10 se evalúan las alternativas con respecto a la vida útil del material en el que son fabricadas.

Tabla 10*Evaluación respecto a la Vida útil*

Vida útil	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	$\Sigma+1$	Ponderación
Alternativa 1		0,5	0,5	2	0,33333333
Alternativa 2	0,5		0,5	2	0,33333333
Alternativa 3	0,5	0,5		2	0,33333333
			Suma	6	1

En la Tabla 11 se evalúan las alternativas con respecto al precio del material.

Tabla 11*Evaluación respecto al precio*

Precio	Alternativa	Alternativa 2	Alternativa 3	$\Sigma+1$	Ponderación
	1				
Alternativa 1		0,5	1	2,5	0,41666667
Alternativa 2	0,5		1	2,5	0,41666667
Alternativa 3	0	0		1	0,16666667
			Suma	6	1

En la siguiente Tabla 12 se evalúan las alternativas con respecto a los acabados.

Tabla 12*Evaluación respecto a los Acabados*

Acabados	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	$\Sigma+1$	Ponderación
Alternativa 1		0,5	0,5	2	0,333333333
Alternativa 2	0,5		0,5	2	0,333333333
Alternativa 3	0,5	0,5		2	0,333333333
			Suma	6	1

En la Tabla 13 se presentan los resultados comparados con las ponderaciones de cada uno de los parámetros evaluados y las que se obtuvieron en la evaluación de las especificaciones.

Tabla 13*Resultados finales*

	Manufactura	Material	Peso	Tamaño	Vida Útil	Precio	Acabados	Ponderación
Alternativa 1	0,10417	0,07143	0,07440	0,05952	0,03571	0,02976	0,01190	0,39
Alternativa 2	0,10417	0,07143	0,05952	0,04762	0,03571	0,02976	0,01190	0,36
Alternativa 3	0,04167	0,07143	0,04464	0,03571	0,03571	0,01190	0,01190	0,25

Con los resultados finales se evidencia que la alternativa 1, definida en el párrafo 2.3.1, es la más apropiada en todos los aspectos cuantificados, por lo que se opta por escoger este modelo para los posteriores pasos de manufactura.

2.4. Desarrollo del molde.

Para desarrollar el molde se analizó ángulos de salida y los volúmenes que estos van a ocupar. Mediante el software SolidWorks® se delimitó la geometría óptima para el desmoldeo del molde macho con el molde hembra en el que se analiza con un ángulo de 5°.

En la Figura 9 y 10, se observan el molde hembra y macho, respectivamente.

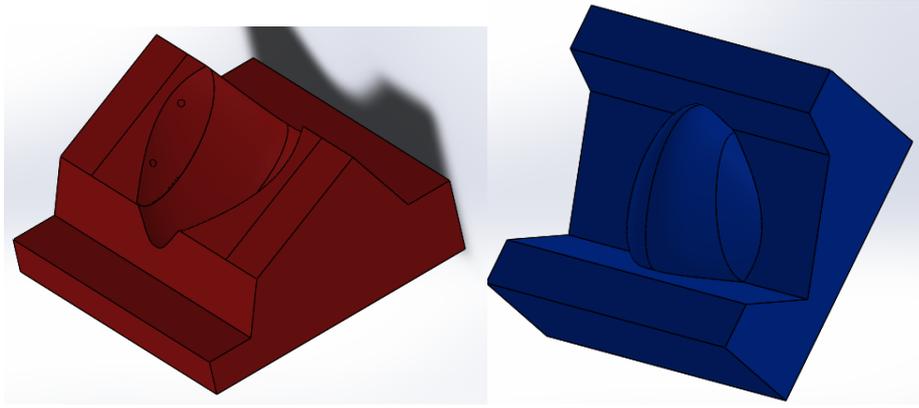


Figura 9. Molde Hembra. Y molde macho

2.5. Moldeo de la mascarilla

Mediante la técnica de ensamblaje descendente se pudo acelerar el diseño del prototipo de molde a inyección que será usado para la fabricación artesanal de una mascarilla (Figura 10).

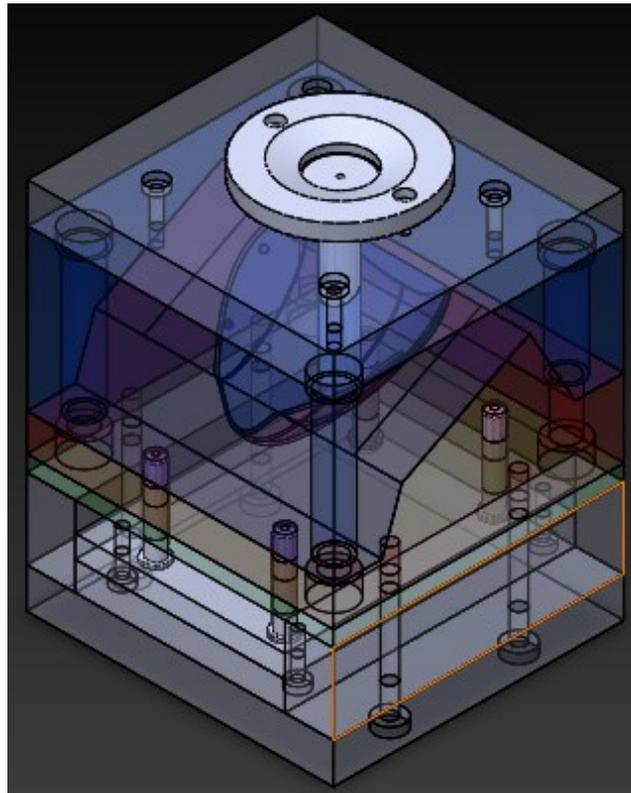


Figura 10. Molde a inyección

El molde visto en la Figura 10 muestra todas las perforaciones que existen en los sólidos para su sujeción, en la Figura 11 se muestra una nueva vista del molde en la que se puede evidenciar las áreas o secciones de trabajo del molde.

El área de inyección es donde está ubicado el inyector por el cuál ingresa el material al molde de la mascarilla; luego está el área de moldeo en el cual están las moldes macho y hembra que darán la forma a la mascarilla y por último el área de expulsión que es la encargada de separar los dos moldes, para su posterior desmoldeo.

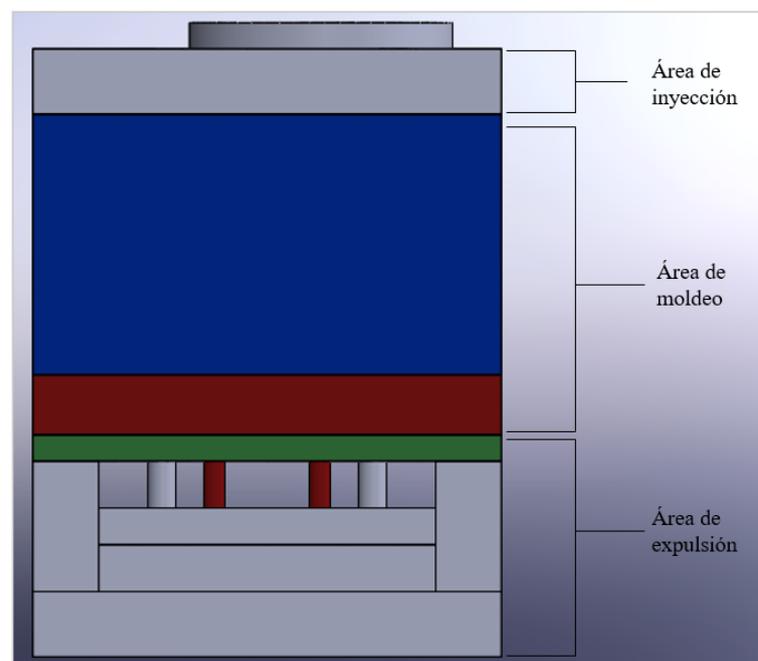


Figura 11. Áreas del molde

CAPÍTULO III

Resultados

3.1. Simulación del proceso de impresión 3D de la mascarilla

Para la simulación de la impresión se utiliza la impresora Prusa i3 Mk2 con los parámetros de impresión que se muestran en la Tabla 14. Luego se simuló y se obtuvo un tiempo de 7 horas con 33 minutos como se muestra en la Figura 12.

Tabla 14

Parámetros de impresión

Parámetros de impresión	Dimensiones
Altura de capa	0,4 mm
Ancho de la pared	3 mm
Densidad de relleno	100%
Temperatura de impresión	235 °C
Temperatura de la placa de impresión	75°C
Velocidad de impresión	40 mm/s

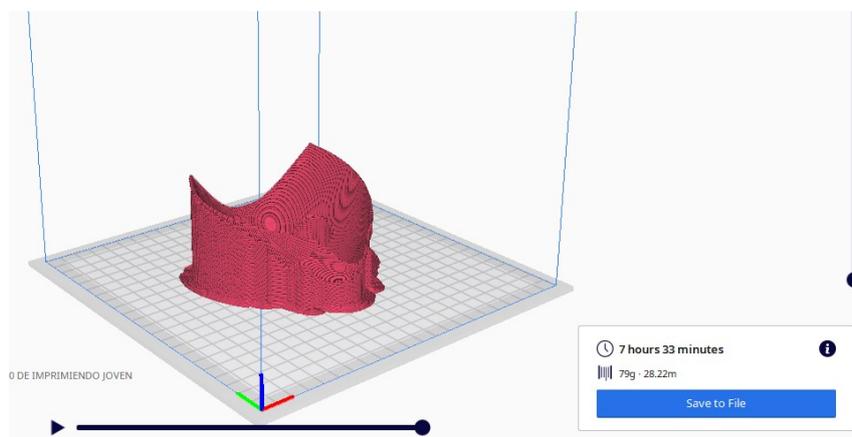


Figura 12. Simulación de impresión.

3.1.1. Impresión de la mascarilla

Para la impresión de la mascarilla se utilizó una impresora Prusa i3 Mk2. A continuación, se presentan los pasos para la imprimir.

- Ingresar el CAD de la mascarilla en un software de impresión en el que fueron colocaron los parámetros de la Tabla 14.
- Simular y exportar el código
- Calibrar los ejes de la impresora y colocar el material,
- Subir el código a la impresora.
- Comenzar a imprimir.

En la Figura 13 se muestra el resultado de la impresión de la mascarilla.



Figura 13. Mascarilla

3.2. Fabricación del molde

Para la fabricación del molde se utilizó la impresión 3D y su estructura se crea con mecanizado manual, todo esto se muestra en los siguientes literales.

3.2.1. Impresión del molde macho, molde hembra y la base de los expulsores

Para la impresión de los moldes macho y hembra se toma como referencia el mismo procedimiento que se encuentra en el literal 3.1.1. y cambiando la temperatura de impresión a 200°C y la temperatura de la cama a 70°C todo esto se encuentra detallado en las hojas de proceso en el Anexos B.

Se corrigieron las imperfecciones de las piezas impresas del molde vistas en las Figuras 14 y 15, para esto se usó masilla bicomponente sobre las superficies de contacto en las que se inyectará el molde, además, se lijaron las caras de la cavidad.

Los resultados se muestran en la figura 14, 15 y 16 respectivamente.



Figura 14. Molde hembra impreso

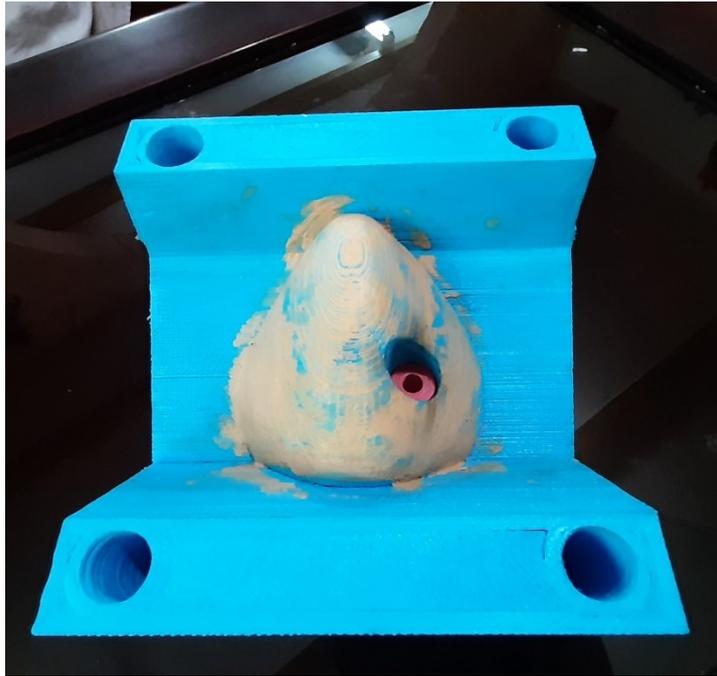


Figura 15. Molde macho impreso



Figura 16. Base de los expulsores

3.2.2. Impresión de los pasadores, inyector y soporte inyector.

Para la impresión de los pasadores, inyector y soporte inyector (Figura 17) se utilizó una impresora Ender 3D Pro, se toma como referencia el mismo procedimiento que se encuentra en el literal 3.1.1. con las especificaciones de las hojas de procesos en el Anexos B.



Figura 17. Pasadores, inyector y soporte de inyector

3.2.3. Fabricación de la estructura del molde

Para la fabricación de la estructura del molde se utilizó madera de pino, para las piezas de la figura 18, 19, 20 y 21. El procedimiento se encuentra en Anexos B, hojas de procesos.



Figura 18. Soporte estructura



Figura 19. Centrador de pasadores



Figura 20. Base de molde



Figura 21. Soporte base Expulsores

3.3. Moldeo por inyección

En el proceso de inyección, primero se ensambla el molde y se coloca el inyector, luego se realiza la mezcla de los componentes del caucho de silicona (Componente A y Componente B) en una relación de 100 partes de A, 60 g, y 3 partes de B, 1,8g; siguiendo el procedimiento de aplicación del envase. La mezcla es inyectada con una jeringa por el orificio del inyector (Figura 22), para luego esperar a que se seque en un tiempo de 4 horas.



