

Documentos de trabajo

PROESA

Reuso seguro y racional de mascarillas de alta eficiencia durante la pandemia COVID-19 2020.

Sergio Prada^{1}, Álvaro Vivas¹, Erik Rosero¹, Marly Orrego¹,
Juan Sebastián Candelo¹, John España¹, Germán Soto¹,
Diego Martínez¹, Leonardo García¹*

Documentos PROESA #23
ISSN: 2745-2999(En línea)

Sergio Prada:

Economista, Doctor en Políticas Públicas.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7986-0959>

Contribución: diseño del estudio, coordinación del equipo.

Álvaro J. Vivas:

Médico.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8427-5295>

Contribución: escritura del artículo.

Erik Rosero:

Ingeniero de Equipo Biomédico.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7294-6303>

Contribución: recolección de datos.

Marly Orrego:

Enfermera, Magíster en Epidemiología.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2217-084X>

Contribución: escritura del artículo, diseño del estudio.

Juan Sebastián Candelo:

Tecnólogo Electrónico.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4973-019>

Contribución: diseño de métodos de descontaminación

John España:

Ingeniero de Equipo Biomédico.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7826-2276>

Contribución: diseño de encuesta y recolección de información.

Germán Soto:

Ingeniero industrial, Magíster en Finanzas.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0108-9583>

Contribución: recolección de información

Diego Martínez:

Enfermero, Especialista en Administración en Salud.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6992-0161>

Contribución: recolección de información

Leonardo García:

Ingeniero Biomédico, Magíster en Administración de Negocios.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7089-7149>

Contribución: diseño del estudio, diseño y testeado de métodos de desinfección, liderazgo del equipo.



Documentos de trabajo

Reuso seguro y racional de mascarillas de alta eficiencia durante la pandemia COVID-19 2020.

© Centro de Estudios en Protección Social y Economía de la Salud - PROESA.

Cali / Universidad Icesi, 2021

ISSN: 2256-5787 (En línea)

Palabras claves:

Salud / Economía / Investigación / Cali (Colombia)

Facultad de Ciencias Administrativas y Económicas

Primera edición / Juio de 2012

Rector: Francisco Piedrahita Plata

Secretaria General: María Cristina Navia Klemperer

Director Académico: José Hernando Bahamón Lozano

Decanos de la Facultad de Ciencias Administrativas y Económicas:

Carlos Enrique Ramírez, Ramiro Guerrero

Comité Editorial: Norman Maldonado, Victoria E. Soto, Ramiro Guerrero, y Sergio I. Prada

Redacción: PROESA - Juan Fernando Montaña, Jasson Narvaez y Jairo Jiménez.

Coordinador Editorial: Adolfo A. Abadía

Diseño y Diagramación: Sandra Moreno

Forma de citación:

Prada S, Vivas Á, Rosero E, Orrego M, Candelo J, España J, Soto G, Martínez D, García L., et al. (2021). Reuso seguro y racional de mascarillas de alta eficiencia durante la pandemia COVID-19 2020. Documentos de trabajo PROESA, número 23, ISSN: 2745-2999 (En línea).

Cali - Colombia

PROESA - Universidad Icesi

Calle 18 No. 122-135 (Pance), edificio B - piso 2.

Teléfono: +57 (2) 555 2334

E-mail: editorial@icesi.edu.co

Centro de Investigaciones Clínicas - Fundación Valle del Lili

*Autor de correspondencia: sergio.prada@fvl.org.co.

Teléfono: 602 3319090

Dirección: Cra 98#18-49



PROESA - Centro de Estudios en Protección Social y Economía de la Salud de la Universidad ICESI y la Fundación Valle del Lili (FVL).

PROESA hace investigación de alta calidad y genera evidencia relevante para la orientación de las políticas públicas en protección social y economía de la salud, tanto a nivel nacional como internacional.

Misión

La misión es realizar investigación de alta calidad, diseminar el conocimiento y proveer orientación imparcial y objetiva para las políticas en protección social y economía de la salud.

Visión

La visión es ser reconocidos a nivel nacional como el centro de pensamiento líder en su campo, e internacionalmente como generador y transmisor de conocimiento en protección social y economía de la salud.

Principios

Pertinencia | Independencia | Transparencia | Excelencia

Reuso seguro y racional de mascarillas de alta eficiencia durante la pandemia COVID-19 2020.

Resumen

Objetivo: Describir la política de uso racional de mascarillas de alta eficiencia en un hospital de alta complejidad y medir los resultados de su implementación en 2020.

Materiales y métodos: Descripción de una estrategia de implementación de reuso de tapabocas y un análisis descriptivo contable de los recursos ahorrados.

Resultados: Con un costo de implementación menor a USD \$10,000 se obtiene una reducción de consumo de tapabocas N95 de 56% comparado con el escenario sin política. Usando un precio promedio unitario en el año de USD \$2.4 el ahorro podría ascender a los USD \$505,841. Se obtuvieron porcentajes de 80.5% para el constructo de aceptabilidad, 78.8% para el de adecuación y 83.6% para el de factibilidad.

