

# **INSTRUCCIONES PARA CONFECCIONAR Y USAR UNA MASCARILLA ERGONÓMICA ANTICORONAVIRUS (MODELO B) <sup>1</sup>**

**Oswaldo César Bellettini**

**Miembro de la Asociación de Ergonomía Argentina AdEA**

**asesora.decisional@gmail.com**

**ing.bellettini@yahoo.com**

En momentos en que la pandemia de coronavirus ocupa la mayoría de nuestras preocupaciones y se multiplican las indicaciones en los medios de comunicación pública sobre la confección de mascarillas, barbijos, respiradores, tapabocas (¿?) o como se los quiera llamar, ofrecidas por la meritoria voluntad de personas que poseen una máquina de coser y algo de ingenio y desean sinceramente ayudar a sus congéneres, nos encontramos con una ola de recomendaciones de múltiples diseños y materiales que apabullan y confunden a los interesados en obtener por sí mismos dichas mascarillas. Para peor, las mismas dan a sus usuarios una falsa sensación de seguridad que los incita a arriesgarse más. Si a ello debemos agregar el hecho grave de que no se ha considerado específicamente a la protección de los niños, creemos que no vendrá mal un aporte sencillo pero fundamentado a brindar por un ergónomo.

---

<sup>1</sup> Debido a la buena recepción del anterior trabajo sobre INSTRUCCIONES PARA CONFECCIONAR Y USAR UNA MASCARILLA ERGONÓMICA ANTICORONAVIRUS, en el que desarrollamos un primer diseño de la misma, y también al aporte de diversas sugerencias de perfeccionamiento por los usuarios, hemos decidido realizar esta segunda publicación en la que dicho diseño ha sido modificado parcialmente por la introducción de elementos de sostén estructural semi rígidos, tratando de mantener una máxima simplicidad posible de confección y un mínimo costo. Hemos agregado al trabajo anterior el subtítulo de (MODELO A) y al presente opúsculo el de (MODELO B), publicándolos en forma independiente. Por ello el lector del anterior trabajo encontrará una alta repetición de conceptos comunes, que puede obviar. En este trabajo se mantendrá la denominación genérica de coronavirus pues se pretende que la mascarilla sirva no solamente contra el COVID-19 sino también contra sus posibles cepas posteriores por mutaciones del virus.

Desde ya que este aporte no será el único ni el mejor, pero lo consideramos útil y necesario en estos momentos de temor y mucha pero mala información. Naturalmente, existen también las mascarillas “profesionales”, cuya construcción supera a las capacidades de un usuario común <sup>2</sup>.

Veremos entonces sucesivamente tres temas que hacen al diseño, confección y uso de una mascarilla, sencilla y de fácil comprensión y realización, pensada para ser adoptada por no especialistas: un primer tema versará sobre **el qué**, después otro sobre **el por qué** y finalmente desarrollaremos **el cómo**.

## **1. EL QUÉ: LA CONSTRUCCIÓN DE LA MASCARILLA**

### **Objetivos básicos del diseño:**

- Eficacia de protección de entrada del virus por boca y nariz (filtrado máximo)
- Que el diseño sea personalizado (es decir considerando la antropometría del usuario)
- Facilidad de confección (a nivel de los primeros años de nivel secundario)
- Requerimientos mínimos de material (bolsa, elástico y pegamento de uso común) y de medios (no necesidad de una máquina de coser ni de otros aparatos electromecánicos)
- Facilidad de manipulación, de reuso y de limpieza
- Ampliación de capacidades (p.ej. sorber o evacuar líquidos sin remover la mascarilla)
- Mínimo costo total para lograr una amplia difusión

Nos referiremos al diseño de mascarillas para un adulto normal y para un niño (en particular específico), pero lo haremos a la vez que expliquemos su construcción, para la cual se necesitan:

---

<sup>2</sup> La normativa USA establece que son válidas las denominadas N95, lo que significa que retienen el 95% de las impurezas pero permiten el paso del 5% restante. Además, dentro de esta categoría de “profesionales” debe desecharse absolutamente el uso de aquellas mascarillas o respiradores que posean válvula de exhalación, aptas para contaminaciones polveas pero rechazables en nuestro caso, pues las características de una pandemia como la actual la hacen inusables para un posible contagiado.

- Una bolsa grande nueva o bien conservada TNT <sup>3</sup> (también puede utilizarse otro tipo de tela, en tanto sea médicamente adecuado). Son preferibles los colores claros, tanto por higiene como por su exposición al sol en verano.
- Una chapita de hierro de 1 cm por 10 cm y un espesor suficiente como para que conserve bien las curvaturas que se le impongan manualmente para adaptar el borde superior a la nariz del usuario (cortada de una lata de conserva, por ejemplo).
- Un trozo de plástico plano y semiflexible, no quebradizo, tal como el del lateral de un envase de agua desionizada, el de un champú familiar, etc., de al menos 20 cm por 5 cm. En lo posible de color similar a la tela.
- Pegamento de goma (“cemento de contacto”, tipo Supra Bond, Poxi-ran o Fortex).
- Un elástico común de tela y goma suficientemente ancho (alrededor de 1 cm) y largo (unos 80 cm).

Una bolsa grande de TNT sirve para hacer dos mascarillas. Para aprovecharla convenientemente se deberán cortar los bordes laterales, el borde superior con las agarraderas y el fondo de la bolsa hasta dejar dos hojas separadas. En lo que sigue usaremos solamente una de esas hojas. Naturalmente, si se tuviera un trozo virgen de TNT (polipropileno) de suficientes dimensiones se lo usará directamente. Si bien en las instrucciones de confección de la mascarilla que siguen se utilizan dos capas de tela, nada obsta para que el lector pueda agregar una tercer capa entre la dos anteriores, reforzando así la capacidad de filtrado de la mascarilla. Esa tercera capa se pegará por los bordes simplemente en el espacio que queda entre las dos anteriores, siguiendo las instrucciones referidas a la unión de las dos capas externas. El resto de la confección se mantiene prácticamente inalterable.

Manteniendo el uso de solamente dos capas, la figura 1 resume gráficamente toda la explicación textual que sigue; en ella los valores entre paréntesis corresponden a la mascarilla para niños; los signos de interrogación también entre paréntesis denotan una personalización que depende de la edad y conformación craneana de cada uno de los

---

<sup>3</sup> TNT: iniciales de “Tela No Tejida” o “Textil No Tejido”. También se le suele llamar TST: “Textil Sin Tejer”, para evitar una confusión con el explosivo de Nobel; existen así mismo denominaciones comerciales. El material es polipropileno. Lo ideal es el tricapa, pero el simple de 60 a 80 g/m<sup>2</sup>, puesto doble, también es realmente eficaz y aún queda la posibilidad de agregar una tercera capa entre las anteriores. Debe verificarse que no presente distensiones en la superficie a utilizar, originadas por objetos agudos que hayan transportado, así como tampoco desgastes por su repetido uso.

niños en particular, pudiéndose utilizar la metodología simple expuesta en la correspondiente llamada a pie de página <sup>4</sup>. Además, en dicha figura se marcan con marrón claro los perímetros de las zonas de aplicación del pegamento (el que deberá cubrir el área de toda la zona), con celeste la chapita (y más débil y fraccionada cuando la imaginamos bajo la tela y en realidad no la vemos), con líneas discontinuas rojas los pliegues de las tablas, con amarillo las costillas, con violeta los hilos y con dos flechas verdes los correspondientes volcados.

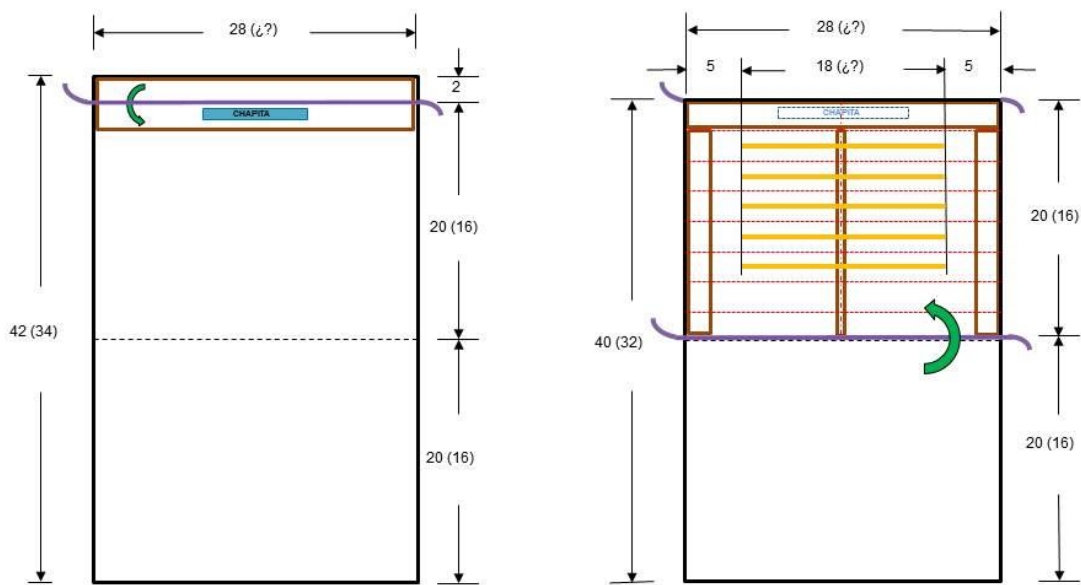


Figura 1

En una hoja de la bolsa (del lado de la impresión gráfica o escritura que pudiese tener, que quedará hacia arriba y después hacia adentro) dibujaremos con regla y escuadra (u objeto de 90°) un rectángulo de 42 cm por 28 cm (esta última medida dará el ancho total

<sup>4</sup> Una forma sencilla de personalización del ancho de una mascarilla es la de medir con un centímetro de cartón o cinta de tela flexible la distancia entre las aristas exteriores de ambos pómulos pasando por encima de la nariz (teniendo el cuidado de que la cinta toque continuamente la piel) y agregarle a esa medida no menos de 6 cm y no más de 8 cm (dependiendo del tipo de mejillas). Este valor dará el ancho del rectángulo inicial de tela. El alto de la mascarilla no requiere una personalización especial pues la existencia de las múltiples tablas permiten una regulación sumamente amplia de esa dimensión, como se verá seguidamente.

de la mascarilla para adultos y puede ser adecuadamente personalizada, en lo que sigue adoptaremos ese valor de 28 cm, que corresponde en general a un adulto masculino)<sup>5</sup>. En el caso de telas claras trate de trazar todas las medidas con un lápiz o con una tiza de sastre (más difícil de conseguir), pues si usa un bolígrafo, éste aparecerá cuando lave la mascarilla con alcohol 70 como antiestéticas manchas (que de todos modos desaparecerán con sucesivos lavados). Si desea usar tela oscura (que no recomendamos por la dificultad de controlar su limpieza) puede usar para los trazos un lápiz corrector blanco del tipo de los comunes “liquid paper”).