Figura 22. Inyección del material

3.3.1.1. Primer resultado.

Tomando en cuenta que la porción de la mezcla era la suficiente para la inyección pero en la realidad las superficies continuas a la cavidad no tenían la forma correcta, por lo que se desperdició material y no se llenó lo suficiente, es decir no se ocupó todo el espacio de llenado del material, también al momento de la separación y expulsión de la mascarilla, se observó que el caucho de silicona se adhirió a la mascarilla lo que provocó problemas en el desmoldeo (Figura 23).



Figura 23. Primera Prueba

3.3.1.2. Segundo resultado

Para resolver el problema del desmoldeo se aplicó una capa de esmalte transparente SE190, lo que ayudó al proceso de desmoldeo permitiendo acelerar el proceso, además, se corrigió el peso agregando 20 g a la mezcla que necesita para el completo llenado de la cavidad.

En este ensayo se observó que continuaba regándose un poco de material hacia los costados del molde (Figura 24).

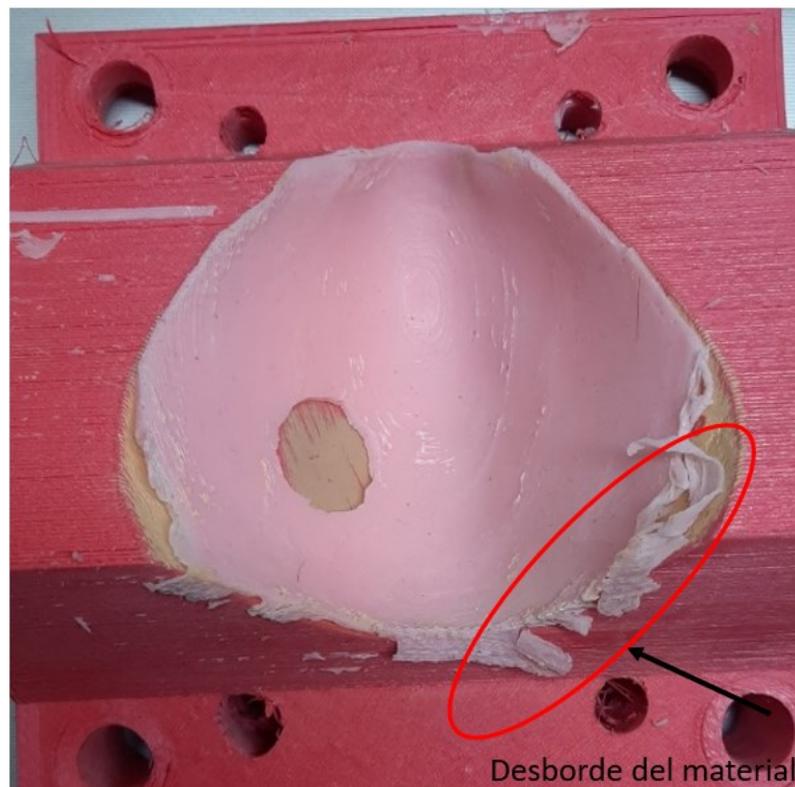


Figura 24. Segunda prueba

3.3.1.3. Tercer resultado

En este intento se corrigió el problema con los desperdicios de material, aumentando la presión con la que están unidas las dos partes del molde, obteniendo un mejor resultado. El aumento de la presión originó que el material se desborde por el orificio de inyección (Figura 25).

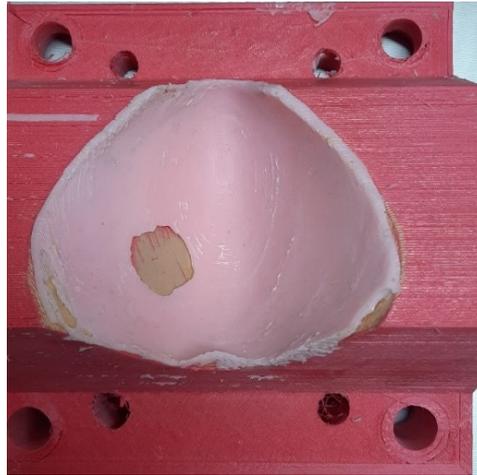


Figura 25. Tercera prueba

3.3.1.4. Cuarto resultado

Para esta experimentación se corrigieron todos los errores anteriores y el problema del desbordamiento, evidenciando mejores resultados que las pruebas anteriores (Figura 27).

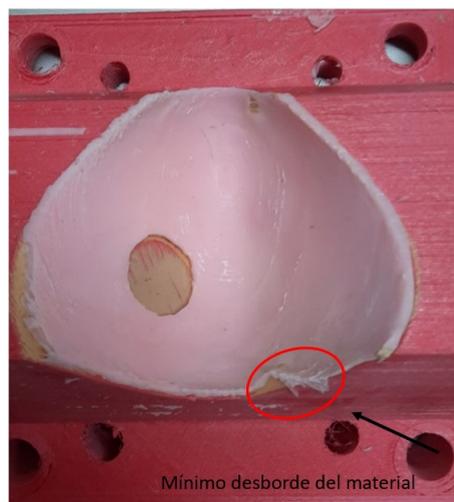


Figura 26. Cuarta Prueba

3.3.2. Pruebas de funcionamiento

Para las pruebas de funcionamiento se utilizó un vaporizador, con el cual se ingresaría vapor como se observa en la Figura 28 literal A, a través del filtro ubicado en la parte frontal de la mascarilla, con el fin de comprobar fugas de la mascarilla Figura 28 literal C, de las cuales se identifica que tiene fugas por la parte superior (nariz), y la parte inferior (mentón), que son admitidas en la norma UNE-6005.

Se verifica que no existen fugas en la parte frontal y lateral de la mascarilla Figura 28 literal A), hecho que se da por ser basado en las medidas antropométricas del rostro en Ecuador.,



Figura 27. Prueba de fugas

Con la realización de las pruebas que la mascarilla cubre la cara del usuario completamente. Se muestran las fotografías del prototipo final vistas en la Figura 29 literal A, B y C.



Figura 28. Prototipo Final

En la tabla 15 se muestran los tiempos de fabricación de las mascarillas con referencia a producción de una mascarilla.

Tabla 15

Tiempos de producción

	Impresión 3D	Molde de inyección
Tiempo de fabricación	7 horas 11 min	4 horas 30 min
Consumo eléctrico	0,16 kwh	0 kwh
Total, de consumo eléctrico	1,14 kw	0kw

En la tabla 16 se muestran los costos de fabricación de las mascarillas con referencia a producción de una mascarilla y el material que esta consume.

Tabla 16

Costos de producción

	Impresión 3D	Molde de inyección
Costo de fabricación	14,36 \$ c/u	1,50\$ c/u
Material consumido	79 g	95 g
Costo de material	35 \$/kg	20\$/kg
Total	17,12\$	3,4\$

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- A partir del estudio de las mascarillas más usadas para COVID 19 se optó por un modelo ergonómico con filtro lateral tipo FFP2 con características de repetibilidad y desmoldeabilidad para su fabricación artesanal por inyección.
- Para un mayor apego a las medidas de la población ecuatoriana se diseñó el modelo de mascarilla en base a la antropometría del rostro. A partir de este modelo se crearon varias alternativas, las cuales se compararon en la matriz QFD, en la que los parámetros técnicos más importantes en porcentaje fueron la manufactura y el acabado.
- A partir del modelo de la mascarilla desarrollado, se diseñó y construyó mediante el proceso de ensamblaje descendente en impresión 3D un molde para inyección manual, que permita la reproducción artesanal de la mascarilla.
- El molde de inyección manual se produce mascarillas con un 80,14 % menos costo que la impresión 3D, lo que permitió aumentar la producción con menores costos, garantizando la repetibilidad de la mascarilla. El tiempo de fabricación es 37.35% más bajo que el otro método, por lo tanto, el moldeo de inyección es el más conveniente de los dos casos.
- En las pruebas realizadas se evidencia que la mascarilla manufacturada por inyección se acopla al rostro promedio del ecuatoriano, manteniendo cubiertas las fosas nasales y la boca, además, se comprobó el cumplimiento de la norma UNE 0064, evidenciando que la cara frontal no permite el paso de fluidos en los dos sentidos, y que el aire fluye en los espacios superiores e inferiores permitidos en la norma.
- La mascarilla de filtro intercambiable por ser de un material impermeable y reutilizable permite su uso prolongado, a comparación de una mascarilla del mercado, como por

ejemplo la KN95, la cual es del tipo desechable. Además, el precio de la comercial es de 40 ctvs, y el de la propuesta es de 3,40\$, pero esta tiene una vida útil de un año, con el cambio de filtros.

Recomendaciones

- Se recomienda buscar nuevos tipos de mascarillas ya que el mercado de mascarillas está en constante movimiento y evolución, porque aún nos encontramos en una emergencia sanitaria.
- Se recomienda que el molde sea del tipo macho hembra, ya que en un molde con mayores piezas de desmoldeo tendría complicaciones en ajuste y tiempo de desmoldeo.
- Para futuras investigaciones es recomendable que las piezas que no necesiten tener detalles altos como lo es la estructura del molde, sean fabricados en materiales de fácil maquinado por ejemplo la madera.
- Se recomienda para futuras investigaciones identificar nuevos procesos de manufactura que permitan disminuir el número de piezas utilizadas en el desmoldeo, lo que disminuiría los costos de producción.

Bibliografía

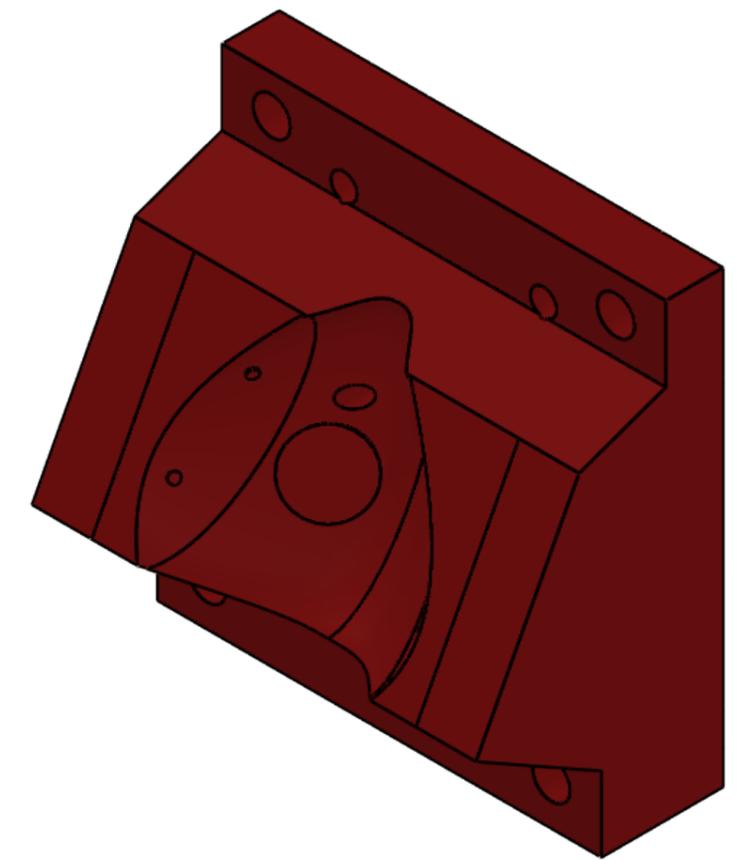
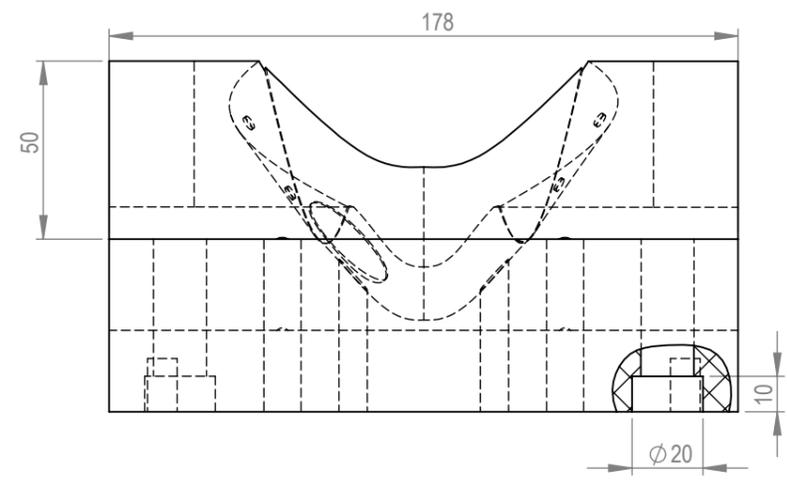
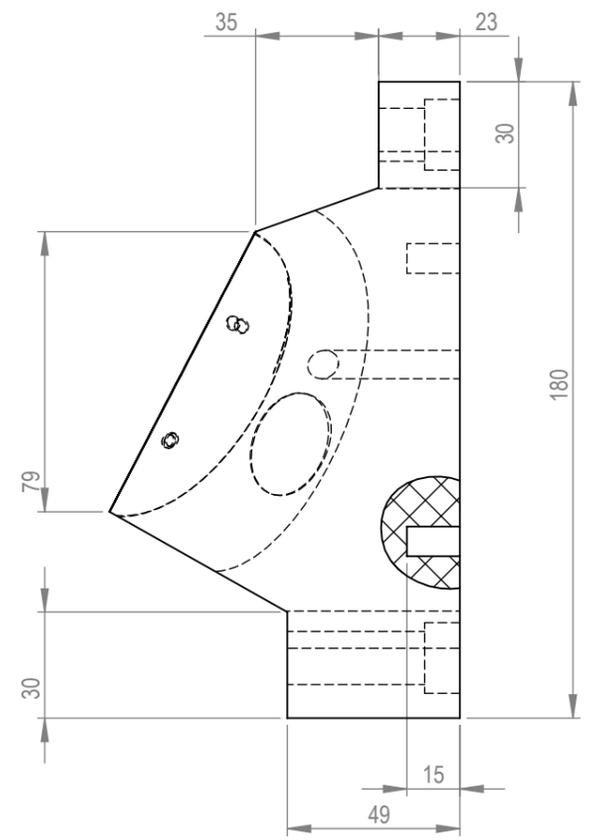
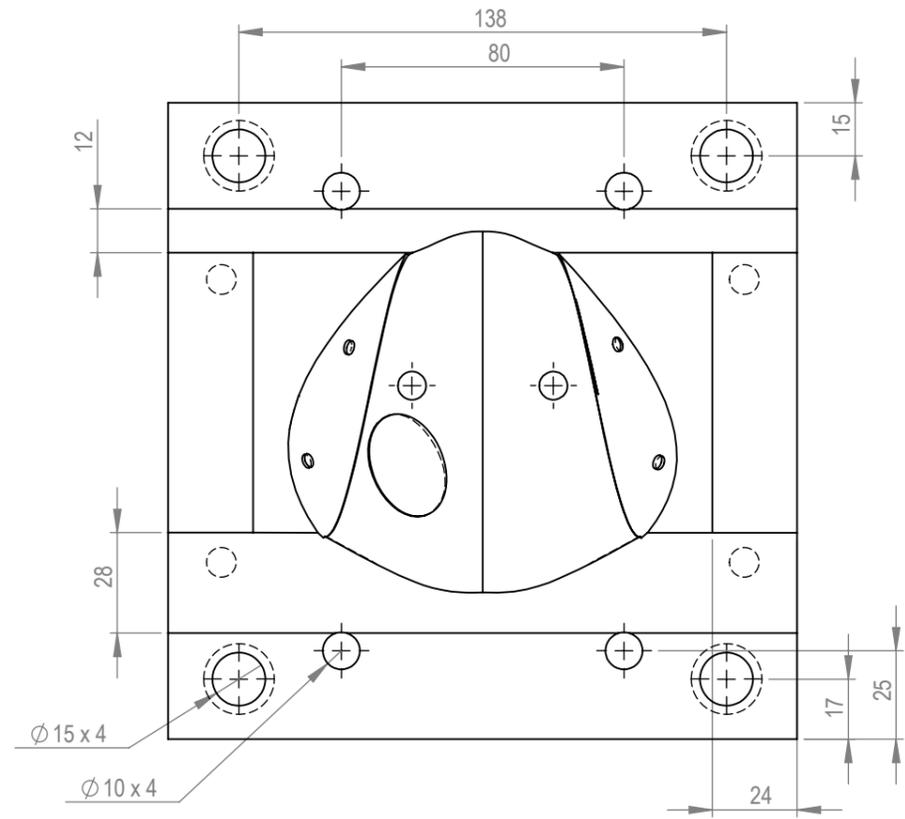
- [1] COE NACIONAL, «Gestión de Riesgos Ec,» 6 Abril 2020. [En línea]. Available: <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/2020/04/Resoluciones-COE-Nacional-06-de-abril-2020.pdf>. [Último acceso: 18 Julio 2020].
- [2] World Wildlife Found, «World Wildlife Found,» 2 Junio 2020. [En línea]. Available: <https://www.wwf.es/informate/actualidad/?54741/Hay-que-tomar-medidas-decididas-para-frenar-la-contaminacion-de-plasticos-de-un-solo-uso>. [Último acceso: 18 Julio 2020].
- [3] IMPRESORAS3D.COM, « IMPRESORAS3D.COM,» 12 Abil 2020. [En línea]. Available: <https://www.impresoras3d.com/mascarillas-con-impresion-3d-resolucion-de-dudas/>. [Último acceso: 18 Julio 2020].
- [4] AIMPLAS, «AIMPLAS,» 27 Marzo 2020. [En línea]. Available: <https://www.aimplas.es/blog/aimplas-disena-una-nueva-mascarilla-de-filtros-intercambiables/>. [Último acceso: 18 Julio 2020].
- [5] L. Gómez Reyes, «Análisis documental de los inconvenientes de la impresión 3D,» *3C Tecnología*, vol. 6, nº 3, pp. 48-53, 2017.
- [6] Organización Mundial de la Salud, «World Health Organization,» 5 Junio 2020. [En línea]. Available: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/332657/WHO-2019-nCov-IPC_Masks-2020.4-spa.pdf. [Último acceso: 20 Julio 2020].