Conclusión: La política descrita es altamente costo-benéfica y se convierte en una alternativa para ahorrar recursos sin aumentar el riesgo del personal en salud.

Palabras clave: COVID-19, Mascarillas N95, Colombia, Hospitales, Ahorro de Costos

Safe and Rational Reuse of High-Efficiency Facemasks During the COVID-19 Pandemic (2020)

Abstract

Objective: To describe the policy for the rational use of N95 facemasks in a third level hospital and measure the results of its implementation during 2020.

Methods: Description of a strategy of facemask reuse and a descriptive analysis of saved resources.

Results: With an implementation cost of less than \$10,000 USD there is a 56% reduction in N95 facemask consumption compared with a no-policy scenario. Using a mean unitary price of \$2.4 USD during 2020, the savings could ascend to \$505,841 USD. Acceptability, adequacy and feasibility rates were 80.5%, 78.8%, and 83.6%, respectively.

Conclusion: the described policy is highly cost-beneficent, making it an alternative to save resources without increasing the risk in healthcare workers.

Keywords: COVID-19, N95 Respirators, Colombia, Hospitals, Cost Savings

INTRODUCCION

La enfermedad por coronavirus de 2019 (COVID-19), causada por el SARS-CoV-2 (severe acute respiratory syndrome coronavirus 2, por sus siglas en inglés) ha generado una pandemia de grandes dimensiones: para el 31 de diciembre de 2020, el número de muertos ascendió a más de 1.8 millones de personas (1). La transmisibilidad de este patógeno ha permitido un crecimiento exponencial del número de infectados, poniendo en riesgo los sistemas de salud de diferentes países (2–5). Las mascarillas N95 hacen parte de los elementos de protección personal (EPP) más demandados por el personal médico al disminuir de manera considerable el riesgo de transmisión del virus, especialmente en procedimientos generadores de aerosoles (6); esto ha generado su gran desabastecimiento en centros de salud a nivel mundial (7,8), con graves implicaciones.

En Italia, la cantidad insuficiente de EPP fue causa importante del contagio y fallecimiento de miles de trabajadores de la salud. En menos de tres meses luego del primer caso en ese país, más del 8% de los mismos a nivel nacional se encontraban infectados por SARS-CoV-2 (9). En países de ingresos bajos e intermedios, la situación es más dramática. En Colombia, por ejemplo, para el 31 de diciembre de 2020, más de 30,000 trabajadores de la salud se habían contagiado con este virus (10).

Por otro lado, la mayor demanda de EPP aumentó considerablemente los gastos de los centros de salud. En el Reino Unido, se compraron miles de millones de EPP con incrementos de valor unitario de hasta 1277%, resultando en un aumento en costos de 10,000 millones de libras esterlinas comparado con precios de 2019 (11). En Estados Unidos, también hubo un incremento en el costo de los mismos de hasta 2000% (12); esta situación ha dejado a prestadores pequeños que no tienen capacidad de negociación en riesgo financiero, puesto que se ven obligados a comprar pocas unidades a precios muy elevados (13).

Como respuesta se han implementado diversas estrategias de optimización de EPP; en el caso de las mascarillas N95 se encuentra el uso extendido, reuso mediante rotación y reuso después de desinfección de las mismas (14–18). La primera se basa en el principio que indica que es mejor el efecto residual de filtración usando una mascarilla que no tener ninguna filtración (no usar mascarilla); la segunda, considera que el virus va eliminándose de una superficie con el tiempo, y la tercera, que métodos físicos o químicos pueden destruir el virus (15). Dentro de los últimos se encuentran el vapor, el óxido de etileno, calor a diferentes temperaturas y humedades, el uso de autoclaves, peróxido de hidrógeno e irradiación germicida ultravioleta (UVGI, por sus siglas en inglés) (16–18). La UVGI tiene la ventaja de erradicar con gran eficacia diversos patógenos –incluyendo el SARS-CoV-2– (19–24) sin comprometer el ajuste, apariencia, olor, o capacidad de filtración de estos tapabocas tras más de tres ciclos (14, 22).

Esta revisión de casos resalta la importancia de hacer un uso racional de los EPP y de difundir la implementación de estrategias que disminuyen el gasto de recursos y evitan la escasez, sin poner en riesgo de contagio al personal de salud. El objetivo de este estudio fue describir la política de uso racional de tapabocas N95 en nuestra institución, un hospital universitario de alta complejidad en Cali, Colombia, que cuenta con 5 sedes, 625 camas de hospitalización, 114 camas de cuidado intensivo, 695 médicos, y más de 5300 colaboradores con exposición al virus.

METODOLOGIA

Se describe una estrategia de implementación en el marco del modelo de programas efectivos replicables. Se incluyen 4 fases para lograr con éxito la adopción, implementación y sostenibilidad de la política de reuso de tapabocas en la institución. Adicional a la estrategia de implementación, se presenta un análisis contable de los recursos ahorrados.

