

Guatemala, 27 de septiembre 2020

Señor Director
Dr. Félix Alan Douglas Aguilar Carrera
Director General de Investigación
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Director:

Adjunto a la presente el informe final del proyecto con ayuda económica “**Determinación de características físicas y nivel de filtración de los materiales con los que se fabrican las mascarillas de uso común en la población de Quetzaltenango**” código AP11, coordinado por José Aroldo Nimatuj Quijivix docente del Centro Universitario de Occidente de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Este informe final fue elaborado con base en la guía de presentación de la Dirección General de Investigación para la convocatoria extraordinaria USAC frente al Covid 19 y con base en la propuesta aprobada en el área Científico tecnológica.

Sin otro particular, suscribo atentamente.

“Id y enseñad a todos”



José Aroldo Nimatuj Quijivix
Coordinador de la propuesta AP11

Universidad de San Carlos de Guatemala
Dirección General de Investigación
Convocatoria extraordinaria USAC frente al Covid 19
Área Científico Tecnológica

Informe final

Determinación de características físicas y nivel de filtración de los materiales con los que se fabrican las mascarillas de uso común en la población de Quetzaltenango

José Aroldo Nimatuj Quijivix
Coordinador

Byron Ariel Alvarado Escobar
Auxiliar de Investigación

Guatemala, 27 septiembre 2020

Área de fortalecimiento a laboratorios y bioprotección
Centro Universitario de Occidente (CUNOC)

Ing. MSc. Murphy Olympo Paiz Recinos
Rector

Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo
Secretario General

Dr. Félix Alan Douglas Aguilar Carrera
Director General de Investigación

Inga. Liuba Cabrera de Villagran
Dra. Hilda Valencia de Abril
Dr. José Cal Montoya
Comisión de Coordinadores de Programa
Convocatoria USAC frente al Covid 19
Acuerdo de Dirección DIGI 14-2020

Msc. Licda. María del Rosario Paz Cabrera
Directora Centro Universitario de Occidente

Ing. José Aroldo Nimatuj Quijivix
Coordinador de la propuesta
Ing. Byron Ariel Alvarado Escobar
Auxiliar de Investigación

Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación, 2020. El contenido de este informe es responsabilidad exclusiva de sus autores.

Esta propuesta fue financiada por la Dirección General de Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala a través de la convocatoria extraordinaria USAC frente al Covid19 y fue aprobada por el Consejo Superior Universitario en punto sexto, Inciso 6.1, Acta No. 20-2020 del 20 de mayo de 2020.

Financiamiento aprobado por Digi: Q. 58,500. 00 Financiamiento ejecutado: Q.44,415.46

Índice de contenido

1. Resumen.....	6
2. Palabras claves	6
3. Introducción... ..	6
4. Planteamiento del problema.....	7
5. Delimitación del problema.....	8
6. Objetivo general.....	9
7. Objetivo específico.....	9
8. Recolección de Información	9
9. Resultados esperados	18
10. Análisis y discusión de resultados.....	34
11. Vinculación	39
12. Conclusiones	39
13. Referencias.....	42

Índice de tablas

Tabla (1).....	21
Tabla (2).....	25
Tabla (3).....	30
Tabla (4)... ..	33

Indice de ilustraciones

Figura 1, tipos de mascarillas.....	10
Figura 2, formas de las mascarillas	11
Figura 3, mascarillas que se comercializan en mercados locales	11
Figura 4, comparación de mascarillas.....	12
Figura 5, características del deshilado.....	13
Figura 6, comportamiento del material en la llama).....	13
Figuran 7, comportamiento y residuos del material.....	13
Figura 8, Tejido plano y de punto	14
Figura 9, microscopio digital y material no tejido.....	14
Figura 10, simulador de Estornudos, DICOVI	14
Figura 11, compuestos para mezcla de saliva artificial	15
Figura 12, prueba de absorción y distanciamiento	15
Figura 13, Simulador DICOVI, muestras de precipitados	16
Figura 14, Pruebas de Absorción en mascarillas.....	16
Figura 15, muestra de absorción en materiales.....	17
Figura 16, equipos para realizar el filtrado de partículas.....	18
Figura 17, Equipo utilizado en pruebas de ensayo.....	18
Figura 18, Área de distanciamiento	23
Figura 19, Lugares en donde se alojan las partículas	28
Figura 20, Diversos tipos de parículas segun su tamaño.....	28

Determinación de características físicas y nivel de filtración de los materiales con los que se fabrican las mascarillas de uso común en la población de Quetzaltenango

1. Resumen

El presente estudio titulado Determinación de características físicas y nivel de filtración de los materiales con los que se fabrican las mascarillas de uso común en la población de Quetzaltenango, desde su concepción en la inexistencia de estudios situados en la industria manufacturera textil, busca encontrar las principales características de los materiales en la confección de mascarillas o tapabocas en el departamento de Quetzaltenango y así contribuir en la prevención en los contagios del coronavirus SARS COV-2 y la enfermedad que causa se denomina COVID-19, que se transmite principalmente por las vías aéreas a través de gotas que se expiden al destornudar, toser o exhalar, el tamaño de este virus se mide en micras que van desde 0.06 a 0.14 micrómetros, de por si el virus no hay ningún filtro que pueda detenerlo, pero se ha comprobado que este viaja en pequeñas gotas de saliva diminutas estas partículas miden de 0.5 a 10 micrómetros y pueden permanecer hasta 30 minutos en el aire en suspensión, se pretende demostrar con métodos pirométricos las características de los materiales, con un análisis de absorción a partir de un simulador de estornudos la capacidad que tiene cada material en absorber las muestras de saliva atrapadas según sea la trama del material, finalmente con un analizador de partículas se medirán el grado de filtración de cada material en estudio. El análisis de los datos se realizó, por medio de métodos cualitativos y cuantitativos de carácter explicativo- cuantitativo, explicativo derivado del análisis y la forma de dar a conocer cada situación de las características y absorción de los materiales y cuantitativa debido a que se darán cantidades que reflejen el número de partículas filtradas por cada material

2. Palabras clave

Tapabocas artesanales, absorción de materiales, partículas en suspensión, SARS-COV-2, Textiles COVID-19.

3. Introducción

La presente investigación se refiere a la determinación de características físicas y nivel de filtración de los materiales con los que se fabrican las mascarillas de uso común en la población de Quetzaltenango, como las mascarillas o tapabocas que se venden en los mercados o calles de la ciudad, derivado del comercio informal que fue el más afectado en tiempos de pandemia y que debieron de diversificar las ventas según la necesidad de los consumidores “la desigualdad social que se incrementa como uno de sus efectos y en consecuencia se termina de socavar la escasa capacidad económica de subsistencia de muchas familias, aunque otras superen los problemas financieros en menor tiempo”(García, 2020, p 4).

La característica principal de este tipo de estudio, es que en el medio no se encuentran investigaciones realizados al respecto “El uso en el entorno comunitario de mascarillas fabricadas con otros materiales, como la de tela de algodón (estas mascarillas se denominan también mascarillas «higiénicas» o «domésticas»), no ha sido adecuadamente evaluado. En la actualidad no se dispone de datos suficientes para recomendar o desaconsejar su uso en ese contexto”. (OMS 2020, p 3)

La investigación de esta problemática se realizó por el interés de conocer, de que materiales están confeccionadas las mascarillas o tapabocas, ya que el desconocimiento de estas conlleva aprácticas inadecuadas, en su confección y uso de los materiales. Si bien es cierto existen mascarillas con certificación estas solo sirvieron de referencia ya que lo que se busca es la caracterización de los materiales bajo ciertas condiciones, por ejemplo, el distanciamiento social, filtración de partículas en suspensión en el aire, “la Eficiencia de una mascarilla depende del material filtrante utilizado en su fabricación” (Costa, 2020, p 1) y la capacidad de absorción.

Por otra parte, establecer los indicadores en las características, filtrado y absorción de cada material, así como para mascarillas de mono capas y de multicapas, que si bien es cierto estas últimas parecieran ser las más seguras, no se puede dejar de utilizar las mascarillas certificadas para el personal sanitario (OMS, 2020, p 3)

Indagar en el ámbito profesional, como trabajador en el área de gestión de riesgos fue un interés no solo personal sino también en el ámbito académico, ya que una de las finalidades fundamentales es controlar las fuentes de COVID-19, es decir que el uso de mascarillas sea para personas infectadas y personas sanas (OMS, 2020, p 2) así mismo nos interesa aportar datos recientes sobre esta problemática.

El análisis de los resultados nos permitió obtener información valiosa para la caracterización de los materiales en uso de mascarillas y alcanzar los objetivos planteados, como uno de los productos es la divulgación de la información a productores de la industria manufacturera y realizar buenas prácticas en este campo.