- [7] Consejo General de Colegios Farmacéuticos, «Portalfarma,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.portalfarma.com/Profesionales/campanaspf/Asesoramiento-salud-publica/infeccion-coronavirus-2019-nCoV/Documents/mascarillas-coronavirus.pdf>. [Último acceso: 17 Septiembre 2020].
- [8] INEN, «Servicio Ecuatoriano de Normalización,» 2015. [En línea]. Available: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2950.pdf. [Último acceso: 21 Julio 2020].
- [9] Universidad Cantabria, «OpenCourseWare,» OCW, [En línea]. Available: <https://ocw.unican.es/mod/page/view.php?id=553#:~:text=Para%20un%20individuo%20adulto%2C%20sano,6%20a%207%20litros%2Fminuto.&text=En%20condiciones%20normales%20este%20valor,no%20se%20tiene%20en%20consideración..> [Último acceso: 02 Febrero 2021].
- [10] T. A. Osswald, W. Aquite, D. Ramírez, L. López, J. Puentes, C. Pérez y S. García Rodríguez, «RETOS EN LA INDUSTRIA DE PROCESAMIENTO DE PLÁSTICOS,» *Dyna*, vol. 79, n° 175, pp. 20-28, 2012.
- [11] A. Suárez Ramírez, «Procesos de transformación de plásticos por inyección: aplicaciones en materiales de ingeniería,» *Inf. tec.*, vol. 51, pp. 11-19, 1995.
- [12] V. H. Guerrero, J. Dávila, S. Galeas, P. Ponton, N. Rosas, V. Sotomayor y C. Vldivieso, *Nuevos Materiales Aplicaciones estructurales e industriales*, Quito, 2011.
- [13] GLASPOL, «Compositeshop,» [En línea]. Available: <https://compositeshop.com/producto/resina-de-poliuretano/>. [Último acceso: 12 04 2021].

- [14] Pintulac, «Pintulac,» [En línea]. Available: <https://www.pintulac.com.ec/caucho-silicona-con-catalizador-50g>. [Último acceso: 12 04 2021].
- [15] Ferroca, «Ferroca,» [En línea]. Available: <https://www.ferroca.com/es/platino-adicion/718-easy1-940-fda-silicona-alimentaria-.html>. [Último acceso: 12 04 2021].
- [16] C. R. M. G. B. G. H. A. J. L. A. V. F. J. Colmenares-Guillén Luis Enrique, «UNA APROXIMACIÓN DE CLASIFICACIÓN DE ROSTROS USANDO ANTROPOMETRÍA FACIAL,» *RITI Journal*, vol. 6, n° 12, 2018.
- [17] C. V. J. Carlos, «Rostro Latino Ecuatoriano: Un estudio antropométrico,» Universidad San Francisco de Quito, Quito, 2008.

Anexos

Anexos A: Planos

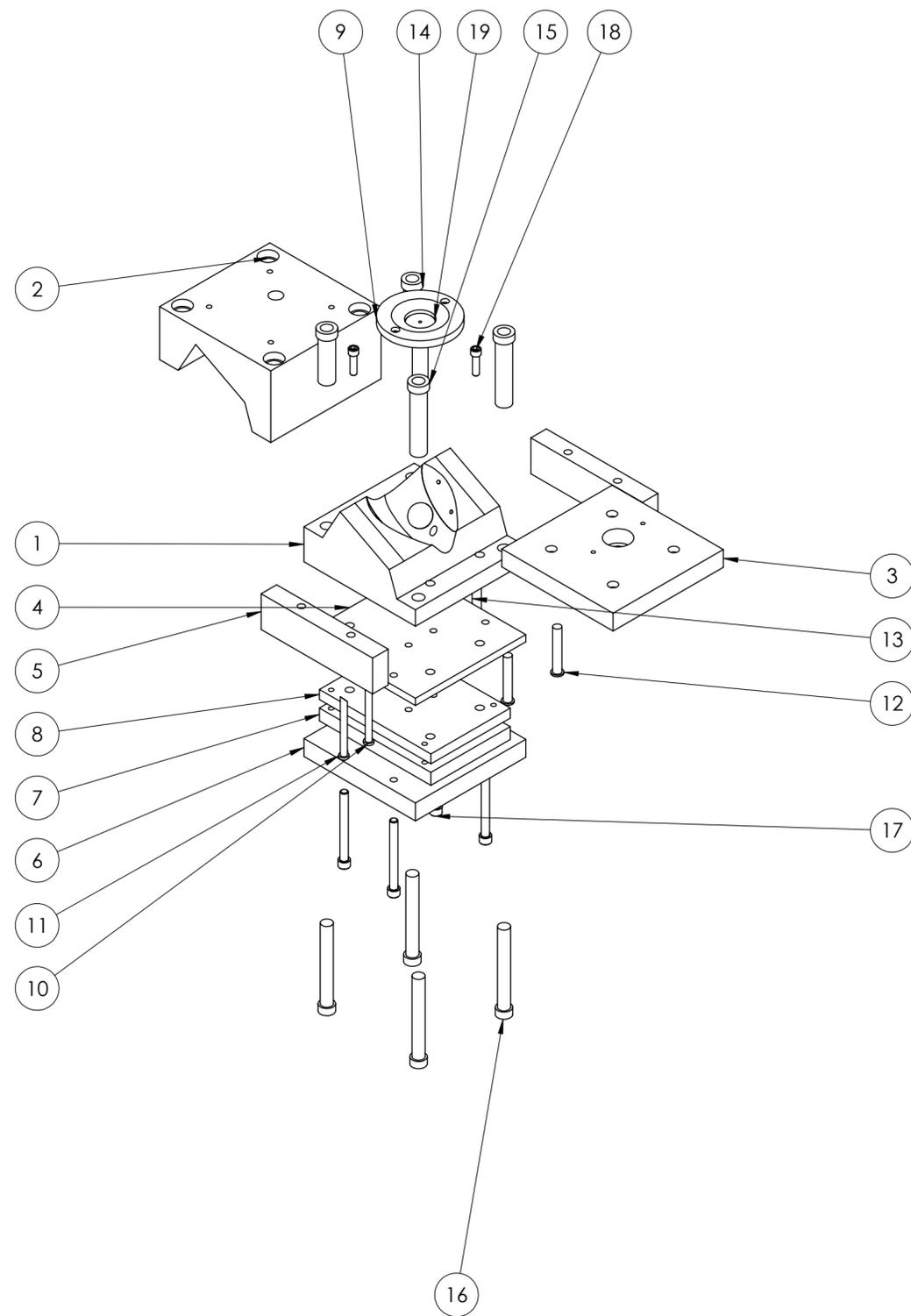


Nota: Las medidas superficies de la mascarilla se encuentran referenciadas al plano MC-P18.



PROYECTO: TROQUELADORA				ESCALA: 1:1	
PARTE:				TOLERANCIA: ± 0.2	
CÓDIGO: TR-001				HOJA:	1-1
MATERIAL:	ACERO	DISENO:	C.L.T		
TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJO:	C.L.T		
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISO:	ING. ERAZO V.		
CANTIDAD:	1	APROBÓ:	ING. ERAZO V.		

FICA CIME



4	HX-SHCS 0.3125-18x1.125x1.125-N			19
4	HX-SHCS 0.375-16x3.75x1.25-N			18
1	Inyector	PLA	MC-P17	17
4	Pasador Macho	PLA	MC-P16	16
2	Pasador hembra largo	PLA	MC-P15	15
2	Pasador hembra corto	PLA	MC-P14	14
2	Expulsor largo	PLA	MC-P13	13
2	Expulsor corto	PLA	MC-P12	12
1	Expulsor Material	PLA	MC-P11	11
1	Expulsor material 1	PLA	MC-P10	10
1	Soporte Inyector Redondo	PLA	MC-P09	9
1	Base expulsos	PLA	MC-P08	8
1	Soporte base expulsos	MADERA	MC-P07	7
1	Base molde	MADERA	MC-P06	6
2	Soporte molde	MADERA	MC-P05	5
1	Centrator expulsos	PLA	MC-P04	4
1	Soporte inyector	MADERA	MC-P03	3
1	Molde Macho	PLA	MC-P02	2
1	Molde Hembra	PLA	MC-P01	1
CANTIDAD	N.º DE PIEZA	MATERIAL	REFERENCIA	N.º DE ELEMENTO



FICA

CIME

PROYECTO: MASCARILLA COVID

PARTE: PLANO GENERAL

CÓDIGO: MC-P00

MATERIAL: VARIOS DISEÑO: EDISON BÁEZ

TRATAMIENTO: NINGUNO DIBUJÓ: EDISON BÁEZ

RECUBRIMIENTO: NINGUNO REVISÓ: ING. ERAZO V.

