

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ ELCHE



Máster Universitario en Prevención de Riesgos Laborales



**EVALUACIÓN DE RIESGOS DE EXPOSICIÓN A
VIRUS RESPIRATORIOS Y PROPUESTA
FORMATIVA EN PRL EN LABORATORIO DE
MICROBIOLOGÍA CLÍNICA**

Carmen Candel Pérez

Tutora: María José Ferrer Carrascosa

JULIO 2022



INFORME DEL DIRECTOR DEL TRABAJO FIN MASTER DEL MASTER UNIVERSITARIO EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

D. _María José Ferrer Carrascosa, Tutor/a del Trabajo Fin de Máster, titulado
“ *EVALUACIÓN DE RIESGOS DE EXPOSICIÓN A VIRUS RESPIRATORIOS Y PROPUESTA
FORMATIVA EN PRL EN LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA CLÍNICA* ” y realizado
por la estudiante Carmen Candel Pérez.

Hace constar que el TFM ha sido realizado bajo mi supervisión y reúne los
requisitos para ser evaluado.

Fecha de la autorización: jueves 2 de junio de 2022

Firmado por María José Ferrer Carrascosa
el 17/06/2022 09:08:55
Cargo: Técnico Seguridad y Salud

Fdo.: _M^a José Ferrer Carrascosa
Tutora TFM



MASTER UNIVERSITARIO EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES
Campus de Sant Joan - Carretera Alicante-Valencia Km. 87
03550 San Juan (Alicante) ESPAÑA Tfno: 965919525
E-mail: masterprl@umh.es

Resumen

El presente trabajo tiene como objeto la formación del personal técnico de laboratorio en materia de prevención de riesgos laborales tras la evaluación del riesgo de exposición a virus respiratorios en un laboratorio de Microbiología clínica.

Para ello se ha calculado e interpretado el nivel de riesgo de exposición a los agentes biológicos más frecuentemente implicados en muestras obtenidas del tracto respiratorio superior (SARS-CoV-2, virus influenza A, virus influenza B y virus respiratorio sincitial) siguiendo las indicaciones del Manual práctico para la evaluación del riesgo biológico en actividades laborales diversas (BIOGAVAL-NEO), elaborado por el Instituto Valenciano de Seguridad y Salud en el Trabajo. Posteriormente, tras la detección de las necesidades de formación, se ha desarrollado y ejecutado un plan de formación en materia de prevención, basado en la elaboración de un Procedimiento Normalizado de Trabajo (PNT).

El cálculo del nivel de riesgo biológico de los diferentes agentes evaluados presenta valores que no superan el nivel de acción biológica en las condiciones en las que se realiza la actividad a estudio. A partir de esta evaluación, se ha determinado como necesidad de formación la ejecución del correcto ajuste facial de las mascarillas autofiltrantes para garantizar la correcta protección del trabajador. La elaboración de un PNT sobre el uso y ajuste de las mascarillas, y su posterior ejecución por parte de los trabajadores siguiendo las indicaciones del mismo, ha puesto de manifiesto que la totalidad de los trabajadores evaluados comprende y realiza correctamente la prueba de ajuste facial de la mascarilla, no requiriendo por tanto ninguna modificación al mismo.

La formación en materia preventiva, aunque en sí misma no elimine de forma directa o inmediata la ocurrencia de un accidente de trabajo, permite al trabajador tomar las medidas preventivas necesarias para evitarlos.

Palabras clave

ajuste facial; BIOGAVAL; coronavirus; formación; mascarilla FFP2; riesgo biológico

Índice

1. Introducción	4
1.1 Evaluación de riesgos: Exposición a agentes biológicos	4
1.2 Reducción de la exposición a riesgos biológicos	6
1.2.1 Técnicas de trabajo (buenas prácticas de trabajo)	7
1.2.2. Medidas de protección colectiva	9
1.2.3. Medidas de protección individual.....	11
1.2.4. Diseño y construcción de la instalación.....	14
1.2.5. Nivel de contención	16
1.2.6. Responsabilidades	18
1.3 Formación en prevención	19
2. Justificación	21
3. Objetivos	22
3.1 Objetivo general	22
3.2 Objetivos específicos	22
4. Material y métodos	23
4.1 Diseño del estudio	23
4.2 Evaluación del riesgo biológico (Método BIOGAVAL)	23
4.2.1 Determinar de los puestos a evaluar.....	24
4.2.2 Identificar del agente biológico implicado.....	24
4.2.3 Clasificación de los agentes biológicos.....	24
4.2.4 Vía de transmisión.....	24
4.2.5 Probabilidad de contacto.....	25
4.2.6 Vacunación	26
4.2.7 Cálculo de la frecuencia de realización de tareas de riesgo	26
4.2.8 Analizar medidas higiénicas adoptadas.....	26
4.2.9 Cálculo del nivel de riesgo biológico	29
4.2.10 Interpretación de los niveles de riesgo biológico.....	29
4.3 Plan de formación	30
4.3.1 Estudio e información de la empresa	30
4.3.2 Desarrollo y ejecución.....	30
4.3.3 Verificación	31

5. Resultados	32
5.1 Evaluación del riesgo biológico	32
5.1.1 Determinar de los puestos a evaluar.....	32
5.1.2 Identificar del agente biológico implicado.....	32
5.1.3 Clasificación de los agentes biológicos.....	33
5.1.4 Vía de transmisión.....	34
5.1.5 Probabilidad de contacto.....	35
5.1.6 Vacunación.....	36
5.1.7 Cálculo de la frecuencia de realización de tareas de riesgo	36
5.1.8 Analizar medidas higiénicas adoptadas.....	36
5.1.9 Cálculo del nivel de riesgo biológico	38
5.1.10 Interpretación de los niveles de riesgo biológico.....	39
5.2 Plan de formación	39
5.2.1 Estudio e información de la empresa	39
5.2.2 Desarrollo y ejecución.....	39
5.2.3 Verificación	41
6. Discusión	42
7. Conclusiones	48
8. Referencias bibliográficas	49
9. Anexos	51

1. Introducción

La Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo, en el marco de una política coherente, coordinada y eficaz (1). Para ello, establece que la identificación de riesgos es la primera acción que debe tomarse en todo proceso preventivo, ya que de su correcta ejecución dependerá el éxito de las actividades preventivas. Identificada la presencia o posible presencia de agentes en el lugar de trabajo, y antes de valorar el riesgo de exposición a los mismos, se ha de intentar eliminar este riesgo. Cuando evitar la exposición no resulte factible por motivos técnicos, habida cuenta de la actividad desarrollada, se reducirá el riesgo de exposición al nivel más bajo posible para garantizar adecuadamente la seguridad y la salud de los trabajadores afectados. En tal caso, se debe realizar una evaluación del riesgo del puesto de trabajo, según el objetivo de protección de la Ley 31/1995 y el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención (RSP) (1,2). Esta evaluación del riesgo tiene como objetivo obtener la información necesaria para tomar una decisión apropiada sobre la necesidad de adoptar medidas (2):

- Eliminar o reducir el riesgo, mediante medidas de prevención en el origen, organizativas, de protección colectiva, de protección individual, o de formación e información a los trabajadores.
- Controlar periódicamente las condiciones, la organización y los métodos de trabajo, así como la actuación de los trabajadores y su estado de salud.

1.1 Evaluación de riesgos: Exposición a agentes biológicos

Como desarrollo a la Ley 31/1995, se publicó el Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre protección de los trabajadores contra la exposición a agentes biológicos durante el trabajo (3), entendiéndose por exposición a agentes biológicos la presencia de aquellos microorganismos, con inclusión de los genéticamente modificados, cultivos celulares y endoparásitos humanos, susceptibles de originar cualquier tipo de infección, alergia o toxicidad, en el entorno laboral que implica el contacto de dichos agentes con el trabajador por cualquiera de las vías de entrada al organismo.

El artículo 4, Identificación y evaluación de riesgos, del Real Decreto 664/1997 establece que, identificados uno o más riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo, se procederá, para aquellos que no hayan podido evitarse, a evaluar los mismos determinando la naturaleza, el grado y duración de la exposición de los trabajadores, indicando que dicha evaluación se hará teniendo en cuenta toda la información disponible y concretando algunos aspectos tales como los que se detallan en la figura 1 (3):

- Naturaleza de los agentes biológicos (género y especie) utilizados y su clasificación, en función del riesgo de infección;
- Análisis detallado de los procesos de trabajo;
- Cantidad de agentes biológicos presentes en el proceso;
- Duración (tiempo que el trabajador está expuesto a una determinada cantidad/concentración) de la exposición para valorar la probabilidad de contacto entre el trabajador y el agente;
- Recomendaciones de las autoridades sanitarias como estrategias para la reducción de riesgos;
- Valoración de la efectividad de las medidas preventivas adoptadas.

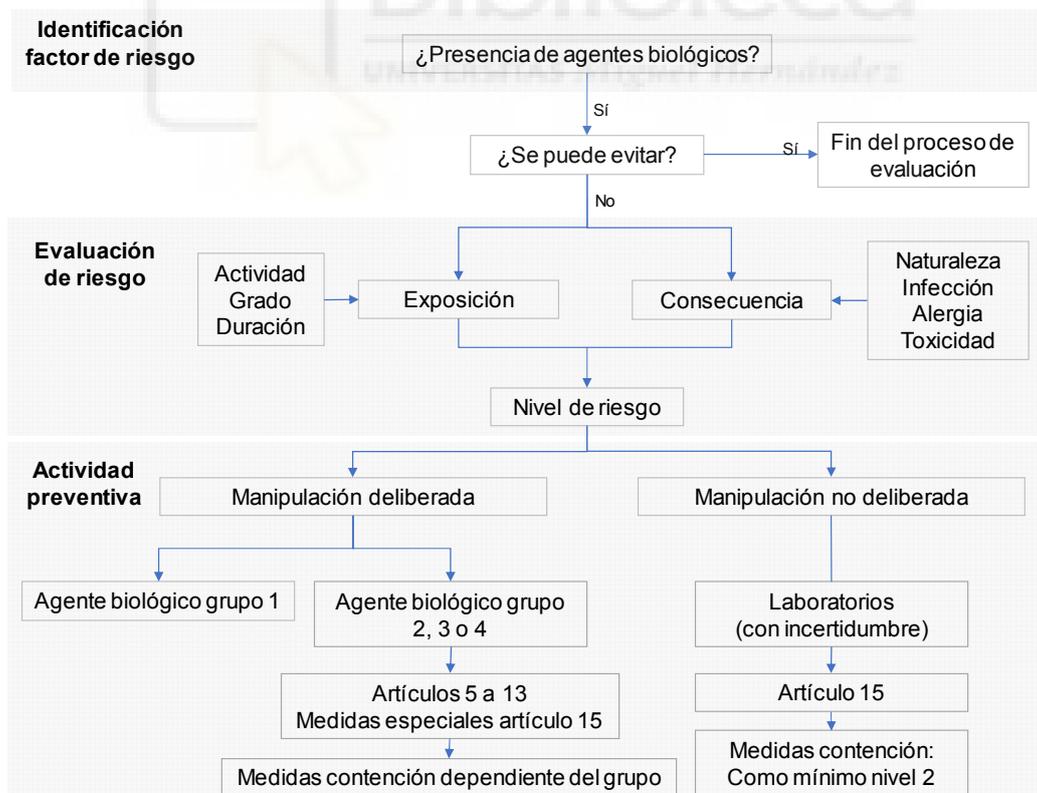


Figura 1. Esquema sobre la actuación preventiva a partir de los resultados de la evaluación de riesgos por exposición a agentes biológicos. Adaptación del Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre protección de los trabajadores contra la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.