4. Planteamiento del problema a resolver

El coronavirus SARS –CoV- 2, es un tipo de coronavirus que puede afectar a las personas y que se detectó por primera vez en diciembre de 2019 en la ciudad de Wuhan, provincia de Hubei, en China. Se transmite principalmente por vía aérea a través de las gotas que se expiden al estornudar, toser o exhalar. El virus se conoce como Coronavirus SARS–CoV–2 y la enfermedad que causa se denomina COVID – 19, que en pocos meses se convirtió en pandemia. “Los estudios epidemiológicos iniciales mostraron que la enfermedad se expandía rápidamente, que se comportaba más agresivamente en adultos entre los 30 y 79 años, con una letalidad global del 2,3%” (Díaz, Torom 2020, p.184)

Debido a la pandemia COVID – 19, que afecta a la totalidad del mundo y Guatemala no es la excepción y en estos momentos críticos el uso de las mascarillas en nuestro país se ha vuelto necesario e imprescindible y más aún a raíz de que el señor presidente de la república de Guatemala decretara el uso obligatorio de las mismas, son funciones del presidente de la república “Dictar las disposiciones que sean necesaria en el caso de emergencia grave o de calamidad pública, debiendo dar cuenta al congreso en sus sesiones inmediatas” (Capítulo II, artículo 183, inciso f, de la Constitución Política de la Republica de Guatemala) debido a esta situación y al alto costo de los equipos de protección respiratorio, la población se las ha ingeniado para desarrollar mascarillas o tapabocas a bajo costo, estas en forma artesanal, sin ningún conocimiento de los materiales utilizados.

Los equipos de protección respiratorios, son dispositivos que su función inicial es proteger a las personas de agentes extraños, por ejemplo de humos, gases, vapores entre otros y estos no han sido diseñados para atención de emergencias sanitarias, estos han diseñados para entornos laborales, de esta cuenta que existen instituciones internacionales que se dedican a la certificación, “Proceso por el cual un organismo de certificación, independiente del fabricante, importador, comercializador y usuario, ejecuta una serie de actividades y declara por escrito que un producto, proceso o servicio cumple con los requisitos especificados” (Cruz, Rodríguez 2018, p 6), ahora bien estos productos de tipo industrial no están al alcance de la economía del guatemalteco promedio y por tal razón se fabrican equipos de protección respiratoria de forma no certificada, llamadas mascarillas o tapabocas, con materiales de diferentes características químicas, físicas, pero sin ningún conocimiento, es por ello que se hace necesario el establecer las características mínimas y obtener los mejores resultados para el bien de la población guatemalteca en general.

5. Delimitación en tiempo y espacio

El estudio tendrá una duración de dos meses, inicio la última semana de julio del 2020 y finalizando con la entrega del informe la última semana del mes de septiembre del 2020.

El estudio se realizar en el municipio de Quetzaltenango, departamento de Quetzaltenango.

6. Objetivo general

Determinar las características físicas y nivel de filtración de los materiales utilizados en la fabricación artesanal de mascarillas en la Ciudad de Quetzaltenango.

7. Objetivos específicos

- Establecer los tipos y formas de materiales más utilizados en la fabricación de mascarillas.
- Caracterizar los materiales usados en la fabricación de mascarillas en la población en general.
- Determinar las características físicas de los materiales mediante el análisis Pirognóstico.
- Determinar el nivel de filtración de los materiales con que están fabricadas las mascarillas según su composición y textura.

8. Materiales y métodos

8.1 Recolección de Información:

Ante la situación actual que sufre nuestro país y el mundo de infección de la Pandemia COVID-19, se han tomado medidas precautorias y de contención hacia esta enfermedad infectocontagiosa, la mayoría de lugares y poblaciones han optado por el uso de mascarillas o cubre bocas.

Según la (Real Academia Española, 2020) el concepto de mascarilla es: Máscara que cubre la boca y la nariz para proteger al que respira, o a quien está en su proximidad, de posibles agentes patógenos o tóxicos.

Las mascarillas en mención están fabricadas de diferentes materiales que pueden ser de fibras naturales hasta fibras sintéticas, la caracterización de estas puede llevar a desarrollar nuevas tecnologías para su uso o desestimar algunas que se están usando.

En nuestro país Guatemala, a raíz de la implementación del uso de la mascarilla obligatorio por todos los ciudadanos no importando edad y sexo sopena multa o sanción correspondiente por el ministerio de gobernación, su incumplimiento podría llevar a pagar una multa que va de 7 mil a 20 mil quetzales, lo que equivale a una cifra entre mil y 20 mil dólares americanos aproximadamente, sanción que se basará en una falta al Código de Salud, la Ley de Orden Público o el Código Penal.

Ante esta obligatoriedad los ciudadanos se han visto en la necesidad de agenciarse de dicho implemento para cumplir esta normativa, a raíz de esto han surgido variedad de estilos ya sea en tipos, formas, tamaños y en algunos casos han surgido implementos usados como bufandas, pañuelos, pañoletas o tapados improvisados con el fin de cumplir con lo establecido con la ley de no andar con la boca destapada. Como el ejemplo que a continuación se da en la siguiente fotografía:



Figura 1, tipos de mascarillas

Fuente: <https://www.latimes.com/espanol/internacional/articulo/2020-02-23/protegen-las-mascarillas-contr-el-nuevo-virus->

Como se puede apreciar en la anterior imagen la necesidad de cumplir con esta normativa ha hecho que la implementación de la mascarilla sea de uso común en toda situación tanto dentro como fuera del hogar esta es una de varias medidas que van de acuerdo a protocolos de seguridad para no contagiar y contagiarse.

La creatividad de los pobladores ha hecho que surjan distintos tipos de mascarillas, cubre bocas o medios que cumplan con este fin. Hemos visto mascarillas de diversa índole de venta en los mercados, comercios, tiendas calles y avenidas de nuestro municipio y país, ente las más comunes están: las mascarillas estampadas ya sea total o parcialmente con dibujos animados o publicidad cualquiera, de un solo color o varios, de diversos materiales de fibras naturales (algodón), artificiales (nylon) o mixtas (fibras naturales o

Sintéticas en igual o variada proporción). Muchas de estas elaboradas de forma artesanal o con algún grado de industrialización. Como se puede apreciar en la siguiente ilustración.



Figura 2, formas de las mascarillas

Fuente: <https://www.latimes.com/espanol/internacional/articulo/2020-02-23/protegen-las-mascarillas-contra-el-nuevo-virus-depender>.

En las calles de nuestro municipio Quetzaltenango se pueden observar todo tipo de mascarillas desde las que están en teoría reglamentadas como la N95 y KN95 , estas denominadas así por el registro de origen la primera hecha en EE.UU y la otra China las cuales son desechables. En el medio común de la población prevalecen las fabricadas localmente por todo tipo de telas y que son lavables y no son desechables, el precio varía según la procedencia y tipo de material cuyo costo esta desde un mínimo Q 3.00 a un máximo de Q 95.00 en el mercado común. En la siguiente fotografía se ejemplifica una venta ambulante de todo tipo de mascarillas en forma, tamaño, material y precio en las calles de Quetzaltenango.



Figura 3, mascarillas que se comercializan en mercados locales

Fuente: Propia. Investigación trabajo de campo agosto 2020.

En la anterior fotografía se pudo apreciar las distintas mascarillas algunas empaquetadas otras no expuestas a la intemperie, de diferentes colores o uniformes, tamaños (niños y adultos), de telas típicas, de algodón, sintéticas o mixtas.

Para fines de esta investigación se le hizo una entrevista informal al vendedor el cual expuso que las mascarillas más vendidas están las reutilizables de tela de un solo color hechas de fibras mixtas, luego las hechas de algodón con color o sin color, seguidas de las mascarillas hechas de fibras sintéticas de un solo color y estampadas y por ultimo las mascarillas quirúrgicas desechables. Al preguntarle porque creía el vendedor que se vendían más unas que otras este respondió: que debido al costo de las mismas y porque las más vendidas son las reutilizables debido a que tardan más.

En redes sociales circulan graficas que nos alertan sobre el uso de mascarillas y como protegen, como lo podemos ver en la siguiente ilustración donde hay algunos tipos de mascarillas con algunas indicaciones.



Figura 4, comparación de mascarillas

Fuente: Propia investigación de campo Facebook personal agosto 2020.

Se obtuvo en primera instancia las mascarillas que se comercializan en el libre mercado poblacional para tener una pequeña muestra ya que el obtener cada tipo de mascarilla que se comercializa en cada tienda o venta sería imposible, entonces nuestra muestra fue de quince tipos de mascarillas de fibras sintéticas, naturales y microfibra.

8.2 Desarrollo de la propuesta:

Análisis Pirognóstico para caracterización de materiales:

Para la primera fase del estudio de las fibras textiles se utilizó el método de análisis Pirognóstico, el cual consistió en extraer fibras de los diferentes materiales utilizados en la fabricación de las mascarillas, luego se utilizó un mechero, el cual utiliza alcohol para su combustión y quemar la fibra y establecer el tipo de material si es sintético, natural o microfibra, también las características de acuerdo al comportamiento al acercar la llama, en la llama y al retirarla de la llama, también se analizó el olor, residuos, humo para ello se realizó una clasificación.

Se extrajeron las fibras o los hilos de los diferentes tejidos y se verificó si aparentemente existía diferencia con respecto al brillo, a la torsión o al color.