1. Fase precondiciones:

Esta fase comprende la evaluación de condiciones previas a la implementación. La identificación de la necesidad de suplir de EPP a todo el personal que atiende pacientes con COVID-19 y las barreras de abastecimiento presentadas en el contexto de la pandemia.

2. Fase pre-implementación:

Se conformó a nivel institucional un grupo interdisciplinario para la evaluación de la evidencia científica en relación a la política sobre uso racional de EPP, que incluyó directrices de uso de tapabocas según el grado de exposición y reutilización de los mismos a través de una técnica local de descontaminación usando UVGI. Las indicaciones fueron definidas por el Comité de Infecciones institucional, cuya cronología se presenta en la Tabla 1.

Se llevó a cabo un seguimiento estricto respecto al número de tapabocas N95 utilizados mensualmente en la institución. El costo promedio de cada mascarilla tuvo un comportamiento volátil durante el año dependiendo no solo de las condiciones del mercado, sino también de la capacidad de negociación de cada comprador. No obstante, fue posible hacer un cálculo conservador del valor de estas unidades ahorradas asumiendo un precio promedio en el año de USD \$2.4.

Al iniciar los protocolos de protección personal durante la atención de pacientes con COVID-19, el acceso a las mascarillas N95 estaba limitado a profesionales de la salud con mayor riesgo de exposición, con una generosa posibilidad de recambio, mientras que aquellos con menor riesgo de exposición usaron mascarilla quirúrgica. Sin embargo, con el crecimiento rápido de infectados, prácticamente cualquier profesional de salud en contacto estrecho con otra persona estaba en riesgo de infección, por lo cual se amplió la indicación a más personal hospitalario. No obstante, el tiempo de recambio se prolongó considerablemente para la mayoría de los funcionarios considerando la escasez de tapabocas generada por la alta demanda (Tabla 1).

Tabla 1: Cronología de indicaciones de uso de tapabocas N95

Fecha	Indicación de tapabocas N95	Uso y recambio
6 de abril	Personal de la salud que trabaje en áreas respiratorias con cambio.	Uno por cada paciente COVID-19 confirmado
	Cirugía en paciente sintomático o sospechoso de COVID-19	Uno por procedimiento
	En PGA*	Uno por procedimiento
	Algunos profesionales de la salud†	Uno cada 15 días
28 de julio	Personas que durante su jornada no logren mantener el distanciamiento físico por más de dos metros	Dos, usadas interdiario y recambiadas cada 15 días
	Todo el personal médico y asistencial durante atención de cualquier paciente	Dos, usadas interdiario y recambiadas cada 15 días
	Todo el personal administrativo con atención de público	Dos, usadas interdiario y recambiadas cada 15 días
	Personal de áreas respiratorias y área de reanimación urgencias	Uno por cada turno
28 de agosto	Indicación de desinfección con cámara UV	Sin cambios en uso y recambio
	Sin cambios en indicación	

*Procedimientos generadores de aerosoles

† Anestesiólogos, odontólogos, otorrinolaringólogos, neumólogos, fonoaudiólogos, rehabilitadores pulmonares, oftalmólogos, cirujanos de cabeza y cuello, personal de endoscopia, terapeutas respiratorios con manipulación de la vía aérea de los pacientes deben usar mascarilla N95 y dar vigencia a 15 días.

De acuerdo a lo anterior, fue clara la necesidad de establecer una política de reuso de tapabocas para garantizar la seguridad de todo el personal. Así, se llevó a cabo el diseño, pilotaje y puesta en marcha de un sistema propio de desinfección de las mascarillas N95, para lo cual se evaluaron cuatro métodos de desinfección: autoclave, vapor de peróxido de hidrógeno, vapor usando microondas y UVGI.

De manera anecdótica, la desinfección con autoclave, aunque tiene la ventaja teórica de descontaminar hasta 100 tapabocas al tiempo, es poco eficiente (toma alrededor de 120 minutos) y costosa, con costos directos de aproximadamente \$100 USD por ciclo e indirectos de quizá mayor valor porque se tendría que disponer de personal en la central de esterilización de la institución para realizarla. La desinfección con vapor de peróxido de hidrógeno también fue evaluada, siendo aún más costosa que con autoclave (\$217 USD por ciclo de desinfección de 10 tapabocas) (Anexo 1: resultados de estos métodos). El piloto con vapor usando microondas también fue descartado; tras un primer ciclo, el 40% de las mascarillas presentaron desprendimiento y quemadura total de la pieza metálica.

El cuarto método experimentado fue la Irradiación Germicida con Luz Ultravioleta (UVGI) a 1.3 J/cm² utilizando recámaras de desinfección equipadas con bombillas emisoras de luz UVC. Este método probó ser el mejor, al: 1) Conservar la forma y la capacidad de filtración de mascarillas, incluso tras múltiples ciclos; 2) Ser eficiente, desinfectando hasta 8 tapabocas en 3 minutos; 3) Ser económico, puesto que no necesita de personal adicional para su uso y sus costos de mantenimiento son bajos (alrededor de \$10 USD al mes); 4) Ser fácil de usar, y 5) Ser seguro, pues la luz UV se apaga automáticamente al abrir la compuerta.