Doblabremos una solapita a lo ancho de 2 cm por 28 cm en un extremo del rectángulo. Esa solapita cubrirá la chapita de hierro de 10 cm por 1,5 cm, que se pega centrada en los 28 cm. Pegaremos un hilo de diámetro normal para atar paquetes (en la figura 1 en color violeta para su mejor visión) en la línea que separa a la solapita de 2 cm del cuerpo principal de 28 cm por 40 cm y pegaremos toda la solapita cubriendo la chapita y el espacio que sobra a los lados (o sea  $28\text{ cm} - 10\text{ cm} = 18\text{ cm}$ , lo que quedará sin chapita será de 9 cm a cada lado).

Obtendremos así un rectángulo de 28 cm por 40 cm. Dividiremos con una raya horizontal ese rectángulo, marcando así dos rectángulos de 28 cm por 20 cm. Uno de esos rectángulos (el que corresponde a la solapita y la chapita) se dividirá en dos rectángulos de 14 cm por 20 cm, trazando una raya vertical a fin de marcar bien el medio del total de 28 cm por 20 cm.

Para el caso de niños el valor de 40 cm de alto del rectángulo obtenido una vez fijada la chapita debe ser modificado a 32 cm, por lo cual se trabajará con un rectángulo de un ancho de un valor de menos de 28 cm (valor que se deberá personalizar siguiendo el procedimiento aconsejado en la correspondiente llamada de pie de página) por 32 cm de alto. Del mismo modo que para el caso de adultos, dividiremos el rectángulo obtenido con una raya horizontal al medio separando dos rectángulos iguales del valor personalizado para el ancho por 16 cm de alto. Trazaremos una raya vertical en la mitad del rectángulo correspondiente a la chapita.

---

<sup>5</sup> CONSEJOS: 1: extienda bien la tela sobre una superficie lisa (mesa), pasando la mano sobre ella para que quede bien estirada. 2: use una escuadra o en su defecto una hoja de impresión de computador doblada cuidadosamente por la mitad para asegurarse que los ángulos sean de 90°. 3: para verificar que el rectángulo esté bien trazado, mida sus diagonales con un simple hilo; las longitudes de las mismas deben ser iguales.

Confeccionaremos las cinco costillas cortando con cuidado cinco rectángulos de 18 cm de largo por 0,5 cm de ancho; redondearemos los extremos <sup>6</sup>.

A fin de ubicar a las costillas correctamente dividiremos el rectángulo superior en ocho franjas o tablas de 2,5 cm de ancho cada una por los 28 cm de ancho de dicho rectángulo superior. Marcaremos esas divisiones con segmentos horizontales sobre ambos bordes de ese rectángulo que tengan 1 cm de largo y los cortaremos a lo largo de esas marcas de 1 cm en forma perpendicular a los bordes; estos cortes ayudarán al plegado posterior de la mascarilla del modo que se indicará más adelante. Para ubicar más fácilmente las costillas (cada una de 0,5 cm por 18 cm para este caso de adultos; de menor longitud para niños) trazaremos dos segmentos verticales a 5 cm de los bordes de ese rectángulo, que marcarán los extremos de esas costillas. Pegaremos las costillas en el medio de las franjas 2, 3, 4, 5 y 6, contando desde el borde superior (la franja 1 es la que contiene a la chapita) utilizando solamente el pegamento necesario debajo de cada costilla, sin que sobre excesivamente sobre la tela.

¿Por qué solamente cinco costillas? Pues porque la franja 1 es la que contiene a la chapita y, naturalmente, no puede tener costilla y porque las dos últimas franjas (7 y 8) corresponden a la parte inferior del mentón y a la papada, las que tienen un perfil muy variable desde el punto de vista antropométrico y se requiere por ello una máxima adaptación de la mascarilla, evitando toda rigidez en esa zona.

Pegaremos un hilo de diámetro normal para atar paquetes (en la figura 1 en color violeta para su mejor visión) sobre la línea que divide al rectángulo superior del inferior, es decir en la mitad del rectángulo total de 28 cm por 40 cm, dejando libres los extremos por fuera de la mascarilla, lo que ayudará al volcado posterior. Una vez secado el pegamento de las costillas (a fin de que no se unan con el rectángulo inferior) y del hilo procederemos al volcado del mismo y al pegado de los dos rectángulos entre sí. Para ello colocaremos con cuidado una línea de pegamento de 2 o 3 mm de ancho, no más, en la raya del medio que se ha trazado; en cambio, para los bordes laterales seremos más generosos, al igual que para la solapita, donde pondremos aproximadamente 2 cm de pegamento. Todas estas líneas de pegamento solamente en la mitad superior (de 28 cm por 20 cm) de la hoja entera de 28 cm por 40 cm. La segunda mitad inferior no necesita tener pegamento,

---

<sup>6</sup> No solamente los metales y otros materiales rígidos al ser fundidos conservan tensiones internas que a veces resultan deformantes al ser trozados en partes; también los plásticos tienen esa propiedad, por lo que al ser cortadas las costillas aunque se lo haga con el mayor cuidado con una regla metálica y un cúter bien afilado, al quedar libres sufren pequeñas distorsiones que hacen que no sean perfectamente rectas. Estas distorsiones son relativamente pequeñas y no afectan a la estructura de la mascarilla. En la figura 2 pueden apreciarse las mismas.

pues se doblará sobre la otra, superponiendo bien los bordes para que coincidan y cuidando de que no sobre ni falte material en el perímetro del conjunto; para ello se utilizará el hilo haciendo que una persona lo sostenga firmemente en forma horizontal sobre la mesa y otra tome los extremos del rectángulo inferior y lo vuelque sobre el superior. Se oprimirá muy suavemente la línea media a fin de que ambas mitades se unan con el pegamento pero que éste no aparezca en la superficie de la tela superpuesta a la otra, que quedará a la vista. Se recortarán los extremos salientes de los hilos, los que reforzarán así el borde superior e inferior de la mascarilla.

Se tendrá entonces una pieza de 28 cm por 20 cm consistente en dos hojas pegadas por tres bordes y con el hilo del medio dentro de la dobléz. Se marcarán ocho tablas de 2,5 cm de ancho cada una, cubriendo así los 20 cm. Para el caso de niños se tomará un ancho de tablas de 2 cm, de modo que el total de los ocho espacios resulte de 16 cm. Los trazos y cortes de las marcas de los lados deberán tener 1 cm.

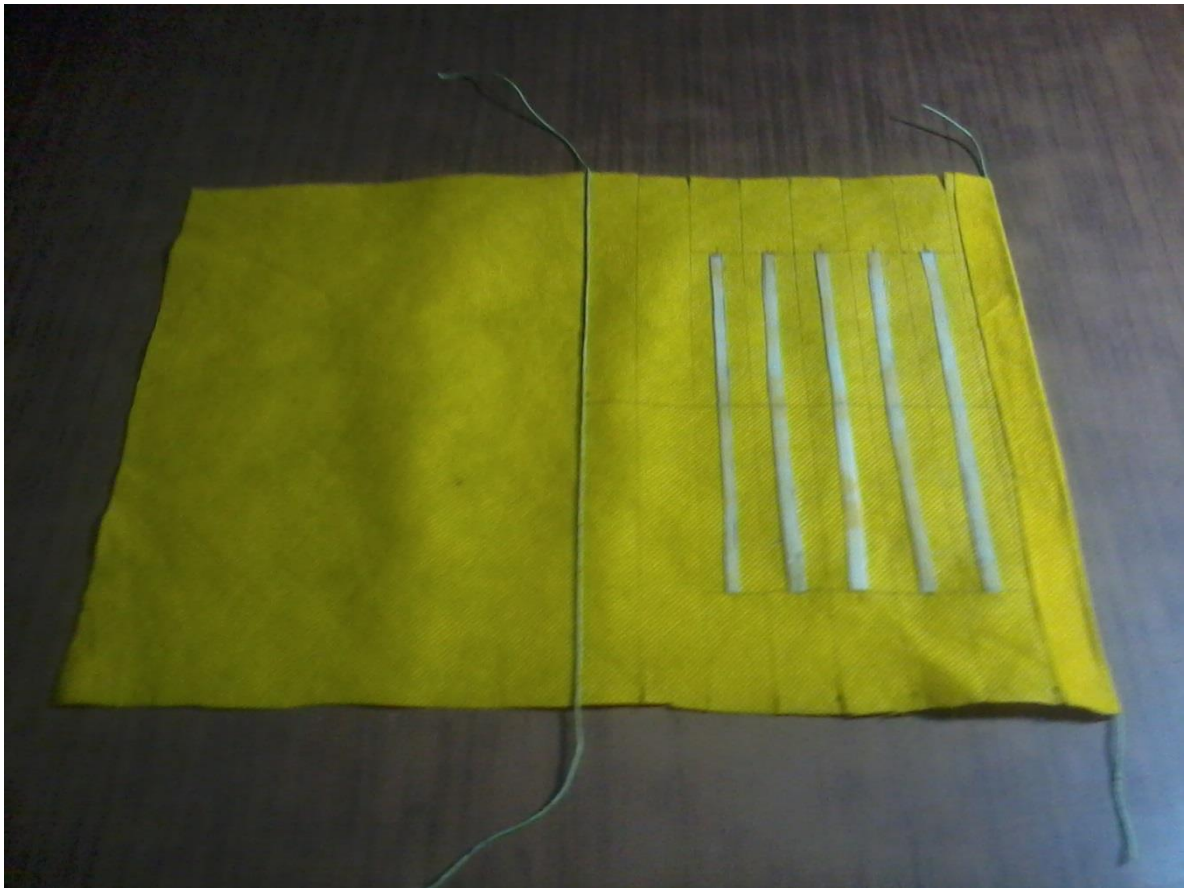


Figura 2

La hoja que deberá quedar armada por ocho tablas sucesivas de 2,5 cm cada una. La figura 2 muestra los dos rectángulos principales, los hilos agregados que quedarán finalmente como refuerzos de los bordes superior e inferior de la mascarilla, los cortes en el borde del rectángulo superior y las costillas ya pegadas en sus respectivas posiciones. Como verá el lector, solamente falta agregar el pegamento de que hablamos arriba y volcar un rectángulo sobre el otro con prolijidad. Para esta operación nos ayudará el hilo que pegamos entre los dos rectángulos, al que se mantendrá firmemente sobre la mesa en tanto se vuelca el rectángulo libre sobre el que tiene las costillas. En el caso de los niños, cada tabla deberá medir 2 cm por el ancho personalizado para niños, como ya dijimos.