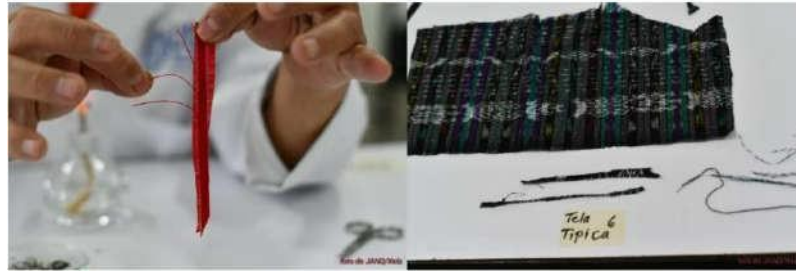


Figura 5, características del deshilado

Fuente Investigador

Previamente preparados el materiales a estudiar, se acercaron los hilos lentamente al borde de la llama y se observó su comportamiento, comprobando si se enroscaba, se encogía o si se alejaba de la llama, se verificó si la muestra experimentaba una fundición o si ardía, si lo hacía rápidamente o lentamente, se analizó la llama que producía durante la combustión su color y su luminosidad.



Figura 6, comportamiento del material en la llama)

Fuente investigador

También se analizó el humo que se desprendía durante la combustión determinando su color y su olor, comprobando si el olor era de papel quemado a pelo quemado, a vinagre, acera fundida, dulzón, aromático o desagradable. Finalmente se examinaron los residuos.



Figuran 7, comportamiento y residuos del material

Fuente Investigador

Finalmente se realizó la caracterización de la trama de las fibras de los diferentes materiales, mediante un microscopio digital con aumento de, 10x~40x, 200x, de los

cuales se pudo extraer información de sobre su estructura que la conforma y que podemos clasificar en planas, de punto o no tejidas.

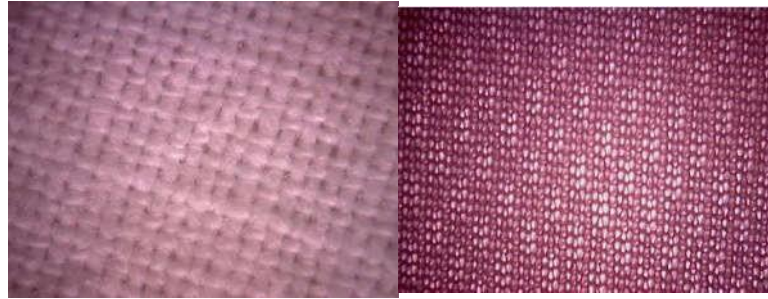


Figura 8, Tejido plano y de punto

Fuente investigador



Figura 9, microscopio digital y material no tejido

Fuente Investigador

Análisis de Absorción de los materiales:

Para el análisis de absorción se utilizó el simulador DICOVI, construido especialmente para realizar este ensayo, con las especificaciones siguientes: velocidad aproximada de un estornudo 60 km/h, densidad de la saliva 1050 kg/m³, presión de expulsión 172 kPa y con un alcance de 2m. Lo que se buscaba es simular un estornudo de una persona y que expulsara un fluido en forma de aerosol.



Figura 10, simulador de Estornudos, DICOVI

Fuente Investigador

Seguidamente se realizaron las pruebas de absorción en cada una de las mascarillas pero para ello se requirió de un fluido que asemejara la saliva por lo que se elaboró una mezcla de glicerina y agua para simular dicho fluido, pero para que se pudiera observar el traspaso del material se realizaron dos combinaciones de colores el primero fue de color azul pero no se podía evidenciar de una mejor manera el material expulsado por lo que se tomó la decisión de utilizar un color rojo.



Figura 11, compuestos para mezcla de saliva artificial

Fuente investigador

Absorción proceso mediante el cual, un líquido o una mezcla de gases y líquido, es incorporado a los poros de un cuerpo sólido acompañado por lo general de un cambio físico o químico en el **material** del cuerpo absorbente.

Con este concepto, inicio a la fase de evaluación de la absorción en materiales utilizados en la confección de mascarillas, para lo cual se ubicó al simulador DICOVI y en el piso se trazaron marcas a 0.20 m, 0.50 m, 1.0m y a 1.70m, y a una altura de 1.30m de altura se colocaron carpetas para observar hasta que distancia pudieran llegar las partículas de saliva con el simulador, utilizando las mascarillas de los diferentes materiales estudiadas.



Figura 12, prueba de absorción y distanciamiento

Fuente investigador

Seguidamente se probaron las mascarillas, utilizando el simulador DICOVI, en función al distanciamiento y observando lo que ocurría en cada una, cuanto podría soportar el material en condiciones extremas.



Figura 13, Simulador DICOVI, muestras de precipitados

Fuente investigador

Seguidamente se realizó la prueba de absorción a materiales simples como a mascarillas dobles.



Figura 14, Pruebas de Absorción en mascarillas

Fig. (16) Prueba de absorción de mascarillas. Fuente Investigador

Le tocó el turno a la prueba de mascarillas dobles y se pudo observar la forma que quedaba el fluido en algunas mascarillas



Figura 15, muestra de absorción en materiales

Fuente investigador

Filtración:

Se denomina **filtración** al proceso de separación de **partículas** sólidas de un líquido utilizando un material poroso llamado filtro. La técnica consiste en verter la mezcla sólido-líquido que se quiere tratar sobre un filtro que permita el paso del líquido pero que retenga las **partículas** sólidas.

En el aire existen varias partículas en suspensión, en este sentido existen algunas muy comunes que se pueden mencionar, por ejemplo las partículas que mide 100 μ m, 5 μ m, 2.5 μ m, 1 μ m, 0.5 μ m, 0.3 μ m, entre otras. Las de 100 μ m se pueden filtrar y se alojan en los vellos de la nariz, la de 1 μ m se alojan en los pulmones y es donde se filtran, las partículas a partir de 0.4 μ m son las que se alojan en el torrente sanguíneo, es por ello que es importante el cálculo de filtración de los materiales en las mascarillas, por tal motivo se utilizó un medidor de partículas, el cual arrojó datos importantes en cada prueba.

Primeramente, se realizaron tres mediciones de la calidad de aire, en un ambiente controlado, que este caso fue el laboratorio de proceso industriales de la carrera de Ingeniería Industrial de la División de Ciencias de Ingeniería del Centro Universitario de Occidente. Se tomaron tres muestras para obtener un promedio de partículas en suspensión, luego se replicó la misma operación con las diferentes muestras de materiales.



Figura 16, equipos para realizar el filtrado de partículas



Figura 17, Equipo utilizado en pruebas de ensayo

9. Resultados esperados, productos

TEXTILES

Se define como material textil a todo aquello que está compuesto exclusivamente por fibras textiles, cabe mencionar que antiguamente el término textil se utilizaba exclusivamente para denominar telas que se encontraban tejidas, pero con el pasar de los años se utiliza para que sea el proceso seguido para su obtención.

FIBRAS TEXTILES:

La fibra textil es la unidad de la que está compuesto todo textil, se entiende por fibra textil al conjunto de filamentos o hebras que se pueden usar en hilos que mediante procesos físicos y químicos forman tejidos, para que puedan ser considerados fibras textiles debe reunir las propiedades de flexibilidad, resistencia, elasticidad. Las fibras se dividen en dos grandes grupos, las fibras naturales y las fibras sintéticas.

FIBRAS NATURALES:

Están formadas por aquellas fibras que se encuentran en estado natural y que no exigen una ligera adecuación para ser utilizados como materia textil y se dividen según su procedencia en las de origen animal (lana, alpaca entre otras), vegetal (algodón, lino yute) y mineral (asbesto...).

FIBRAS SINTÉTICAS:

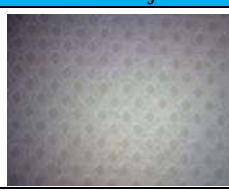
Las fibras Sintéticas están formadas por una gran cantidad de fibras que no existen como tales en la naturaleza, si no que se fabrican por medio de procesos industriales, se dividen en polímeros según su procedencia a la vez se subdividen en polímero de origen natural como la celulosa, el vidrio, el carbono entre otros, y sintéticos como el poliéster, la poliamida, los acrílicos las poliolefinas.

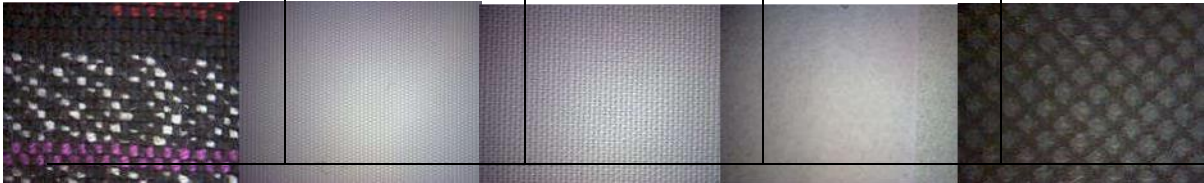
MICROFIBRAS:

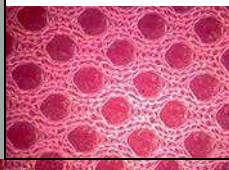
Son fibras ultra finas a las que se les confiere una serie de propiedades superiores a los tejidos. En comparación a otras fibras son mucho más pequeñas por ejemplo son dos veces más finas que la seda, tres veces más fina que el algodón y cien más fina que el cabello humano.