Mediante esta evaluación de riesgo se identifica la peligrosidad de los agentes infecciosos conocidos o de los materiales potencialmente infecciosos, las actividades que pueden exponer al operador o a otras personas al agente infeccioso, el grado de exposición o la probabilidad de que tal exposición genere una infección, y las consecuencias para la salud de quienes la desarrollen (4). Esta evaluación sirve, por tanto, como guía para identificar el nivel de seguridad a aplicar y, en consecuencia, la elección de las prácticas más seguras y los equipos de protección más apropiados.

Como complemento a las disposiciones establecidas en el Real Decreto 664/1997 y a la Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos, elaborada por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (5), el Instituto Valenciano de Seguridad y Salud en el Trabajo (INVASSAT) publicó un manual para realizar evaluaciones de riesgos biológicos. Desde la primera edición del manual en el año 2004, se han introducido diversas actualizaciones con objeto de mejorar de la eficiencia y eficacia de la aplicación del método hasta elaborar la actual versión publicada el año 2018 (6). En el actual "Manual práctico para la evaluación del riesgo biológico en actividades laborales diversas (Biogaval-Neo)" se recoge el método BIOGAVAL, instrumento útil y práctico para evaluar el riesgo de enfermedades transmisibles en los trabajadores, orientado a la priorización de las medidas preventivas y de control (6).

1.2 Reducción de la exposición a riesgos biológicos

Según lo establecido en el artículo 5 de la Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos, cuando no sea posible la sustitución del agente biológico ni la sustitución o modificación del proceso utilizado, la exposición al agente debe ser reducida al mínimo para garantizar la seguridad de los trabajadores (5).

Cuando la actividad no implica la intención deliberada de manipular agentes biológicos o de utilizarlos en el trabajo, pero puede provocar la exposición de los trabajadores a dichos agentes, los elementos básicos para conseguir reducir la exposición a niveles mínimos serán la aplicación de buenas prácticas de trabajo y las medidas de protección tanto colectiva como individual (5).

1.2.1 Técnicas de trabajo (buenas prácticas de trabajo)

En el análisis detallado de los procesos de trabajo, uno de los pasos fundamentales en la evaluación de riesgos, uno de sus objetivos es determinar los focos de contaminación y sus características; conocer en qué punto o momento del proceso se genera el contaminante es esencial para poder valorar la magnitud del riesgo y la idoneidad de las medidas preventivas necesarias para su control. A partir de las conclusiones de este análisis se elaboran los procedimientos de trabajo, así como las técnicas, los equipos y las medidas más idóneas para la manipulación segura de agentes biológicos, a fin de evitar o minimizar su liberación al ambiente de trabajo (5).

Estos procedimientos de trabajo deben figurar por escrito y los trabajadores deben conocerlos, estar adiestrados en las técnicas más adecuadas y desarrollar sus tareas según los principios contenidos en los mismos.

Las operaciones de recepción, transporte y manipulación de agentes biológicos en el lugar de trabajo entrañan un riesgo de exposición para el personal que las realiza. En la mayor parte de actividades, en las que hay o puede haber exposición a agentes biológicos, la liberación de estos en el lugar de trabajo se produce en operaciones en las que se generan aerosoles. Los aerosoles se producen al aplicar energía mecánica a un material (líquido o sólido), por ejemplo durante: la agitación o la mezcla vigorosa de líquidos; el trasvase o vertido a otros recipientes; la trituración u homogeneización de materiales; el pesado, ensacado o envasado de productos; la abertura de recipientes a presión interna distinta de la atmosférica; la centrifugación; las disgregaciones ultrasónicas; el flameado de asas de siembra; la carga y descarga de materiales; la limpieza con agua a presión; al toser o estornudar; la inoculación intranasal de animales; etc. (5).

Respecto a la recepción de cualquier tipo de muestra, además de determinar si cumple con los requisitos de calidad necesarios para ser procesada (correcta identificación, cantidad adecuada, condiciones de transporte y conservación), se recomienda adoptar las siguientes medidas (5):

- Recoger y manipular las muestras siempre con guantes de protección frente a microorganismos. Los guantes, desechables, no deben desinfectarse ni reutilizarse, ya que la exposición a desinfectantes y el uso prolongado reduce la integridad del guante y disminuye la protección del usuario.
- Realizar la apertura de cualquier paquete que contenga muestras y del que se observe deterioro en los recipientes, o carezca de la correspondiente

documentación sobre su contenido, en cabina de seguridad biológica (CSB) (Figura 2). Cualquier manipulación posterior de las muestras (trasvase, fraccionamiento, etc.) debería ser realizado también en la cabina de seguridad biológica. Para la selección de una determinada CSB (clase I, II o III) debe tenerse en cuenta: el grupo en el que están clasificados los agentes biológicos manipulados, la posibilidad de generación de aerosoles al manipular el material y el grado de protección que se pretende obtener.

- Transportar muestras de forma que, en caso de caída, no se produzcan salpicaduras.
- Colocar las muestras en elementos que permitan su inmovilización y sujeción (por ejemplo, gradillas) y estos, a su vez, en recipientes con capacidad suficiente para recoger su contenido en caso de rotura, fugas o derrames.



Figura 2. Apertura de un paquete con muestras biológicas en cabina de seguridad biológica.

Otras medidas preventivas a adoptar en la manipulación y transporte son (5):

- Actuación sobre el agente mediante el cambio en la presentación de los materiales (geles, pasta, granulados, etc.).
- Trabajo en sistemas cerrados.
- Disponibilidad de equipos dotados de elementos de control de los aerosoles (centrífugas con elementos de contención, sistemas de pipeteo mecánico, etc.).

- Obligatoriedad de realizar determinadas operaciones en cabinas de seguridad biológica (por ejemplo, abertura de recipientes, paquetes no completamente identificados, etc.).
- Disponibilidad de material de un solo uso (asas de siembra desechables, jeringuillas, etc.).

1.2.2. Medidas de protección colectiva

Las medidas de protección colectiva engloban al conjunto de todas las medidas técnicas aplicables para evitar o minimizar la liberación del agente contaminante. Comprenden las actuaciones sobre (5):

- Foco, cuyo objetivo es evitar o reducir la emisión y dispersión del contaminante;
- Medio en el que se dispersa el agente, que permiten el mantenimiento de niveles de contaminación lo más bajos posible. Es, por tanto, importante conocer el mecanismo de transmisión del agente biológico, es decir, la vía por la que está descrita su capacidad infecciosa (inhalatoria, contacto, digestiva o parenteral),
- Medidas de tipo administrativo u organizativo, que inciden sobre el método de trabajo (procedimiento), el tiempo de exposición (duración de la jornada) y la reducción de la exposición (limitación del número de trabajadores).

Es importante conocer la cadena de infección del agente, que describe la secuencia de pasos en la transmisión de un agente biológico: proliferación, liberación al ambiente y contacto con el trabajador, para seleccionar e implantar las medidas preventivas adecuadas con el fin de impedir el contacto del agente biológico con el trabajador. Las medidas preventivas serán más eficaces cuando la actuación sea sobre el foco origen de la contaminación, más que sobre el medio de propagación y ésta mejor que la actuación sobre el trabajador.

Entre las medidas de protección colectiva, con objetivo de evitar o minimizar la exposición, destacan (5):

- Manipulación de agentes biológicos en sistemas cerrados o estancos (biorreactores) que garantice la nula exposición. El mantenimiento preventivo de los componentes del sistema juega un papel fundamental en la prevención de eventos adversos debido a fallos o averías en los equipos, garantizando la seguridad colectiva y de los usuarios, además de asegurar el correcto funcionamiento, evitar deterioro y prolongar la vida útil de los equipos.

- Aislamiento del proceso de manipulación del agente biológico impidiendo el contacto con el trabajador y con el ambiente, mediante trabajo en cabinas de seguridad biológica, capaces de controlar los flujos de aire que circulan por el interior de la cabina y depurando tanto el aire que circula por ella como el que se expulsa al exterior mediante filtros absolutos (tipo HEPA) (Figura 2).
- Extracción localizada que limita la dispersión del agente en el ambiente mediante su captura en las inmediaciones del foco de generación, eliminando el agente biológico en el origen.
- Ventilación general. La ventilación constituye uno de los métodos preventivos más eficaces ya que consiste en la eliminación del aire contaminado de un puesto de trabajo mediante la sustitución por aire fresco. Este aporte de aire exterior, natural o mecánico, es esencial para diluir los contaminantes que se originan (7).
 - o Los sistemas de climatización deben evitar la recirculación de aire.
 - o Los sistemas de climatización deben maximizar la entrada de aire exterior.
 - o Realizar la ventilación natural cruzada para asegurar la renovación del aire interior con aire exterior.
 - o Evitar flujos de aire entre personas en ambientes interiores mal ventilados que pueden transportar aerosoles emitidos por personas infectadas.
 - o Cumplir las recomendaciones de operación y mantenimiento de los sistemas de climatización y ventilación de edificios y locales según la normativa vigente y las Recomendaciones del Ministerio de Sanidad y las organizaciones profesionales.
 - o Para cualquier sistema de ventilación se aconseja una ventilación mínima mediante aportación de aire exterior de 12,5 litros/segundo/persona (7). Se recomiendan ventilaciones superiores cuando la actividad desarrollada implica emisión elevada de aerosoles.
 - o Los medidores de CO₂ pueden ayudar a comprobar si la ventilación es adecuada y deben utilizarse según el criterio de los técnicos de mantenimiento y las necesidades del local o edificio.
- Filtración o retención de bioaerosoles y purificación del aire (7):
 - o Filtración de aire: usar filtros de aire con la eficacia más alta posible asegurando el caudal de aire recomendado y según las especificaciones del sistema de ventilación.
 - o Cuando no puedan aplicarse las medidas anteriores se pueden utilizar sistemas de purificación autónomos con filtros HEPA.

- Tratamientos germicidas: de forma excepcional y en ambientes interiores donde no se pueda ventilar, filtrar ni purificar el aire, y donde se generen situaciones con más riesgo de transmisión se puede valorar el uso de tratamientos germicidas.
- Limpieza, en la que se puede distinguir la limpieza propiamente dicha (eliminación de la suciedad) y la desinfección, con sus distintos grados que van desde la inactivación de los agentes biológicos hasta su completa destrucción (esterilización). Estas operaciones no deben constituir una fuente de riesgo para los trabajadores o para terceros. Para ello, se debe disponer de procedimientos que indiquen cuándo y cómo deben realizarse evitando la generación de aerosoles.

Para la eliminación y limpieza de vertidos o derrames por rotura de contenedores primarios, es conveniente, como paso previo a su limpieza, impregnar los restos con desinfectantes apropiados y eficaces contra el agente biológico en cuestión y dejar actuar el tiempo recomendado. El trabajo se realizará siempre con los EPI recomendados y, si se trata de material cortante, se manipulará con la ayuda de pinzas u otros elementos igualmente útiles. Finalmente, se depositarán en recipientes adecuados y se gestionarán como residuos peligrosos.

1.2.3. Medidas de protección individual.

Las medidas de protección colectiva tendrán siempre prioridad sobre las de protección individual, pero cuando las primeras no sean suficientes para evitar la exposición, la actuación debe ser proteger al trabajador mediante medidas de protección a nivel individual, basadas en el empleo de los equipos de protección individual (EPI) (5). En general se recurrirá a la protección individual en las siguientes situaciones (5):

- Cuando las medidas de prevención y protección colectiva u organizativas aplicadas sean insuficientes o técnicamente inviables.
- De forma provisional hasta que se adopten las medidas de prevención y protección colectiva que sean oportunas.
- Cuando se trate de efectuar operaciones puntuales o de una situación eventual que no justifique la implantación de medidas permanentes.
- Cuando se produzcan situaciones de emergencia. En este caso se utilizarán siempre.

Los EPI deben ajustarse a lo dispuesto en el Reglamento (UE) 2016/425 relativo a los equipos de protección individual (8). El Mercado CE de conformidad en los EPI garantiza el cumplimiento de los requisitos de seguridad, sanidad y protección del medio ambiente exigidos por la Unión Europea. Para su elección se tendrán en cuenta, además de criterios de seguridad (protección adecuada al riesgo específico), criterios de confortabilidad, que garantice su aceptación y uso, logrando la eficacia preventiva.