Cortaremos con el cutter en el rectángulo libre profundizando en él los cortes de 1 cm ya realizados en el rectángulo superior, de modo que queden divididos los dos bordes laterales de la pieza de 20 cm por 28 cm. Esos cortes nos ayudarán al siguiente plegado, que se realizará gradualmente en forma de zigzag, cuidando de comenzar con la tabla de la solapita volcando a ésta sobre la tabla siguiente de modo de ocultar esa solapita (esto es importante para el posterior desplegado de la mascarilla). Conviene hacer ese plegado en seco a fin de poder rectificarlo si fuera necesario, aunque los cortes de los bordes ya ayudarán a conseguir la uniformidad del plegado de las tablas.

Se asegurará cada extremo, una vez totalmente plegado, mediante una pinza elástica o broche fuerte colocados dejando libres unos 3 cm del extremo.

Se disciplinarán convenientemente las tablas hasta obtener para el caso de adultos masculinos normales una barra de 28 cm de largo, 2,5 cm de ancho y el valor de alto que resulte de la superposición de las ocho tablas. Para fijar el conjunto se procederá a pegar abundantemente los extremos colocando pegamento entre cada una de las parejas de tablas a lo largo de unos 2 cm de cada punta, dejando las pinzas o broches colocados hasta que el pegamento seque. La figura 3 muestra la mascarilla ya plegada y unida en los extremos.

Se mejorarán las puntas de la barra cortando primero con cúter o similar una pequeña franjita en cada extremo para eliminar los posibles errores de superposición y luego se redondearán las esquinas.

A una distancia de 1 cm de la punta de cada extremo del conjunto plegado se agujereará con un alambre bien caliente cada uno de esos extremos, con un diámetro que permita deslizar cómodamente el elástico, el que se colocará formando un único círculo



que pase por esos agujeros y se cierre en la nuca por un simple nudo que permita regular la longitud del elástico y a la vez la de los dos arcos del círculo que se formarán, de modo de contar con un solo punto de amarre en cada lado de la mascarilla pero con dos elásticos de sujeción autocompensados y regulados además según la antropometría del usuario por medio de ese simple nudo. Para efectuar esa regulación personalizada deberán tenerse en cuenta las direcciones de ambos arcos de acuerdo a lo que se dirá próximamente.

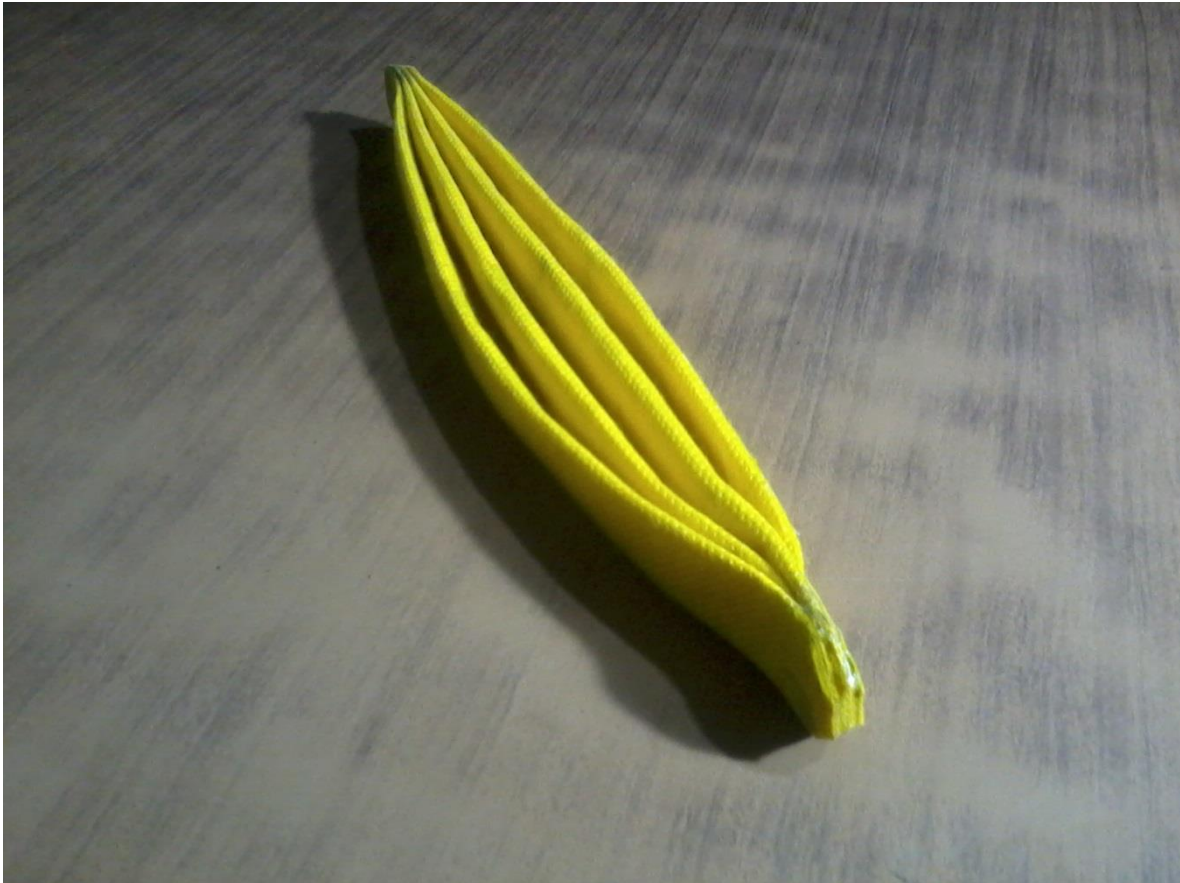


Figura 3

Se desplegará totalmente la mascarilla, que deberá quedar con una forma similar a una semiesfera <sup>7</sup>, se colocará la misma sobre nariz y boca, debiendo pasar el borde inferior

---

<sup>7</sup> Si al desplegar la mascarilla usted tiene un leve recuerdo de una técnica japonesa de plegado de superficies inicialmente planas llamada origami, no se ha equivocado. Este diseño constituye una aplicación sumamente simple del origami, cuyas capacidades de manipulación y corte permiten obtener figuras espaciales realmente asombrosas.

por debajo de la mandíbula y el superior por encima de la nariz, se asegurará con la colocación atrás de la cabeza de los arcos de elástico, regulándolos según el portador y anudándolos, se moldeará la chapita hasta lograr una buena adaptación de ese borde (que será el superior) con el perfil de la nariz y... se suspilará contento porque ¡se terminó el trabajo... !

Los extremos perforados de sujeción de la mascarilla deben quedar aproximadamente horizontales y perpendiculares a la cara, sirviendo de asas para poder colocarse la mascarilla fácilmente sin tocar el área de filtrado.

Como una medida adicional de seguridad y confort (que no es obligatoria pero sí a veces deseable) puede pegarse un aro continuo de un burlete autoadhesivo (parcialmente hueco y delgado, del tipo que se usa para asegurar la hermeticidad de las ventanas) en la circunferencia interna de los bordes extremos de la tela, es decir que una al borde de la tabla superior (sobre la chapita y la solapita) y al borde de la última tabla (en contacto con la papada). Este burlete deberá tener una superficie laminar y continua, la que además de aumentar la hermeticidad de la mascarilla evitará cualquier irritación de la piel por su contacto prolongado con aquellos bordes. Dicho burlete no está indicado en las figuras de este fascículo.

Obsérvese que la mascarilla estará en contacto con la piel solo en la primera y la última franja, responsables de asegurar la estanqueidad de la mascarilla, quedando separadas todas las demás de la superficie cutánea de la cara. Por ese motivo no tiene sentido el agregado de una capa de tela de algodón absorbente en el interior, tal como recomienda la Organización Mundial de la Salud (OMS) para las mascarillas clásicas planas; además, esa capa interior se transformará con un cierto tiempo de uso en algodón mojado, que afectará finalmente a la epidermis.

## **2. EL PORQUÉ: LAS CONSIDERACIONES ERGONÓMICAS DEL DISEÑO**

Veamos ahora algunas de las consideraciones ergonómicas que motivaron el diseño que guio la construcción que expusimos en el punto anterior.

### **2.1. MAXIMIZAR EL ÁREA DE FILTRADO**

Cuando se arma la mascarilla antes de colocarla sobre la cara se asemeja a una semiesfera con una gran área de filtrado. La razón de ello es la de disminuir la energía

cinética de las gotas de saliva o partículas de expectoración que pudieran atravesar la tela en la etapa de inhalación (o aspiración) del respirar del sujeto.

En todo lo que sigue nos referiremos a la utilidad de una mascarilla para evitar el contacto de las microgotas del aerosol del ambiente con un posible receptor de las mismas.

La utilización de una mascarilla para bloquear la emisión de las microgotas al toser su portador es mucho más complejo, pues a la posibilidad de una alta velocidad de lo exhalado en la tos o en el estornudo se agrega el hecho cierto de que en ese caso se separará normalmente la mascarilla de la cara y existirá una salida del aerosol por sus bordes, al vencerse la tensión de su sujeción.

La acción de la capacidad de filtrado de la tela resulta entonces secundaria en relación a los flujos marginales de la mascarilla con aletas “voladoras”. En este caso de neutralización de la tos deben cumplirse las etapas de captación, retención y eliminación de lo expectorado<sup>8</sup>.