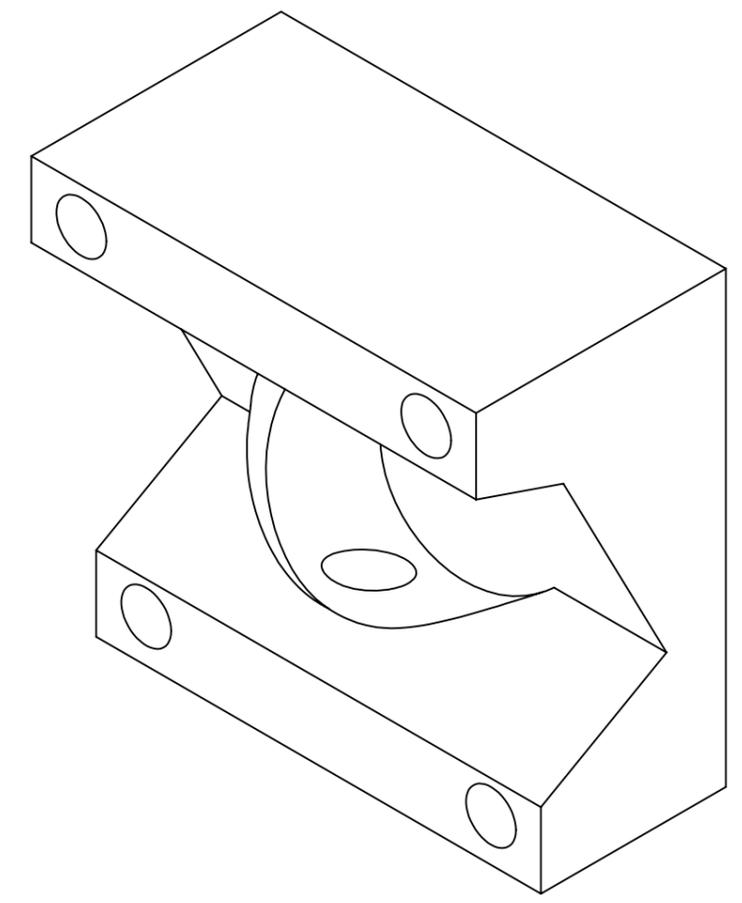
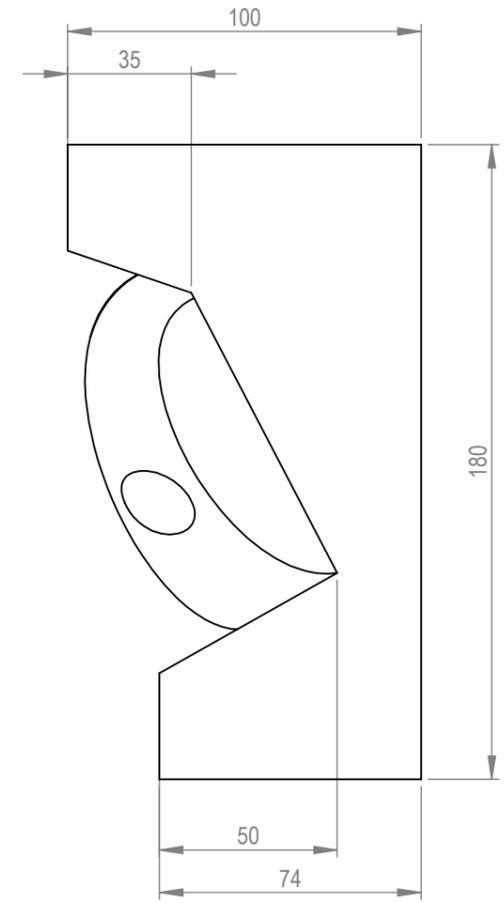
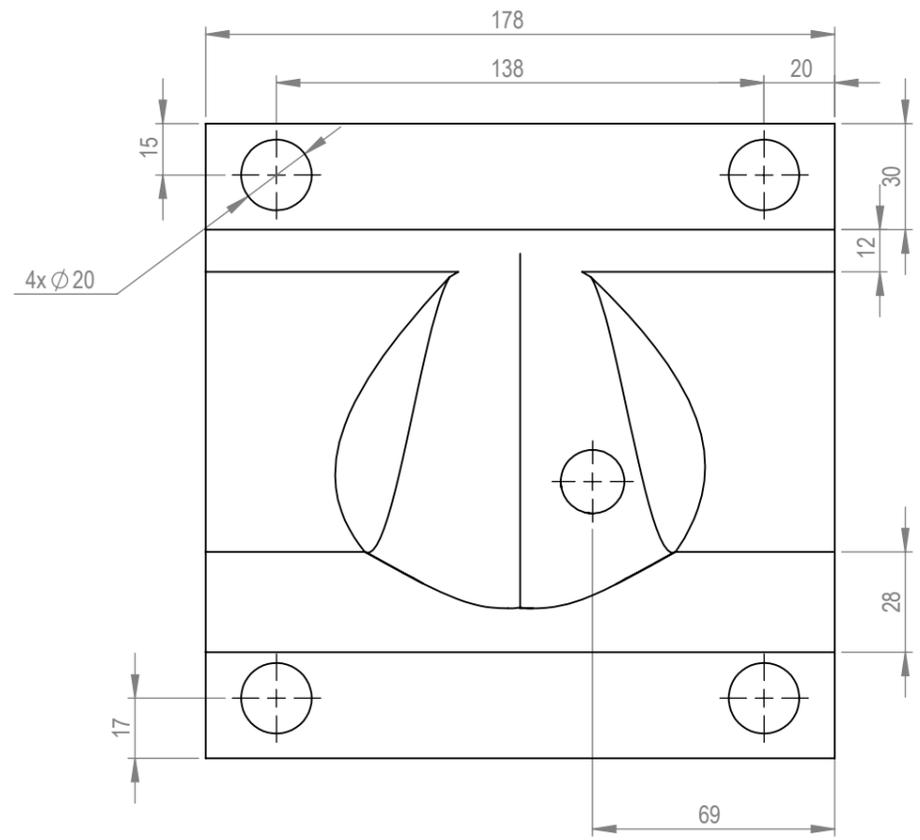
CANTIDAD: 1 APROBÓ: ING. ERAZO V.

ESCALA:
1:5

TOLERANCIA: ± 0.2

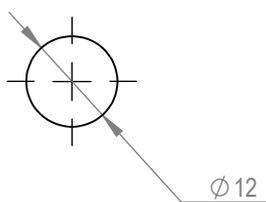
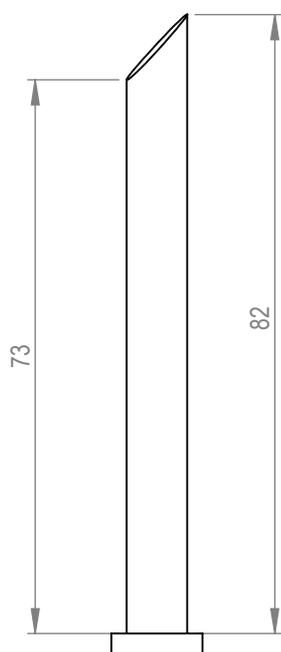
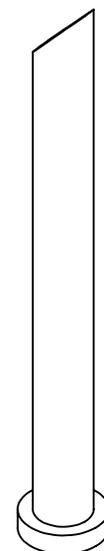
HOJA:

1-1



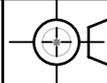
Nota: Las medidas superficies de la mascarilla se encuentran referenciadas al plano MC-P18.

	PROYECTO: MASCARILLA COVID				ESCALA:	
	PARTE: MOLDE MACHO				1:2	
	CÓDIGO: MC-P02				TOLERANCIA: ± 0.2	
	MATERIAL:	PLA	DISENO:	BÁEZ EDISON	HOJA:	
	TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ:	BÁEZ EDISON		
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	ING. ERAZO V.	1-1		
CANTIDAD:	1	APROBÓ:	ING. ERAZO V.			
FICA	CIME					



PROYECTO: MASCARILLA COVID

ESCALA:
1:5



PARTE: EXPULSOR MATERIAL

CÓDIGO: MC-P11

TOLERANCIA: ± 0.2

MATERIAL:	PLA	DISEÑO:	BAEZ EDISON
-----------	-----	---------	-------------

HOJA:

TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ:	BAEZ EDISON
--------------	---------	---------	-------------

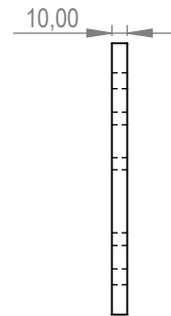
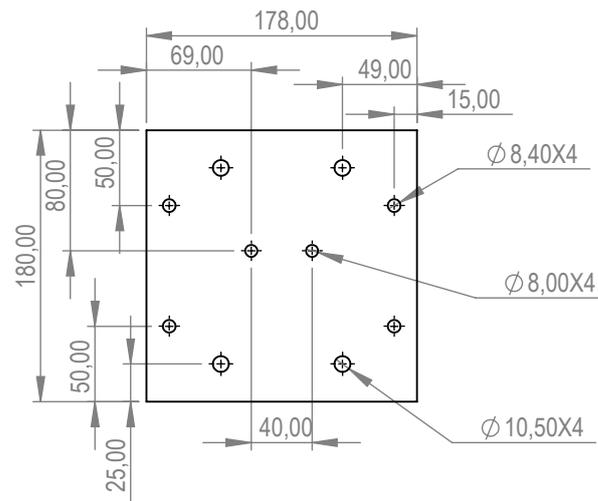
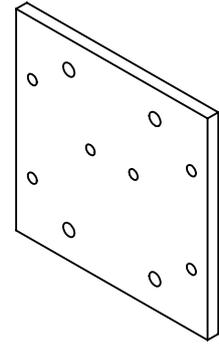
FICA

CIME

RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	ING. ERAZO V.
----------------	---------	---------	---------------

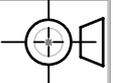
1-1

CANTIDAD:	1	APROBÓ:	ING. ERAZO V.
-----------	---	---------	---------------



PROYECTO: MASCARILLA COVID

ESCALA:
1:5



PARTE: CENTRADOR DE EXPULSORES

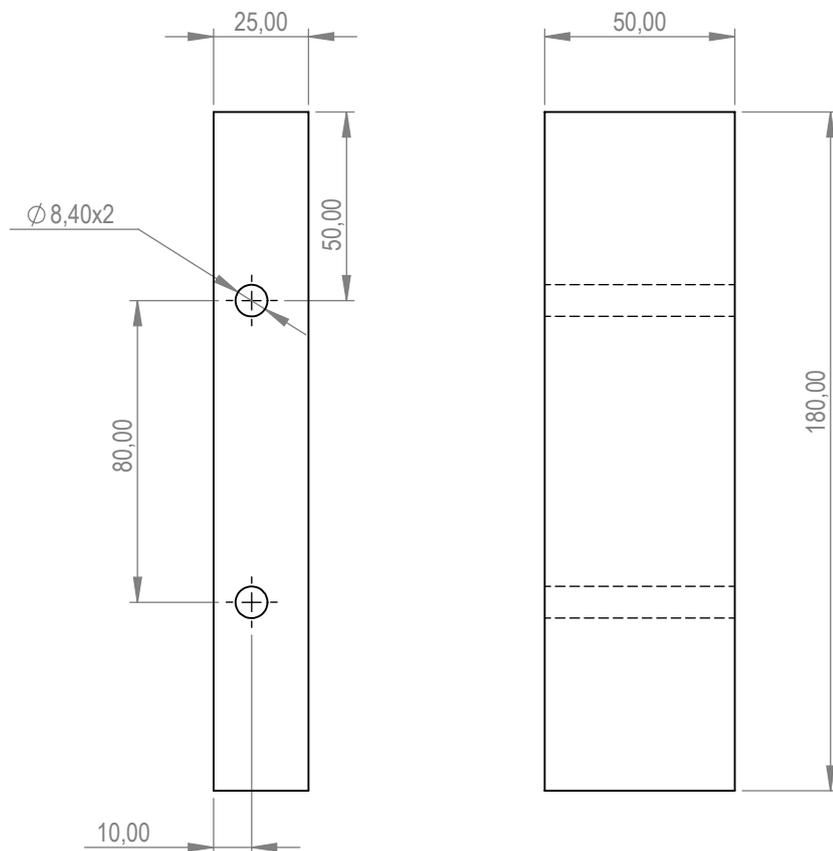
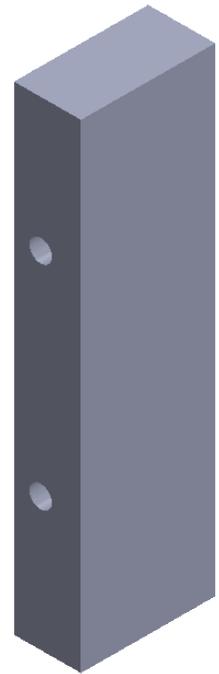
CÓDIGO: MC-P04

TOLERANCIA: ± 0.2

MATERIAL:	MADERA	DISEÑO:	BAEZ EDISON	HOJA:
TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ:	BAEZ EDISON	
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	ING. ERAZO V.	1-1
CANTIDAD:	1	APROBÓ:	ING. ERAZO V.	

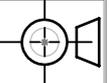
FICA

CIME



PROYECTO: MASCARILLA COVID

ESCALA:
1:2



PARTE:

CÓDIGO: MC-P02

TOLERANCIA: $\pm 0,2$

MATERIAL:

VARIOS

DISEÑO:

BAEZ EDISON

HOJA:

TRATAMIENTO:

NINGUNO

DIBUJÓ:

BAEZ EDISON

RECUBRIMIENTO:

NINGUNO

REVISÓ:

ING. ERAZO V.

FICA

CIME

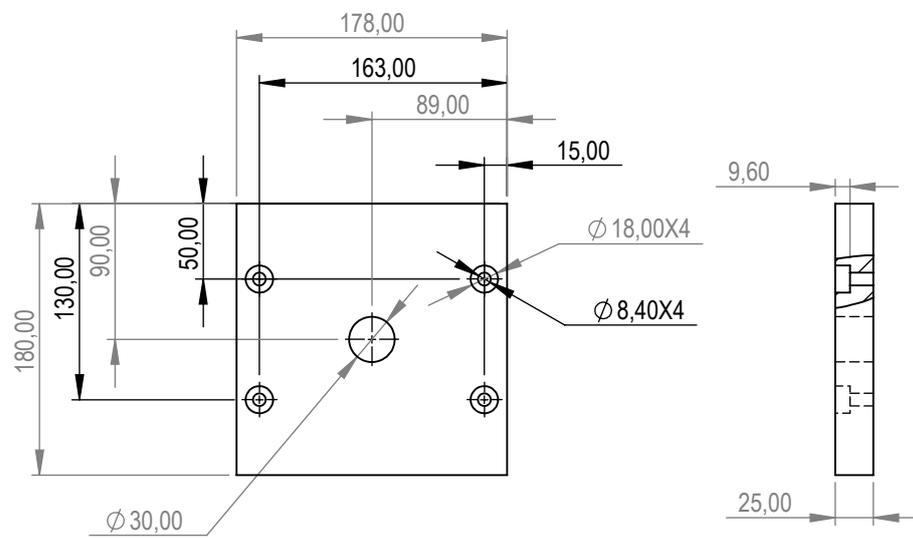
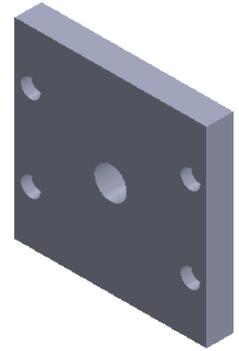
CANTIDAD:

2

APROBÓ:

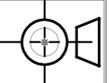
ING. ERAZO V.