En función a estas clasificaciones se logró establecer las siguientes tablas donde se muestran las características más significativas de los materiales usados en la fabricación de mascarillas, para ello se utilizó, el método Pirognóstico también un microscopio digital.

Tabla No. 1 Características de materiales

MUESTRA	LAMI 1	BARCELONA 2	TASHLA 3	TRICOT 4	POLIPROPILENO 5
COMPORTAMIENTO AL ACERCAR LA LLAMA	Se contrae al iniciar la ignición	Se contrae inmediatamente al contacto con la llama	Se contrae al inicio de la llama	Se contrae al acercarse a la llama	Se contrae y sufre desprendimientos
COMPORTAMIENTO EN LA LLAMA	La llama es amarilla	La llama, amarilla intensa	La llama amarilla intensa	Inicia su ignición en el momento de fundirse, llama intensa	Inicia la ignición
COMPORTAMIENTO AL RETIRAR LA LLAMA	Prende fuego hasta consumirse	se forma una mezcla y luego inicia la combustión	La llama no se extingue fácilmente	La es llama intensa y se apaga hasta que se consume	Se mantiene encendida la llama hasta consumirse
OLOR	Olor a plástico quemado	Plástico quemado	Cartón y plástico	Plástico	Fuerte olor a plástico
RESIDUOS	Residuos plásticos derretidos, no forma ceniza	plásticos con características solidas	Ceniza	Piro plástico, solidos con un poco de ceniza	Plásticos sólidos, de color blanco
Humo	Humo de color blanco	Blanco y negro	Negro	Negro	Blanco
características visibles	LA FIBRA ES PERFECTA	El deshulado del material es irregular y esponjoso	Tiene fibra de fácil desprendimiento, con entramado	Su entramado es compacto, no es fácil adquirir una hebra	No es fácil de adquirir una fibra, no es tejido
Naturaleza del material	SINTETICO	SINTETICO	ARTIFICIAL	ARTIFICIAL	SINTETICO PROLIPROPILENO
Tipo de tejido	Tejido plano	Tejido de punto	Tejido plano	Tejido plano	No tejido
Características fotográficas de los materiales					

MUESTRA	Tejido ANCESTRAL 6	NYLON 7	DACRON 8	PELIUM 9	camprell 10
COMPORTAMIENTO AL ACERCAR LA LLAMA	Ignición inmediata en forma de carbón encendido	Contracción al acercarse la llama	contracción al iniciar la llama	prende en llama inmediatamente	se contrae en forma plástica
COMPORTAMIENTO EN LA LLAMA	Se muestra un resplandor no de llama sino de brazo, que se mantiene	Inicia la combustión al mantenerse en ella tiene una llama amarilla intensa	prende en fuego con llama amarilla intensa	inmediatamente se incinera y tiende a desprender material en forma plástica	prende en fuego hasta lograr una llama amarilla
COMPORTAMIENTO AL RETIRAR LA LLAMA	ya no hay combustión se mantiene la forma de la fibra en forma de ceniza,	No hay ignición , se consume al no más iniciar se	al retirarse continúa la llama encendida	Se mantiene la llama encendida	la llama se mantiene y se consume en su totalidad
OLOR	Cartón quemado muy fuerte	plástico	leve olor a plástico quemado	de cartón	plástico quemado
RESIDUOS	Ceniza	residuos sólidos que se crían volvo	Sólidos y polvo de color negro.	residuos sólidos quemados	residuos sólidos de características plásticas
Humo	Blanco	negro	negro	blanco y finalmente negro	Blanco
Características visibles	Fibra entre tejida de fácil desprendimiento, es de hilo	Fibra entretejida, de fácil separación	FIBRA ENTRETEJIDA de fácil desprendimiento	textura sintética parecido al algodón pero con aparición a papel	material en forma dura y rígida, no pierde su deformación
Naturaleza del material	NATURAL (ALGODÓN CELULOSICA)	ARTIFICIAL	SINTETICA	ARTIFICIAL	SINTETICA
Tipo de tejido	Tejido plano	Tejido plano	Tejido plano	No tejido	No tejido
Características fotográficas de los materiales.					

MUESTRA	Nesh 11	Da cron 12	Gamusin 13	Manta 14	Pegón 15
COMPORTAMIENTO AL ACERCAR LA LLAMA	Se contrae	Inmediatamente inicia la incineración del material.	Se contrae y crea combustión	Se incinera inmediatamente	Se contrae al acercarse no se quema
COMPORTAMIENTO EN LA LLAMA	Se derrite, y los residuos prenden en fuego	Su llama es amarilla intensa, hasta consumirse	Crea una llama amarilla y se consume hasta lograr incinerarse todo	No se quema del todo se forma una especie de braza incandescente	Se quema durante la llama, tiene una llama amarilla
COMPORTAMIENTO AL RETIRAR LA LLAMA	Prende en fuego pero se apaga inmediatamente y desprende demasiado humo.	Al retirarse sigue la llama hasta consumirse pero no desprende residuo alguno,	Se incinera hasta consumirse la llama	Se incinera inmediatamente	Se quema al retirarse desprende material pegajoso
OLOR	Plástico	Cartón quemado	Leve olor a plástico	Hilo quemado	Plástico
RESIDUOS	Sólidos plásticos con Ceniza	Residuos sólidos pero al contacto se desintegran hasta volverse ceniza	Residuos sólidos pero al contacto se desintegra hasta volverse ceniza	Ceniza	Residuos sólidos que la recibir contacto se vuelve ceniza
Humo	Negro	Se observa color blanco.	Negro	Blanco	Negro
características visibles	Se ven tres, tipos de tejidos la primera capa un tejido con orificios grandes a la segunda capa un tejido tipo esponja y la tercera capa un tejido más comprimido sin orificios visuales	Material visiblemente de algodón con material de acrílico, poco deja pasar la luz			Tiene pegamento en el material que se adhiere al material se ve en compañía con otros materiales como segundo material de filtración.
Naturaleza del material	SINTETICA	SINTETICA	ARTITICIAL	NATURAL (CELULOSICA)	SINTETICO
Tipo de tejido	Tejido de punto	Tejido plano	Tejido plano	Tejido plano	No tejido
Características fotográficas de los materiales.					

Absorción:

El término absorción indica la acción de absorber. No obstante, se emplea principalmente para referirse a la retención de una sustancia por las moléculas que posee otra bien sea en estado líquido o gaseoso.

Cabe mencionar este punto que la las áreas de trabajo se distribuyeron en dos áreas de influencia en la parte del suelo que se nombraron área (b) y (c), que comprendían las distancias de 1.7m, 1.0m, 0.5m, 0.2m, esto con la finalidad de cumplir con el criterio de distanciamiento en los cuales podrían ser más útiles las mascarillas, además se colocó un área más de trabajo denominada (a), a una altura de 1.30m con un trípode, el cual podría asemejarse el alcance en aerosol de las partículas en suspensión que viajaran en el ambiente.



Figura 18, Área de distanciamiento

Fuente Investigador

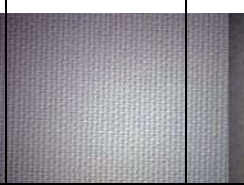
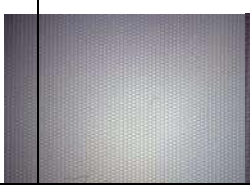
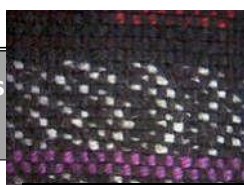
A continuación, se presentan los resultados obtenidos en la prueba de absorción de los materiales utilizados en mascarillas.