El caudal de inhalación (y de exhalación, consecuentemente) en un proceso continuo de respiración se obtiene del producto de la velocidad del aire (que transporta consigo las gotas) en cada localización geométrica de la superficie de la tela por el área elemental que ese aire atraviesa.

Si bien a la ancho y alto del área de filtrado las velocidades del aire varían<sup>9</sup>, nos resulta conveniente considerar a una velocidad promedio de las gotas y partículas a filtrar, la que coincide con la velocidad promedio del aire inhalado que las contiene y transporta.

Esta velocidad promedio simplifica la expresión matemática, la que no resulta afectada por ello en relación al efecto que queremos demostrar. Es decir:

$$CR = AET \cdot VP \quad (1)$$

---

<sup>8</sup> Para ello puede servir desde el consejo tan simple de “tosar en la manga” hasta elementos algo más sofisticados tales como pantallas transparentes comunes como las que se venden actualmente y que tienen la única acción de desviar los flujos de aerosol exhalado violentamente por la tos o el estornudo hacia abajo y hacia los lados (en caso de que posean una contención superior). No nos referiremos en este trabajo a esa temática, que reservamos para un futuro estudio, pero queremos dejar en claro aquí que una consideración sistémica del problema debe tener en cuenta tanto la emisión y control del aire contaminado por el enfermo como el desplazamiento del mismo en el ambiente y su recepción por un/os sujeto/s sano/s.

<sup>9</sup> Una alta irregularidad geométrica de la tela filtrante hace que las velocidades en su superficie varíen a veces notablemente, lo que provoca “puntos de irrupción” en los que la relativamente mayor velocidad del aire se traduzca en un incremento de la energía cinética de las partículas, como veremos a continuación, y por ello sea más alta la probabilidad de que esas partículas puedan traspasar el filtrado. La geometría semiesférica de la tela que preconizamos en este trabajo disminuye en mucho la posibilidad de existencia de esos “puntos de irrupción”.

donde

CR: caudal de respiración (considerando la etapa de inhalación o aspiración) (m<sup>3</sup>/minuto)

AET: área efectiva total del filtro (m<sup>2</sup>)

VP: velocidad promedio del aire (m/minuto)

El caudal de respiración **CR** depende fundamentalmente del esfuerzo físico realizado por el sujeto y varía desde el correspondiente al metabolismo básico hasta amplios múltiplos de éste por la realización de tareas “pesadas”. Además depende también de la capacidad fisiológica del sujeto. Puede considerarse como un simple parámetro en el razonamiento que sigue.

Despejando de la expresión anterior a la velocidad promedio resulta:

$$\mathbf{VP = CR / AET} \quad (2)$$

Por otra parte, la energía cinética **ec** de cada partícula elemental líquida, de masa **m**, que trata de atravesar la tela se obtiene con la conocida ecuación física:

$$\mathbf{ec = 1/2 \cdot m \cdot v^2} \quad (3)$$

y considerando la dispersión de valores en el área total de la tela, la energía cinética de una partícula elemental líquida promedio **ec<sub>p</sub>** será

$$\mathbf{ec_p = 1/2 \cdot m \cdot VP = 1/2 \cdot m \cdot [CR/AET]^2} \quad (4)$$

Esta última ecuación nos advierte que la energía cinética de una partícula elemental líquida promedio de masa **m** es inversamente proporcional al cuadrado del área efectiva total de la tela.<sup>10</sup>

---

<sup>10</sup> Una referencia histórica muy interesante, que respalda desde el pasado lejano lo que aquí decimos: Si el lector visita una exposición de máscaras que se remonte a la edad media, observará que junto a una serie de aquéllas de factura estéticamente bella se encuentra con algunas “caretas de peste” de aspecto ridículo, que cubren toda la cara, incluyendo lentes y poseen un especie de cono voluminoso proyectado hacia adelante y con alguna curvatura hacia abajo, que lo asemeja a un pico extraño. Originarias de Francia pero expandidas por otros países europeos, los “médicos” de entonces, usuarios de ellas, creían que las hierbas aromáticas con que llenaban ese pico tenían la propiedad de purificar el aire que respiraban cuando cumplían sus funciones en las miasmas de las pestes, sin sospechar que lo que obtenían realmente con ese diseño era un gran incremento del **AET**, de modo tal de disminuir fuertemente la energía cinética de las partículas propagadoras de la infección y así evitar la penetración de ellas en la máscara y consecuentemente sanear su inhalación. La única experiencia de energía cinética que

Pero... ¿de qué números hablamos en realidad? Cuando armemos el modelo de mascarilla para adultos que expusimos en el punto anterior, podremos reconocer claramente a una semiesfera y si medimos su diámetro, encontraremos que es de 14 cm (naturalmente, su radio medirá 7 cm). Desde el fondo de nuestra infancia nos llega el eco de la ecuación que nos permite calcular el área de una esfera. Esa ecuación y su resultado para su aplicación a una esfera de 7 cm de radio son los siguientes:

$$A_{ESF} = 4 \pi r^2 = 4 \pi (7 \text{ cm})^2 = 616 \text{ cm}^2 \quad (5)$$

Pero para nuestra semiesfera resulta la mitad de ese valor, o sea un área total de 308 cm<sup>2</sup>. Si bien el área total de la semiesfera tiene ese valor (en realidad un poco mayor por las dobleces de la tablas) el área efectiva total **AET** será menor por la superposición de parte de la tela de la semiesfera con la cara. Consideraremos que esa superposición alcanza a un tercio de la tela de la semiesfera (tal vez sea un valor excesivo, pero preferimos arribar a cifras conservadoras). Luego, el área efectiva total **AET** de la semiesfera, que es la que introdujimos arriba, resultará aproximadamente de

$$AET_{SEMIESF} = 1/2 \cdot 2/3 \cdot A_{ESF} = 1/3 \cdot 616 \text{ cm}^2 = 205 \text{ cm}^2 \quad (6)$$

Es decir que corresponde al espacio abierto, nada despreciable, de una ventanita de 10 cm por 20 cm aproximadamente (para tener una idea concreta de esa magnitud piense en la mitad de una baldosa de 20 cm de lado o, casi equivalente, en otra cuadrada de casi 15 cm de lado). Esperamos que la imagen mental de acercarse a respirar por esta ventanita le ayude a evitar cualquier sensación de claustrofobia que pudiera acecharle.

Pero más allá de lo que le indican las ecuaciones, el lector ha tenido seguramente la experiencia de advertir la relación inversa entre la energía cinética de un chorro de agua y la sección por la que surge cuando al lavar su auto con una manguera común ha oprimido el extremo libre de la misma para disminuir el área de salida del agua y obtener así un chorro más rápido y por ende con mayor energía cinética de sus partículas.

---

conocían bien era la del uso de los arietes (gruesas masas en forma de columnas horizontales con una cabeza de bronce de carnero) con los que destruían las puertas de madera reforzada de las defensas enemigas.

Nosotros hemos probado diseños con proyecciones de volúmenes externos en la mascarilla que aumentarían su **AET** pero concluimos en que tanto el aspecto estético como las razones psicosociales harían que en la práctica no serían aceptadas por sus usuarios.

En resumen, resulta fundamental disminuir al máximo la energía cinética de las partículas de saliva y expectoración, pues esa energía cinética es la que se traduce en un trabajo equivalente originado por el estiramiento o ruptura de microfibras y/o por el deslizamiento viscoso de las partículas dentro de la tela y es la que provoca la penetración de las mismas en esa tela. En caso de superar su espesor las partículas se introducirán en la mascarilla con una energía cinética remanente dada por la velocidad que aun conserven.

En pocas palabras: a mayor área de tela mucho menor penetración de las partículas agresivas en ella y, en caso favorable, ningún paso de aquéllas a través de la tela. Como simple ejemplo: aumentar al doble el área efectiva total del filtro hace que la energía cinética de las partículas a filtrar se reduzca a un cuarto de la anterior, como bien nos muestra la ecuación 4.

Debemos aclarar desde ya al lector que la semiesfera a la que nos referiremos repetidamente en lo que sigue tiene esa forma geométrica cuando está desplegada en el aire, es decir cuando no está aplicada al rostro. Cuando nos la coloquemos se transformara, por las tensiones de los extremos, en un huso <sup>11</sup>, con además algunos pliegues que es imposible evitar pero sí controlar para que no se cierren sobre sí mismos.

A pesar de ello, el **AET** seguirá siendo el correspondiente a la semiesfera casi perfecta que se formó inicialmente y que nos permitió calcular su área tan fácilmente, en tanto no se contacten entre si partes externas de la tela que disminuyan ese **AET**.

Pero más allá de lo que le indican las ecuaciones, el lector ha tenido seguramente la experiencia de advertir la relación inversa entre la energía cinética de un chorro de agua y la sección por la que surge cuando al lavar su auto con una manguera común ha oprimido el extremo libre de la misma para disminuir el área de salida del agua y obtener así un chorro más rápido y por ende con mayor energía cinética de sus partículas.

En resumen, resulta fundamental disminuir al máximo la energía cinética de las partículas de saliva y expectoración, pues esa energía cinética es la que se traduce en un trabajo equivalente originado por el estiramiento o ruptura de microfibras y/o por el deslizamiento viscoso de las partículas dentro de la tela y es la que provoca la penetración de las mismas en la tela. En caso de superar su espesor las partículas se

---

<sup>11</sup> En geometría se define al huso como la parte de la superficie de una esfera comprendida entre dos planos que se cortan en un diámetro de aquélla. Un ejemplo muy conocido es el de los husos horarios, como la superficie de la tierra comprendida entre dos meridianos. Nuestro "huso" no es tan regular como el geométrico pero se parece a él. Su ejemplo más doméstico es el de la cáscara de un melón o de una sandía cuando se corta una porción a lo largo de ellos. Téngase en cuenta que en nuestro caso de la mascarilla el ahusado es relativamente leve, pasando de los 180° de la semiesfera a unos 150° del huso, por lo que no afecta a la superficie de la **AET**.

introducirán en la mascarilla con una energía cinética remanente dada por la velocidad que aun conserven.

En pocas palabras: a mayor área de tela mucho menor penetración de las partículas agresivas en ella y, en caso favorable, ningún paso de aquéllas a través de la tela. Como simple ejemplo: aumentar al doble el área efectiva total del filtro hace que la energía cinética de las partículas a filtrar se reduzca a un cuarto de la anterior, como bien nos muestra la ecuación 4.