3. Fase de implementación:

De acuerdo a los hallazgos encontrados, se ejecutó un plan progresivo de instalación de las recámaras, que empezó con áreas específicas a conveniencia de capacidad de la gestión del sitio y el personal. Se desarrolló un protocolo de desinfección de las mascarillas (Anexo, Imagen 1) que fue ampliamente divulgado en la institución usando plataformas virtuales; este también fue impreso y ubicado encima de las recámaras para asegurar el uso adecuado de las mismas. Del mismo modo, se realizó un acompañamiento en las primeras semanas de implementación del protocolo durante los cambios de turno del personal

En un período de 6 semanas, iniciando el 22 de julio de 2020, se instalaron 19 recámaras distribuidas así: 12 en la sede principal y las 7 restantes en las sedes alternas, la última instalada el 10 de noviembre de 2020.

Para evaluar los resultados de la política se definieron tres métricas: diferencia en el consumo en unidades, diferencia en el gasto monetario y satisfacción de los usuarios. Para las dos primeras métricas que evalúan el impacto financiero se construyó un escenario sin la política para luego ser comparado con el escenario de consumo en unidades y de gasto monetario observado con la política.

Para calcular el número de unidades consumidas en el escenario sin la política usamos un parámetro de consumo de 18 unidades por persona por mes. Este parámetro corresponde a 216 horas laborales en el mes divididas por turnos de 12 horas. Es decir que el cálculo se basa en que una persona labora 18 turnos de 12 horas cada uno en el mes y que en circunstancias sin política esta persona necesitaría 18 máscaras/mes.

Para calcular el número de personas que deben usar la mascarilla usamos las definiciones de la Circular 017 del 24 de febrero de 2020 del Ministerio de Trabajo. En el marco del Sistema general de Riesgos Laborales se definen tres grupos de trabajadores expuestos según su riesgo: Directo, indirecto e intermedio.

Los trabajadores con riesgo de exposición directa son aquellos cuya labor implica contacto directo con individuos clasificados como caso sospechoso o confirmado. Los trabajadores con riesgo de exposición indirecta son aquellos cuyo trabajo implica contacto con individuos clasificados como caso sospechoso, pero, donde la exposición es incidental, dado que la exposición al factor de riesgo biológico es ajena a las funciones propias del cargo. Finalmente se consideran con riesgo de exposición intermedia aquellos trabajadores que pudieron tener contacto o exposición a un caso sospechoso o confirmado en un ambiente laboral en el cual se puede generar transmisión de una persona a otra por su estrecha cercanía. Para el cálculo, aquellos que deben usar la mascarilla son las personas con riesgo de exposición directo e intermedio.

4. Fase de mantenimiento:

La política de reuso de tapabocas tiene alcance a áreas asistenciales y administrativas con actividades de sensibilización continuas para lograr el compromiso del personal en el uso correcto de las cámaras de desinfección.

Para medir la efectividad en la implementación de la política se definieron como indicadores la aceptabilidad del proceso de desinfección, la percepción de adecuación, y la viabilidad de las medidas mediante las encuestas Acceptability of Intervention Measure (AIM), Intervention Appropriateness Measure (IAM) y Feasibility of Intervention Measure (FIM), respectivamente. Cada encuesta tiene cuatro preguntas debidamente validadas (26), traducidas al español por el equipo investigador.

Igualmente se realizó una encuesta de inspección general de las máscaras después de pasar por el sistema de desinfección para medir desgaste, estado general, sellado, olor y estado del clip nasal. La invitación a diligenciar las encuestas se envió por medios de comunicación electrónica interna masiva a todos los colaboradores de la clínica y se habilitaron formularios electrónicos para respuesta vía internet en la plataforma Forms de Microsoft.



RESULTADOS

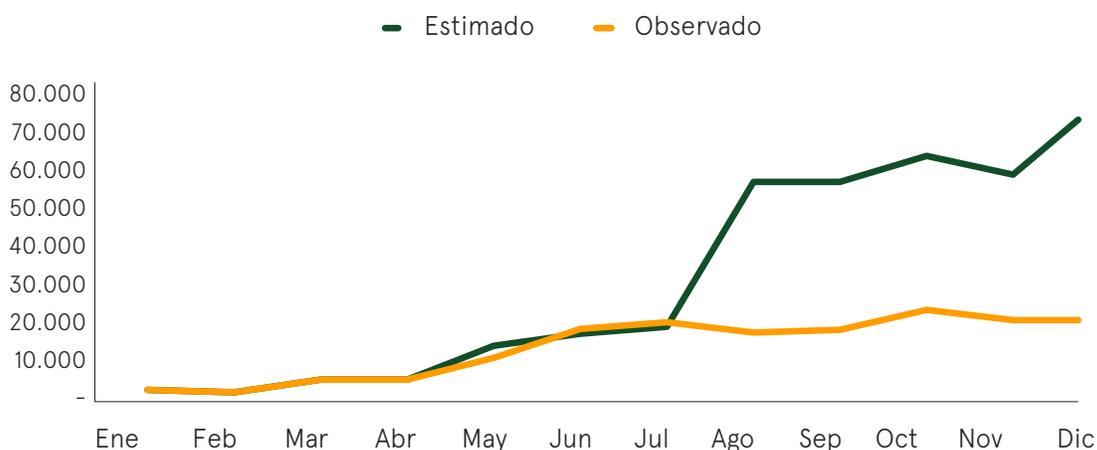
La evaluación se realizó entre septiembre y diciembre de 2020. La Tabla 2 muestra el número de personas en riesgo de contagio en la institución según el grado de exposición. Resalta el incremento de personal con clasificación de exposición directa e intermedia, con una variación intermensual positiva en todos los meses a excepción de septiembre. Es importante anotar que el incremento de personal expuesto de los meses de octubre y noviembre se debe a la apertura de una nueva sede del hospital con más de 800 personas.