Entre los EPI se encuentran (5):

- Guantes de protección. Se debe usar guantes cuando se pueda producir, o se vaya a tener, contacto con sangre, fluidos biológicos, secreciones, excreciones, u objetos potencialmente contaminados. Según lo expuesto en el artículo 3 del Real Decreto 1591/2009, cuando se usen guantes que sean considerados como EPI que protejan frente a agentes biológicos nocivos, el mercado CE debe indicar, al menos, cumplimiento con el Reglamento (UE) 2016/425, información que tendrá que constar en el folleto informativo (8,9). En esta información se incluye el marcado reglamentario (mercado CE) y específico (UNE EN 420:2004+A1:2010 y EN ISO 374-5:2016) como guante de protección frente a microorganismos: bacterias, hongos y virus (5).



Figura 3. Marcado reglamentario CE y marcado específico EN ISO 374-5:2016 de guantes desechables.

- Equipos de protección respiratoria. La elección final del equipo filtrante debe derivarse del proceso de evaluación de riesgos. Las mascarillas autofiltrantes

(FFP2, FFP3 en Europa; aproximadamente equivalentes a N95, N99 en EEUU, respectivamente) están diseñadas para proteger a la persona que la lleva de la inhalación de aerosoles presentes en el ambiente, independientemente de su naturaleza y su tamaño. Por ejemplo, en situaciones en las que hay o puede haber exposición a agentes biológicos (en forma de aerosoles) la protección mínima recomendable es la ofrecida por las mascarillas autofiltrantes FFP2 o los filtros P2. Este tipo de mascarilla está regulada por la norma EN 149:2001, en la que se hace referencia a la norma EN 13274-7:2019 para evaluar la capacidad filtrante del material con que se produzcan (10). Las mascarillas deben presentar el marcado según la norma “UNE-EN 149:2001+A1:2010 Dispositivos de protección respiratoria. Medias máscaras filtrantes de protección contra partículas. Requisitos, ensayos, marcado” (10) (Figura 4). Este tipo de máscara filtrante, de eficacia media, retienen al menos un 94% de estos aerosoles, presentando una penetración inferior al 6%.



Figura 4. Marcado CE y EN 149:2001+A1:2009 de una mascarilla autofiltrante de tipo FFP2.

- Equipos de protección ocular y facial (gafas integrales y pantallas faciales), durante las operaciones y actividades en las que sean probables las salpicaduras o los aerosoles de sangre, fluidos biológicos, secreciones o excreciones. En este tipo de EPI, regulado por la norma UNE EN 166 Protección individual de los ojos, el

marcado CE debe indicar, al menos, cumplimiento con el Reglamento (UE) 2016/425 (8), información que debe aparecer en el folleto informativo. Los protectores oculares y faciales son EPI de categoría II y el marcado CE no irá acompañado del número del organismo notificado que haya intervenido en su certificación (5).

1.2.4. Diseño y construcción de la instalación.

Además de las medidas preventivas para evitar o minimizar la exposición de los trabajadores que manipulan los agentes biológicos, se deben adoptar medidas que eviten o dificulten la dispersión de los agentes biológicos a otras áreas donde pueden afectar a trabajadores que no se hallan directamente implicados en esta actividad y, por lo tanto, no están expuestos a agentes biológicos por motivo de su trabajo (5). Se trata de medidas que afectan al diseño y construcción de la instalación y que tienen como objetivo impedir la salida o propagación de los agentes biológicos a otras zonas de trabajo o al medio ambiente. Entre estas medidas destaca el uso de salas provistas de un sistema de ventilación especialmente diseñado (para mantener el local en depresión), esclusas, limpieza del aire de salida al exterior mediante el uso de filtros absolutos (HEPA), sistemas de descontaminación (autoclaves), inactivación de los efluentes por medios físicos o químicos de eficacia probada, etc (5).

La extensión y el grado de exigencia en el cumplimiento de estas medidas se establecen en el nivel de contención correspondiente a la peligrosidad (grupo) del agente biológico manipulado. En el caso de materiales que se conozca que hayan estado en ambientes contaminados o potencialmente contaminados, la recomendación es que sean tratados (sistemas de descontaminación, autoclave, incineración) en el propio centro o, en el caso de no disponer de instalaciones para tal fin, evacuarlos en recipientes rígidos, resistentes, herméticos, con capacidad suficiente y debidamente etiquetados para su tratamiento final (5).

Otras actuaciones con el fin de evitar o minimizar la dispersión de los agentes biológicos fuera del lugar de trabajo son las siguientes (5):

- Mantener cerrada la puerta de la zona de trabajo.
- Lavado de manos con un jabón desinfectante adecuado antes de abandonar el puesto de trabajo y siempre que se sepa o se sospeche que ha existido contaminación con agentes biológicos o con materiales contaminados.
- Cuando se utilizan guantes, ya sea de forma rutinaria o durante la realización de una tarea concreta, éstos se quitarán siguiendo técnicas asépticas, se desecharán

como residuos contaminados y el trabajador se lavará las manos antes de realizar cualquier otra tarea.

- Antes de abandonar el puesto de trabajo quitarse, siguiendo técnicas asépticas, la ropa de protección; guardarla separada de la ropa de calle o desecharla adecuadamente si está o se sospecha que pueda estar contaminada.
- En aquellos casos en que se utiliza ropa de trabajo encima de la ropa de calle, o uniforme de trabajo, es preciso quitarse la ropa de trabajo antes de abandonar el área de trabajo y guardarla de forma separada de la ropa de vestir. El uso de estas prendas debe prohibirse fuera de las áreas de trabajo, por ejemplo, en cafeterías o zonas de descanso.
- Disponer de equipos y materiales de uso exclusivo en la zona de trabajo, así como de los equipos que permiten su limpieza y desinfección. Evitar, siempre que sea posible, trasladar material o equipos fuera del área donde se manipulan agentes biológicos.
- Recoger de forma inmediata los derrames de material contaminado, siguiendo el procedimiento establecido y utilizando los desinfectantes adecuados.
- Transportar los residuos y muestras peligrosas que vayan a ser incinerados o descontaminados fuera de la zona de trabajo en contenedores cerrados, resistentes e impermeables siguiendo las normas específicas para cada tipo de residuo (Figura 5).



Figura 5. Contenedor para el transporte de residuos que van a ser incinerados o descontaminados fuera de la zona de trabajo.

- Aplicar procedimientos de limpieza y desinfección en el caso de accidentes que supongan vertidos de material contaminado en cantidades importantes.
- Emplear señalización de advertencia de posibilidad de exposición a peligro biológico y de prohibición de acceso a las zonas de riesgo de personas no autorizadas, de acuerdo al Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. La señal de advertencia de riesgo biológico debe tener forma triangular. El pictograma será negro sobre fondo amarillo con bordes negros (Figura 6) (11).



Figura 6. Señalización de advertencia de posibilidad de exposición a riesgo biológico.

1.2.5. Nivel de contención

El Anexo IV del mencionado Real Decreto 664/1997 y la Directiva de la UE 200/54/CE establecen la existencia de 4 niveles de contención basados en la combinación de medidas relacionadas con los elementos fundamentales de seguridad anteriormente citados y teniendo en cuenta el grado de peligrosidad de los distintos microorganismos que se manejan (clasificación de los agentes biológicos), sus vías de transmisión y la función y actividad del laboratorio (3,12).

Según el artículo 15 del Real Decreto 664/1997, sin perjuicio de lo dispuesto en los capítulos anteriores del presente Real Decreto, en los laboratorios que manipulen materiales con respecto a los cuales exista incertidumbre acerca de la presencia de agentes biológicos que puedan causar una enfermedad en el hombre, pero que no tengan como objetivo trabajar con ellos como tales, cultivándolos o concentrándolos, deberían adoptar, al menos, el nivel 2 de contención (Tabla 1) (3).

A. Medidas de contención	B. Niveles de contención		
	2	3	4
1. El lugar de trabajo se encontrará separado de toda actividad que se desarrolle en el mismo edificio.	No.	Aconsejable.	Sí.
2. El aire introducido y extraído del lugar de trabajo se filtrará mediante la utilización de filtros de alta eficacia para partículas en el aire (HEPA) o de forma similar.	No.	Sí, para la salida de aire.	Sí, para la entrada y la salida de aire.
3. Solamente se permitirá el acceso al personal designado.	Aconsejable.	Sí.	Sí, con exclusión de aire
4. El lugar de trabajo deberá poder precintarse para permitir su desinfección.	No.	Aconsejable.	Sí.
5. Procedimientos de desinfección especificados.	Sí.	Sí.	Sí.
6. El lugar de trabajo se mantendrá con una presión negativa respecto a la presión atmosférica.	No.	Aconsejable.	Sí.
7. Control eficiente de vectores, por ejemplo, de roedores e insectos.	Aconsejable.	Sí.	Sí.
8. Superficies impermeables al agua y de fácil limpieza.	Sí, para el banco de pruebas o mesa de trabajo.	Sí, para el banco de pruebas o mesa de trabajo y el suelo.	Sí, para el banco de pruebas o mesa de trabajo, el suelo, las paredes y los techos.
9. Superficies resistentes a ácidos, álcalis, disolventes y desinfectantes.	Aconsejable.	Sí.	Sí.
10. Almacenamiento de seguridad para agentes biológicos.	Sí.	Sí.	Sí, almacenamiento seguro.
11. Se instalará una ventanilla de observación o un dispositivo alternativo en las zonas de manera que se pueda ver a sus ocupantes.	Aconsejable.	Aconsejable.	Sí.
12. Laboratorio con equipo propio.	No.	Aconsejable.	Sí.
13. El material infectado, animales incluidos, deberá manejarse en una cabina de seguridad biológica o en un aislador u otra contención apropiada.	Cuando proceda.	Sí, cuando la infección se propague por el aire.	Sí.
14. Incinerador para destrucción de animales muertos.	Aconsejable.	Sí (disponible).	Sí, en el mismo lugar.

Tabla 1. Tabla extraída del Anexo IV “Indicaciones relativas a las medidas de contención y a los niveles de contención” del Real Decreto 664/1997 con las medidas de contención a aplicar según el nivel de contención.

1.2.6. Responsabilidades

De acuerdo con el apartado 5 del artículo 14 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, el coste de las medidas relativas a la seguridad y la salud en el trabajo no deberá recaer, en modo alguno, sobre los trabajadores.

En todas las actividades en las que exista riesgo para la salud o seguridad de los trabajadores como consecuencia del trabajo con agentes biológicos, el empresario deberá adoptar las medidas necesarias para:

- Prohibir que los trabajadores coman, beban o fumen en las zonas de trabajo en las que exista dicho riesgo.
- Proveer a los trabajadores de prendas de protección apropiadas o de otro tipo de prendas especiales adecuadas. Al salir de la zona de trabajo, el trabajador deberá quitarse las ropas de trabajo y los equipos de protección personal que puedan estar contaminados por agentes biológicos y deberá guardarlos en lugares que no contengan otras prendas. El empresario se responsabilizará del lavado, descontaminación y, en caso necesario, destrucción de la ropa de trabajo y los equipos de protección a que se refiere el apartado anterior, quedando rigurosamente prohibido que los trabajadores se lleven los mismos a su domicilio para tal fin.
- Disponer de retretes y cuartos de aseo apropiados y adecuados para uso de los trabajadores, que incluyan productos para la limpieza ocular y antisépticos para la piel.
- Disponer de un lugar determinado para el almacenamiento adecuado de los equipos de protección y verificar que se limpian y se comprueba su buen funcionamiento, si fuera posible con anterioridad y, en todo caso, después de cada utilización, reparando o sustituyendo los equipos defectuosos antes de un nuevo uso.