No podemos menos que alertar sobre el uso de mascarillas con forma de caretas adheridas al rostro, que concentran el filtrado en un área de la tela sumamente pequeña (en algunas de prácticamente sólo poco más que la de las fosas nasales) y que desconocen todo lo que hemos planteado arriba. Serán sin duda muy bonitas (algunas hasta primorosamente bordadas) como para lucirlas en un carnaval veneciano, pero muy poco efectivas y por ende peligrosas para epidemias de coronavirus u otras similares. Ni pensar en su uso para niños.

## **2.2. CON UN SOLO PUNTO DE AMARRE EN CADA LATERAL PERO CON DOS ARCOS DE ELÁSTICO AUTOCOMPENSADOS**

Como ya hemos indicado en el punto 1 precedente, la mascarilla tiene solamente un punto de amarre en cada uno de sus lados. Sin embargo, se ve muy frecuentemente que las mascarillas que se usan habitualmente tienen dos puntos de amarre a cada lado.

Normalmente una de las formas de sostén de esas mascarillas consiste en que cada par de puntos de amarre bilaterales (tanto el par superior como el par inferior) están unidos entre sí con un elemento elástico que rodea el cráneo por la nuca (es decir, utilizando dos elásticos separados). De este modo, los dos puntos de amarre de cada lado están solicitados por dos elásticos independientes, cuyo ángulo entre sí puede ser muy variable, así como las diferentes tensiones en los mismos.

En el caso en que se unan ambos elásticos para comodidad de colocación de la mascarilla se da el peor caso de hermeticidad de esta última, ya que se produce en cada lado de ella y entre los puntos de amarre correspondientes a ese lado una ondulación de la tela en forma de puente que origina un túnel debajo, el que comunica el exterior con el interior de la mascarilla y permite la entrada a la misma de aire sin filtrar (lo llamaremos túnel malar)

Con una disposición paralela de los elásticos el problema aún subsiste aunque menos gravemente, como puede verse con mucha frecuencia. Solamente con un ángulo de divergencia suficientemente grande la mascarilla se adherirá a la cara firmemente sin permitir el ingreso de aire no filtrado, pero ello implica que uno de los elásticos se mantenga en la parte inferior del cuello y el otro en la parte occipital del cráneo, posiciones que resultan muy difíciles de mantener en el tiempo (especialmente la primera), habida cuenta de las inevitables desigualdades de las tensiones de los mismos, al ser independientes.



Figura 4



Si en vez de elásticos se utilizan simples cintas atadas con un nudo o un moño cada una se incrementan los problemas de sujeción.

Además existe la posibilidad de la creación de dos túneles nasales por mala adaptación de la mascarilla al perfil de la cara a ambos lados de la nariz. La solución a este problema consiste en modelar bien a la chapita metálica que obligadamente deberá existir en la mascarilla, hasta lograr que ésta coincida con ese perfil (más adelante insistiremos sobre esta importante personalización de la mascarilla). Desde ya que esa coincidencia debe ser mantenida por una sujeción suficientemente firme.

La Figura 4 ilustra lo que estamos diciendo. En ella las flechas rojas representan tensiones en los elásticos, las amarillas corresponden a posibles corrimientos de los arcos de sujeción (los que se podrán desplazar según la dirección de la tangente a la curva del perfil de la cabeza) y las flechas celestes indican por donde puede entrar aire sin filtrar en la mascarilla a través de los túneles (malares, nasales y del mentón) que ya hemos comentado.

Un principio básico de permanencia en el tiempo de la sostenibilidad de la mascarilla en la cabeza es el de que la dirección de los corrimientos en cada sostén deberá ser perpendicular a la dirección de las tensiones (es decir, flechas rojas perpendiculares a flechas amarillas), lo que no se da en esa figura.

Ni hablar de aquellos diseños que utilizan un par de elásticos o cintas o aun gomitas de escritorio pasando por detrás de las orejas, las que podrán soportar el peso de las patillas de anteojos livianas y bien pulidas pero no el roce permanente de aquéllos elementos en tensión <sup>12</sup>. En este caso la separación entre los “elásticos” estará dada obligatoriamente por la morfología del pabellón de la propia oreja y normalmente su dirección será al menos paralela cuando no convergente hacia atrás.

El único amarre en cada lado de la mascarilla que nosotros proponemos evita la formación de puentes y túneles malares, en tanto esa mascarilla esté bien diseñada y, lo que es muy importante, personalizada.

Además, esos amarres proporcionan dos firmes asas horizontales en ambos extremos de la mascarilla que permiten manipularla sin temor de contaminar el área efectiva de filtrado.

---

<sup>12</sup> Aunque resulte sorprendente, ni siquiera se ha previsto en el caso de las cintas (elásticas o no) por detrás de las orejas un recurso de regulación de la longitud de las mismas tan simple como el que seguramente existirá en otra prenda de ropa que vestirán íntimamente las mujeres: el uso de una pequeña chapita rectangular con dos canalitos paralelos, tal como las que tienen sus “soutiens” o sostenes (hoy mal llamados corpiños).

Una anécdota de diseño tal vez interesante: Viendo lo relativamente trabajosa que resulta la colocación de la mascarilla tensando los arcos de elástico por detrás de la cabeza, hemos probado de colocar al elástico atravesando a una argolla unida a un simple gancho <sup>13</sup>, de modo de facilitar la extensión de los dos arcos por detrás de la cabeza con una sola mano hasta alcanzar con el gancho el asa con perforación libre, poder engancharlo en ella y que se mantuviera firme (y conservando la auto compensación de las tensiones de los arcos elásticos por la argolla y la otra asa).

Lo hicimos considerando que con un pequeño esfuerzo podía alcanzarse y asirse por delante de la cabeza el asa de enganche con la mano libre (que corresponde al otro lado del cuerpo) a fin de sostener esa asa para ayudar al enganche.

Sin embargo, hemos comprobado la existencia de una muy frecuente tendencia a sostener la mascarilla con la mano libre apoyada directamente en el área filtrante de su frente, originando con ello dos inconvenientes: la de una posibilidad de contaminación de esa área y la del achatamiento del huso formado por la deformación de la semiesfera.

Además existía una interferencia entre ambas manos, por el sostén del asa con una y el enganchado con la otra, teniendo en cuenta la escasa superficie disponible para sus dedos en dicha asa.

Por las dificultades referidas (mal sostén de la mascarilla e interferencia de las manos en el enganche) a las que hemos agregado como una razón más nuestro objetivo de diseño explicitado en el punto 1 de que la confección de la mascarilla sea lo más sencilla posible, hemos preferido mantener el diseño original con los aros elásticos deslizándose por ambas asas y así volcarlos juntos con un movimiento por encima de la cabeza.

Posteriormente se separarán y colocarán en sus posiciones angulares convenientes, las que serán determinadas tal como comentamos muy pronto.

Otra posibilidad en el diseño fue la de introducir al menos dos costillas simétricas pero colocadas verticalmente. Comprobamos que ello se traducía en una rigidez excesiva de la mascarilla que impedía su adaptación a la cara de su usuario; era como, por ejemplo, intentar colocar sobre la cara una taza o plato hondo, naturalmente, con una muy mala adaptación sobre la misma. Variante desconsiderada.

La existencia de dos arcos de elástico autocompensados entre sí (de modo que las tensiones en los mismos sean iguales) en nuestro diseño puede originar un problema de

---

<sup>13</sup> No piense el lector que debimos correr a la ferretería para comprarla. Con un trozo de alambre de unos 10 cm y una pinza, formamos una S mayúscula, luego cerramos un extremo de la S para formar la argolla y giramos la misma en 90 grados sobre el eje de toda la S de modo que quedara haciendo cruz con el gancho.

menor cuantía, el que consiste en la determinación de la dirección de la resultante de las tensiones ejercidas en el punto de amarre por esos dos arcos de elástico, en los que, como son autocompensados, dichas tensiones tendrán igual fuerza. Conviene que esa resultante de las dos fuerzas tenga una inclinación más elevada que horizontal, subiendo hacia atrás, por lo que uno de los elásticos deberá ser suficientemente vertical.

Pero aquí aparece un aspecto de la hermeticidad que todavía no habíamos comentado: el del borde inferior de la mascarilla. Si bien podemos contar en la gran mayoría de los sujetos con una papada relativamente convexa (aunque algunos la tengan mucho más convexa que otros), deberemos ejercer una presión suficiente de ese borde inferior contra la piel y ello se logra utilizando el elástico superior, que poseerá una dirección oblicua hacia la vertical y podrá sostenerse en la parte superior-trasera del cráneo.

De tal modo la fuerza resultante de la originada por la posición horizontal del elástico inferior y la originada por la mucho más vertical del elástico superior, tiene una inclinación aproximadamente paralela al eje boca-oreja, suficiente para asegurar la estabilidad y hermeticidad de la mascarilla <sup>14</sup>. Como ya adelantamos, el proceso de regular la tensión de los dos arcos de elástico, fijarlos con un simple nudo y establecer su posición relativa implica otra acción de personalización de la mascarilla.

### **2.3. LAS FUNCIONES DE LA TELA DOBLE**

Recordemos que la mascarilla posee una doble capa de tela en todo el desarrollo de la semiesfera que la constituye. Esta característica tiene varias funciones sobre las que trataremos muy brevemente en lo que sigue.

La primera función es simplemente la de duplicidad de masa, es decir contar con una doble barrera que oponer al ingreso al interior de la mascarilla de las microgotas de líquido del aerosol y de las partículas sólidas de expectoración que pudieran existir en el aire a inhalar.

Desde el punto de vista físico y teniendo en cuenta lo dicho anteriormente sobre la importancia de la energía cinética de esas gotas y partículas en su probabilidad de

---

<sup>14</sup> La dirección de esa fuerza resultante de la composición de las que ejercen los dos arcos del elástico es fácilmente obtenible, pues como los arcos están autocompensados sus fuerzas son iguales y dicha resultante tiene la dirección dada por la bisectriz del ángulo que forman esos dos arcos de elástico. Por el contrario, pueden determinarse los ángulos respecto a la horizontal que deben cumplir dichos arcos a partir de la dirección de esa resultante (naturalmente, fijada una dirección cualquiera de un arco la dirección del otro arco queda determinada simétricamente por ese lado del ángulo y resultante-bisectriz).

atravesar la barrera de filtrado, la existencia de un freno previo al choque con la capa interna de tela hace que la capa externa asuma ese rol de retardación del desplazamiento de las impurezas cuando estas la superan. Naturalmente, todas las impurezas que quedarán retenidas por la capa externa no necesitarán de esta combinación de frenado previo.