Tabla 2: Funcionarios teóricamente expuestos a SARS-CoV-2 según grado de exposición

	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Indirectos	1802	1439	1434	1456	1456	1710	1347	1379
Directos	786	963	1065	1172	1172	868	747	811
Intermedio	1857	2164	2073	2011	2011	2693	3248	3280
Total	4445	4566	4572	4639	4639	5271	5342	5470
Dir+interm	2643	3127	3138	3183	3183	3561	3995	4091
Variación %		18,3%	0,4%	1,4%	0,0%	11,9%	12,2%	2,4%

En la Gráfica 1 se muestra el consumo de tapabocas N95 esperado y el consumo observado. La diferencia entre estas dos series de tiempo es el primer resultado de la política de uso racional. En total para 2020 el consumo total de mascarillas N95 esperado habría sido de 377,266, resultante de aplicar el factor de 18 mascarillas/mes por el número de trabajadores directos e intermedios. En contraposición se observó un consumo total de 165,685, para un ahorro en unidades de 211,581 en el año. Esto es una reducción de 56.1% en unidades potencialmente consumidas.

Gráfica 1: Consumo de unidades de tapabocas N95 en 2020 observado vs estimado.



El precio por unidad de tapabocas tuvo un comportamiento volátil durante el año, es posible hacer un cálculo conservador del valor de estas unidades ahorradas asumiendo un precio promedio en el año de USD \$2.4. Así, estimamos que el ahorro podría ascender a los USD \$507,794.

La política de uso racional de máscaras logró una reducción del consumo de máscaras por persona de 18 unidades/mes a 3.9 unidades/mes en promedio. El costo de construir las cámaras de desinfección fue de USD \$540.6 por cámara, para un total de USD \$10,271. Estimamos los costos de uso de espacio y consumo de energía en USD \$13.5 al mes por cámara. En el primer mes de operación de las cámaras el costo total de instalación fue de USD\$ 203.

Resultados indicadores de implementación.

La Tabla 3 muestra los resultados de las tres encuestas cortas de implementación orientadas a medir aceptación, percepción de adecuación y viabilidad de las medidas. Se obtuvieron 224 respuestas, lo que representa aproximadamente un 5.5% de los colaboradores con riesgo directo e intermedio. Al agrupar, usando un promedio ponderado simple, las respuestas "Completamente de acuerdo" y "De acuerdo" se obtuvieron porcentajes de 80.5% para el constructo de aceptabilidad, 78.8% para el constructo de adecuación y 83.6% para factibilidad.

Tabla 3 Resultados de encuesta evaluando la implementación del método de desinfección (N=224)

	Completamente de acuerdo/ De acuerdo	Ni acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo/ En Completo Desacuerdo
Aceptación (Instrumento AIM)			
¿Este proceso de desinfección de Mascarillas N95, cumple con mi aprobación?	79,0%	9,4%	11,6%
¿Este proceso de desinfección me llama la atención?	81,7%	8,0%	10,3%
¿Este proceso de desinfección me gusta?	74,1%	12,9%	12,9%
Acojo el proceso de desinfección de mascarillas N95, por luz UV.	86,2%	6,7%	7,1%
TOTAL	80.2%	9.3%	10.5%
Adecuación (Instrumento IAM)			
La desinfección de Mascarillas N95 mediante luz UV, parece ajustarse a la problemática actual.	79,9%	12,5%	7,6%
Este proceso de desinfección me parece adecuado	79,5%	10,3%	10,3%
Este proceso de desinfección me parece aplicable	80,8%	9,4%	9,8%
Este proceso de desinfección, me parece una buena solución.	75,4%	14,3%	10,3%
TOTAL	78.9%	11.6%	9.5%
Factibilidad (Instrumento FIM)			
La desinfección de mascarillas N95 por luz UV, me parece implementable.	78,6%	14,3%	7,1%
Instrucción La desinfección de mascarillas N95 por luz UV, me parece realizable.	84,8%	9,8%	5,4%
La desinfección de mascarillas N95 por luz UV, me parece fácil de usar.	89,3%	8,5%	2,2%
La desinfección de mascarillas N95 por luz UV, me parece viable	81,7%	10,3%	7,6%
TOTAL	83.6%	10.7%	5.6%