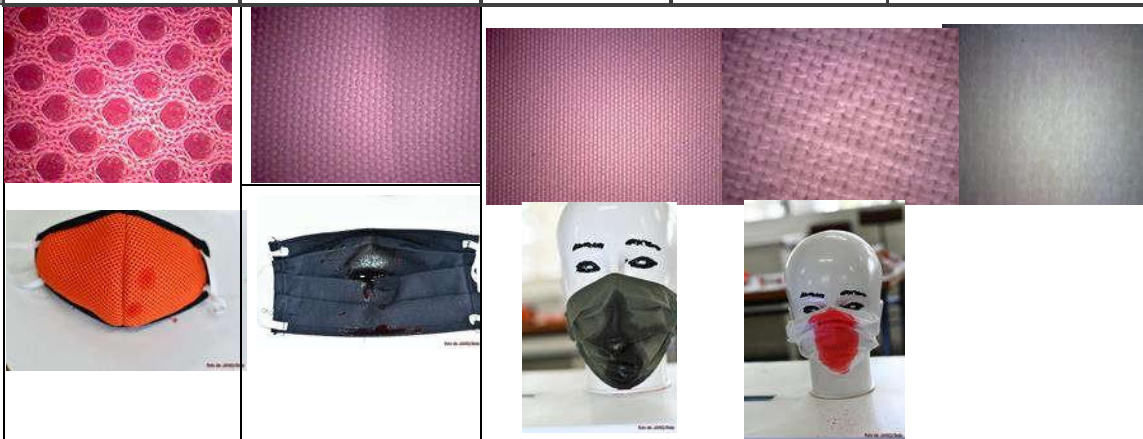
Tabla No. 2 Características de materiales según su absorción

DISTANCIAMIENTO	LAMI 1	BARCELONA 2	TASHLA 3	TRICOT 4	POLIPROPILENO
1.7m	No se muestra rastros de fluido en las áreas a, b, pero en c si se observa muestras de fluido	No se observó ninguna muestra de fluido en las áreas	No se observó ninguna muestra de fluido	No se observó ninguna muestra de fluido	se presentan muestras en b y c de fluido
1.0 m	A y b no hubo muestra en c) si	se pudo observar muestras de fluido en áreas b y c	No se observó ninguna muestra de fluido	Ya se presentaron muestras de fluido en áreas b y c	se pudo observar muestras en el áreas de trabajo a, b y c
0.50 m	Se observó rastros de fluidos en áreas a y c	se pudo observar muestras de fluido en áreas a y c	No se observó ninguna muestra de fluido	Ya se presentaron muestras de fluido en áreas a y c	ya se presentaron más muestras en áreas a y c.
0.20m	Se observó rastros de fluidos en áreas a y c	se pudo observar muestras en áreas a y c	No se observó ninguna muestra de fluido en áreas solo en mascarilla	Ya se presentaron muestras de fluido en áreas a y c	se pudo observar muchas muestras en áreas de trabajo
Características fotograficas de los materiales	    				
	    				

DISTANCIAMIENTO	Tejido ANCESTRAL6	NYLON 7	DACRON 8	PELIUM 9	CAMBRELL 10
1.7 m	No se observó ningún rastro de fluidos en áreas de trabajo	No se observó ningún rastro de fluidos en áreas de trabajo	Se observó pigmentación del fluido en (c)	Se observó muestras de fluido en (c)	Se observaron partículas en el área (c)
1.0 m	No se observó ningún rastro de fluidos en áreas de trabajo	No se observó ningún rastro de fluidos en áreas de trabajo	Se observó pigmentación del fluido en (c)	Se observó muestras de fluido en (c)	Se siguieron observando partículas en el área (C)
0.50 m	No se observó ningún rastro de fluidos en áreas de trabajo	No se observó ningún rastro de fluidos en áreas de trabajo	Se observó pigmentación del fluido en (c) y en área (A)	Se observó muestras de fluido en (c)	Se siguieron observando partículas en el área (C)
0.20 m	No se observó ningún rastro de fluidos en áreas de trabajo	Si se observaron muestras de fluido en (c)	Se observó pigmentación del fluido en (c) y en área (A)	Se observó muestras de fluido en (c) y en (A)	Se siguieron observando partículas en el área (C)

Características
fotográficas de los
materiales.



DISTANCIAMIENTO	Nesh 11	Gabardina 12	Gamusin 13	Manta 14	Pegón 15
1.7 m	Se observaron muestras de fluido en áreas (B) y (c)	No se observó ninguna muestra de fluido	No se observó ninguna muestra de fluido	Se observaron muestras de fluidos en el área (c)	Se observaron muestras de fluidos en el área (c)
1 m	Se observaron muestras de fluido en áreas (B) y (c)	No se observó ninguna muestra de fluido	No se observó ninguna muestra de fluido	Se observaron muestras de fluidos en el área (c)	Se observaron muestras de fluidos en el área (c)
0.5 m	Se observaron muestras de fluido en áreas (B) y (c), también en área (A)	No se observó ninguna muestra de fluido	No se observó ninguna muestra de fluido	Se observaron muestras de fluidos en el área (c)	Se observaron muestras de fluidos en el área (c) y en área (A), es muy absorbente
0.2m	Se observaron con gran abundancia muestras de fluido en)A) y (C)	No se observó ninguna muestra de fluido	No se observó ninguna muestra de fluido	Se observaron muestras de fluidos en el área (c) y en área (A), es muy absorbente	Se observaron muestras de fluidos en el área (c) y en área (A), es muy absorbente
Características fotográficas de los materiales.					

DISTANCIAMIENTO	Tashla+Dacron	Nesh+polipropileno	polipropileno doble	Gamusin+Dacron	Gabardina+pegon
1.7 m	No se observaron ninguna muestra de fluido en áreas de trabajo	Se observa escurrimiento en la mascarilla de fluido	No se observaron ninguna muestra de fluido en áreas de trabajo	Se observa escurrimiento en la mascarilla de fluido	Se observa escurrimiento en la mascarilla de fluido
1 m	No se observaron ninguna muestra de fluido en áreas de trabajo	No se observaron ninguna muestra de fluido en áreas de trabajo, pero si escurrimiento de fluido	No se observaron ninguna muestra de fluido en áreas de trabajo	Se observa escurrimiento en la mascarilla de fluido	No se observaron ninguna muestra de fluido en áreas de trabajo, pero ya se muestra escurrimiento de fluido
0.5 m	No se observaron ninguna muestra de fluido en áreas de trabajo	No se observaron ninguna muestra de fluido en áreas de trabajo, pero si escurrimiento de fluido	No se observaron ninguna muestra de fluido en áreas de trabajo, pero ya se muestra escurrimiento de fluido	No se observaron ninguna muestra de fluido en áreas de trabajo, pero ya se muestra escurrimiento de fluido	No se observaron ninguna muestra de fluido en áreas de trabajo, pero ya se muestra saturación de liquido
0.2m	Se observa saturación de fluidos en la mascarilla	No se observaron ninguna muestra de fluido en áreas de trabajo, pero si escurrimiento de fluido	No se observaron ninguna muestra de fluido en áreas de trabajo, pero ya se muestra escurrimiento de fluido	No se observaron ninguna muestra de fluido en áreas de trabajo, pero ya se muestra escurrimiento de fluido	No se observaron ninguna muestra de fluido en áreas de trabajo, pero ya se muestra saturación de liquido
Características fotograficas de los materiales.					

Las partículas en suspensión son materia sólida o líquida suspendida en el aire que nos rodea y normalmente se clasifican según su diámetro. Las partículas PM10 son partículas en suspensión por debajo de 10 μm , las PM2,5 están por debajo de 2,5 μm y las PM1 son, evidentemente, aquellas más pequeñas que 1 μm , estas pueden alojarse en diferentes partes del cuerpo humano que va desde los bellos de las fosas nasales, que son las de 100 μm , las de 10 μm que se alojan en la garganta, las de 2.5 μm que se alojan en los pulmones, los de 1 μm que se depositan en el torrente sanguíneo, pero son las partículas más pequeñas las que podrían tener un efecto en nuestra salud, es por eso que es imperativo el análisis de filtrado de los materiales de las mascarillas,

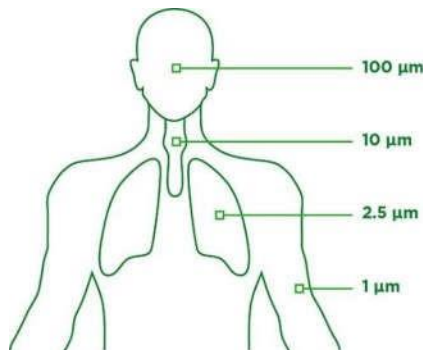


Figura 19, Lugares en donde se alojan las partículas

Fuente <https://airfiltration.mann-hummel.com/es/noticias/mundo-de-la-filtracion/que-son-las-particulas-en-suspension-pm/>

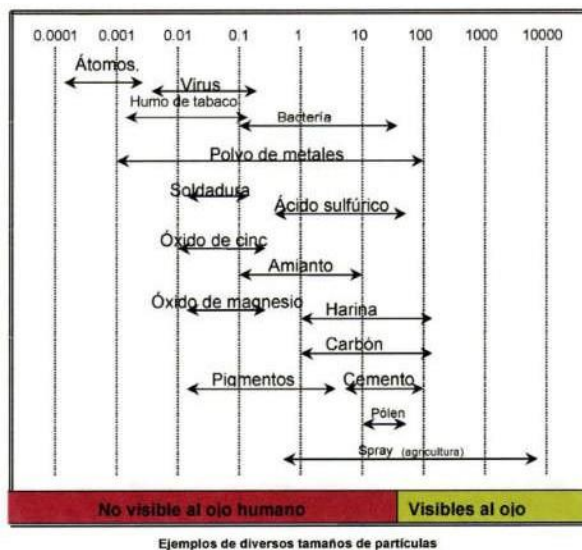


Figura 20, Diversos tipos de partículas según su tamaño

fuente Elena Costa 3M España

Finalmente se presentan valores de filtración de los materiales usados en mascarillas que van desde 0.3µm a 10µm, evaluados en un medidor de partículas.