También puede considerarse esta primera función como la de una doble probabilidad. Ya hemos dicho que las mascarillas profesionales N95 tienen un filtrado del 95% y un “escape” del 5%. Si bien no hemos tenido oportunidad de valorar la capacidad de filtrado del TNT (valoración que resulta bastante complicada porque depende del tamaño y forma del “particulado”, así como de las presiones efectivas, lo que solamente puede hacerse en cumplimiento de normas de ensayo en laboratorio), déjenos el lector jugar un poco con los números y asignar conservadoramente a cada capa de TNT una capacidad de filtrado del 50% (¡es decir que la mitad de las microgotas pasan...!).

Pero del 50% que supera el filtrado de la primera capa, la segunda capa solamente permitirá pasar (por el freno previo que comentamos arriba) a un 40% del mismo, reteniendo un 60%, de modo que la doble capa tendrá una capacidad de filtrado del 80% (50% de primera capa + 60%.50% de segunda capa = 80%).

Relacionaremos ambas capacidades de filtrado **CF** obteniendo la diferencia relativa entre ellas, por medio de la expresión:

$$\delta \text{ CF} = (\text{CF}_{\text{TNT}} - \text{CF}_{\text{N95}}) / \text{CF}_{\text{N95}} \quad (7)$$

que en nuestro caso resulta

$$\delta \text{ CF} = (80 - 95) / 95 = - 0,1579 = - 16\% \quad (7')$$

O sea que, partiendo de valores que estimamos muy razonables (aunque no los podamos justificar técnicamente) nuestra hogareña mascarilla de dos capas tendría una performance menor de apenas un 16% en relación a la de la profesional de N95. Resultado muy importante que nos alerta sobre lo relativamente eficaz y práctica que puede resultar una solución doméstica a este problema de filtrado.

La segunda función a adjudicar a la doble tela es la estructural. El lector recordará que ambas capas están unidas por el pegamento en un eje vertical, constituyendo así una especie de “falsa costilla” que, auxiliada por las costillas de la estructura de las tablas,

mantendrá armada firmemente a la semiesfera (en realidad al huso, como hemos comentado) que necesitamos conservar lo más cercano posible a esa forma geométrica para maximizar su superficie.

Pero como ya hemos adelantado, la tela tendrá pliegues formados naturalmente por las mismas tablas. Debe tratarse de estirar verticalmente en lo posible el huso en el que se transforma la semiesfera de modo que esos pliegues no hagan que la tela se toque consigo misma por el contacto de sus lados externos en los pliegues.

El espacio entre las paredes externas de un pliegue actúa perfectamente para el filtrado del aire, en tanto conserve cierta separación entre esos lados. En el punto 2.1 tuvimos en cuenta este efecto para arribar a valores numéricos representativos del **AET**.

Actualmente estamos experimentando con las características y propiedades de una tercera función de la doble tela. Tiene que ver con el espacio vacío que se forma entre las dos capas de tela y sus posibles utilidades. La primera de ellas, que estamos ya aprovechando, es la de desinfectar eficazmente el espacio entre ambas telas y sus superficies enfrentadas.

A tal fin, hemos efectuado dos muy pequeñas perforaciones en la tela interior de la última banda (la 8) de modo de tener acceso por medio de una jeringa con aguja a cada una de las dos partes de la semiesfera (recuerde que está dividida por el pegamento del medio) a través de esas pequeñas aberturas, que no constituyen por su tamaño y ubicación una violación de la hermeticidad de la mascarilla. Cuando llegemos a la figura 7 el lector podrá apreciar esto que aquí describimos textualmente.

Podemos así inyectar en los espacios entre ambas telas pequeñas dosis de alcohol 70, que desinfectan las caras contrapuestas de esas telas <sup>15</sup>. Luego de jugar un poco con la mascarilla de modo de asegurar el acceso del alcohol a la totalidad del espacio entre telas, procedemos a cerrar la mascarilla y a apretarla fuertemente, expulsando así el alcohol introducido, quedando solamente un pequeño resto distribuido uniformemente en el interior.

No debe esperarse que las telas sean totalmente impermeables, por lo que las moléculas del alcohol 70 pueden pasar al exterior de ellas y de paso “lavar” el interior de esas telas, lo que es muy importante.

---

<sup>15</sup> Conviene ser algo generosos en la cantidad de alcohol 70 inyectada. Para una mascarilla de adulto podremos llegar hasta un total de diez jeringas de 5 cm<sup>3</sup>, como la que muestra la figura 3, lo que equivale a 50 cm<sup>3</sup>, un tercio de un pocillo de café común. Recomendamos limar la punta de la aguja para dejarla roma y lograr así que no perfora la tela.

Debe aguardarse un tiempo prudencial antes de utilizar la mascarilla pues el alcohol que queda se evapora al respirar y puede provocar una intoxicación que, si bien leve, se traduzca en un estado “alegre” del portador.

Pero la que aparece como muy promisoría es una cuarta función, a la que llamamos “función continente”, vinculada a la idea de obtener una barrera físico-química-biológica, en lugar de la solamente física actual. Consiste en esencia en la utilización del espacio entre telas para colocar en él alguna sustancia específicamente destructora del virus e inocua para el ser humano, cuya inhalación no afecte de manera importante al usuario; desde ya que no pensamos en alcohol por la posible intoxicación (¡hasta borrachera!) que provocaría, sino en algún líquido o crema adecuados.

También habría que pensar en las capacidades germicidas de algunos metales (están apareciendo últimamente algunas mascarillas de cobre, teniendo en cuenta la mucho menor vida del virus sobre ese metal). También se acude a la fijación nanométrica de partículas de plata y/o cobre en las telas que componen las mascarillas. Sería el equivalente a las caretas con fieltro y carbón activado o sustancias similares. Tenemos noticia reciente de que existen planes de investigación para lograr un gel que desactive al coronavirus en ropa y paredes, con nanopartículas inorgánicas con función antiviral, que hacen que el virus quede pegado a la superficie donde se aplica el gel, evitando que se movilice, Ingrese a las células humanas y se replique. Deseamos fervientemente éxito a los investigadores que lo están intentando.

### **3. EL CÓMO: ALGUNAS SUGERENCIAS SOBRE EL USO DE LAS MASCARILLAS**

Comenzaremos este punto aclarando al lector el alcance de lo que sigue. Esperamos que no pensará que somos tan presuntuosos e inconscientes como para dar consejos o simples indicaciones de carácter médico; cada cual en lo suyo.

Lo que aquí diremos es similar a lo que usted leyó cuando al comprar su nuevo televisor encontró en el manual de uso que lo acompañaba; en él no se indicaba cuál canal era más cultural, cuál daba mejor las noticias, en cual se encontraban los mejores espectáculos de diversión, etc., etc. Solamente asesoraba al poseedor del aparato sobre cómo instalarlo, cómo regularlo, qué botón correspondía a qué función y tal vez cómo intentar una primera reparación casera en caso de mal funcionamiento. Nada más que eso.

Pasemos entonces a nuestro tema del uso ergonómico de las mascarillas que hemos confeccionado.

### 3.1. SIEMPRE LISTA

El tan conocido saludo scout de “*siempre lista/o*” incluye en realidad una continuación conceptual. La expresión completa es “*siempre lista/o para servir*” y la palabra *servir* tiene múltiples connotaciones, en tanto a quiénes servir (a todas las personas sin distinción de razas, nacionalidades, credos, etc.) como en lo que constituye el servicio (físico, espiritual, educativo, sanitario, alimenticio, etc.) y además acerca del factor tiempo o sea cuándo hacerlo (será *siempre* que exista la posibilidad de brindar el servicio). Con ayuda de estos conceptos intentaremos hablar brevemente acerca de una “*mascarilla siempre lista*”.

En cuanto a la índole fundamental del servicio creemos que no hay que agregar nada más, pues debió haber quedado bastante en claro. Pero recordemos que en el título de este punto 3. hemos dicho “las mascarillas” (en plural) y ello se debe a que nuestra primera recomendación será la de contar con más de una de ellas. Tengamos en cuenta que deben lavarse frecuentemente o desinfectarse (con alcohol 70 o solución clorada, por ejemplo), ubicarse en lugares de la casa al alcance de la mano, transportarse a donde se vaya, etc.

En caso de algún desperfecto (especialmente en los elásticos) deberán ser reparadas adecuadamente. Se requerirán al menos dos mascarillas en perfecto uso como para asegurar su disponibilidad inmediata.

En cuanto a su limpieza, nosotros hemos decidido hacerla siempre en el momento de retirarla de la cara y conjuntamente con las manos, utilizando alcohol 70 con cierta abundancia.

Cada tanto podemos inyectar por las perforaciones de las que hablamos en el punto 2.3 un poco de alcohol 70, mover la mascarilla para que éste penetre profundamente entre sus dos telas y comprimirla para sacar lo más posible del mismo, teniendo en cuenta además que, como ya hemos dicho, deberemos esperar un rato para volver a utilizarla, a fin de que se evapore el alcohol que pueda quedar como resto en el interior (y, naturalmente, el que fluirá a través de la tela hacia el exterior, pues debemos recordar que la mascarilla no es (y no debe ser) impermeable..

Un importante punto a tratar es el de su ubicación y su transporte. Al lado de cada puerta de entrada a la casa deberá haber una mascarilla **personal** inmediatamente

disponible a fin de poder ser colocada antes de abrir esa puerta. Cuando alguien llame y no se tenga una mascarilla a mano se caerá en la tentación de atenderlo sin mascarilla “por esta única vez”, lo que seguramente se repetirá. El servicio debe ser continuo.

En cuanto al transporte, el mejor lugar dónde llevar la mascarilla es... en la cara, correctamente colocada. Llevar la mascarilla en el bolsillo o asomando la nariz por encima de ella o colgando bajo el mentón protege igual que si se la hubiera dejado en el placar.

Si un adulto deseara llevar consigo una segunda mascarilla, ésta podrá plegarse de modo de tomar la forma de una barra algo arqueada de 24 cm de largo, 2,5 cm de ancho y de la altura de las ocho tablas encimadas unas a otras (que puede modificarse por una abertura para sorber líquidos, de la que hablaremos en el próximo subpunto), lo que constituye un total muy compacto y cómodo de transportar.