AIM: Acceptability of Intervention Measure
 IAM: Intervention Appropriateness Measure
 FIM: Feasibility of Intervention Measure

Los resultados de la encuesta de inspección (Tabla 4) también fueron favorables. Se obtuvieron 351 respuestas. En una calificación de 1 a 5, siendo 5 la calificación más alta, el 88% de los encuestados respondió con una nota igual o superior al 4 en cuanto a la facilidad de uso de las cámaras en el proceso de desinfección. El 50.7% no observó desgaste alguno después de usar el sistema. El 76.4% encontraron que el sistema dejaba las mascarillas en un estado óptimo. El 91.7% tuvieron sensación de sellado normal y el 85.2% reportó no tener problemas con el clip nasal. No obstante, 79% de los usuarios reportaron presentar olor, de los cuales el 24.2% lo describió como intenso y otro 24.5% como moderado. Un 35% de los usuarios reportaron presencia de fibras en el tapabocas con su uso continuo. En la sección de observaciones de la encuesta, algunos trabajadores respondieron que el olor podría llegar a ser intolerable, y que las fibras producidas por el reuso de tapabocas en ocasiones generaban prurito local o rinorrea.

Tabla 4 Resultados encuesta inspección general (N=351)

Dimensión	Opciones	% de respuestas
Proceso de desinfección	5 (Muy fácil)	68.9
	4	19.1
	3	6.8
	2	3.1
	1 (Difícil)	1.7
Estado general	Óptimo	76.4
	Deformadas	13.7
	No ajustan	6.6
Sellado	Desprendidas	3.4
	Normal	91.7
	No sella	8.3
Clip nasal	Normal	85.2
	Desgastado	11.4
	Desprendido	3.4
Olor	Leve	30.2
	Moderado	24.5
	Intenso	24.2
	Ninguno	50.7
Desgaste	Con fibras	35.0
	Áspera	7.7
	Quemada	4.8
	Deformada	1.7
	Sin Olor	21.1

DISCUSIÓN

Este estudio describe la implementación, los resultados y el beneficio en costos de una estrategia de racionalización del uso de mascarillas N95 en una institución de alta complejidad. La política se basó en dos pilares: una revisión rigurosa de las personas que debían utilizar estos EPP y la implementación de un sistema de desinfección de bajo costo y alta aceptación. La decisión de utilizar UVGI sobre otros métodos fue basada en resultados de experimentación propia y revisiones de la literatura; a diferencia de los demás, la UVGI fue práctica y eficiente, no afectó la forma, ajuste o capacidad de filtración de los tapabocas después de múltiples ciclos, y era de bajo costo de operación. Esto concuerda con lo publicado por otros autores, quienes por estas razones lo han considerado como una de las mejores opciones para descontaminar EPP, además de su eficacia comprobada para erradicar el SARS-CoV-2 (16–25).

En general la UVGI tuvo una buena aceptación entre los usuarios, quienes lo consideraron muy fácil de realizar. Según los resultados de la encuesta, los principales inconvenientes fueron percepción de olor tras la desinfección y la presencia de fibras por el reuso continuo de las mascarillas. Sin embargo, consideramos que es poco probable que se afecte de forma importante la adherencia a su uso, por la buena aceptación y credibilidad del personal en este método de desinfección.

El análisis de ahorro potencial encontró que la política es costo-benéfica, logrando un ahorro potencial de más de USD \$500,000 al año para un hospital de aproximadamente 4,000 individuos con indicación de uso. Una revisión reciente de la literatura muestra descripciones de reuso y descontaminación de EPP en diferentes centros de salud por la escasez de los mismos (27). Sin embargo, a nuestro conocimiento, este es el primer estudio que describe el ahorro de costos asociado a una estrategia de optimización y desinfección de EPP.

Un siguiente paso en nuestro estudio sería demostrar la efectividad de la UVGI en erradicar el SARS-CoV-2 de las mascarillas N95 usadas en nuestra institución. Si bien, como mencionamos anteriormente, esto ya ha sido demostrado por otros autores (23–25), nos interesa saber cómo se compara nuestro dispositivo de UVGI con los demás descritos en la literatura.

Aunque la medición del efecto de la política sobre la tasa de infección en los usuarios está fuera del alcance del estudio, en una investigación interna de nuestro hospital se observó que la prevalencia de infección por SARS-CoV-2 en la institución en 2020 fue de 8.1% entre los médicos, 8.3% en otros profesionales de la salud y 15.1% en personal administrativo en 2020. No encontramos datos publicados para otros hospitales en el país de tal forma que no es posible comparar los resultados. La comparación más cercana posible es con los habitantes de la misma ciudad. Los resultados preliminares de un estudio nacional de seroprevalencia de COVID-19 muestran que para noviembre de 2020 la prevalencia de infección en Cali era de 30% (28).