1-1



PROYECTO: MASCARILLA COVID

ESCALA:
1:5



PARTE: BASE MOLDE

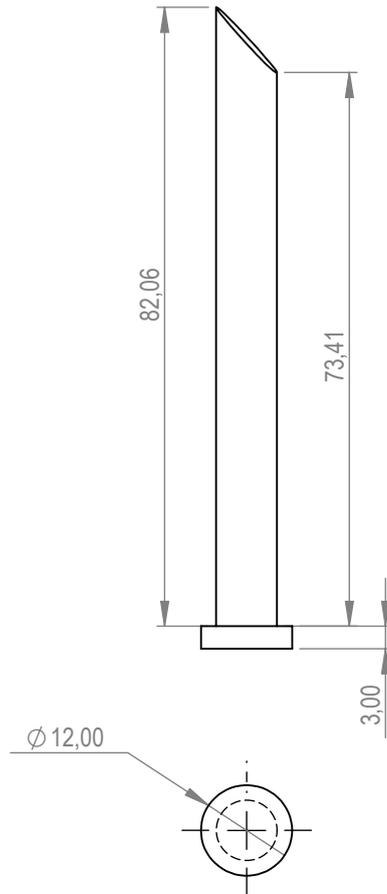
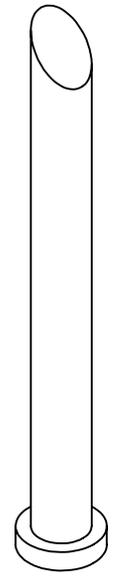
CÓDIGO: MC-P06

TOLERANCIA: ± 0.2

MATERIAL:	MADERA	DISEÑO:	BAEZ EDISON	HOJA:
TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ:	BAEZ EDISON	
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	ING. ERAZO V.	1-1
CANTIDAD:	1	APROBÓ:	ING. ERAZO V.	

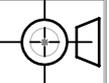
FICA

CIME



PROYECTO: MASCARILLA COVID

ESCALA:
1:5



PARTE: EXPULSOR MATERIAL

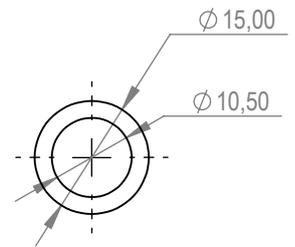
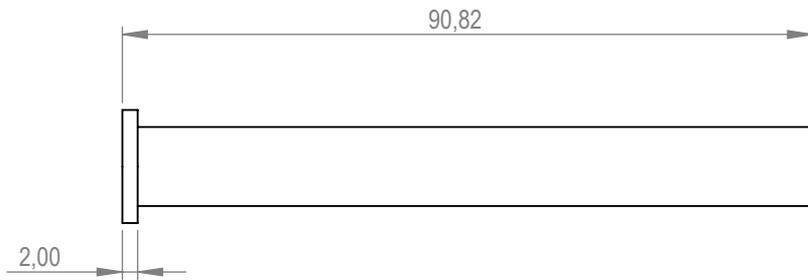
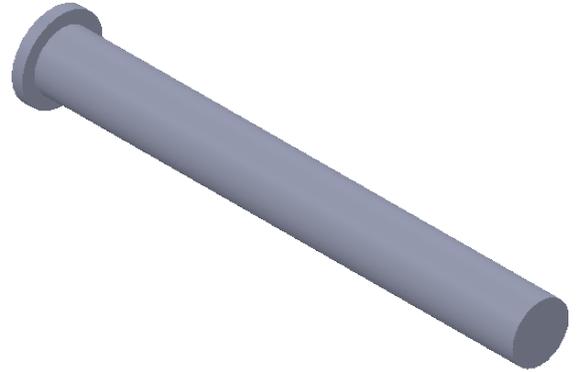
CÓDIGO: MC-P10

TOLERANCIA:± 0.2

MATERIAL:	VARIOS	DISEÑO:	BAEZ EDISON	HOJA:
TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ:	BAEZ EDISON	
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	ING. ERAZO V.	1-1
CANTIDAD:	1	APROBÓ:	ING. ERAZO V.	

FICA

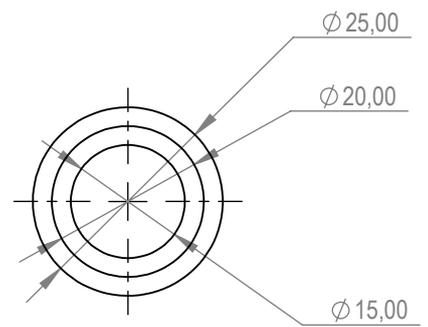
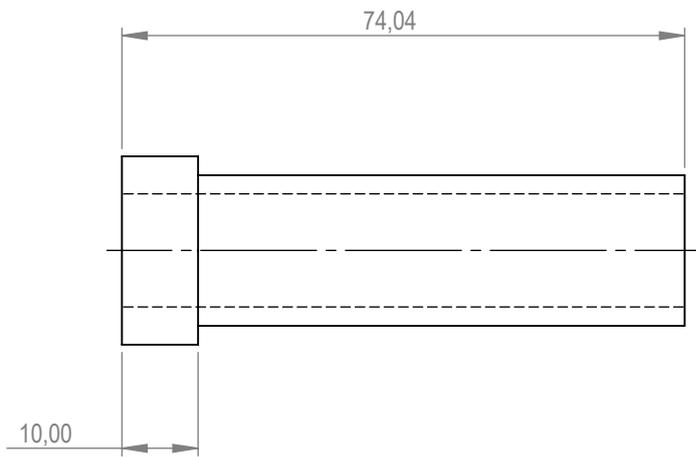
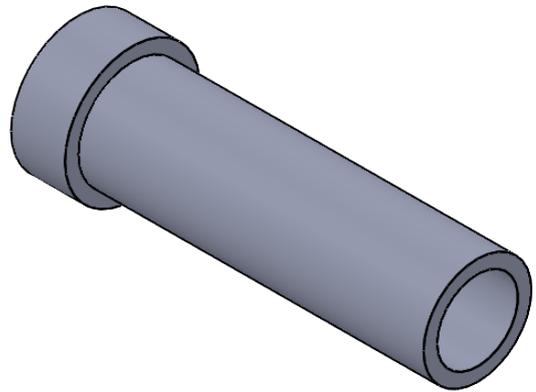
CIME



PROYECTO: MASCARILLA COVID				ESCALA: 1:1	
PARTE: EXPULSADOR LARGO					
CÓDIGO: MC-P09				TOLERANCIA:± 0.2	
MATERIAL:	PLA	DISEÑO:	BAEZ EDISON	HOJA:	
TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ:	BAEZ EDISON		
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	ING. ERAZO V.	1-1	
CANTIDAD:	2	APROBÓ:	ING. ERAZO V.		

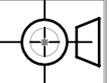
FICA

CIME



PROYECTO: MASCARILLA COVID

ESCALA:
1:1



PARTE:

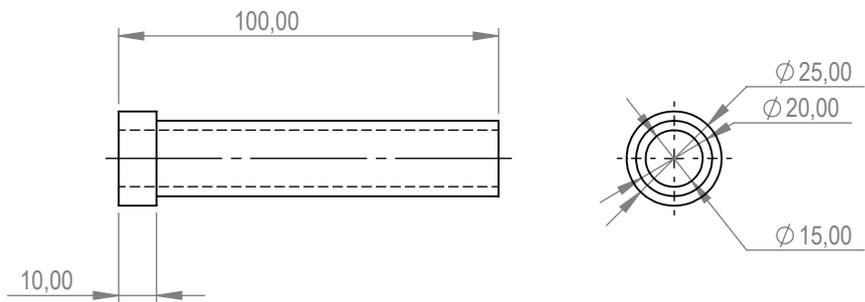
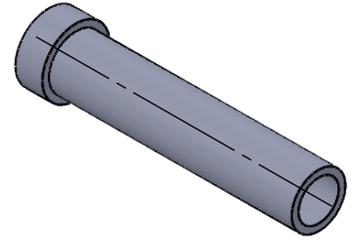
CÓDIGO: MC-P10

TOLERANCIA:± 0.2

MATERIAL:	VARIOS	DISEÑO:	BAEZ EDISON	HOJA:
TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ:	BAEZ EDISON	
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	ING. ERAZO V.	1-1
CANTIDAD:	2	APROBÓ:	ING. ERAZO V.	

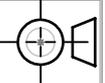
FICA

CIME



PROYECTO: MASCARILLA COVID

ESCALA:
1:2



PARTE:

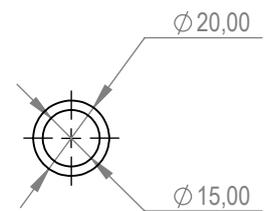
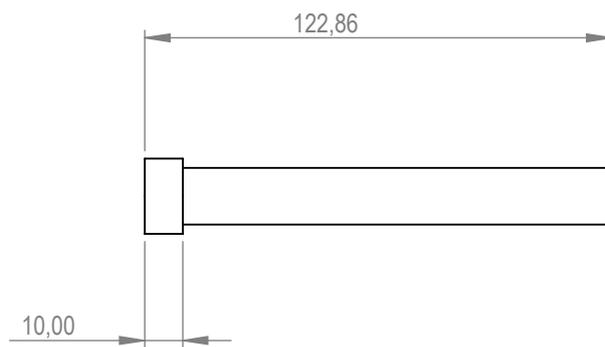
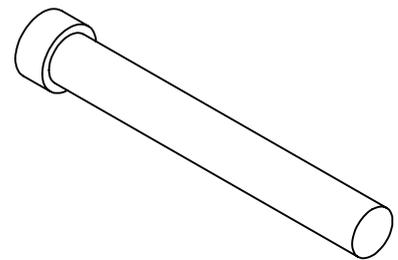
CÓDIGO: MC-P08

TOLERANCIA: ± 0.2

MATERIAL:	VARIOS	DISEÑO:	BAEZ EDISON	HOJA:
TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ:	BAEZ EDISON	
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	ING. ERAZO V.	1-1
CANTIDAD:	2	APROBÓ:	ING. ERAZO V.	

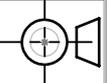
FICA

CIME



PROYECTO: MASCARILLA COVID

ESCALA:
1:2



PARTE:

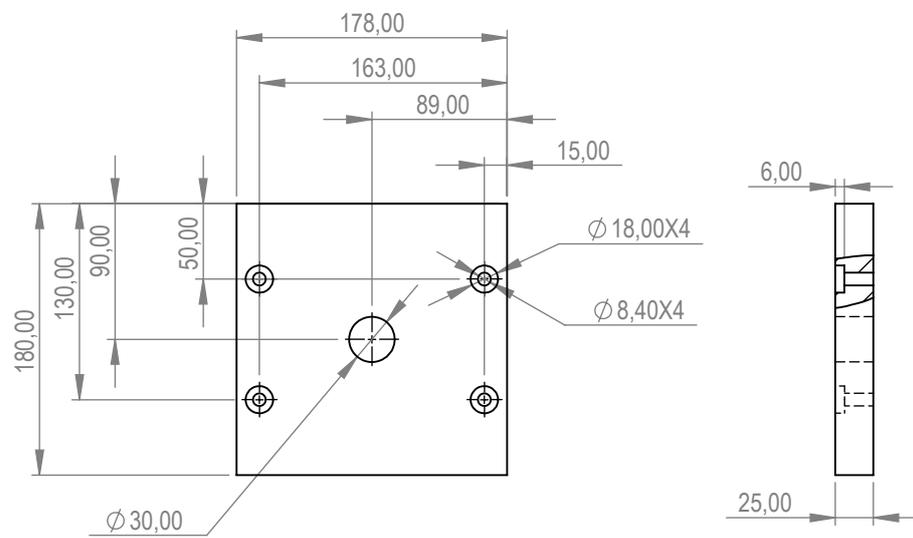
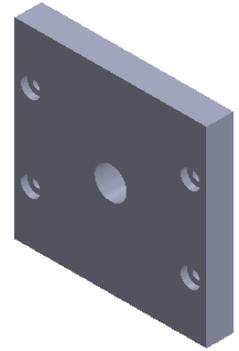
CÓDIGO: MC-P071

TOLERANCIA: ± 0.2

MATERIAL:	VARIOS	DISEÑO:	BAEZ EDISON	HOJA:
TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ:	BAEZ EDISON	
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	ING. ERAZO V.	1-1
CANTIDAD:	4	APROBÓ:	ING. ERAZO V.	

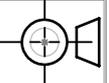
FICA

CIME



PROYECTO: MASCARILLA COVID

ESCALA:
1:5



PARTE:

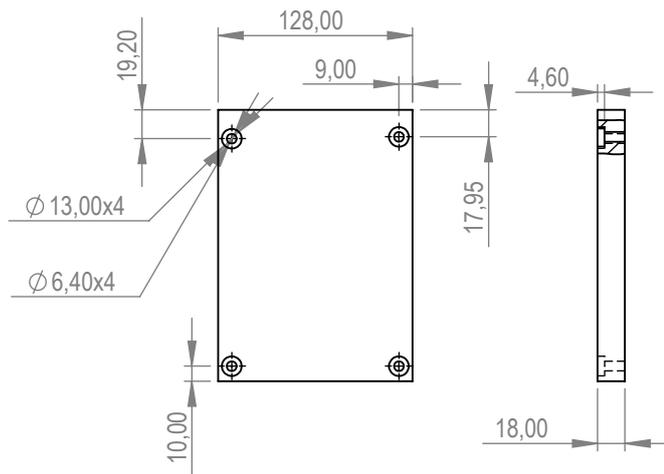
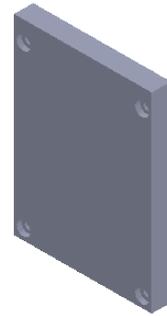
CÓDIGO: MC-P03

TOLERANCIA: ± 0.2

MATERIAL:	VARIOS	DISEÑO:	BAEZ EDISON	HOJA:
TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ:	BAEZ EDISON	
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	ING. ERAZO V.	1-1
CANTIDAD:	1	APROBÓ:	ING. ERAZO V.	