El armado de la mascarilla previamente a su colocación es muy importante para que brinde el servicio que debe darnos. Ya hemos visto que parte de la efectividad de la mascarilla como protectora proviene del hecho del aumento del área de filtrado, por lo que el tener la forma original de semiesfera y posteriormente cuando es colocada de un huso, no constituye un problema estético ni de comodidad de uso, sino uno de seguridad y eficacia..

Además, una previa disposición de buena apertura facilitará la colocación de la mascarilla sobre la cara. Luego de colocada se tratará de extenderla en lo posible haciendo que disminuyan los inevitables pliegues y, sobre todo, que estos no se cierren sobre sí mismos, contactando sus lados.

Una prueba de la hermeticidad de la mascarilla es la sensación de un pequeño esfuerzo al comenzar a respirar por ella. Si la respiración fuese tan fácil como si no se hubiese colocado la mascarilla, esto indicaría una mala hermeticidad de la misma con la cara o. lo que sería peor e irreparable, el uso de una tela demasiado permeable para asegurar un correcto filtrado. La sensación de esfuerzo se olvidará a los pocos minutos de usar la mascarilla. En pocas palabras: si con la mascarilla bien colocada respira con tanta facilidad y confort como si no la tuviera puesta, entonces... ¡tírela! porque no lo protege en nada.

Insistimos sobre la necesidad de adecuar bien el perfil del borde superior de la mascarilla al de la nariz. Hace ya mucho tiempo se usaban los binóculos, que consistían en un antejo como los actuales al que se le hubieran quitado las patillas y se sostuviera solamente por la presión del mismo sobre la nariz (una cinta aseguraba su integridad



cuando zafaban de esa posición y caían). Piense el lector que la mascarilla debe tener regulada su chapita de modo de cumplir la función de sujeción del binóculo.

Finalmente, la respuesta de la cuestión sobre a quiénes deben servir las mascarillas es el motivo de este modesto trabajo que presentamos al lector, a fin de la mayor divulgación posible de sus simples instrucciones entre todos sus futuros (y esperamos que múltiples) usuarios.

Pero esos usuarios deben estar también “*siempre listos*” para aceptar plenamente y para usar con agrado a las mascarillas que los protegerán. Para ello es conveniente lograr un sentido de identificación con su propio yo, acudiendo a herramientas de personalización que les permitan integrarlas a sí mismos, las que incluyen a representaciones de su club de fútbol u otro deporte, a sus imágenes “simpáticas” o “ideológicas”, a su propio apodo, etc. Desde ya que no conviene utilizar imágenes o expresiones polémicas o denigrantes de nacionalidades, partidos políticos, razas u oficios.

También resultan representativas de pensamientos originales, constituyendo “graffitis” andantes o expresiones artísticas personales <sup>16</sup>

Esto que decimos no es una simple banalidad; en la industria comprobamos que dejar que los operarios habituales de una máquina le asignen un nombre, la decoren con detalles específicos, etc. logra una identificación en modo alguno despreciable con el trabajo realizado con ella (la asignación de nombres y figuras, adoptadas por los equipos en los aviones durante la segunda guerra mundial y posteriores conflictos armados, obedecía a este mismo principio y ha demostrado su eficacia psicosocial).

En el caso de las mascarillas, su “decoración” es especialmente importante cuando sus usuarios son jóvenes y niños. Desde un dibujo de las dos narinas y los bigotes de un gato hasta los colores de un club de fútbol, pasando por una amplia sonrisa o, por qué no, una lengua saliendo entre los labios (Einstein lo hizo) cualquier personalización deseada por el usuario favorece la aceptación de la mascarilla y por ello su permanente uso.

Vivimos un época regresiva en la que se ha vuelto a los tatuajes típicos de las civilizaciones indígenas: ¿qué mejor forma de tatuarse sin tocar la piel que el hacerlo sobre la mascarilla y poderlo cambiar cuantas veces se desee? Y mostrándolo en la parte del cuerpo que más se mira cuando se encuentra a un ser humano. Hasta podríamos pensar en una hoja adicional de tela plana y cambiabile que facilitase el diseño.

---

<sup>16</sup> Esto es tan real que ya varias casas de moda de primer nivel han expuesto mascarillas especialmente diseñadas desde el punto de vista estético (el ergonómico parece no interesar demasiado).

Una variante menos recomendable es la de colocar en la mascarilla una identificación publicitaria o institucional, a pesar de que esta última otorgue una cierta representatividad, a veces requerida por los interlocutores al usuario correspondiente.

Condición fundamental a tener en cuenta es que las mascarillas deben teñirse con tintas indelebles y en modo alguno pintarse (es decir que se debe mantener físicamente libre toda el área de filtrado **AET**). Por ello la única faja que puede pintarse es la primera (la que contiene a la chapita) pues en ella no pasa aire y su efecto filtrante es así nulo.

Además, ya hemos expresado en el punto 1 que conviene que la tela utilizada sea en lo posible clara, tanto porque permite verificar más fácilmente su limpieza como porque sobre ella se pueden trazar las líneas de su plano con un lápiz de mina blanda (del tipo de los lápices de colores de los niños), evitando el hacerlo con un bolígrafo por la acción diluyente en sus trazos del alcohol 70 utilizado al desinfectar la mascarilla.

### **3.2. SABER SORBER**

Si el sujeto usuario de la mascarilla pertenece a la especie "*homo matens*" (expresión pseudo latina que se traduce con el argentinismo "*panza verde*"), especie que tiene la adicción de tomar mate <sup>17</sup>, podrá disfrutar del placer de sorber la infusión, sin quitarse la mascarilla, con una ligera modificación de esta última que veremos a continuación y que constituye una personalización más de ella.

Por otra parte, si bien la hemos presentado arriba con la función motivadora muy doméstica y popular del mate, esta entrada a la mascarilla servirá para sorber, utilizando pajillas curvables (con un sector tipo "bandoneón") o tubitos flexibles, cualquier otro líquido, tal como gaseosas, té, café, agua, medicamentos bebibles, caldos, etc., lo que resultará especialmente útil en caso de enfermedades contagiosas con medio de transmisión aéreo, tales como la del coronavirus que estamos sufriendo.

Colocada la mascarilla sobre la cara en el modo correcto de máxima expansión de su superficie, se deberá marcar en su exterior y sobre el cordón central de pegamento que une a ambas telas a un pequeño segmento que indique la altura en la que resultará cómodo ubicar la entrada de la pajilla curvable, tubito flexible o bombilla.

Téngase en cuenta que decimos la entrada del tubito, la pajilla o la bombilla en la mascarilla y no la entrada de las mismas en la boca, que es lo que realmente importa al

---

<sup>17</sup> Desde ya que en forma individual y en modo alguno como cumplimiento del rito de hacerlo "en rueda", donde la bombilla cumple la nada higiénica función de mezclar salivas. Por otra parte, ello constituye un rito más que impensable en una pandemia de coronavirus

usuario. Por ello habrá que proyectar la posición angular de la pajilla curvable, tubito flexible o bombilla, en sus funciones de conducto de succión de los líquidos, sobre la mascarilla. Conviene hacerlo con la colaboración de otra persona que se coloque al costado de la cara que tenga ya la mascarilla puesta, observe las posiciones relativas de la mascarilla correctamente expandida, la boca y la pajilla, tubito o bombilla y marque el punto de incisión en el frente de la mascarilla. Desde ya que la curvatura de las pajillas y la plasticidad térmica de los tubitos facilitan mucho la adaptación boca-mascarilla a través de ellos.

Para el caso de que el tubito se doble permanentemente en 90 ° y se asuma que la porción mayor del mismo baja en forma vertical, la ubicación de la entrada del mismo a la mascarilla estará a igual nivel que la boca; lo mismo sucede con una pajilla que también se doble en 90 °, pero no con una bombilla que no tenga tal ángulo de curvatura, por lo cual en este último caso la entrada a la mascarilla debería encontrarse bastante más abajo que la boca. Una solución fue encontrada por una integrante “*matera*” de nuestro grupo que vio que el tubito elástico se podía empalmar con la cánula de la bombilla, por lo que cortó en esta última su parte superior, correspondiente a la boquilla, dejando en cambio la cánula y el extremo del filtro de la yerba y de ese modo no tener que hacer una segunda entrada en la mascarilla para tomar mate. Además la prolongación suficiente de la bombilla por el tubito elástico le permitió efectuar con facilidad la recarga de agua caliente del mate.<sup>18</sup>

Una vez hallado el punto de entrada de la pajilla o tubito curvado en la mascarilla, se procederá a efectuar un corte vertical de aproximadamente 1 cm que atraviese la unión central de las telas con el pegamento.

Para aumentar la hermeticidad puede pegarse por dentro de la mascarilla un pequeño trozo de tela con una incisión similar pero en dirección perpendicular a la primera, es decir horizontal y haciendo cruz con la anterior. Separadamente se recortará un rectángulo de 18 cm por 8 cm del mismo material que la mascarilla y se pegará sobre sí mismo hasta

---

<sup>18</sup> El conducto de aspiración con que se absorba el líquido deberá transformar el flujo del mismo de vertical ascendente a horizontal entrante en la boca, por lo que el tubito deberá curvarse térmicamente, la pajilla deberá ser del tipo acordeonado o la bombilla tener una curva adecuada en la boquilla. Una disposición oblicua respecto a los labios dificultará la absorción. Aunque parezca increíble, lo que suscitó mayores discusiones sobre la mascarilla fue la colocación o no de una boquilla en el extremo del tubito elástico de aspiración. Los que sostenían que sí, se basaban en la comodidad de mantener el extremo en la boca aun cuando el volumen de la boquilla hiciera necesaria la remoción del tubito cuando no estuviera en funcionamiento. Los que se negaban a adicionar una boquilla y preferían el extremo del tubito desnudo se fundaban en la posibilidad de girar el tubito de modo de apoyar el extremo doblado sobre la tela de la mascarilla y, aprovechando la amplitud interior de la misma, dejar colocado permanentemente el tubito, lo que permitiría sellar mejor su introducción en el interior de la mascarilla. Aún no hay decisión definitiva.

obtener un rectángulo de tela doble de 18 cm por 4 cm. Un extremo se dejará cortado a 90 ° y el otro se afinará de modo de configurar un trapecio de base igual al ancho de la tira y extremo superior de aproximadamente 1 cm, formado por una triple capa de material, al reforzarlo con una tela adicional para lograr una mayor rigidez y espesor, redondeándose algo sus puntas. A continuación se volcará (como indica la flecha verde de la figura 5) el extremo trapecial sobre el otro extremo dejando una luz de aproximadamente 2 cm entre ambas puntas y se marcará sobre el extremo mayor el perímetro del menor, tal como indica esa figura 5.