Además, el empresario garantizará una vigilancia adecuada y específica de la salud de los trabajadores en relación con los riesgos por exposición a agentes biológicos, realizada por personal sanitario competente, según determinen las autoridades sanitarias en las pautas y protocolos que se elaboren, de conformidad con lo dispuesto en el apartado 3 del artículo 37 del RSP (2). Dicha vigilancia deberá ofrecerse a los trabajadores en las siguientes ocasiones:

- Antes de la exposición.

- A intervalos regulares en lo sucesivo, con la periodicidad que los conocimientos médicos aconsejen, considerando el agente biológico, el tipo de exposición y la existencia de pruebas eficaces de detección precoz
- Cuando sea necesario por haberse detectado en algún trabajador, con exposición similar, una infección o enfermedad que pueda deberse a la exposición a agentes biológicos.

Tal y como indica el artículo 8.3 del Real Decreto 664/1997, cuando exista riesgo por exposición a agentes biológicos para los que haya vacunas eficaces, éstas deberán ponerse a disposición de los trabajadores, sin coste alguno para el trabajador, informándole de las ventajas e inconvenientes tanto de la vacunación como de la no vacunación (3). El ofrecimiento al trabajador de la vacunación y su aceptación deberán constar por escrito (3).

1.3 Formación en prevención

Se entiende por formación en prevención, la formación para la prevención de los riesgos laborales en la empresa, su conocimiento, causas, consecuencias y medidas que se han de adoptar para su control.

La formación en materia preventiva en sí misma no puede eliminar de forma directa o inmediata la ocurrencia de un accidente de trabajo, pero se considera imprescindible para garantizar la seguridad y salud de los trabajadores. El hecho de que un trabajador esté debidamente formado en materia de los riesgos a los que está expuesto con motivo del desarrollo de su actividad laboral, sí le permitirá tomar las medidas preventivas necesarias que podrán evitar futuros accidentes laborales. Es por tanto que la formación en prevención constituye uno de los pilares fundamentales en los que se basa la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, ya que sin una formación adecuada en este campo de todos los sujetos implicados en la misma (gerencia, directivos, mandos, personal designado para tareas de prevención, delegados de prevención y trabajadores), que apoyen y potencien el conjunto de las acciones preventivas de la empresa, difícilmente podrá abordarse, de forma eficaz, la prevención de los accidentes de trabajo, de las enfermedades profesionales y de la patología laboral en general (1).

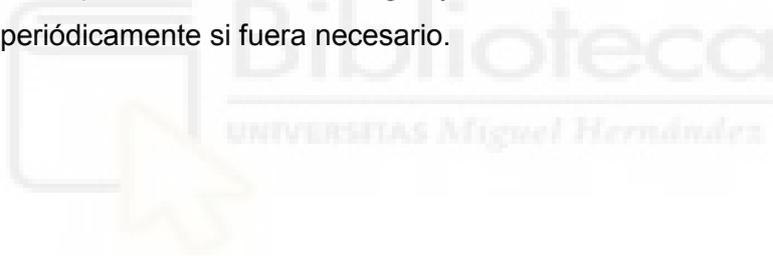
Según la Ley de Prevención de Riesgos Laborales la formación en prevención se contempla como parte del derecho de los trabajadores a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo y como una de las medidas que habrá de adoptar el empresario en cumplimiento de su deber de protección, garantizando que

los trabajadores reciban una formación suficiente y adecuada e información precisa que cumpla el doble objetivo de formación específica del trabajador a su puesto de trabajo y de formación general de alcance universal (1). Es por tanto que la formación en prevención debe estar basada en todos los datos disponibles, en particular en forma de instrucciones, en relación con:

- Los riesgos potenciales para la salud.
- Las precauciones que deberán tomar para prevenir la exposición.
- Las disposiciones en materia de higiene.
- La utilización y empleo de ropa y equipos de protección individual.
- Las medidas que deberán adoptar los trabajadores en el caso de incidentes y para la prevención de éstos.

Dicha formación deberá:

- Impartirse cuando el trabajador se incorpore a un trabajo que suponga un contacto con agentes biológicos.
- Adaptarse a la aparición de nuevos riesgos y a su evolución.
- Repetirse periódicamente si fuera necesario.



2. Justificación

El aumento de la contratación de personal técnico por parte de los laboratorios de Microbiología clínica para atender la carga de trabajo derivada de pandemia de COVID-19 insta a aplicar medidas de prevención entre los nuevos trabajadores. Dada la limitada experiencia laboral de parte de estos trabajadores, la formación en prevención en riesgos biológicos se presenta como una medida de prevención, constituyendo uno de los pilares fundamentales en los que se basa la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

La exposición al riesgo biológico se puede minimizar con técnicas de profilaxis. Para ello es indispensable instaurar elementos básicos que reduzcan la exposición a niveles mínimos, como la aplicación de buenas prácticas de trabajo. Adicionalmente, el profesional sanitario que manipula muestras respiratorias de pacientes con sospecha de infección de coronavirus, u otros virus respiratorios, debe estar correctamente protegido mediante medidas de protección, tanto colectivas como individuales. Considerando que una importante vía de transmisión del virus es por vía aérea, uno de los elementos de protección clave es la protección respiratoria. La colocación de los equipos de protección individual (mascarilla autofiltrante) sin la formación pertinente puede ofrecer al trabajador una falsa sensación de seguridad ya que, en caso de mala adaptación facial de la misma que deje espacios por donde puede pasar el aire contaminado, supone riesgo de inhalación de aerosoles.

Por tanto, tras una evaluación del riesgo de exposición a agentes biológicos del puesto de trabajo para detectar posibles situaciones de riesgo que requieran adoptar medidas preventivas, se plantea la formación del personal laboral en el correcto uso de equipos de protección individual como una medida adicional para la prevención de riesgos, teniendo en cuenta que la formación nunca debe utilizarse en sustitución de las medidas preventivas que debe adoptar el empresario en el cumplimiento de su deber general de prevención, así como la prioridad de la protección colectiva por encima de la individual.

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

El objetivo general es formar al personal técnico en materia de prevención de riesgos laborales tras la evaluación del riesgo de exposición al SARS-CoV-2, gripe y virus respiratorio sincitial en un laboratorio de Microbiología clínica.

3.2 Objetivos específicos

1. Calcular el nivel de riesgo del SARS-CoV-2, virus influenza A, virus influenza B y virus respiratorio sincitial.
2. Interpretar los niveles de riesgo biológico.
3. Detectar la necesidad de formación.
4. Desarrollar y ejecutar un plan de formación en materia de prevención.
5. Elaborar un Procedimiento Normalizado de Trabajo para la formación.
6. Verificar el plan de formación.



4. Material y métodos

4.1 Diseño del estudio

A continuación, se expone una representación esquemática de las diferentes etapas en las que se ha dividido el presente trabajo:



Figura 7. Etapas en las que se ha dividido el presente trabajo.

4.2 Evaluación del riesgo biológico (Método BIOGAVAL)

Para realizar la evaluación de riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos en un laboratorio de Microbiología clínica, se han seguido las indicaciones del “Manual práctico para la evaluación del riesgo biológico en actividades laborales diversas (BIOGAVAL-NEO)” publicado por el INVASSAT (6). Para ello se ha procedido a:

- Determinar los puestos a evaluar
- Identificar los agentes biológicos implicados
- Cuantificar las variables determinantes del riesgo (clasificación de los agentes biológicos, vía de transmisión, probabilidad de contacto, vacunación)
- Calcular la frecuencia de realización de tareas de riesgo
- Analizar las medidas higiénicas adoptadas

- Calcular el nivel de riesgo biológico
- Interpretar los niveles de riesgo biológico.

4.2.1 Determinar de los puestos a evaluar

Para realizar la evaluación del puesto se ha analizado la actividad y el tipo de exposición derivada de la actividad laboral.

4.2.2 Identificar del agente biológico implicado

Para la identificación de riesgos se ha determinado la presencia, o posible presencia, de agentes biológicos que con mayor probabilidad se encuentra en la actividad laboral a estudio.

4.2.3 Clasificación de los agentes biológicos

Para la clasificación de los agentes biológicos se ha empleado la establecida en el artículo 3 del anexo II de Real Decreto 664/97, de 12 de mayo (3). Esta clasificación atiende al riesgo de infección que supone para personas sanas y no tiene en cuenta los riesgos alérgicos y tóxicos. La inclusión en cada uno de los cuatro grupos establecidos viene determinada por las propiedades intrínsecas del agente biológico: la patogenicidad (virulencia y dosis infectiva) de la especie microbiana en humanos, el peligro para los trabajadores, la facilidad de propagación y la existencia o disponibilidad de profilaxis o tratamiento eficaz.

4.2.4 Vía de transmisión

Para evaluar la vía de transmisión, definida como cualquier mecanismo mediante el cual un agente infeccioso se propaga de una fuente o reservorio a una persona resultando infeccioso, se ha analizado la exposición del trabajador al agente biológico, así como la vía de entrada al organismo. Las tres posibles vías de transmisión, según el manual para el control de las enfermedades transmisibles de la OMS (13) son:

- Transmisión directa. Transferencia directa de agentes infecciosos a una puerta de entrada receptiva por donde se producirá la infección del ser humano. Ello puede ocurrir por contacto directo o por proyección directa (diseminación de gotitas en las conjuntivas o en las membranas mucosas de los ojos, la nariz o la boca) a un radio de un metro o menos. En la valoración de riesgos por el método BIOGAVAL supone una puntuación de 1.

- Transmisión indirecta. En la valoración de riesgos por el método BIOGAVAL supone una puntuación de 1. Puede efectuarse de las siguientes formas.
 - o Mediante vehículos de transmisión (fómites) como objetos o materiales contaminados.
 - o Por medio de un vector, de modo mecánico (traslado del agente por medio de un insecto por contaminación de sus patas o trompa) o biológico (en el artrópodo se produce la multiplicación o desarrollo cíclico del agente biológico antes de que se pueda transmitir la forma infectante al ser humano).
- Transmisión aérea. Diseminación de aerosoles constituidos por partículas de 1-5 micras que pueden permanecer en el aire suspendidas largos periodos de tiempo debido a su pequeño tamaño y bajo peso y que pueden dispersarse a una gran distancia. Estas partículas pueden ser inhaladas, o bien impactar o depositarse en las mucosas o pueden penetrar a través de la piel y causar efectos adversos para la salud de los trabajadores. En la valoración de riesgos por el método BIOGAVAL supone una puntuación de 2.

4.2.5 Probabilidad de contacto

Para calcular la probabilidad de contacto se ha empleado la tasa de incidencia de la infección por SARS-CoV-2 (COVID-19) en la población en el año anterior. La tasa de incidencia se define como el número de casos nuevos de una enfermedad que aparecen en un intervalo de tiempo y para su cálculo se ha empleado la siguiente expresión:

$$\text{TASA DE INCIDENCIA} = \frac{\text{Casos nuevos en el periodo considerado}}{\text{Población expuesta}} \times 100.000$$

En función de la tasa de incidencia, indicativa del riesgo de sufrir contagio, se ha calculado la puntuación aplicable al método BIOGAVAL empleando la siguiente tabla 2.

Incidencia / 100.000 habitantes	Puntuación
< 1	1
1-500	2
501-999	3
>=1000	4

Tabla 2. Puntuación aplicable al método BIOGAVAL derivada de la tasa de incidencia.

4.2.6 Vacunación

En función del porcentaje de trabajadores vacunados con pauta completa frente a coronavirus y virus de la gripe se ha seleccionado la puntuación según la tabla 3.

Vacunación	Puntuación
Vacunados más del 90%	4
Vacunados entre el 70 y el 90%	3
Vacunados entre el 50 y el 69%	2
Vacunados menos del 50%	1

Tabla 3. Puntuación aplicable al método BIOGAVAL derivada de la vacunación.