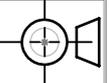
FICA

CIME



PROYECTO: MASCARILLA COVID

ESCALA:
1:5



PARTE:

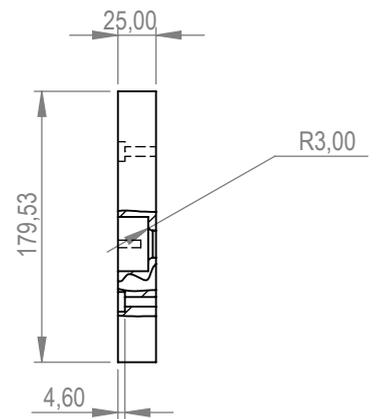
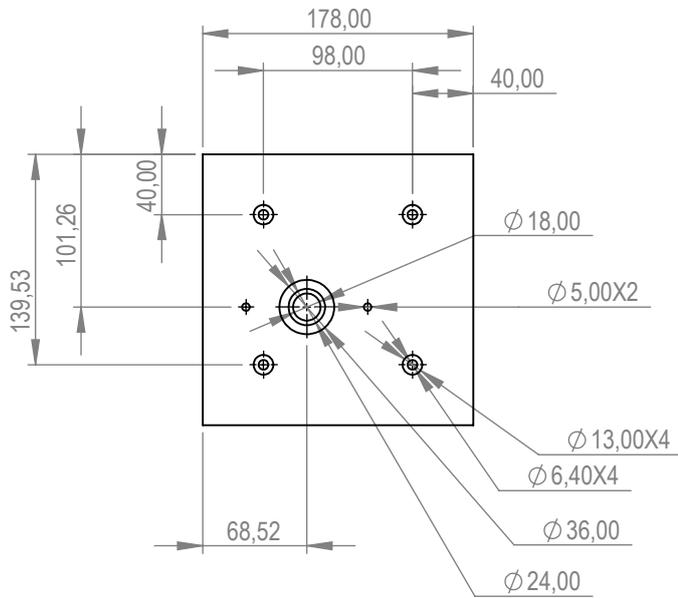
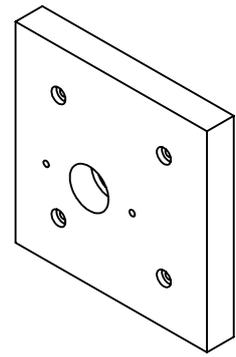
CÓDIGO: MC-P01

TOLERANCIA: ± 0.2

MATERIAL:	VARIOS	DISEÑO:	BAEZ EDISON	HOJA:
TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ:	BAEZ EDISON	
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	ING. ERAZO V.	1-1
CANTIDAD:	1	APROBÓ:	ING. ERAZO V.	

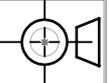
FICA

CIME



PROYECTO: MASCARILLA COVID

ESCALA:
1:5



PARTE:

CÓDIGO: MC-P11

TOLERANCIA: ± 0.2

MATERIAL:

VARIOS

DISEÑO:

BAEZ EDISON

HOJA:

TRATAMIENTO:

NINGUNO

DIBUJÓ:

BAEZ EDISON

RECUBRIMIENTO:

NINGUNO

REVISÓ:

ING. ERAZO V.

FICA

CIME

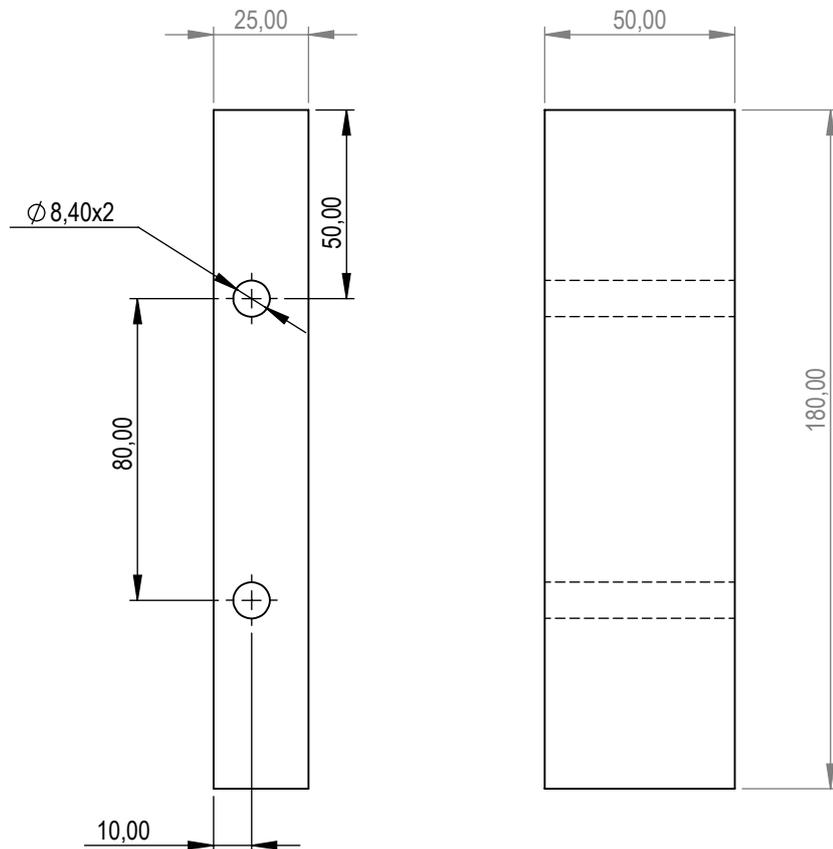
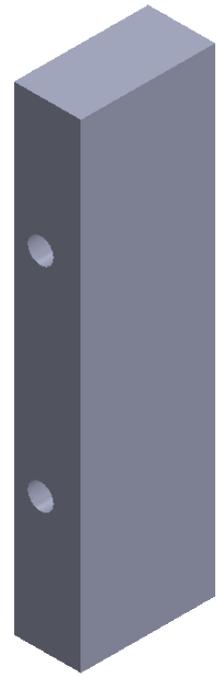
CANTIDAD:

1

APROBÓ:

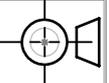
ING. ERAZO V.

1-1



PROYECTO: MASCARILLA COVID

ESCALA:
1:2



PARTE: SOPORTE BASE EXPULSORES

CÓDIGO: MC-P04

TOLERANCIA: ± 0.2

MATERIAL:	MADERA	DISEÑO:	BAEZ EDISON	HOJA:
TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ:	BAEZ EDISON	

RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	ING. ERAZO V.	1-1
CANTIDAD:	2	APROBÓ:	ING. ERAZO V.	

FICA

CIME

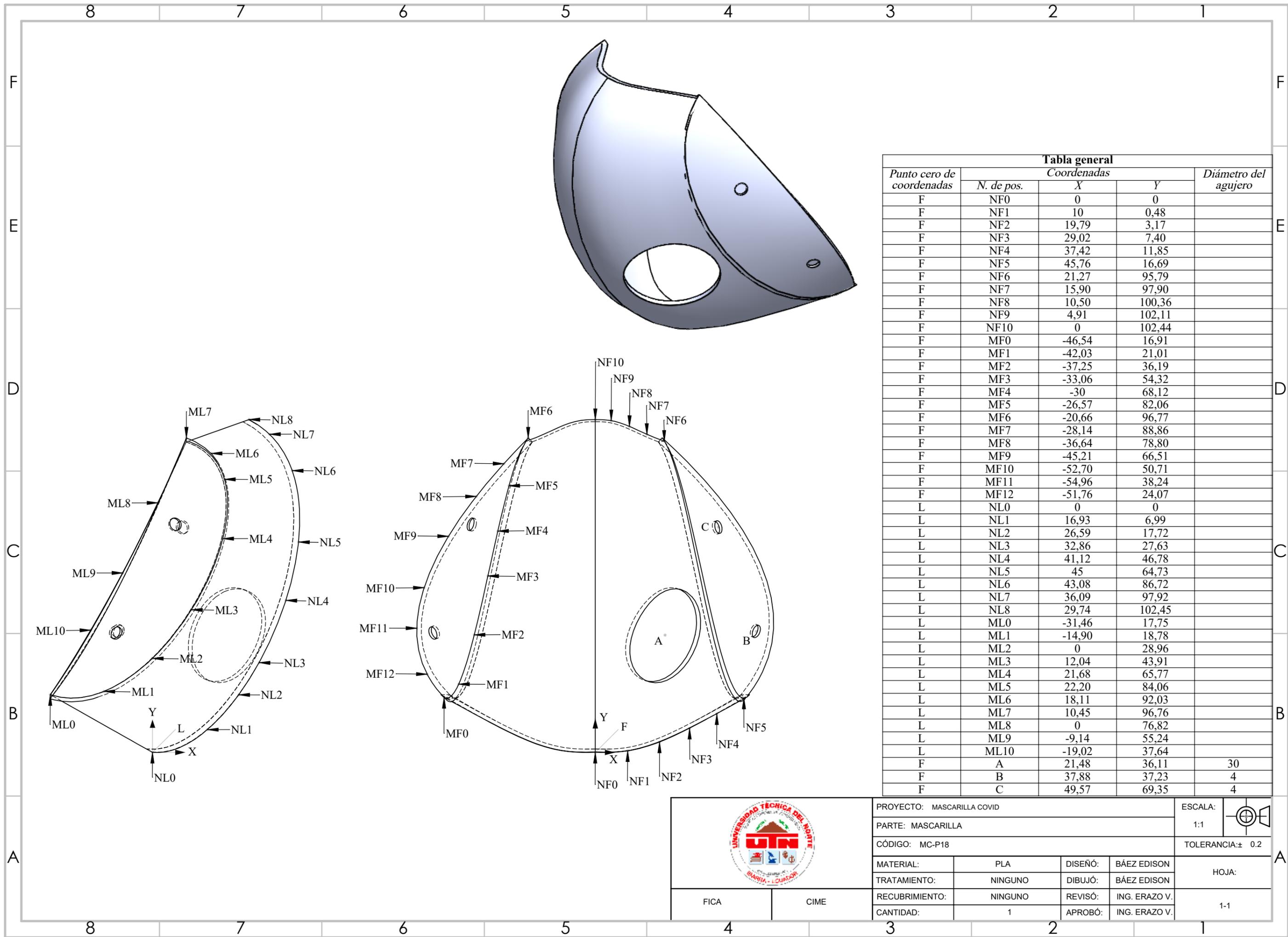


Tabla general

Punto cero de coordenadas	Coordenadas			Diámetro del agujero
	N. de pos.	X	Y	
F	NF0	0	0	
F	NF1	10	0,48	
F	NF2	19,79	3,17	
F	NF3	29,02	7,40	
F	NF4	37,42	11,85	
F	NF5	45,76	16,69	
F	NF6	21,27	95,79	
F	NF7	15,90	97,90	
F	NF8	10,50	100,36	
F	NF9	4,91	102,11	
F	NF10	0	102,44	
F	MF0	-46,54	16,91	
F	MF1	-42,03	21,01	
F	MF2	-37,25	36,19	
F	MF3	-33,06	54,32	
F	MF4	-30	68,12	
F	MF5	-26,57	82,06	
F	MF6	-20,66	96,77	
F	MF7	-28,14	88,86	
F	MF8	-36,64	78,80	
F	MF9	-45,21	66,51	
F	MF10	-52,70	50,71	
F	MF11	-54,96	38,24	
F	MF12	-51,76	24,07	
L	NL0	0	0	
L	NL1	16,93	6,99	
L	NL2	26,59	17,72	
L	NL3	32,86	27,63	
L	NL4	41,12	46,78	
L	NL5	45	64,73	
L	NL6	43,08	86,72	
L	NL7	36,09	97,92	
L	NL8	29,74	102,45	
L	ML0	-31,46	17,75	
L	ML1	-14,90	18,78	
L	ML2	0	28,96	
L	ML3	12,04	43,91	
L	ML4	21,68	65,77	
L	ML5	22,20	84,06	
L	ML6	18,11	92,03	
L	ML7	10,45	96,76	
L	ML8	0	76,82	
L	ML9	-9,14	55,24	
L	ML10	-19,02	37,64	
F	A	21,48	36,11	30
F	B	37,88	37,23	4
F	C	49,57	69,35	4

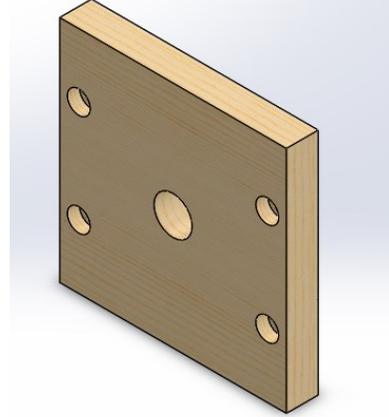
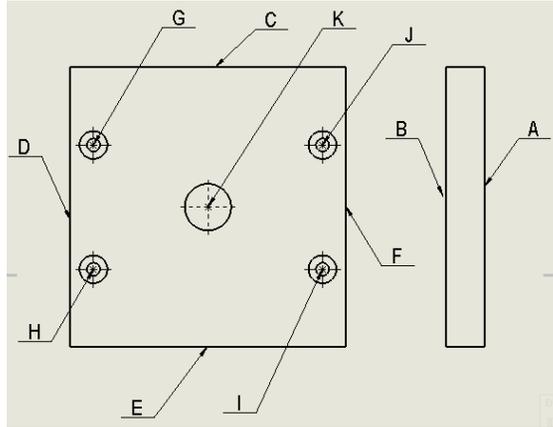
				PROYECTO: MASCARILLA COVID		ESCALA: 1:1
				PARTE: MASCARILLA		
CÓDIGO: MC-P18		TOLERANCIA: ± 0.2				
MATERIAL:	PLA	DISEÑO:	BÁEZ EDISON	HOJA:		
TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ:	BÁEZ EDISON			
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	ING. ERAZO V.			
CANTIDAD:	1	APROBÓ:	ING. ERAZO V.	1-1		