Tabla (3) Partículas en suspensión en el aire

MUESTRA 0(18-09-2020)	0.3µm	0.5µm	1.0µm	2.5µm	5.0µm	10µm
1	132454	52122	13657	2663	706	265
2	136062	48407	12061	2380	650	264
3	163437	47668	12319	2482	648	259
promedio	143984	49399	12679	2508.3	668	263
1LAMI	0.3µm	0.5µm	1.0µm	2.5µm	5.0µm	10µm
1	123756	33479	8095	1473	317	137
2	111277	35267	7949	1437	289	115
3	128217	33698	7347	1378	305	125
promedio	121083	34148	7797	1429.3	303.7	126
2BARCELONA	0.3µm	0.5µm	1.0µm	2.5µm	5.0µm	10µm
1	82456	31860	7349	1253	254	101
2	82382	29266	6760	1037	198	90
3	74190	29845	7366	1073	222	88
promedio	79676	30324	7158	1121	224.7	93
03TASHLA	0.3µm	0.5µm	1.0µm	2.5µm	5.0µm	10µm
1	23190	4341	760	140	17	10
2	96050	5084	888	136	30	10
3	36021	6216	1188	161	25	12
promedio	51754	5214	945.3	145.67	24	10.7
04TRICOT	0.3µm	0.5µm	1.0µm	2.5µm	5.0µm	10µm
1	90128	22411	4746	689	119	48
2	72154	22021	4309	609	114	46
3	89899	22291	4003	599	128	54
promedio	84060	22241	4353	632.33	120.3	49.3
05POLIPROPILENO	0.3µm	0.5µm	1.0µm	2.5µm	5.0µm	10µm
1	115946	19940	3889	523	108	47
2	78072	20875	3805	469	93	31
3	74033	18918	3624	524	90	45
promedio	89350	19911	3773	505.33	97	41

06ANCESTRAL	0.3µm	0.5µm	1.0µm	2.5µm	5.0µm	10µm
1	81860	14232	2378	340	53	24
2	50560	12827	2119	256	31	14
3	45979	12512	2354	258	28	12
promedio	59466	13190	2284	284.67	37.33	16.7
07NYLON	0.3µm	0.5µm	1.0µm	2.5µm	5.0µm	10µm
1	33838	8485	1447	145	26	9
2	47069	9942	1557	190	27	12
3	41436	8945	1539	159	16	5
promedio	40781	9124	1514	164.67	23	8.67
08DACRON	0.3µm	0.5µm	1.0µm	2.5µm	5.0µm	10µm
1	139837	15662	2083	274	37	12
2	71802	14820	2590	289	54	21
3	149373	15015	2347	353	59	19
promedio	120337	15166	2340	305.33	50	17.3
09PELIUM	0.3µm	0.5µm	1.0µm	2.5µm	5.0µm	10µm
1	51444	14537	2572	266	53	24
2	93179	15371	2337	300	35	13
3	61283	15534	2242	265	33	21
promedio	68635	15147	2384	277	40.33	19.3
10CAMPRELL	0.3µm	0.5µm	1.0µm	2.5µm	5.0µm	10µm
1	46404	12365	1816	184	31	18
2	72122	12720	1998	229	32	15
3	76018	16574	1953	222	26	11
promedio	64848	13886	1922	211.67	29.67	14.7
11NESH	0.3µm	0.5µm	1.0µm	2.5µm	5.0µm	10µm
1	132305	17371	2640	353	54	20
2	57691	16267	2745	350	62	31
3	60421	15882	2644	329	56	25
promedio	83472	16507	2676	344	57.33	25.3
12GABARDINA	0.3µm	0.5µm	1.0µm	2.5µm	5.0µm	10µm
1	34677	8766	1272	141	17	5
2	63210	8055	1222	140	17	10
3	37244	6784	967	104	15	5
promedio	45044	7868	1154	128.33	16.33	6.67
13GAMUSIN	0.3µm	0.5µm	1.0µm	2.5µm	5.0µm	10µm
1	68909	7911	1264	144	28	14
2	80312	7082	909	134	16	9
3	82808	5788	775	79	5	3
promedio	77343	6927	982.7	119	16.33	8.67

14MANTA	0.3µm	0.5µm	1.0µm	2.5µm	5.0µm	10µm
1	114633	13041	2012	157	16	12
2	117234	13480	2000	221	20	12
3	126662	12843	2010	220	32	17
promedio	119510	13121	2007	199.33	22.67	13.7
15PEGON	0.3µm	0.5µm	1.0µm	2.5µm	5.0µm	10µm
1	83833	13844	2258	259	38	17
2	65113	12842	1870	224	36	12
3	88102	12343	1782	213	36	13
promedio	79016	13010	1970	232	36.67	14
16 FILTRO DE CAFÉ	0.3µm	0.5µm	1.0µm	2.5µm	5.0µm	10µm
1	81819	8356	1326	136	27	12
2	46351	7657	1129	98	15	10
3	38955	8525	956	123	8	4
promedio	55708	8179	1137	119	16.67	8.67
MUESTRA 0 (21-09-2020)	0.3µm	0.5µm	1.0µm	2.5µm	5.0µm	10µm
1	218513	5568	789	89	17	15
2	197215	6223	690	70	17	7
3	291882	8800	1125	150	47	35
promedio	235870	6864	868	103	27	19
TASHLA + DACRON	0.3µm	0.5µm	1.0µm	2.5µm	5.0µm	10µm
1	148154	926	119	8	2	0
2	18609	943	81	6	2	3
3	53694	1227	135	10	2	1
promedio	73486	1032	111.7	8	2	1.33
MESSH + POLIPROPILENO	0.3µm	0.5µm	1.0µm	2.5µm	5.0µm	10µm
1	143701	10180	807	76	19	8
2	140339	4432	694	65	13	10
3	39942	3744	436	80	10	3
promedio	107994	6119	645.7	73.667	14	7
POLIPROPILENO DOBLE	0.3µm	0.5µm	1.0µm	2.5µm	5.0µm	10µm
1	215547	3858	458	69	10	4
2	302927	7828	396	32	4	5
3	31781	2628	444	50	12	7
promedio	183418	4771	432.7	50.333	8.667	5.33
GAMUSIN + DACRON	0.3µm	0.5µm	1.0µm	2.5µm	5.0µm	10µm
1	176218	2528	329	37	8	4
2	116820	3453	446	61	4	4
3	123940	2477	304	46	9	5
promedio	138993	2819	359.7	48	7	4.33

GABARDINA+PELIUM	0.3µm	0.5µm	1.0µm	2.5µm	5.0µm	10µm
1	172252	4318	619	45	5	5
2	54137	2394	308	22	5	3
3	145171	2916	309	49	6	2
promedio	123853	3209	412	38.667	5.333	3.33
KN95	0.3µm	0.5µm	1.0µm	2.5µm	5.0µm	10µm
1	94792	65	36	0	0	0
2	169532	154	38	2	0	0
3	120645	255	32	6	0	0
promedio	128323	158	35.33	2.6667	0	0
QUIRURGICA	0.3µm	0.5µm	1.0µm	2.5µm	5.0µm	10µm
1	120738	1830	255	18	5	0
2	46040	1158	114	32	8	4
3	110388	2247	277	16	3	3
promedio	92389	1745	215.3	22	5.333	2.33

Tabla (4) Clasificación según puntuación

puesto	Muestra	0.3µm	puesto	muestra	0.3µm
1	M7 NYLON	40781	1	KN95	92388
2	M12 GABARDINA	45043	2	QUIRURGICA	92389
3	M3 TASHLA	51754	3	TASHLA+ DACRON	73486
4	M16 FILTRO DE CAFÉ	55708	4	NESH + POLIPROPILENO	107994
5	M6 TEJIDO ANCESTRAL	59466	5	GABARDINA + PELIUM	123853
6	M10 CAMBRELL	64848	6	GAMUSIN + DACRON	138993
7	M9 PELIUM	68635	7	POLIPROPILENO DOBLE	183418
8	M13 GAMUSIN	77343			
9	M2 Barcelona	79676			
10	M15 PEGON	79016			
11	M11 NESH	83472			
12	M4 TRICOT	84060			
13	M5 POLIPROPILENO	89350			
14	M14 MANTA	119510			
15	M8 DACRON	120337			
16	M1 LAMI	121083			

resultados

A continuación, se presentan los resultados que se obtuvieron en las pruebas de caracterización de materiales por métodos Pirognóstico, Absorción y Filtración de materiales utilizados para la fabricación de mascarillas en la ciudad de Quetzaltenango durante el periodo de julio a septiembre de 2020.

Para llevar a cabo un análisis de forma más clara se crearon archivos en Microsoft Excel, en donde se vació toda la información, para posteriormente analizarlas.