4.2.7 Cálculo de la frecuencia de realización de tareas de riesgo

La duración de tareas de riesgo se ha evaluado determinando el tiempo de contacto entre el trabajador con el agente biológico. Para ello, se ha descontado del total de la jornada laboral el tiempo que no implica riesgo de exposición. El nivel de riesgo se ha asignado según la tabla 4.

Porcentaje	Puntuación
Raramente: < 20 % del tiempo	1
Ocasionalmente: 20 - 50 % del tiempo	2
Frecuentemente: 51 - 80 % del tiempo	3
Habitualmente: > 80 % del tiempo	4

Tabla 4. Puntuación aplicable al método BIOGAVAL derivada de la frecuencia de realización de tareas de riesgo.

4.2.8 Analizar medidas higiénicas adoptadas

Para el análisis de las medidas higiénicas, y mediante el método de observación directa, se ha cumplimentado un formulario que recopila información del puesto y de los trabajadores (Tabla 5).

UMH - Máster universitario en PRL
Evaluación de riesgos de exposición a virus respiratorios y propuesta formativa en PRL
en laboratorio de Microbiología clínica

Medida higiénica	Sí	No	No aplicable
Dispone de ropa de trabajo			
Uso de ropa de trabajo			
Dispone de EPI			
Se limpian los EPI			
Se dispone de lugar para almacenar EPI			
Se controla el correcto funcionamiento de EPI			
Limpieza de ropa de trabajo por el empresariado			
Se dispone de doble taquilla			
Se dispone de aseos			
Se dispone de duchas			
Se dispone de sistema para lavado de manos			
Se dispone de sistema para lavado de ojos			
Se prohíbe comer o beber			
Se prohíbe fumar			
Se dispone de tiempo para el aseo antes de abandonar la zona de riesgo dentro de la jornada			
Suelos y paredes fáciles de limpiar			
Los suelos y paredes están suficientemente limpios			
Hay métodos de limpieza de equipos de trabajo			
Se aplican procedimientos de desinfección			
Se aplican procedimientos de desinsectación			
Se aplican procedimientos de desratización			
Hay ventilación general con renovación de aire			
Hay mantenimiento del sistema de ventilación			
Existe material de primeros auxilios en cantidad suficiente (Anexo VI Real Decreto 486/97)			
Se dispone de local para atender primeros auxilios			
Existe señal de peligro biológico			
Hay procedimientos de trabajo que minimicen o eviten la diseminación aérea de los agentes biológicos en el lugar de trabajo			
Hay procedimientos de trabajo que minimicen o eviten la diseminación de los agentes biológicos en el lugar de trabajo a través de fómites			
Hay procedimientos de gestión de residuos			

Continúa

Viene de la página anterior

Medida higiénica	Sí	No	No aplicable
Hay procedimientos para el transporte interno de muestras			
Hay procedimientos para el transporte externo de muestras			
Hay procedimientos escritos internos para la comunicación de los incidentes donde se puedan liberar agentes biológicos			
Hay procedimientos escritos internos para la comunicación de los accidentes donde se puedan liberar agentes biológicos			
Han recibido los trabajadores la formación requerida por el Real Decreto 664/97			
Han sido informados los trabajadores sobre los aspectos regulados en el Real Decreto 664/97			
Se realiza vigilancia de la salud previa a exposición de los trabajadores a agentes biológicos			
Se realiza periódicamente vigilancia de la salud			
Hay un registro y control de mujeres embarazadas			
Se toman medidas específicas para el personal especialmente sensible			
¿Se dispone de dispositivos de bioseguridad?*			
¿Se utilizan dispositivos adecuados de bioseguridad?**			
¿Existen y se utilizan en la empresa procedimientos para el uso adecuado de los dispositivos de bioseguridad			

* Se entenderá por dispositivo de bioseguridad al conjunto de medidas y dispositivos, que tienen como principal objetivo la protección humana, frente a los agentes biológicos (Orden ESS/1451/2013, de 29 de julio).

** Se entenderá por adecuado aquel dispositivo que cumple con todos los pasos que vienen descritos en la Nota Técnica de Prevención 875.

Tabla 5. Formulario con medidas higiénicas.

Para el cálculo del porcentaje de medidas adoptadas se han considerado las respuestas aplicables y se ha aplicado la siguiente expresión:

$$\text{Porcentaje} = \frac{\text{Respuestas afirmativas}}{\text{Respuestas afirmativas} + \text{respuestas negativas}} \times 100$$

En función del porcentaje obtenido, se ha aplicado el coeficiente de disminución del riesgo correspondiente según la tabla 6.

Respuestas afirmativas	Puntuación
< 50 %	0
50 - 79 %	1
80 - 95 %	2
> 95 %	3

Tabla 6. Puntuación aplicable al método BIOGAVAL derivada de las medidas higiénicas adoptadas.

4.2.9 Cálculo del nivel de riesgo biológico

Con los valores obtenidos en los diferentes puntos de la evaluación de riesgo se ha aplicado la siguiente fórmula: $R = G + T + P + F - V - MH$, donde:

R = Nivel de riesgo.

G = Grupo en el que esté encuadrado el agente biológico.

V = Vacunación.

T = Vía de transmisión.

P = Probabilidad de contacto.

F = Frecuencia de realización de tareas de riesgo.

MH = Puntuación medidas higiénicas.

4.2.10 Interpretación de los niveles de riesgo biológico

Se ha interpretado el significado del nivel de riesgo considerando dos niveles:

- Nivel de acción biológica. Valores superiores a 8 requieren la adopción de medidas preventivas para disminuir la exposición, aunque la situación no llegue a plantear un riesgo no tolerable.
- Límite de exposición biológica (LEB). Valores superiores a 12 representan situaciones de riesgo intolerable que requieren acciones correctoras inmediatas ya que supone un peligro para la salud de los trabajadores.

4.3 Plan de formación

Para la elaboración del Plan de Formación se ha desarrollado un proceso secuencial que incluye las siguientes etapas:

- Estudio e información de la empresa.
- Desarrollo y ejecución.
- Verificación.

4.3.1 Estudio e información de la empresa

En esta etapa, con el objetivo de detectar las necesidades que son susceptibles de mejora mediante formación en materia de prevención, se ha realizado un análisis de los puestos de trabajo (organización temporal, recursos humanos disponibles, tareas que se realizan en la misma, etc.). Adicionalmente, se ha realizado un análisis de los conocimientos que poseen los trabajadores implicados, en base al cumplimiento de las medidas higiénicas recomendadas derivadas de la evaluación de riesgos. El análisis se ha realizado mediante la formulación verbal de las siguientes preguntas:

- ¿Conoce cómo realizar la comprobación del sellado de su mascarilla?
Posibles respuestas: Sí/No
- ¿Realiza la comprobación del sellado de su mascarilla tras su colocación?
Posibles respuestas: Sí/No/No aplicable.

Estas cuestiones son capaces de reflejar de manera concisa la percepción del conocimiento y los hábitos de los trabajadores.

Tras la detección de la necesidad formativa se ha formulado el objetivo general del plan formativo.

4.3.2 Desarrollo y ejecución

Tras la detección de la necesidad formativa se han formulado los objetivos específicos de formación y establecido los contenidos. Adicionalmente se ha desarrollado el diseño, metodología y planificación, con el fin de conseguir que las acciones formativas que integran el Plan de Formación se ajusten a los objetivos. Para ello se han dado respuesta a los conceptos que se plantean en la tabla 7.

Objetivos		Descripción de las nuevas capacidades que debe alcanzar el trabajador tras el proceso de aprendizaje.
Contenidos		Fijación de los contenidos conceptuales, actitudinales y procedimentales.
Destinatarios		Número de trabajadores que reciben la formación. Criterio de exclusión: Rechazo explícito a participar en el estudio.
Metodología	Sistema didáctico	Se han empleado métodos formativos basados en la participación del alumno, el aprovechamiento pedagógico del grupo y métodos instructivos para la adquisición de conocimientos prácticos.
	Recursos materiales	
	Recursos humanos	
	Lugar	
	Duración, temporalización	
	Participantes	
	Evaluación	Evaluación del aprendizaje de los trabajadores

Tabla 7. Plan de formación.

4.3.3 Verificación

Se ha verificado que los objetivos y contenidos de la acción formativa guardan coherencia con la necesidad detectada y de si se han alcanzado de manera efectiva. Para ello, se ha revisado si el material didáctico elaborado (PNT), tras su ejecución por todos los trabajadores, requiere alguna modificación para ajustarse mejor a los objetivos definidos.

5. Resultados

5.1 Evaluación del riesgo biológico

5.1.1 Determinar de los puestos a evaluar

En cuanto a la evaluación del puesto se ha determinado:

- Puesto evaluado: Técnico Superior de Laboratorio Clínico y Biomédico perteneciente a un laboratorio de diagnóstico microbiológico de un Hospital General Universitario.
- Actividad: Diagnóstico clínico de infección respiratoria aguda mediante la recepción y manipulación de muestras obtenidas del tracto respiratorio superior (frotis nasofaríngeo) para realizar técnicas de amplificación de ácidos nucleicos.
- Tipo de exposición: Exposición derivada de una actividad laboral con intención diagnóstica de diferentes agentes biológicos, lo que constituye el objeto principal del trabajo.
- Relación de trabajadores afectados: La plantilla encargada de la actividad, con ausencia de personal laboral especialmente sensible y trabajadoras embarazadas, la conforman 13 trabajadores sanos, sin ninguna limitación.

5.1.2 Identificar del agente biológico implicado

En la actividad a estudio, manipulación de agente biológico con fines diagnósticos, los agentes biológicos más frecuentemente implicados en muestras obtenidas del tracto respiratorio superior son:

- Coronavirus del Síndrome Respiratorio Agudo grave 2 (SARS-CoV-2), responsable de la enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19).
- Virus Influenza A, responsable de la gripe A.
- Virus Influenza B, responsable de la gripe B.
- Ortopneumovirus humano o Virus respiratorio Sincitial (VRS), responsable de una enfermedad febril aguda de las vías respiratorias.

Una vez identificada la posible presencia de agentes biológicos en el lugar de trabajo se han aplicado medidas de prevención en el origen, organizativas, de protección colectiva, de protección individual y de formación e información a los trabajadores, siguiendo las pautas estándar y recomendaciones generales de

bioseguridad establecidas para los laboratorios de Bioseguridad nivel 2, anteriormente descritas en el epígrafe “1.2 Reducción de la exposición a riesgos biológicos”, con objeto de reducir al máximo el riesgo.

Entre las prácticas y técnicas del laboratorio llevados a cabo por el trabajador, las actividades que implican manipulación de muestras potencialmente infecciosas son la manipulación de grandes volúmenes de muestra (alícuotar, diluir muestras o inactivación de muestras) y los procedimientos que puedan generar aerosoles de partículas finas (agitación en vortex).

En base a estas tareas y procedimientos, la exposición al SARS-CoV-2, caracterizada por la dispersión del agente biológico, puede producirse mediante:

- Contacto directo durante la manipulación de las muestras (traslado, apertura de contenedores).
- Formación de bioaerosoles durante las tareas de pipeteos y procedimientos instrumentales como la agitación.

Para los virus de la gripe A y B y VRS, la exposición puede producirse mediante:

- Contacto directo durante la manipulación de las muestras (traslado, apertura de contenedores).
- Transmisión indirecta a través de vehículos de transmisión (fómites) como objetos o materiales contaminados tras la manipulación de las muestras.