FICA CIME

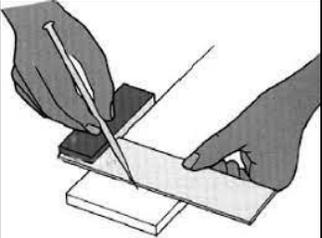
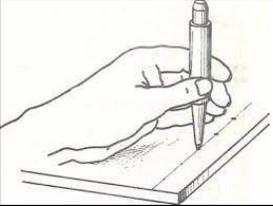
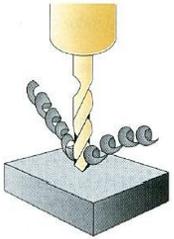
Anexos B: Hojas de Proceso

PROYECTO:	Mascarilla Covid	CONJUNTO N°: 1	TRABAJO N.º: 1	FECHA 20/05/2021
PIEZA:	Base Molde	PLANO N°: MC-P06	HOJA: 1/2	
MATERIAL:	Madera de pino	DIMENSIONES EN BRUTO: 180x182x30 (mm)		

REALIZADO POR: Edison Báez

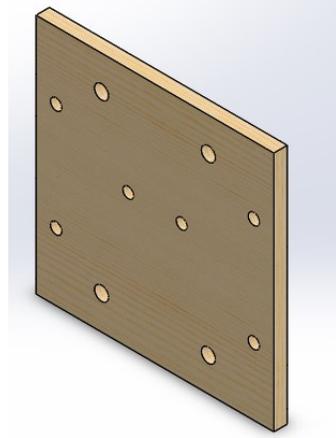
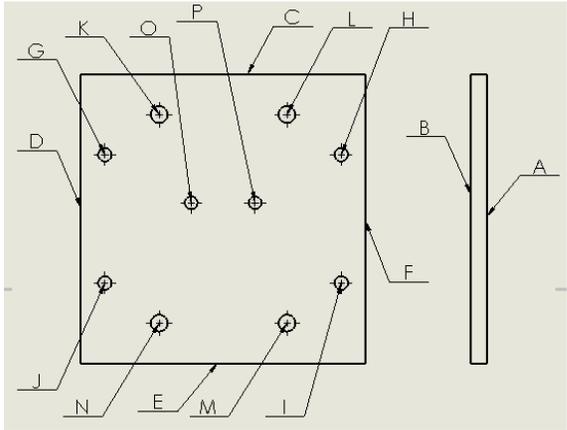


FASE	SUB-FACE	OPERACIÓN	DENOMINACIÓN	CROQUIS	HERRAMIENTA	psd	p (mm)	N rpm	Va mm/s	tc (min)	CONTROL
1. Mecanizado manual	1.1. Aplanado	1	Cara A: 2.75 mm de desbaste		Aplanadora de madera						-VERNIER -ESCUADRA
		2	Cara B: 2.75 mm de desbaste // a Cara A								
		3	Cara F: 1 mm de desbaste ⊥ a Cara E								
		4	Cara C: 2 mm de desbaste ⊥ a Cara F								
		5	Cara D: 1 mm de desbaste ⊥ a Cara C								
	1.2. Lijado	1	Acabado Cara A 0.25 mm		Lija N°150						
		2	Acabado Cara B 0.25 mm								

PROYECTO:		Mascarilla Covid	CONJUNTO N°:	1	TRABAJO N°:	1	FECHA				
PIEZA:		Base Molde	PLANO N°:	2	HOJA:	2/2	20/05/2021				
MATERIAL:		Madera de pino	DIMENSIONES EN BRUTO:								
REALIZADO POR:											
FASE	SUB-FACE	OPERACIÓN	DENOMINACIÓN	CROQUIS	HERRAMIENTA	psd	p (mm)	N (rpm)	Va (mm/s)	tc (min)	CONTROL
1. Mecanizado manual	1.3. Trazado	1	Cara A: línea // Cara C a 50 mm		-Rayador -Escuadra						-VERNIER
		2	Cara A: línea // Cara C a 90 mm								
		3	Cara A: línea // Cara C a 130 mm								
		4	Cara A: línea // Cara D a 15 mm								
		5	Cara A: línea // Cara D a 89 mm								
		6	Cara A: línea // Cara F a 15 mm								
	1.4. Graneteado	1	Punto G, H, I, J, K		-Granete						
	1.5. Taladrado	1	Punto G, H, I y J, pasantes		Broca de 8.5 mm de diámetro						-VERNIER
		2	Punto G, H, I y J, profundidad de 9.6 mm		Broca de 18 mm de diámetro						
		3	Punto K, pasante		Broca de 1,5" de diámetro para madera.						

PROYECTO:	Mascarilla Covid	CONJUNTO N°: 1	TRABAJO N.º: 1	FECHA 20/05/2021
PIEZA:	Centrador de expulsadores	PLANO N°: MC-P04	HOJA: 1/2	
MATERIAL:	Madera de pino	DIMENSIONES EN BRUTO: 180x182x15 (mm)		

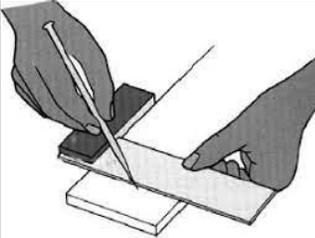
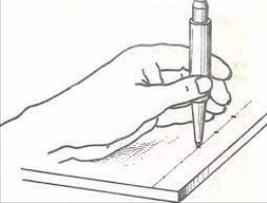
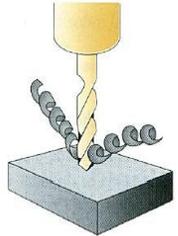
REALIZADO POR: Edison Báez



FASE	SUB-FACE	OPERACIÓN	DENOMINACIÓN	CROQUIS	HERRAMIENTA	psd	p (mm)	N rpm	Va mm/s	tc (min)	CONTROL
1. Mecanizado manual	1.1. Aplanado	1	Cara A: 2.25 mm de desbaste		Aplanadora de madera						-VERNIER -ESCUADRA
		2	Cara B: 2.25 mm de desbaste // a Cara A								
		3	Cara F: 1 mm de desbaste ⊥ a Cara E								
		4	Cara C: 2 mm de desbaste ⊥ a Cara F								
		5	Cara D: 1 mm de desbaste ⊥ a Cara C								
	1.2. Lijado	1	Acabado Cara A 0.25 mm		Lija N°150						
		2	Acabado Cara B 0.25 mm								

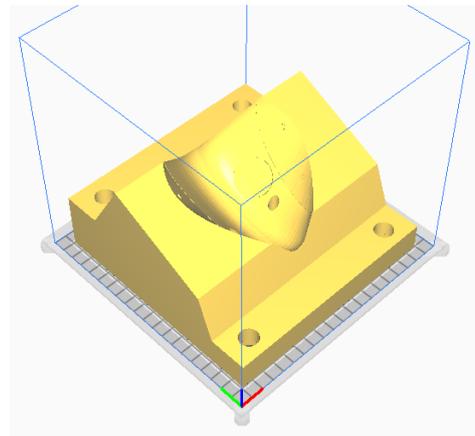
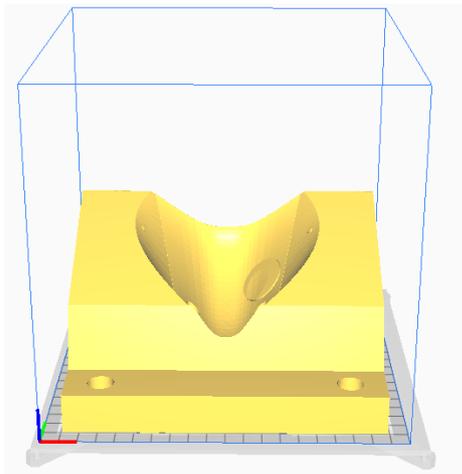
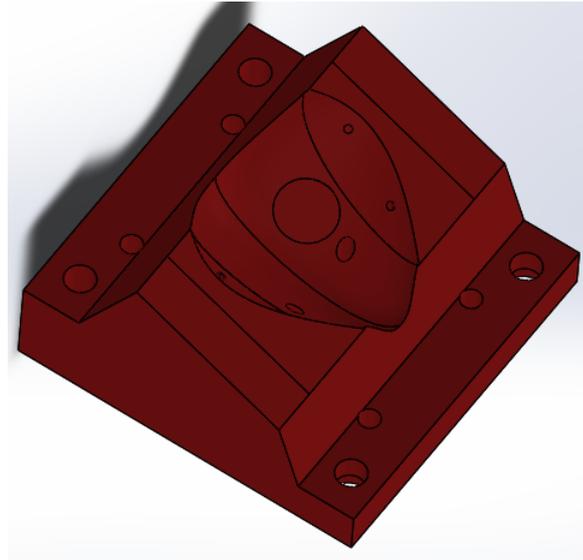
PROYECTO:	Mascarilla Covid	CONJUNTO N°: 1	TRABAJO N°: 1	FECHA 20/05/2021
PIEZA:	Centrador de expulsadores	PLANO N°: 3	HOJA: 2/2	
MATERIAL:	Madera de pino	DIMENSIONES EN BRUTO:		

REALIZADO POR:

FASE	SUB-FACE	OPERACIÓN	DENOMINACIÓN	CROQUIS	HERRAMIENTA	psd	p	N	Va	tc	CONTROL
						(mm)	(rpm)	(mm/s)	(min)		
1. Mecanizado manual	1.3. Trazado	1	Cara A: línea // Cara C a 25 mm		-Rayador -Escuadra						-VERNIER
		2	Cara A: línea // Cara C a 50 mm								
		3	Cara A: línea // Cara C a 80 mm								
		4	Cara A: línea // Cara E a 50 mm								
		5	Cara A: línea // Cara E a 25 mm								
		6	Cara A: línea // Cara D a 15 mm								
		7	Cara A: línea // Cara D a 49 mm								
		8	Cara A: línea // Cara D a 69 mm								
		9	Cara A: línea // Cara D a 109 mm								
		10	Cara A: línea // Cara F a 49 mm								
		11	Cara A: línea // Cara F a 15 mm								
	1.4. Graneteado	1	Punto G, H, I, J, K, L, M, N, O, P		-Granete						
	1.5. Taladrado	1	Punto G, H, I y J, pasantes		Broca de 8.5 mm de diámetro						-VERNIER
		2	Punto K, L, M y N, pasantes		Broca de 10.5 mm de diámetro						
		3	Punto O, P, pasanteS		Broca de 8 mm de diámetro						

HOJA DE PROCESOS PARA LA PIEZA 1

Proyecto	“Optimización del proceso de manufactura de mascarillas con filtro intercambiable para protección personal.”	Máquina	Prusa i3 Mk2	Fecha: 20/02/2021	
Pieza	Molde Hembra	Plano Nro.	01	Hoja	1/1
Material	PLA	Dimensiones en bruto	180x179x100 mm		
Realizado por	Edison Báez	Observaciones			

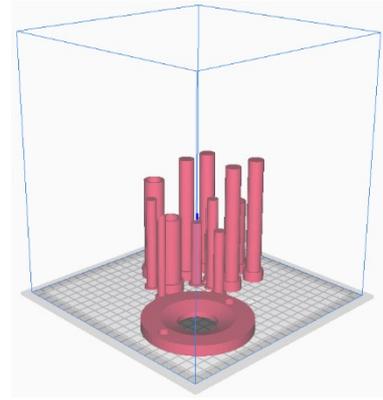
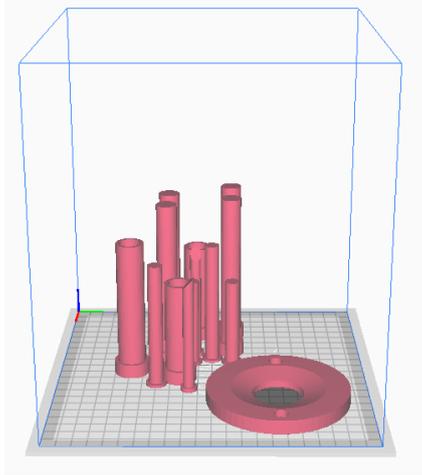


Altura capa	0.4 mm	Densidad de relleno	20 %
Nozzle	0.4 mm	Patrón de relleno	Rejilla
Velocidad	40 mm/s	Densidad de soporte	20 %
Temperatura Nozzle	200°C	Patrón de soporte	Triángulos
Temperatura cama	50°C	Tiempo	1 día 11 h 13 min

OJA DE PROCESOS PARA LA PIEZA 1

Proyecto	“Optimización del proceso de manufactura de mascarillas con filtro intercambiable para protección personal.”			Máquina	Prusa i3 Mk2	Fecha: 20/02/2021
Pieza	Soporte inyector redondo, Expulsor material, Expulsor Material 1, Expulsor corto, Expulsor largo, Pasador hembra corto, Pasador hembra largo, Pasador macho, Inyector.	Plano Nro.	09,10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17.	Hoja	1/1	
Material	PLA	Dimensiones en bruto				
Realizado por	Edison Báez	Observaciones		Adherencia tipo borde a la placa de impresión 10mm. Se imprimen varias piezas para optimizar el proceso de impresión.		