Se recopilaron muestras de un universo y se seleccionaron al azar 15 mascarillas que referían a materiales de distinta índole, estas fibras textiles fueron las siguientes; Lami, Barcelona, Tashla, Tricot, Polipropileno, Tejido Ancestral, Nylon, Pelium, Cambrell, Nesh, Dacron, Gamusin, Manta y Pegón. Y se obtuvieron resultados de la siguiente manera:

LAMI:

Material de fibra sintética, que al contacto con la llama se incinera de inmediato se funde y se encoje al acercarse a la llama, su olor al quemarse se pudo sentir a plástico quemado, no forma ceniza, es un tejido plano, por sus características de la trama del tejido, que es muy abierta su absorción es mínima ya que por la cantidad de plástico en su composición no absorbe los fluidos, al realizarse la prueba con el simulador DICOVI, hubieron partículas que alcanzaron una distancia horizontal de 1.70m, en cuanto a la filtración en una escala de uno a dieciséis que conforman todas los materiales estudiados, se encuentra ubicada en el puesto dieciséis, porque la cantidad de partículas obtenida en la prueba es de 121083 partículas de diámetro 0.3 μ m, según la tabla No. 4.

BARCELONA

Material de fibra sintética que al contacto con la llama se contrae, luego de tener contacto con la llama se forma una mezcla de plástico y se incinera, desprende un olor a plástico quemado, el humo de color negro y sus residuos son sólidos, se conoce como tejido de punto, por sus características de tejido presenta una regular absorción ya que al realizar la prueba del distanciamiento se alcanzó a observar partículas de fluido hasta acercarse a 0.50m de distancia medido desde el simulador, en cuanto a la filtración de partículas en suspensión en la escala de uno a dieciséis, que conforman todos los materiales estudiados, se ubica en el puesto nueve, ya que la cantidad de partículas de diámetro igual 0.3 μ m, que logra filtrar es de 79676, según tabla No. 4.

TASHLA

Material de fibra artificial, al estar en contacto con la llama se contrae, no se extingue fácilmente su olor es peculiar a cartón y plástico quemado, sus residuos son cenizas, el humo es de color negro y se le conoce como un tejido plano. En cuanto a la absorción de fluidos es muy buen material ya que no se observó ningún rastro de fluido en las áreas de influencia y distanciamiento, y solo en las cercanías del simulador y en el material. En la prueba de filtración obtuvo el puesto tres en la escala de uno a dieciséis, ya que retuvo un total de 51754 partículas en suspensión de diámetro 0.3µm.

TRICOT

Material de fibra artificial, sus características más comunes, se contrae al acercarse a la llama, al momento de retirarse de la llama no se apaga inmediatamente, sino que tarda en apagarse y lo hace hasta que se consume todo el material, su olor es fuerte a plástico y sus residuos son de la misma manera con un poco de ceniza, el humo que despiden es de color negro, se considera un tejido plano. En cuanto a la absorción a un distanciamiento de 1.70m no se observa ninguna muestra de fluido, mientras que a la distancia de 1.0 m, se observan rastros de fluido, esto demuestra que no es un buen material absorbente, en cuanto a la filtración en una escala de uno a dieciséis de todos los materiales estudiados, se encuentra en el puesto doce, con 84060 partículas de diámetro 0.3µm, 84060, retenidas.

POLIPROPILENO

Material de fibra sintética, sus características principales. Se el material al acercarse a una llama, al momento de estar en la llama se funde y prende en llama hasta que se extingue todo el material al quemarse desprende un fuerte olor a plástico, los residuos son sólidos de color blanco, el humo que despiden es de color blanco, por sus características no es fácil conseguir fibras, se considera una fibra no tejida. En condiciones extremas no es buen absorbente de fluidos ya que a una distancia de 1.0m se ven rastros de fluidos y como no absorbe fluidos en el área de la cara se puede visualizar mucho fluido, finalmente en el proceso de filtración de partículas en suspensión se encuentra en el puesto trece de dieciséis muestras estudiadas ya que logro filtrar 89350 partículas de 0.3µm.

TEJIDOS ANCESTRALES (TELA TÍPICA)

Material de fibra natural, su comportamiento al acercarlo a la llama es que su ignición es inmediata, su comportamiento en la llama es peculiar ya que muestra un resplandor no de llama sino de braza incandescente y cuando se retira de la llama no sigue encendida y forma ceniza inmediatamente, su olor es mas a cartón quemado y el humo que despiden es de color blanco, su fibra es fácil de adquirir, se considera un tejido plano.

Muestra una

gran capacidad de absorción debido

a los materiales que la componen ya que posee gran cantidad de algodón en su estructura, en cuanto al distanciamiento fue aceptable bajo todas las condiciones de expulsión de fluidos, en cuanto a la filtración de partículas en suspensión, se encuentra en el puesto quinto, de dieciséis materiales estudiados, ya que su nivel de filtración es bastante aceptable esto porque logro filtrar 59466 partículas de 3µm de diámetro.

NYLON

Material de origen artificial a menudo una tela tal como un lienzo o poliéster recubierta de poliuretano, o fabricada de materiales plásticos tales como polietileno, el comportamiento al acercarse a la llama fue de contracción, al encontrarse en la llama se observó una llama de color amarilla intensa, al retirarse de la llama se forman residuos sólidos y al tacto se vuelve polvo, el humo que expide es de color negro y su olor es totalmente a plástico quemado, se considera un tejido plano, su absorción en los distanciamientos propuestos de 1.70m hasta 0.5m su desempeño es bastante bueno ya que no se observó ninguna muestra de fluido, pero al llegar a 0.20m se mostraron algunas evidencias de fluido, y en la parte de debajo de la mascarilla gran abundancia de fluido demostrando que es buen repelente de los fluidos pero no absorbe el mismo, finalmente en cuanto a la filtración posee el primer lugar ya que demostró filtrar una gran cantidad de partículas que ascienden a la cantidad de 40781 unidades de 3µm de diámetro.

DACRON

Material de origen sintética, su comportamiento al acercarlo a la llama es similar a la fibra de plástico y al retirarla continua encendido el material, leve olor a plástico quemado los residuos que forman son sólidos y polvosos de color negro, el humo que expide es de color negro, por la característica de su trama no es buen material para la absorción ya que se logró ver pigmentación de fluido a una distancia de 1.70m en el inicio de la prueba y en las siguientes pruebas a diferentes distancias no logro absorber nada de fluido, así mismo su filtración lo ubica en el puesto quince con una cantidad de 120337 partículas de 3µm de diámetro filtradas.

PELIUM

Material de origen artificial, también conocido como papel de bordado, por su característica al acercarse a la llama prende en fuego inmediatamente y al retirarse sigue ardiendo hasta consumirse totalmente, el olor al quemarse es de cartón y los residuos son sólidos que al tener contacto se vuelve ceniza, es considerado un material no tejido, por tener características de papel su absorción no es buena a tal punto que se va destruyendo a medida que se moja y deja pasar bastante fluido hasta alcanzar una distancia de 1.0m, en cuanto a la filtración en la escala de uno a dieciséis se localiza en el puesto siete, ya que pudo dejar pasar 68635 partículas de 3µm de diámetro.

CAMBRELL

Material de origen sintético, se contrae de inmediato al no más acercarse a la llama y al alejarse de la misma se consume hasta lograr residuos sólidos el olor es peculiar a plástico quemado, el humo que expide de su combustión es de color blanco, su forma es rígida y no pierde su forma, es un material considerado no tejido, la capacidad para absorber es poca, pero a pesar de no tener esta característica no deja pasar el fluido a más de 0.20m de distancia, pero lo acumula en el interior de la mascarilla y en cuanto a la filtración este material en la escala de puntuación se encuentra en el puesto seis de la clasificación de los materiales ya que filtro 64848 partículas de 3 μ m de diámetro.

NESH

Material de origen sintético, su comportamiento al acercarse a la llama fue de contracción se enrosco, pero al estar en la llama se deritió e inicio su ignición y al retirarse se apaga, desprende bastante humo negro y su olor a plástico quemado es evidente, los residuos son sólidos y plásticos, en su estructura se ven tres tipos de tejidos, se considera un tejido de punto, en cuanto a su absorción es mala al punto que desde un inicio se pudieron observar muestras de fluido a 1.0m de distancia desde el inicio, no alcanzando el distanciamiento requerido, en la escala de filtración se encuentra ubicada en el puesto once, de dieciséis muestras evaluadas, contabilizando 83472 partículas de 0.3 μ m de diámetro.

GABARDINA

Material de origen sintético, su ignición se inicia al no más acercarse a la llama, al retirarse de la llama encendido hasta consumirse en su totalidad, el olor que despiden es parecido al cartón quemado con humo de color blanco, sus residuos son sólidos pero al contacto se vuelven cenizas, es considerado un tejido plano, tiene una gran capacidad de absorción a tal punto que no se observó ninguna muestra de fluido en los distanciamientos marcados en cada etapa del estudio, la capacidad de filtración lo colocan en el puesto dos con una cantidad de 45043 partículas de 0.3 μ m de diámetro, considerándolo así uno de los mejores materiales después de Nylon.

GAMUSIN

Material de origen artificial, se enrosca al contacto con la llama, crea una llama amarilla y se consume hasta lograr incinerarse del todo al estar en contacto con la llama, leve olor a plástico quemado su humo es de color negro y presenta residuos sólidos, pero al contacto de las mismas se desintegran hasta volverse cenizas, el material es considerado como tejido plano, el material es absorbente y no muestra ninguna muestra de fluido en los distintos distanciamientos marcados para el efecto, su nivel de filtración está en el puesto ocho con una cantidad de 77343 partículas de 0.3 μ m de diámetro, filtradas.