5.1.3 Clasificación de los agentes biológicos

El patógeno SARS-CoV-2 es de reciente incorporación a la clasificación de patógenos del Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo. Según la Orden TES/1180/2020, de 4 de diciembre, por la que se adapta en función del progreso técnico el Real Decreto 664/1997, la Comisión Europea teniendo en cuenta los datos epidemiológicos y clínicos sobre las características del virus, como sus mecanismos de transmisión, sus características clínicas y los factores de riesgo de infección, consideró que el SARS-CoV-2 debía añadirse con carácter urgente al anexo III de la Directiva 2000/54/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de septiembre de 2000, a fin de garantizar una protección continua y adecuada de la salud y la seguridad de los trabajadores en el trabajo. Este ha sido el origen de la aprobación de la Directiva (UE) 2020/739 de la Comisión, de 3 de junio de 2020, por la que se modifica el anexo III de la Directiva 2000/54/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a la inclusión del SARS-CoV-2 en la lista de agentes biológicos que

son patógenos humanos conocidos, así como la Directiva (UE) 2019/1833 de la Comisión (3).

Según el Anexo II Clasificación de los agentes biológicos del RD 664/97, el coronavirus del Síndrome Respiratorio Agudo grave 2 (SARS-CoV-2) pertenece al grupo 3. Un agente biológico del grupo de riesgo 3 es aquel que puede provocar una enfermedad grave y constituir un serio peligro para los trabajadores. Su riesgo de propagación a la colectividad es probable. La profilaxis o tratamiento se establece como eficaz.

Los virus de la gripe A, gripe B y el VRS pertenecen al grupo 2, que pueden provocar una enfermedad y puede suponer un peligro para los trabajadores. Su riesgo de propagación a la colectividad es poco probable. La profilaxis o tratamiento se establece como eficaz (5).

5.1.4 Vía de transmisión

En la valoración de riesgos por el método BIOGAVAL, la vía de transmisión a estudio para el SARS-CoV-2 presenta una puntuación de 3, que se obtiene de la suma de las puntuaciones correspondientes a las vías de transmisión implicadas:

- Transmisión directa: contacto directo e inmediato durante la manipulación de las muestras (traslado, apertura de contenedores) (Puntuación: 1).
- Transmisión aérea. Aunque en el puesto de trabajo evaluado, no se generan bioaerosoles emitidos por un enfermo tras realizar determinados procedimientos (intubación endotraqueal, broncoscopia, administración de un fármaco por nebulización, reanimación cardiopulmonar, etc.), no se puede descartar la transmisión aérea. Durante las tareas de pipeteo y procedimientos como la agitación también se pueden generar aerosoles (Puntuación: 2).

Se descarta la transmisión indirecta. Hasta el momento, en la literatura no se ha descrito ningún caso de infección por coronavirus por transmisión exclusiva a través de fómites.

Para cada uno de los virus de la gripe A, gripe B y el VRS se obtiene una puntuación de 2, resultado de la suma de las puntuaciones correspondientes a las vías de transmisión implicadas:

- Transmisión directa: contacto directo e inmediato durante la manipulación de las muestras (traslado, apertura de contenedores) (Puntuación: 1).

- Transmisión indirecta: contacto con objetos o materiales contaminados con gotitas tras la manipulación de las muestras (14) (Puntuación: 1).

5.1.5 Probabilidad de contacto

Para el periodo a estudio, año 2021, los datos correspondientes a la población española se han obtenido de la página web del Instituto Nacional de Estadística (<https://www.ine.es/index.htm>), donde se registran 47.385.107 habitantes.

El número de casos nuevos de SARS-CoV-2 en España en 2021 (737.665) se ha obtenido en la página web del Centro Europeo para la Prevención y el Control de Enfermedades (<https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/data-daily-new-cases-covid-19-eueea-country>).

La circulación pandémica de SARS-CoV-2 ha supuesto una alteración del comportamiento estacional de los virus respiratorios, evitando que se desarrollen los periodos epidémicos estacionales y reduciendo drásticamente la circulación de éstos. Tal y como indica el “Informe de Vigilancia de la Infección Respiratoria Aguda en España Temporada 2020-2021”, la circulación del virus de la gripe ha sido mínima, a pesar de que se ha realizado su diagnóstico microbiológico durante toda la temporada de vigilancia (14). Este periodo, que abarcaba desde la semana 40 de un año hasta la semana 20 del siguiente año seguido de un periodo de vigilancia intertemporada, pasó a incluir el año completo, desde la semana 40 de 2020 hasta la 39 de 2021, con objeto de dar respuesta a la situación epidemiológica derivada de la pandemia de COVID-19. El citado informe notifica que, a partir de fuentes no centinela, en España se identificaron un total de 35 virus de la gripe, 23 de tipo A, 11 virus tipo B y un virus tipo C. El VRS retrasó su aparición esta temporada, en relación a su presentación estacional habitual, con una onda epidémica que tuvo su máxima actividad en el mes de julio, observándose 1.150 casos (14).

Agente biológico	Casos nuevos	Incidencia/ 100.000 habitantes*	Puntuación
SARS-CoV-2	737.665	999	3
Gripe A	23	0,31	1
Gripe B	11	0,15	1
VRS	1.150	16	2

*Cálculo de la tasa de incidencia realizado en base a la población expuesta (7.385.107 habitantes) en el año 2021.

Tabla 8. Tasa de incidencia y puntuación obtenida para los diferentes agentes biológicos a estudio.

5.1.6 Vacunación

La totalidad de los trabajadores evaluados están vacunados contra la COVID-19. Aunque la vacuna frente al coronavirus no previene la primoinfección, es eficaz en la disminución del riesgo al prevenir las formas graves de la enfermedad, según los Centros para el Control y la Prevención de enfermedades (CDC).

La vacuna antigripal, aplicable a los virus de la gripe A y B ya que incluye componentes de ambos tipos (14), presenta una efectividad en la prevención de la gripe clínica de hasta un 60%, según los CDC.

En el caso del VRS, actualmente no existe ninguna vacuna comercializada, asignándole una puntuación de 1 a este agente biológico.

Agente biológico	Trabajadores vacunados (%)	Puntuación
SARS-CoV-2	13 (100%)	4
Gripe A	7 (54%)	2
Gripe B		
VRS	0	1

Tabla 9. Relación de trabajadores vacunados y puntuación obtenida para los diferentes agentes biológicos a estudio.

5.1.7 Cálculo de la frecuencia de realización de tareas de riesgo

Teniendo en cuenta una jornada laboral de 12 horas (100%) a la que se le ha descontado el tiempo empleado en tareas de mantenimiento de equipos (1 hora, 8.3%), control de stock (0,5 hora, 4.2%), tareas administrativas (1 hora, 8.3%), así como descansos (1,5 horas, 12.5%), el personal laboral realiza “frecuentemente”, en el 66.7% del tiempo de trabajo, tareas que suponen la existencia de riesgo, siendo la puntuación 3.

5.1.8 Analizar medidas higiénicas adoptadas

Tras la revisión del formulario, se han obtenido los siguientes resultados de la tabla 10.

UMH - Máster universitario en PRL
Evaluación de riesgos de exposición a virus respiratorios y propuesta formativa en PRL
en laboratorio de Microbiología clínica

Medida higiénica	Sí	No	No aplicable
Dispone de ropa de trabajo	X		
Uso de ropa de trabajo	X		
Dispone de EPI	X		
Se limpian los EPI			X (desechables)
Se dispone de lugar para almacenar EPI	X		
Se controla el correcto funcionamiento de EPI		X	
Limpieza de ropa de trabajo por el empresariado	X		
Se dispone de doble taquilla		X	
Se dispone de aseos	X		
Se dispone de duchas	X		
Se dispone de sistema para lavado de manos	X		
Se dispone de sistema para lavado de ojos	X		
Se prohíbe comer o beber	X		
Se prohíbe fumar	X		
Se dispone de tiempo para el aseo antes de abandonar la zona de riesgo dentro de la jornada	X		
Suelos y paredes fáciles de limpiar	X		
Los suelos y paredes están suficientemente limpios	X		
Hay métodos de limpieza de equipos de trabajo	X		
Se aplican procedimientos de desinfección	X		
Se aplican procedimientos de desinsectación	X		
Se aplican procedimientos de desratización	X		
Hay ventilación general con renovación de aire	X		
Hay mantenimiento del sistema de ventilación	X		
Existe material de primeros auxilios en cantidad suficiente (Anexo VI Real Decreto 486/97)	X		
Se dispone de local para atender primeros auxilios	X		
Existe señal de peligro biológico	X		
Hay procedimientos de trabajo que minimicen o eviten la diseminación aérea de los agentes biológicos en el lugar de trabajo	X		
Hay procedimientos de trabajo que minimicen o eviten la diseminación de los agentes biológicos en el lugar de trabajo a través de fómites	X		
Hay procedimientos de gestión de residuos	X		
Hay procedimientos para el transporte interno de muestras	X		

Hay procedimientos para el transporte externo de muestras	X		
Hay procedimientos escritos internos para la comunicación de los incidentes donde se puedan liberar agentes biológicos		X	
Hay procedimientos escritos internos para la comunicación de los accidentes donde se puedan liberar agentes biológicos		X	
Han recibido los trabajadores la formación requerida por el Real Decreto 664/97	X		
Han sido informados los trabajadores sobre los aspectos regulados en el Real Decreto 664/97	X		
Se realiza vigilancia de la salud previa a la exposición de los trabajadores a agentes biológicos		X	
Se realiza periódicamente vigilancia de la salud		X	
Hay un registro y control de mujeres embarazadas			X
Se toman medidas específicas para el personal especialmente sensible			X
¿Se dispone de dispositivos de bioseguridad?*	X		
¿Se utilizan dispositivos adecuados de bioseguridad?**	X		
¿Existen y se utilizan en la empresa procedimientos para el uso adecuado de los dispositivos de bioseguridad	X		

Tabla 10. Medidas higiénicas del puesto de trabajo evaluado.

Tras la aplicación de la expresión para el cálculo $[(33/33+6)*100]$ se obtiene un porcentaje de respuestas afirmativas del 85% por lo que la puntuación correspondiente para la reducción del riesgo es 2, valor que se restará del valor final de la ecuación que calcula el nivel de riesgo biológico.

5.1.9 Cálculo del nivel de riesgo biológico

Tras aplicar la expresión “ $R = G + T + P + F - V - MH$ ”, y teniendo en cuenta que las puntuaciones de los diferentes puntos de la evaluación de riesgo calculado para el virus de la gripe A y B son equivalentes, se obtienen los siguientes niveles:

Agente biológico	G	T	P	F	V	MH	Nivel de riesgo biológico
SARS-CoV-2	3	3	3	3	4	2	6
Gripe (A y B)	2	2	1	3	2	2	4
VRS	2	2	2	3	1	2	6

G = Grupo del agente biológico; T = Vía de transmisión; P = Probabilidad de contacto; F = Frecuencia de realización de tareas de riesgo; V = Vacunación; MH = Puntuación medidas higiénicas

Tabla 11. Nivel de riesgo biológico obtenido para cada agente.

5.1.10 Interpretación de los niveles de riesgo biológico

El cálculo del nivel de riesgo biológico de los diferentes agentes evaluados presenta valores inferiores a 8, prueba de que el riesgo no supera el nivel de acción biológica en las condiciones que se está realizando la actividad a estudio.

5.2 Plan de formación

5.2.1 Estudio e información de la empresa

El análisis de puestos de trabajo se ha realizado previamente en la evaluación de riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos (epígrafe “5.1.1 Determinar de los puestos a evaluar”). En esta evaluación se ha determinado una relación de 13 trabajadores de la categoría Técnico Superior de Laboratorio Clínico con actividad de diagnóstico de infección respiratoria aguda mediante la recepción y manipulación de muestras respiratorias.

El análisis de los conocimientos que poseen los trece trabajadores, obtenidos mediante la entrevista, ofrece los siguientes resultados (Tabla 12):

	Respuesta		
	Sí	No	No aplicable
¿Conoce cómo realizar la comprobación del sellado de su mascarilla?	2	11	-
¿Realiza la comprobación del sellado de su mascarilla tras su colocación?	0	2	11

Tabla 12. Respuesta de los trabajadores.

Teniendo en cuenta el desconocimiento de casi la totalidad de trabajadores, se ha determinado la necesidad de formación de control del correcto ajuste facial de las mascarillas autofiltrantes de tipo FFP2 mediante comprobación del sellado por el propio trabajador.