Nuestro estudio tiene limitaciones. Por un lado, si bien se evaluaron los cambios físicos y la capacidad de filtración de las mascarillas N95 después de múltiples ciclos de desinfección en los diferentes métodos considerados, no se determinó la erradicación del virus en estos elementos por dificultades técnicas. No obstante, la estrategia de descontaminación seleccionada (UVGI) utilizó una potencia descrita como eficaz para eliminar el SARS-CoV-2 (1.3 J/cm²). También es posible suponer que existe un sesgo de selección en las personas que contestaron las encuestas debido a que estas fueron voluntarias y diligenciadas en línea.

CONCLUSIÓN

La política descrita es altamente costo-benéfica y se convierte en una alternativa para ahorrar recursos en instituciones prestadoras de servicios de salud.

REFERENCIAS

1. University JH. COVID-19 Dashboard by the Center for Systems Science and Engineering (CSSE) at Johns Hopkins University (JHU) [Internet]. Johns Hopkins University Coronavirus Resource Center. 2020. Available from: <https://myportal.accuratebackground.com/#/security/altRegistration/iWdtX6H0puj5cY40Kifseg>
2. Lemos DRQ, D'angelo SM, Farias LABG, Almeida MM, Gomes RG, Pinto GP, et al. Health system collapse 45 days after the detection of COVID-19 in Ceará, Northeast Brazil: A preliminary analysis. *Rev Soc Bras Med Trop.* 2020;53(June):1-6.
3. Armocida B, Formenti B, Ussai S, Palestra F, Missoni E. The Italian health system and the COVID-19 challenge. *Lancet Public Heal.* 2020;253.
4. Gámez AS. Resilience and COVID-19. Vol. 71, *Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología.* 2020. p. 7-8.
5. Requia WJ, Kondo EK, Adams MD, Gold DR, Struchiner CJ. Risk of the Brazilian health care system over 5572 municipalities to exceed health care capacity due to the 2019 novel coronavirus (COVID-19). *Sci Total Environ.* 2020;730(January).
6. CDC. Interim Infection Prevention and Control Recommendations for Healthcare Personnel During the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Pandemic. Cdc [Internet]. 2020;2:1-16. Available from: <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2018-130/>
7. Burki T. Global shortage of personal protective equipment. *Lancet Infect Dis.* 2020;20(7):785-6.
8. Pedrini P. Coronavirus : Doctors in Italy cry foul over protection. 2020;18-21.
9. Balmer C, Pollina E. Italy's Lombardy asks retired health workers to join coronavirus fight. *World Econ Forum, Reuters.* 2020;1-4.
10. Instituto Nacional de Salud. COVID-19 en personal de salud en Colombia. Boletín No. 61 [Internet]. 2020 [cited 2020 Dec 31]. Available from: <https://www.ins.gov.co/Noticias/Paginas/Coronaviruss.aspx>
11. Conn D. UK's "chaotic" PPE procurement cost billions extra. *Guard* [Internet]. 2020; Available from: <https://www.theguardian.com/world/2020/nov/25/uks-chaotic-ppe-procurement-cost-billions-extra>
12. Diaz D, Sands G, Alesci C. Protective equipment costs increase over 1,000% amid competition and surge in demand. *CNN* [Internet]. 2020; Available from: <https://edition.cnn.com/2020/04/16/politics/ppe-price-costs-rising-economy-personal-protective-equipment/index.html>
13. Rosenbluth T. Increased prices of PPE create additional hardship for healthcare providers. *Concord Monitor* [Internet]. 2020; Available from: <https://www.concordmonitor.com/PPE-Cost-Hospitals-36635692>