MANTA

Material de origen natural celulósica, se incinera inmediatamente al contacto con la llama, cuando está en contacto directo no se quema del todo y se forma una braza incandescente, pero al retirarla de la llama se consume del todo, su olor es peculiar a hilo quemado sus residuos son cenizas y su humo es de color blanco, es un tejido de forma plana, desde el inicio de la prueba de absorción se vieron muestras de fluido a 0.2m de distancia y a medida que se dio las pruebas se saturó el material al puntos de poder observar más muestras de fluido en todas las áreas de trabajo inclusive a 1.0m de distancia, en cuanto a la escala de filtración se coloca en el puesto catorce con 119510 partículas de 0.3µm de diámetro.

PEGON

Material de origen sintético, es otro material conocido como papel de bordado solo que con una capa de pegamento, más que un material para fabricar mascarillas se utiliza como complemento de mascarilla utilizado en la combinación de otras telas, su comportamiento al acercarse a la llama es de enroscamiento y se quema durante la llama y al quemarse desprende materia pegajosa que favorece la combustión el olor a plástico quemado es una de sus características, los residuos son sólidos que posteriormente se convierten en cenizas y su humo es de color negro, se considera un material no tejido, su capacidad de absorber fluidos es mala ya que en la primera prueba se observó gran cantidad de fluidos a 0.2m de distancia y a 1.0m, en cuanto en la escala de filtración se ubica en el puesto diez con 79016 partículas de 0.3µm de diámetro.

También se pudo observar otras modalidades de mascarillas las que en su mayoría le llaman de capas, en estas variaciones encontramos cinco variaciones que se detallan a continuación: Tashla y Dacron, Nesh y Polipropileno, Gabardina y Pegón, Gamusin y Dacron y Polipropileno doble, para estas combinaciones de materiales ya solo se realizaron pruebas de absorción y filtrado de partículas, sin embargo se pudo comprobar que en las pruebas de absorción de todas las mascarillas los materiales se mantuvieron con buena respuesta al distanciamiento en la mayoría cuando el fluido es excesivo presenta escurrimiento de material, ahora en cuanto a la filtración si se ve una diferencia significativa, nuestro punto de referencia en esta prueba fueron mascarillas con certificación como lo son la KN95, y las Quirúrgicas, en el caso de la KN95 tuvo una capacidad de filtración de 923988 partículas, la Quirúrgica 92389, la de Tashla y Dacron 73486, la Nesh y Polipropileno 107995, Gabardina y Pelium 123853, Gamusin y Dacron 138993 y polipropileno doble 183418, en un ambiente controlado y nuestra muestra de partículas en suspensión sin filtros fue de 235870 partículas de 0.3µm de diámetro, cabe mencionar que se tomó esta partícula ya que el instrumento de medición era la escala más pequeña.

11. Vinculación con otras unidades académicas o instituciones externas a la USAC

Se efectuaron vínculos con la División de Ciencias de Ingeniería, del Centro universitario de Occidente, así también con el Laboratorio de Aguas Ingeniería CUNOC, también se realizaron alianzas con la iniciativa privada, en este caso con PROMASA y ASESORIA, CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO EN INGENIERIA, empresas dedicadas a préstamos de servicios.

Se han realizado pequeñas publicaciones de la información en la página de Internet de la Dirección de Investigaciones de CUNOC, y hasta el momento de terminar este informe no se ha realizado otra publicación del mismo.

12. Conclusiones

De acuerdo a los procedimientos y observaciones realizadas, se concluye en lo siguiente:

- Que las mascarillas que se encontraron en el mercado local fueron las confeccionadas denominadas, mono capas y de multicapas, las formas más usuales en la confección de mascarillas es la de pliegues tipo quirúrgica, la de pico de pato, y las tipo mascara y otras que no se logró establecer el nombre pero que simulan la forma de las mascarillas KN95.
- De acuerdo a los materiales utilizados en la fabricación de mascarillas en la ciudad de Quetzaltenango, se obtuvo la siguiente clasificación: Lamí, Barcelona (tipo Jersey), Tashla, Tricoté, Polipropileno, Tejido Ancestral, Nylon, Dacron, Pelium, Cambrell, Nesh, Gabardina, Gamusin, Manta, Pegón.
- En cuanto a la caracterización según las pruebas efectuadas a los materiales, tenemos las que están constituidas de fibras sintéticas, artificial y natural (celulósica), de estas podemos indicar que del tipo sintético se utiliza el 53.33%, mientras que de fibra artificial 33.33%, finalmente solo el 13.33% utilizan fibra natural, también podemos concluir que de acuerdo al tipo de tejido encontrado fueron, plano, de punto y no tejido.
- En cuanto al nivel de filtración de los materiales estudiados, concluimos que las mascarillas que están confeccionadas en mono capa con Nylon, Gabardina, Tashla y tejido ancestral, son las que mejor respondieron a esta prueba, mientras que las confeccionadas en de forma multicapas, las que mejor respondieron a este ensayo fueron Tashla + Dacron, Nesh + polipropileno, Gabardina + pegón.
Cabe mencionar que otro material que no estaba en el mercado era el papel de filtro de café, pero se le realizó el ensayo y resulto buen filtro de partículas en suspensión, ocupando el cuarto puesto en la clasificación de materiales estudiados.
- El nivel de absorción a los fluidos los materiales que mejor respondieron a este ensayo fueron: Tejido ancestral, Gamusin, Tashla y Nylon en mascarillas mono capa, mientras que en mascarillas multicapa todas presentaron buena absorción de los fluidos, por lo que podemos concluir que se es mejor utilizar los materiales en multicapa.

13. Referencias

- Alonso, J. (2015). Manual de control de calidad en productos textiles y afines. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, España. Recuperado de: <http://oa.upm.es/38763/1/Binder1.pdf>
- Asociación Española de Normalización. (2020). Especificación UNE 0065, Mascarillas higiénicas reutilizables para adultos y niños. Requisitos de materiales, diseño, confección, marcado y uso. Madrid, España. Recuperado de: [https://www.mincotur.gob.es/es-es/COVID-19/GuiaFabricacionEPIs/Especificacion%20UNE%20Mascarillas%20higienicas%20reutilizables/Especificacion UNE 0065 mascarillas higienicas reutilizables.pdf](https://www.mincotur.gob.es/es-es/COVID-19/GuiaFabricacionEPIs/Especificacion%20UNE%20Mascarillas%20higienicas%20reutilizables/Especificacion%20UNE%200065%20mascarillas%20higienicas%20reutilizables.pdf)
- Asociación Francesa de Normalización (2020). Fabricación en serie y confección artesanal Mascarillas, guía de requisitos mínimos, métodos de ensayo confección y uso. Recuperado [https://www.mincotur.gob.es/es-es/COVID-19/industria/GuiaFabricacionEpi/Especificacion%20Francesa/15_Norma AFNOR sobre fabricacion de mascarillas.pdf](https://www.mincotur.gob.es/es-es/COVID-19/industria/GuiaFabricacionEpi/Especificacion%20Francesa/15_Norma_AFNOR_sobre_fabricacion_de_mascarillas.pdf)
- Costa, E. (sin fecha). Protección Respiratoria y métodos de filtración de partículas. Productos de protección personal 3M, España. Recuperado de <http://www.treballo.com/documentos/3M.informe.Mecanismos.Filtracion.Particulas.pdf>
- COTEC (2014). 31 Textiles Tecnológicos. Primera edición. Recuperado de: http://informecotec.es/media/N31_Textiles_Tec.pdf
- García, E. (2020). Los síntomas económicos del coronavirus. *Revista Ciencias Económicas* (24), 4-5, Recuperado de: <http://www.ccee.org.gt/revista-ciencias-economicas/>
- Mundotextil (14 de septiembre 2017) Identificación de fibras textiles por combustión. *Mundotextil*. <https://mundotextilmag.com.ar/identificacion-de-fibras-textiles-por-combustion/>
- Organización Mundial de la Salud. (2020). Recomendaciones sobre el uso de mascarillas en el contexto de la COVID-19. Recuperado de: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/332293>

Programa Arce. (Sin fecha). Identificación de fibras textiles mediante análisis pirométrico.

España. Recuperado de:

http://www.fashionlaboratory.org/images/practicas/p1_gc_es_Identificacion_de_fibras_textiles_mediante_analisis_pirometrico.pdf

Secretaría General de Industria y de la Pequeña y mediana empresa. (2020). Listado de materiales para mascarillas higiénicas. España. Recuperado de:

<https://www.mincotur.gob.es> [visitado]

14. Apéndice

Guatemala 27 de septiembre de 2020



José Aroldo Nimatuj Quijivix
Coordinador de la propuesta AP11



VoBo. Inga. Liuba Cabrera de Villagran
Coordinadora de Programa, Área científico tecnológica
Comisión convocatoria USAC frente al Covid 19



VoBo. Dr. Félix Aguilar Carrera
Director General de Investigación
Universidad de San Carlos de Guatemala