5.2.2 Desarrollo y ejecución

El plan formativo elaborado se ha estructurado como se muestra a continuación:

Objetivos		<ul style="list-style-type: none"> - Objetivos cognitivos: Conocer los pasos necesarios para la comprobación del sellado de su mascarilla. - Objetivos psicomotores: Realizar correctamente la comprobación del sellado de su mascarilla.
Contenidos		<p>Contenidos conceptuales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La vía aérea es una importante vía de transmisión del virus, siendo la protección respiratoria uno de los elementos de protección clave - La protección que ofrecen las mascarillas autofiltrantes de tipo FFP2 depende de su capacidad de retención de partículas, así como del correcto ajuste facial. - Una mascarilla mal ajustada provoca que las partículas puedan entrar a través del espacio que hay entre la mascarilla y la cara, y poner en riesgo al usuario. <p>Contenidos actitudinales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ejecutar la acción antes de entrar en la zona de trabajo con posible exposición. <p>Contenidos procedimentales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ajuste facial. - Comprobación que se hace el vacío. - Reajuste en caso de ser necesario. - Asegurar que se mantiene el vacío.
Destinatarios		Trece trabajadores de la categoría Técnico Superior de Laboratorio Clínico y Biomédico con posible exposición a agentes biológicos.
Metodología	Sistema didáctico	<ul style="list-style-type: none"> - Métodos didácticos: Exposición verbal unilateral profesor-alumno - Métodos instructivos: demostración del profesor, práctica y repetición del alumno. - Métodos formativos: Participación del alumno, aprovechamiento pedagógico del grupo.
	Recursos materiales	<p>Documento escrito que describe la secuencia específica de operaciones y métodos a aplicar (Procedimiento Normalizado de Trabajo (PNT))</p> <p>(Ver Anexo 1: "Procedimiento para la prueba de ajuste de</p>

	maskarillas autofiltrantes FFP2”).
Recursos humanos	Facultativa Especialista en Microbiología Clínica.
Lugar	Contenido teórico y práctico: Sala de reuniones del Laboratorio de Microbiología.
Duración, temporalización	Una hora y treinta minutos, dentro de la jornada laboral (8:45-10:15 h): - 30 minutos para la impartición de los contenidos teóricos por parte del profesor. - 30 minutos para la demostración del profesor y resolución de dudas. - 30 minutos para la práctica y repetición del alumno.
Participantes	3 grupos de 3 trabajadores y 2 grupos de 2 trabajadores.
Evaluación	Demostración por parte del alumno del correcto ajuste facial mediante observación del vacío en la mascarilla.

Tabla 13. Plan formativo elaborado.

5.2.3 Verificación

El material didáctico elaborado (PNT) no ha requerido ninguna modificación tras ejecución por todos los trabajadores. La totalidad de los trabajadores comprende y realiza correctamente el procedimiento siguiendo las indicaciones del mismo.

Este PNT se proporcionará a los nuevos trabajadores que se incorporen al laboratorio, comprobando individualmente para cada trabajador el objetivo de ajuste correcto de la mascarilla. En caso de requerirse, se realizarán nuevas versiones del PNT con las modificaciones pertinentes que permitan alcanzar el objetivo de prevenir la exposición de las membranas mucosas a aerosoles potencialmente infecciosos.

El personal recibirá mensualmente una revisión de la formación, mediante la demostración del correcto ajuste de la mascarilla para comprobar que mantiene su destreza.

6. Discusión

La concentración de los agentes patógenos en las muestras biológicas recibidas en un laboratorio clínico puede superar significativamente las dosis infectivas habituales. Es necesario, por tanto, llevar a cabo una valoración del riesgo especialmente cuando los procedimientos que pueden generar aerosoles y gotículas vayan a realizarse fuera de la campana de bioseguridad.

En el artículo 1.2 del Real Decreto 664/1997, mediante el cual se establecen las disposiciones mínimas aplicables a las actividades en las que los trabajadores estén o puedan estar expuestos a agentes biológicos debido a la naturaleza de su actividad laboral, se incluye la exposición derivada de una actividad laboral con intención deliberada de utilizar o manipular un agente biológico (3). El propósito principal del puesto a evaluar consiste en la posible manipulación de agentes biológicos con fines diagnósticos, estando dicha actividad dentro del ámbito de aplicación del citado real decreto, siendo susceptible de valoración mediante el método BIOGAVAL (6).

El cálculo de la probabilidad de contacto de los diferentes agentes biológicos con el método BIOGAVAL puede plantear cierta complejidad, especialmente para el SARS-CoV-2, ya que la exposición a este agente biológico puede ser muy variable según la situación epidemiológica en la que se encuentre la COVID-19. Igualmente, la circulación pandémica de SARS-CoV-2 ha supuesto una alteración del comportamiento de los virus de la gripe y VRS, lo que se traduce en una exposición muy variable de estos agentes según la semana epidemiológica.

Para todos los agentes biológicos a estudio, el cálculo del nivel de riesgo biológico obtenido en la presente valoración ofrece valores inferiores al nivel de acción biológica en las condiciones que se realiza la actividad. No obstante, a pesar de que no se considere peligrosa esta exposición para los trabajadores, constituye una situación mejorable en la que se podrían implantar actuaciones basadas en:

- Frecuencia de exposición:

Disminución de la frecuencia de exposición al agente biológico de “frecuentemente” a “ocasionalmente” (20 - 50 % del tiempo). Esta medida se puede adoptar en periodos en los cuales la demanda de pruebas diagnósticas es menor. Para periodos con alta carga de trabajo sería necesario ampliar el personal laboral.

- Medidas Higiénicas:

Incrementar el porcentaje de medidas higiénicas adoptadas. Sería interesante actuar sobre aquellas medidas en las que no se producen cumplimiento:

- Controlar el correcto funcionamiento de los EPI, por ejemplo, controlando el ajuste de las mascarillas autofiltrantes de tipo FFP2. Esta medida se puede realizar de manera cualitativa mediante comprobación del sellado de la mascarilla por el propio trabajador o medición cuantitativa de la fuga de la mascarilla.
- Disponer de procedimientos escritos internos para la comunicación de los incidentes y accidentes en los se puedan liberar el agente biológico. Este procedimiento de registro sería aplicable a accidentes e incidentes que causen un daño para los trabajadores, tanto el personal propio del laboratorio como el personal encargado de transportar las muestras hasta el laboratorio, o que, potencialmente, podrían haber tenido consecuencias graves.

- Técnicas de profilaxis:

La formación del personal laboral es una medida para la prevención de riesgos. Los contenidos a tratar podrían versar sobre el procedimiento para comprobar el sellado de la mascarilla por el propio trabajador, actuaciones frente un caso de derrame biológico, etc.

En el presente estudio se ha planteado la formación del personal laboral como una medida adicional para la prevención de riesgos, teniendo en cuenta que la formación nunca debe utilizarse en sustitución de las medidas preventivas que debe adoptar el empresario en el cumplimiento de su deber general de prevención, así como la prioridad de la protección colectiva por encima de la individual. Asimismo, deben tenerse en cuenta las obligaciones impuestas por la normativa para la contención del riesgo biológico (5). Entre los elementos fundamentales de la contención, de los que su éxito depende de la correcta formación de los trabajadores, destacan la manipulación segura, las medidas de higiene habituales y el correcto uso de los equipos de seguridad, como se ha explicado en el epígrafe “1.2 Reducción de la exposición a riesgos biológicos”.

En cuanto al plan de formación implantado, éste ha permitido transformar la necesidad de formación en acciones. El uso de los equipos de protección individual, como por ejemplo la mascarilla autofiltrante, sin la formación pertinente puede ofrecer al trabajador una falsa sensación de seguridad ya que, en caso de mala adaptación facial de la misma que deje espacios por donde puede pasar el aire contaminado, supone riesgo de inhalación de aerosoles.

Cabe señalar que el vello facial (barba, bigote o incluso una barba incipiente) puede interferir en el sellado de una mascarilla de ajuste ceñido. Aunque el factor de ajuste de las mascarillas de tipo quirúrgica no parece modificarse, la efectividad en mascarillas autofiltrantes se reduce en los usuarios con vello facial (15). Por tanto, desde la Sociedad Española de Medicina Preventiva y Salud Pública e Higiene (SEMPSPH) recomienda a los usuarios con vello facial a afeitarse la barba durante el uso de mascarillas autofiltrantes. En caso de no ser posible el afeitado, por motivos religiosos o culturales, se propone el uso de accesorios de ajuste para mascarillas o de respiradores de máscara completa (16).

La ejecución y verificación del plan de formación elaborado ha conseguido el objetivo propuesto de dotar al trabajador de la información y formación necesaria para aplicar las medidas de protección recomendadas, minimizando el riesgo de exposición de las membranas mucosas a aerosoles potencialmente infecciosos en su puesto de trabajo. Para ello, es importante recalcar la necesidad de permanente revisión de la formación para comprobar que los trabajadores mantienen su destreza, así como del material didáctico elaborado (PNT), por si es necesaria alguna modificación al mismo.

Es destacable la drástica reducción de los casos de gripe observada en el periodo de estudio respecto a temporadas anteriores a la pandemia de COVID-19, presumiblemente derivada de las medidas higiénico-sanitarias recomendadas para evitar la transmisión del SARS-CoV-2 (17). Entre estas medidas de prevención personal, también aplicables frente a otras infecciones respiratorias, se encuentran:

- Higiene de manos de forma frecuente. Se recomienda que se realice durante al menos 40 segundos con agua y jabón, especialmente si se observa suciedad, y si no es posible se puede utilizar durante 20 segundos gel hidroalcohólico.
- Evitar tocarse la nariz, los ojos y la boca, ya que las manos facilitan la transmisión.
- Al toser o estornudar, cubrir la boca y la nariz con el codo flexionado o con un pañuelo desechable.
- El uso de la mascarilla, asegurando que cubre nariz, boca y mentón.
- Distanciamiento físico interpersonal.

También son destacables otras medidas, de tipo compartido, como:

- Cuarentena y aislamiento.
- Rastreo de casos.
- Vacunación.

- Priorización de espacios exteriores.
- Reducción de la transmisión de SARS-CoV-2 mediante aerosoles en los espacios interiores mediante ventilación, filtración y sistemas de purificación de aire.
- Información gubernamental y apoyo financiero.

Concretamente, la vacunación es una de las medidas preventivas básicas ante la exposición laboral a agentes biológicos presentes en el entorno laboral y el acercamiento laboral de los programas de vacunación ha mostrado ser un método eficaz para conseguir un aumento de la cobertura vacunal, con buenos resultados a medio y largo plazo en lo que es disminución del absentismo laboral.

Tal y como indica el artículo 8.3 del Real Decreto 664/1997, cuando exista riesgo por exposición a agentes biológicos para los que haya vacunas eficaces, éstas deberán ponerse a disposición de los trabajadores, informándole de las ventajas e inconvenientes tanto de la vacunación como de la no vacunación (3). El ofrecimiento al trabajador de la vacunación y su aceptación deberán constar por escrito (3). La Ley de prevención de Riesgos Laborales establece que el empresario tiene la obligación de garantizar la salud y la seguridad de todos sus trabajadores. Sin embargo, el artículo 22 de la LPRL, sobre la Vigilancia de la salud, recuerda que la vigilancia sólo podrá llevarse a cabo cuando el trabajador preste su consentimiento. Por tanto, tal y como indica la Guía sobre utilización de vacunas para personal sanitario (18), la vacuna frente a COVID-19 no es obligatoria, siendo, por tanto, la regla general la voluntariedad. El marco normativo actual no respalda que ningún empresario obligue a sus empleados a vacunarse de la COVID-19 como un tratamiento preventivo obligatorio, ni siquiera a colectivos concretos que trabajan en primera línea, como sanitarios o cuerpos de seguridad. Sin embargo, hay determinadas situaciones especiales en materia de salud pública donde se puede imponer la inmunización forzosa. El artículo 9.2. de la Ley 41/2002, básica de regulación de autonomía del paciente, limita la capacidad de rechazo del tratamiento médico cuando existe un riesgo para la salud pública a causa de razones sanitarias establecidas por ley (19), siendo una de las excepciones al otorgamiento del consentimiento.