14. Purushothaman PK, Priyanga E, Vaidhyswaran R. Effects of Prolonged Use of Facemask on Healthcare Workers in Tertiary Care Hospital During COVID-19 Pandemic. *Indian J Otolaryngol head neck Surg Off Publ Assoc Otolaryngol India*. 2020 Sep;1-7.
15. Centers for Disease Control and Prevention. Implementing Filtering Facepiece Respirator (FFR) Reuse, Including Reuse after Decontamination, When There Are Known Shortages of N95 Respirators [Internet]. Centers for Disease Control and Prevention. 2020. Available from: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/hcp/ppe-strategy/decontamination-reuse-respirators.html>
16. Steinberg BE, Aoyama K, Mcvey M. Efficacy and safety of decontamination for N95 respirator reuse : a systematic literature search and narrative synthesis ´ et se ´ curite ´ de la de ´ contamination visant la re ´ utilisation Efficacite ´ rature syste ´ matique et des masques N95 : recher. *Can J Anesth Can d´anesthésie* [Internet]. 2020; Available from: <https://doi.org/10.1007/s12630-020-01770-w>
17. Cort JA. Decontamination and reuse of N95 filtering facemask respirators: a systematic review of the literature. *AJIC Am J Infect Control* [Internet]. 2020; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2020.07.004>
18. Polkinghorne A, Branley J. Evidence for decontamination of single-use filtering facepiece respirators. *J Hosp Infect* [Internet]. 2020; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2020.05.032>
19. Heimbuch B. Research to Mitigate a Shortage of Respiratory Protection Devices During Public Health Emergencies Report for the Period. *Appl Res Assoc*. 2020;
20. Heimbuch BK, Wallace WH, Kinney K, Lumley AE, Wu CY, Woo MH, et al. A pandemic influenza preparedness study: Use of energetic methods to decontaminate filtering facepiece respirators contaminated with H1N1 aerosols and droplets. *Am J Infect Control* [Internet]. 2011;39(1):e1-9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajic.2010.07.004>
21. Fisher EM, Shaffer RE. A method to determine the available UV-C dose for the decontamination of filtering facepiece respirators. *J Appl Microbiol*. 2011;110(1):287-95.
22. Mills D, Harnish DA, Lawrence C, Sandoval-Powers M, Heimbuch BK. Ultraviolet germicidal irradiation of influenza-contaminated N95 filtering facepiece respirators. *Am J Infect Control* [Internet]. 2018;46(7):e49-55. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2018.02.018>
23. Fischer RJ, Morris DH, van Doremalen N, Sarchette S, Matson MJ, Bushmaker T, et al. Effectiveness of N95 Respirator Decontamination and Reuse against SARS-CoV-2 Virus. *Emerg Infect Dis*. 2020;26(9):2-6.
24. Ozog DM, Sexton JZ, Narla S, Pretto-kernahan CD. The effect of ultraviolet C radiation against different N95 respirators inoculated with SARS-CoV-2. *Int J Infect Dis*. 2020;(August).
25. Katie O, Gertsman S, Sampson M, Webster R, Tsampalieros A, Ng R, et al. Decontaminating N95 and SN95 masks with Ultraviolet Germicidal Irradiation (UVGI) does not impair mask efficacy and safety: A Systematic Review. *J Hosp Infect* [Internet]. 2020;19-21. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7367810/pdf/main.pdf>

26. Weiner BJ, Lewis CC, Stanick C, Powell BJ, Dorsey CN, Clary AS, et al. Psychometric assessment of three newly developed implementation outcome measures. *Implement Sci.* 2017;12(1):1–12.

27. Rowan NJ, Laffey JG. Unlocking the surge in demand for personal and protective equipment (PPE) and improvised face coverings arising from coronavirus disease (COVID-19) pandemic – Implications for efficacy, re-use and sustainable waste management. *Sci Total Environ* [Internet]. 2020;(January). Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7481258/pdf/main.pdf>

28. El País. 70% de los caleños siguen susceptibles al covid-19, según estudio de seroprevalencia. *El País* [Internet]. 2020 Jan 18; Available from: <https://www.elpais.com.co/california/70-de-los-calenos-siguen-susceptibles-al-covid-19-segun-estudio-de-seroprevalencia.html>

ANEXO

Imagen 1: Instructivo institucional de desinfección de mascarillas N95

Desinfección de mascarilla N95 en cámaras EBCleanUV
Recuerde realizar este proceso haciendo uso de una mascarilla

Cuidar DE MÍ ES Cuidar de ti...

01 Realice **higiene de manos** antes de abrir la cámara.

02 Retire de la bolsa la mascarilla N95 que va a desinfectar.

03 Es posible ingresar hasta 8 mascarillas en la cámara, de ser necesario identifique la suya con un marcador de punta fina (solo en la costura).

04 Abra el clip nasal de su mascarilla al máximo para que la luz ultravioleta impacte todas las cavidades.

05 Ubique la mascarilla N95 sobre la rejilla de la cámara, sin dejar las tiras de sujeción superpuestas a la mascarilla.

06 Realice **higiene de manos** ya que tuvo contacto con su mascarilla. Cerrar la cámara asegurando un buen sellado.

07 Gire la perilla de izquierda a derecha para encender la cámara (ON).

08 Presione el botón START para dar inicio al proceso de desinfección.

Se encenderá la luz led verde, **ESPERE 3 MINUTOS**. Transcurrido este tiempo automáticamente se apagará.

09 Una vez la luz led verde se apague realice **higiene de manos** y abra la cámara.

10 Guarde la mascarilla N95 en una bolsa de papel, diferente a la que usó inicialmente para no contaminarla.

11 Cierre la cámara y apáguela girando la perilla de derecha a izquierda (OFF).

PROESA



Calle 18 No - 122-135
Universidad Icesi - Edificio B Piso 2
Telefono: +57(2) 321-20-92
Cali - Colombia

www.proesa.org.co/

Encuétranos en:



@centro_proesa



ProesaCali

Acerca de PROESA

PROESA - Centro de Estudios en Protección Social y Economía de la Salud - hace investigación de alta calidad y genera evidencia relevante para la orientación de las políticas públicas en protección social y economía de la salud, tanto a nivel nacional como internacional.



Cali - Colombia
Calle 18 No. 122-135 (Pance), edificio B - piso 2.
Teléfono: +57 (2) 555 2334
www.proesa.org.co/