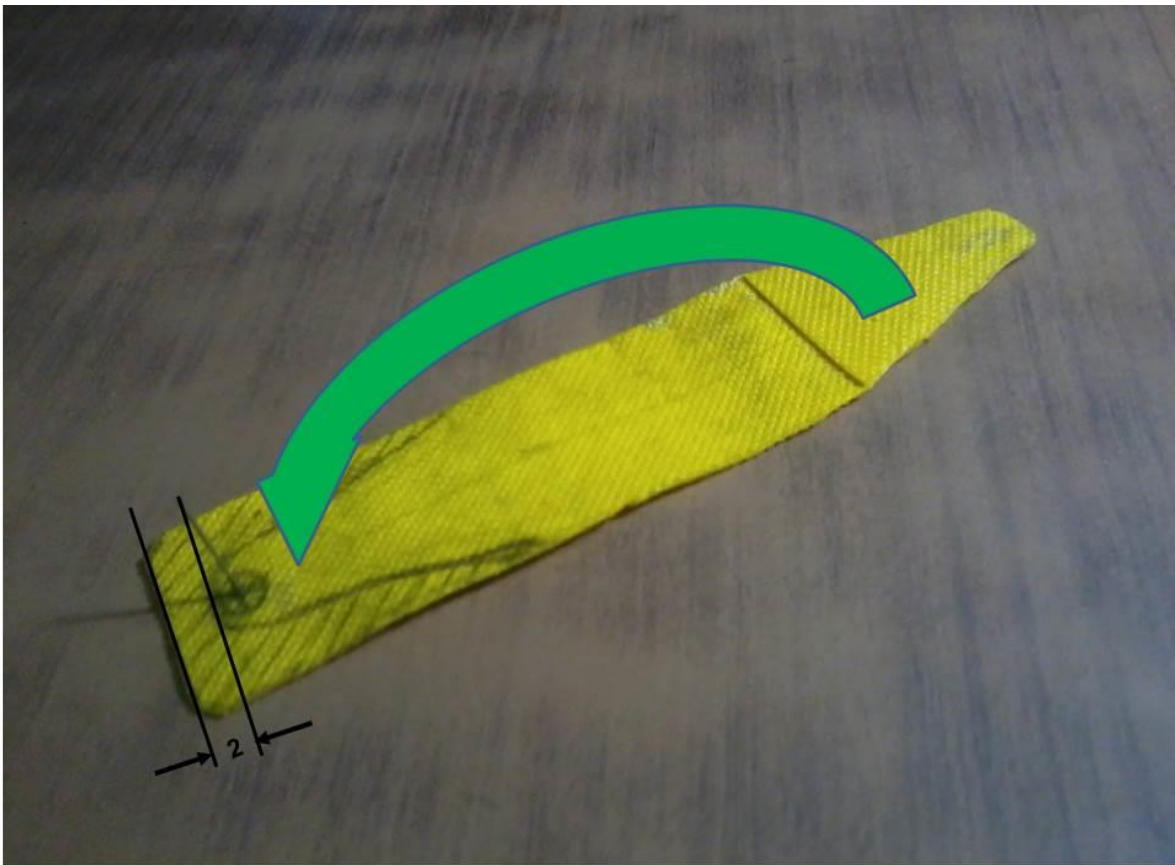


Figura 5

En dicha figura puede verse el circulito cuyo centro marca el lugar correspondiente a la perforación de la tela de la mascarilla (pero atención que es sólo la indicación del lugar dicho y la cabeza de la lengüeta no debe perforarse). En el centro del circulito se pasará

un alfiler a fin de coordinar la colocación de esta cabeza con la tela de la mascarilla al pegarlas.

La zona rayada que se ve en la figura 5 es la que debe cubrirse con el pegamento con mucho cuidado para que se conserve el perfil dibujado con nitidez, pues será el que conforme el espacio vacío entre la lengüeta y la tela, dentro del cual deberá entrar ajustadamente el extremo trapecial. Lo que vemos en la figura 5 es el lado de la lengüeta cuya cabeza estará en contacto con la tela y por ello posteriormente no se verá cuando cuelgue del frente de la mascarilla. El lado de debajo de la figura 5 será el visible al frente de la mascarilla.



Figura 6

Como hemos dicho, la perforación de la tela filtrante deberá coincidir con el circuitito interno dibujado en la lengüeta (que, repetimos, no debe cortarse) de modo de que la introducción de la pajilla curvable, del tubito elástico o de la bombilla lleguen hasta el

fondo del espacio entre la cabeza de la lengüeta y la tela filtrante y penetren con facilidad en la perforación de esta última. Normalmente cuando no se requiera absorción el extremo trapecial estará curvado a  $180^\circ$  e introducido totalmente en el hueco formado entre la cabeza de la lengüeta y la tela.

Cuando se desee introducir la pajilla curvable o el tubito elástico se extraerá este extremo de la lengüeta del hueco, dejando abierto al mismo. Dicho extremo servirá además para sostener la mascarilla y facilitar la introducción de la pajilla curvable, el tubito elástico o la bombilla en ella. A fin de no quedar suelto y molestar al usuario de la mascarilla se ha previsto para cuando esté extraído el ubicarlo hacia arriba de la mascarilla y el agregado de una presilla que lo mantenga en esa posición, tal como el lector podrá ver en la figura 6.

Cumpliendo con nuestras recomendaciones de personalización de la mascarilla, hemos recortado esa presilla de una parte de la bolsa que indicaba la dirección del comercio que la proveyó y así patentizar nuestro cariño por el pueblo grande y a la vez ciudad chica que nos recibió hace muchas décadas, nos permitió encontrar esposa, vio nacer y crecer a nuestros tres hijos (citybellinos de raza), los multiplicó en nietos y nos acompaña actualmente en nuestras actividades, tales como la que usted está juzgando a través de este escrito.

Finalizada la succión del líquido, se extraerá la pajilla curvable o el tubito elástico y se introducirá el extremo trapecial de la lengüeta dentro del hueco, obturándolo así completa y permanentemente. La pérdida de hermeticidad introducida por esta modificación adicional para sorber es tolerable en comparación con las demás condiciones de uso de la mascarilla.

¿Qué porcentaje de disminución del **AET** corresponde a esta tan útil adición efectuada a la mascarilla? El área total del extremo de la lengüeta que está pegada a la tela filtrante de la mascarilla es de 4 cm por 6 cm, es decir de  $24 \text{ cm}^2$ . Si consultamos lo expuesto en el punto 2.1 vemos que el **AET** era entonces de  **$205 \text{ cm}^2$** . Luego, la disminución del **AET** por este agregado es algo menor al 12 %.

La figura 7 nos permite ver la mascarilla por dentro, con el tubito flexible ya colocado y cuyo extremo se ha curvado a  $90^\circ$  (se ha introducido excesivamente dentro de la mascarilla para poder apreciar mejor la curvatura en la fotografía).

También se puede observar la jeringa cuya aguja penetra entre las dos telas a fin de introducir el alcohol 70, tal como ya hemos explicado en el punto 2.3.

Pero hasta ahora hemos hablado solamente de la absorción de líquidos sin retirar la mascarilla o desplazar uno de sus bordes.

Podemos contemplar también la necesidad de evacuar saliva o expectoración de la boca del portador. En tal caso la solución más inmediata que acude a nuestra mente es la de los dentistas, con un pequeño aparatito de forma de sifón y con acción de succión, que podemos colocar en la boca y comunicar con el exterior a través del camino abierto del modo como explicamos arriba.

La amplitud que dimos a la semiesfera ayuda a la ubicación de dicho aparato, el que deberá ser suficientemente pequeño para no ocasionar molestias al usuario.



Figura 7

### **3.3. SOBRE ALGUNAS BARBARIDADES**

En cuanto a las “barbaridades” mencionadas en el título de este subpunto, el lector seguramente ya adivinó que nos referiríamos al recubrimiento piloso de la cara. En efecto, el tener una barba completa y suficientemente tupida resulta en otra pérdida de hermeticidad que debe ser controlada. Condición fundamental para limitar esa pérdida es la de que la barba deba ser lacia y no rizada. Con una barba lacia y peinada la pérdida de hermeticidad es tolerable siempre que la mascarilla oprima firmemente la cara.

En caso de barba rizada o despeinada no podremos asegurar la efectividad de la protección brindada por la mascarilla, Tampoco podremos hacerlo cuando la barba esté fuertemente recortada (tipo “candado” y similares) y cree un espacio-puente entre la zona de recorte abrupto y el borde de la mascarilla. En ambos casos queda a decisión del usuario el afeitarse su barba o correr el grave riesgo de infección.

### **4. NOTA FINAL**

El autor acepta por su agudeza crítica a la irónica definición de un experto como el de una persona que ha cometido <sup>19</sup> todos los errores posibles en el campo de su especialidad, Por ello, agradecerá realmente que se le comuniquen todos los errores que aparezcan en este pequeño trabajo a las direcciones de correo electrónico obrantes en el encabezamiento del mismo, como una valiosa colaboración para continuar su camino hacia el logro de ser un experto en ergonomía. Y reclama los errores como propios; pero las sugerencias y mejoras pertenecerán siempre a quién las ofrezca.

Y, para terminar, un pedido fervoroso al lector. El haber llegado en su lectura hasta acá constituye un mérito de perseverancia que no se le niega. Ahora está en condiciones de juzgar por usted mismo si hemos alcanzado o no el cumplimiento de los objetivos del diseño que nos planteamos en el punto 1. Si cree que sí... entonces arremánguese, confeccione al menos una mascarilla sencilla y úsela. Si no lo hace, todo lo que ha leído de este opúsculo habrá sido en vano.

12060

---

<sup>19</sup> Pero adhiere a esta definición solamente si a la expresión “ha cometido” se agrega aunque sea implícitamente lo siguiente: “y ha reconocido y en sus posibilidades ha reparado”.