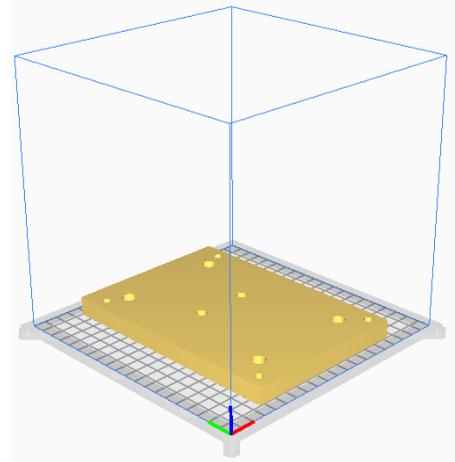
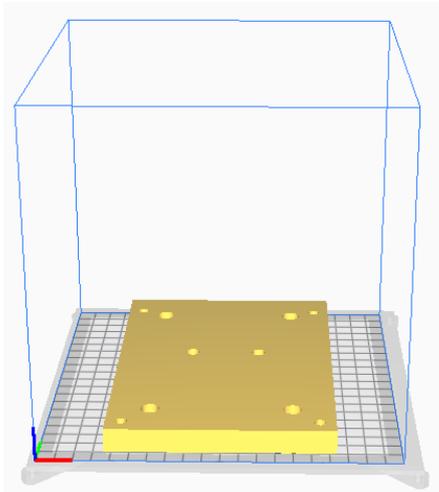
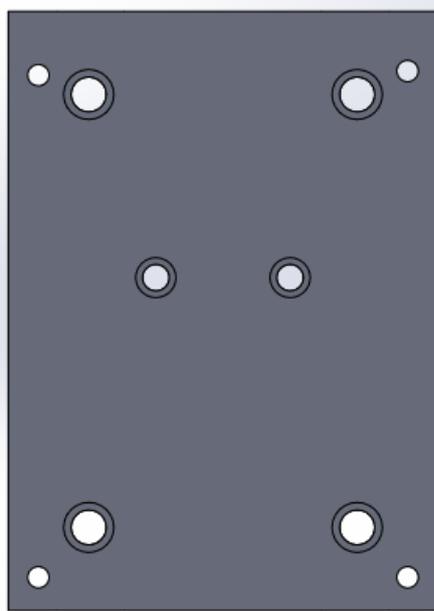




Altura capa	0.4 mm	Densidad de relleno	30 %
Nozzle	0.4 mm	Patrón de relleno	Rejilla
Velocidad	40 mm/s	Densidad de soporte	20 %
Temperatura Nozzle	200°C	Patrón de soporte	Triángulos
Temperatura cama	50°C	Tiempo	0 día 17 h 37 min

HOJA DE PROCESOS PARA LA PIEZA 1

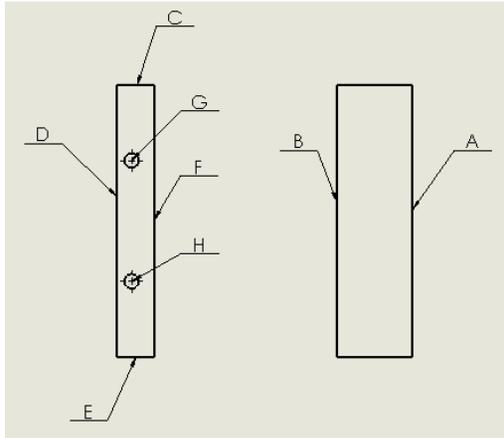
Proyecto	“Optimización del proceso de manufactura de mascarillas con filtro intercambiable para protección personal.”	Máquina	Prusa i3 Mk2	Fecha: 20/02/2021	
Pieza	Centrador Expulsores	Plano Nro.	08	Hoja	1/1
Material	PLA	Dimensiones en bruto	178x120x10 mm		
Realizado por	Edison Báez	Observaciones			



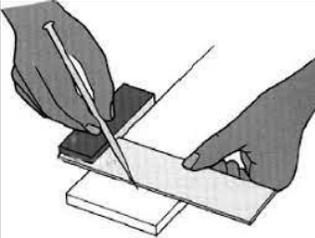
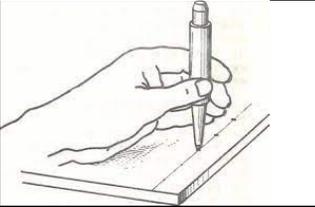
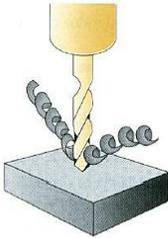
Altura capa	0.4 mm	Densidad de relleno	20 %
Nozzle	0.4 mm	Patrón de relleno	Rejilla
Velocidad	40 mm/s	Densidad de soporte	20 %
Temperatura Nozzle	200°C	Patrón de soporte	Triángulos
Temperatura cama	50°C	Tiempo	0día8h 47min

PROYECTO:	Mascarilla Covid	CONJUNTO N°: 1	TRABAJO N.º: 1	FECHA 20/05/2021
PIEZA:	Soporte de expulsores	PLANO N°: MC-P05	HOJA: 1/2	
MATERIAL:	Madera de pino	DIMENSIONES EN BRUTO: 55x182x30 (mm)		

REALIZADO POR: Edison Báez

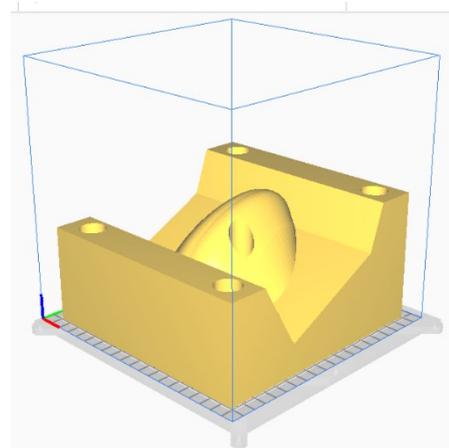
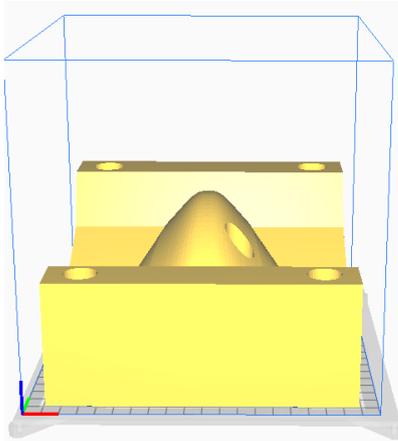
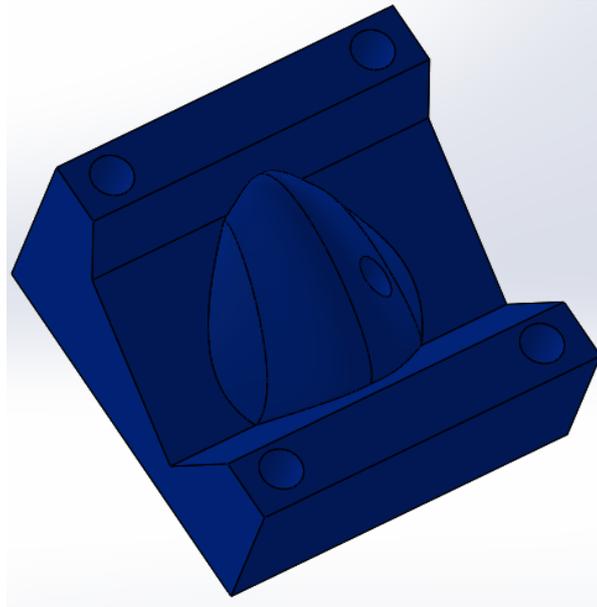


FASE	SUB-FACE	OPERACIÓN	DENOMINACIÓN	CROQUIS	HERRAMIENTA	psd	p (mm)	N rpm	Va mm/s	tc (min)	CONTROL
1. Mecanizado manual	1.1. Aplanado	1	Cara A: 2.25 mm de desbaste		Aplanadora de madera						-VERNIER -ESCUADRA
		2	Cara B: 2.25 mm de desbaste // a Cara A								
		3	Cara F: 2.5 mm de desbaste ⊥ a Cara E								
		4	Cara C: 2 mm de desbaste ⊥ a Cara F								
		5	Cara D: 2.5 mm de desbaste ⊥ a Cara C								
	1.2. Lijado	1	Acabado Cara A 0.25 mm		Lija N°150						
		2	Acabado Cara B 0.25 mm								

PROYECTO:		Mascarilla Covid	CONJUNTO N°:	1	TRABAJO N°:	1	FECHA				
PIEZA:		Soporte de expulsores	PLANO N°:	4	HOJA:	2/2	20/05/2021				
MATERIAL:		Madera de pino	DIMENSIONES EN BRUTO:								
REALIZADO POR:											
FASE	SUB-FASE	OPERACIÓN	DENOMINACIÓN	CROQUIS	HERRAMIENTA	psd	p (mm)	N (rpm)	Va (mm/s)	tc (min)	CONTROL
1. Mecanizado manual	1.3. Trazado	1	Cara A: línea // Cara C a 50 mm		-Rayador -Escuadra						-VERNIER
		2	Cara A: línea // Cara C a 130 mm								
		3	Cara A: línea // Cara D a 10 mm								
	1.4. Graneteado	1	Punto G, H		-Granete						
	1.5. Taladrado	1	Punto G, H, pasantes		Broca de 8.5 mm de diámetro						-VERNIER

HOJA DE PROCESOS PARA LA PIEZA 1

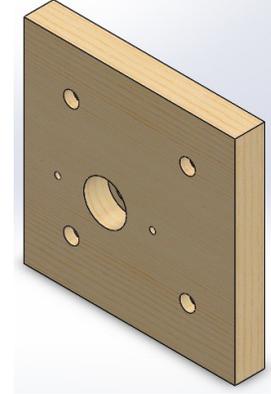
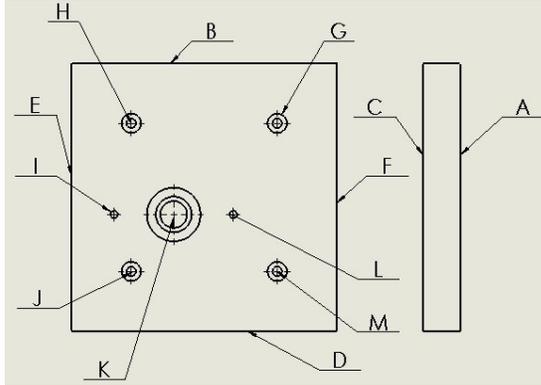
Proyecto	“Optimización del proceso de manufactura de mascarillas con filtro intercambiable para protección personal.”			Máquina	Prusa i3 Mk2	Fecha: 20/02/2021
Pieza	Molde Hembra	Plano Nro.	02	Hoja	1/1	
Material	PLA	Dimensiones en bruto		180x179x100 mm		
Realizado por	Edison Báez	Observaciones				



Altura capa	0.4 mm	Densidad de relleno	20 %
Nozzle	0.4 mm	Patrón de relleno	Rejilla
Velocidad	40 mm/s	Densidad de soporte	20 %
Temperatura Nozzle	200°C	Patrón de soporte	Triángulos
Temperatura cama	50°C	Tiempo	1 día 21h 35min

PROYECTO:	Mascarilla Covid	CONJUNTO N°: 1	TRABAJO N.º: 1	FECHA 20/05/2021
PIEZA:	Soporte inyector	PLANO N°: MC-P03	HOJA: 1/2	
MATERIAL:	Madera de pino	DIMENSIONES EN BRUTO: 180x180x30 (mm)		

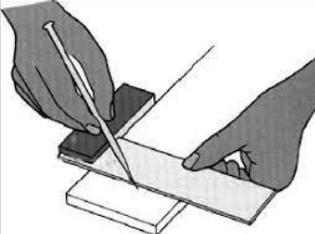
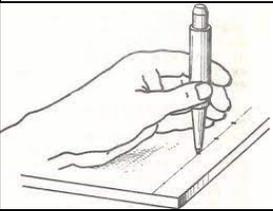
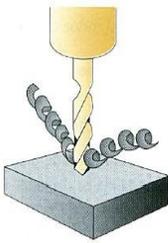
REALIZADO POR: Edison Báez



FASE	SUB-FACE	OPERACIÓN	DENOMINACIÓN	CROQUIS	HERRAMIENTA	psd	p (mm)	N rpm	Va mm/s	tc (min)	CONTROL
1. Mecanizado manual	1.1. Aplanado	1	Cara A: 2.75 mm de desbaste		Aplanadora de madera						-VERNIER -ESCUADRA
		2	Cara C: 2.75 mm de desbaste // a Cara A								
		3	Cara F: 1 mm de desbaste ⊥ a Cara D								
		4	Cara B: 0,47 mm de desbaste ⊥ a Cara F								
		5	Cara E: 1 mm de desbaste ⊥ a Cara B								
	1.2. Lijado	1	Acabado Cara A 0.25 mm		Lija N°150						
		2	Acabado Cara C 0.25 mm								

PROYECTO:	Mascarilla Covid	CONJUNTO N°: 1	TRABAJO N°:	FECHA 20/05/2021
PIEZA:	Soporte inyector	PLANO N°: 1	HOJA: 2/2	
MATERIAL:	Madera de pino	DIMENSIONES EN BRUTO:		

REALIZADO POR: Edison Báez

FASE	SUB-FACE	OPERACIÓN	DENOMINACIÓN	CROQUIS	HERRAMIENTA	psd	p (mm)	N (rpm)	Va (mm/s)	tc (min)	CONTROL
1. Mecanizado manual	1.3. Trazado	1	Cara A: línea // Cara B a 40 mm		-Rayador -Escuadra						-VERNIER
		2	Cara A: línea // Cara B a 101.26 mm								
		3	Cara A: línea // Cara B a 139.53 mm								
		4	Cara A: línea // Cara E a 28.52 mm								
		5	Cara A: línea // Cara E a 40 mm								
		6	Cara A: línea // Cara E a 68.42 mm								
		7	Cara A: línea // Cara F a 108.52 mm								
		8	Cara A: línea // Cara F a 40 mm								
	1.4. Graneteado	1	Punto G, H, I, J, K, L, M		-Granete						
	1.5. Taladrado	1	Punto G, H, J y M, pasantes		Broca de 1/4 pulgada de diámetro						-VERNIER
2	Punto G, H, J y M, profundidad de 8 mm	Broca de 13 mm de diámetro									
3	Punto I y L, profundidad de 15 mm	Broca de 5 mm de diámetro									
3	Punto K, pasante	Broca de 1/4 pulgada									