Considerando que la transmisión de coronavirus es a través de los aerosoles, la ventilación juega un papel clave como medida preventiva frente a la propagación del virus en ambientes interiores, tal y como establece el Real Decreto-Ley 21/2020, de 9 de junio, de medidas urgentes de prevención, contención y coordinación para hacer

frente a la crisis sanitaria ocasionada por el COVID-19 (17). El artículo 7 de esta normativa establece la necesidad de adoptar medidas de ventilación, limpieza y desinfección adecuadas a las características e intensidad de uso de los centros de trabajo, con arreglo a los protocolos que se establezcan en cada caso sin perjuicio del cumplimiento de la normativa de prevención de riesgos laborales y del resto de la normativa laboral que resulte de aplicación (17). Con fecha 18 de noviembre de 2020, el Ministerio de Sanidad publicó un documento técnico al respecto: “Evaluación del riesgo de la transmisión de SARS-CoV-2 mediante aerosoles. Medidas de prevención y recomendaciones” (7). En el caso de hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías, el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) recomienda un caudal de aire exterior de 20 litros/segundo por persona para un IDA 1 (calidad del aire interior), que refleja un aire de óptima calidad (20). Para que la ventilación sea eficaz, es necesario que la cantidad de aire limpio aportado sea adecuada y que ese flujo se distribuya de manera eficiente por todo el local, de manera que los contaminantes generados en las distintas partes del recinto se evacúen eficazmente. El nivel de la concentración de CO₂ menor de 350 partes por millón es un buen indicador de la tasa de renovación, y por tanto de la calidad, del aire interior (20).

A pesar de la aplicación de todas medidas preventivas, cabe destacar que ninguna de ellas por si sola es capaz de prevenir la propagación del virus, pero cada una de ellas supone una nueva capa o barrera de contención que mejorarán la protección ante él, tal y como representa el modelo de queso suizo o modelo del efecto acumulativo. Este modelo explica que cualquier componente de una organización puede considerarse como un segmento (rebanada) de queso. Así pues, tal y como ilustra la figura 8, cada una de las responsabilidades, personales y compartidas, serían un segmento, conformando todas ellas las rebanadas de queso suizo. Estos elementos pueden presentar debilidades, representados como agujeros en las rebanadas, por lo que, si estas debilidades se alinean en cada segmento, se puede liberar el peligro causando un incidente. Estos incidentes se pueden minimizar interviniendo en cada uno de los segmentos o aplicando nuevas barreras.

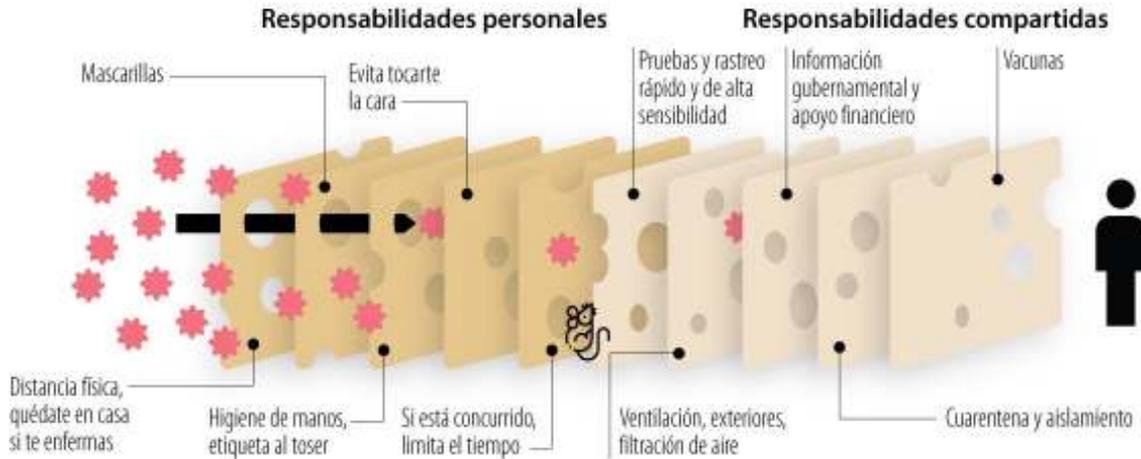


Figura 8. Modelo del queso suizo (adaptación de Ian M Mackay (<https://virologydownunder.com/>))

La pandemia de COVID-19 ha supuesto un cambio en la forma de pensar y de actuar de la población general referente a las medidas higiénico-sanitarias, poniendo de manifiesto la eficacia de la prevención para reducir los riesgos, ensalzando de esta manera el concepto de cultura preventiva. En un contexto laboral, la cultura preventiva o de la seguridad cuenta con numerosas definiciones, entre ellas: “Valores y comportamientos fundamentales derivados del compromiso colectivo de los líderes y demás trabajadores por priorizar la seguridad frente a cualquier otro tipo de objetivo y así garantizar la protección de las personas y del medio ambiente” (21). La cultura de seguridad, por tanto, explica el funcionamiento social de las personas en relación con la seguridad: la actitud colectiva hacia la seguridad.

Uno de los objetivos de la cultura de prevención es la promoción de la salud, que se puede alcanzar mediante la educación para crear conciencia, adoptando nuevas conductas y actitudes acerca de la salud, los riesgos, los accidentes, las enfermedades, y las medidas preventivas. De ahí la importancia en inversión en cultura preventiva que logre disminuir riesgos y accidentes laborales, consiguiendo que estos resultados perduren en el tiempo.

7. Conclusiones

Del presente trabajo se extraen las siguientes conclusiones:

1. El cálculo del nivel de riesgo biológico de los diferentes agentes evaluados presenta valores que no superan el nivel de acción biológica en las condiciones que se está realizando la actividad a estudio.
2. Se ha determinado la necesidad de formación de control del correcto ajuste facial de las mascarillas autofiltrantes que garantice la correcta protección del trabajador.
3. La totalidad de los trabajadores evaluados comprende y realiza correctamente el Procedimiento Normalizado de Trabajo para la prueba de ajuste de mascarillas autofiltrantes FFP2 elaborado, siguiendo las indicaciones del mismo.
4. El Procedimiento Normalizado de Trabajo no ha requerido ninguna modificación tras su ejecución por todos los trabajadores.

8. Referencias bibliográficas

1. Ley 31/1995 de prevención de Riesgos Laborales. Boletín Oficial del Estado, número 269, 10 de noviembre de 1995.
2. Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. Boletín Oficial del Estado, número 27, 31 enero 1997.
3. Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo. Boletín Oficial del Estado, número 124, 24 de mayo de 1997.
4. Rojo-Molinero E, Alados JC, Gómez G. de la Pedrosa E, Leiva J, Pérez JL. Seguridad en el laboratorio de Microbiología Clínica. *Enferm Infecc Microbiol Clin*. 2015;33(6):404–10.
5. Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. 2014.
6. Llorca-Rubio JL, Soto-Fernando P, Benavent-Nacher S. Manual práctico para la evaluación del riesgo biológico en actividades laborales diversas. INVASSAT. 2018.
7. Evaluación del riesgo de la transmisión de SARS-CoV-2 mediante aerosoles. Medidas de prevención y recomendaciones. Ministerio de Salud. 2020.
8. Reglamento (UE) 2016/425 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2016, relativo a los equipos de protección individual y por el que se deroga la Directiva 89/686/CEE del Consejo. Diario Oficial de la Unión Europea, número 81. 31 de marzo de 2016.
9. Real Decreto 1591/2009, de 16 de octubre, por el que se regulan los productos sanitarios. Boletín Oficial del Estado, número 268, de 6 de noviembre de 2009.
10. UNE-EN 149:2001+A1. Dispositivos de protección respiratoria. Medias máscaras filtrantes de protección contra partículas. Requisitos, ensayos, marcado. AENOR. 2021.
11. Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Boletín Oficial del Estado, número 97, 23 de abril de 1997.
12. Directiva 2000/54/CE del Parlamento Europeo y del consejo de 18 de

- septiembre de 2000 sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo. Diario Oficial de las Comunidades Europeas, número 262, de 17 de octubre de 2000.
13. Chin J. El control de las enfermedades transmisibles 17.^a ed. Organización Panamericana de la Salud. 2001.
 14. Informe de Vigilancia de la Infección Respiratoria Aguda en España Temporada 2020-2021 (Desde la semana 40/2020 hasta la semana 39/2021). Centro Nacional de Epidemiología y Centro Nacional de Microbiología. Red Nac Vigil Epidemiológica. 2021;2021:1–25.
 15. De-Yñigo-Mojado B, Becerro-De-Bengoa-Vallejo R, Losa-Iglesias ME, Madera-García J, Rodríguez-Sanz D, Calvo-Lobo C, et al. Facial hair decreases fit factor of masks and respirators in healthcare providers. *Biology*. 2021;10(10):1–10.
 16. Schumacher J, Lange C, Kleinjohann L CC. Testing the Proper Fit Of Respirator Masks During the COVID-19 Pandemic. *Dtsch Arztebl Int*. 2021;118(14):250–1.
 17. Real Decreto-ley 21/2020, de 9 de junio, de medidas urgentes de prevención, contención y coordinación para hacer frente a la crisis sanitaria ocasionada por el COVID-19. Boletín Oficial del Estado, número 163, 10 de junio de 2020.
 18. Guía sobre utilización de vacunas para personal sanitario. Estrategia de Vacunación frente a COVID-19. Ministerio de Sanidad. 2022.
 19. Ley 41/2002 , de 14 de noviembre, básica reguladora de la autonomía del paciente y de derechos y obligaciones en materia de información y documentación clínica. Boletín Oficial del Estado, número 274, 15 de noviembre de 2002.
 20. Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios. Boletín Oficial del Estado, número 207, 29 de agosto de 2007.
 21. Guía de actuación para la implantación de comportamientos seguros y saludables, generadores de Cultura preventiva y de Excelencia. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. 2020.

9. Anexos



	PROCEDIMIENTO PARA LA PRUEBA DE AJUSTE DE MASCARILLAS AUTOFILTRANTES FFP2	Vigencia: 2022 Código: Versión: 1	
	LABORATORIO MICROBIOLOGÍA Y PARASITOLOGÍA HOSPITAL GENERAL UNIVERSITARIO REINA SOFIA	Página 1 de 4	

PROCEDIMIENTO PARA LA PRUEBA DE AJUSTE DE MASCARILLAS AUTOFILTRANTES FFP2

1. DEFINICIÓN

Procedimiento por medio del cual se realiza la prueba de ajuste de una mascarilla autofiltrante FFP2.

2. JUSTIFICACIÓN

Ante la pandemia de la COVID-19 es indispensable que el profesional sanitario que manipula muestras respiratorias de pacientes con sospecha de infección de coronavirus esté correctamente protegido. Considerando que una importante vía de transmisión del virus es por vía aérea, uno de los elementos de protección clave es la protección respiratoria. Una mascarilla mal ajustada provoca que las partículas (aerosoles) puedan entrar a través del espacio que hay entre la mascarilla y la cara, en lugar de pasar por el material filtrante y consecuentemente poner en riesgo al usuario (1–3).

La protección que ofrecen las mascarillas autofiltrantes de tipo FFP2 no depende únicamente de su capacidad de filtración o retención de partículas, sino que para que sean eficaces es necesario también garantizar el buen ajuste de las mismas con la cara de su portador.

3. ANTECEDENTES

Aunque en España no existe una normativa al respecto la prueba de ajuste de las mascarillas antes del uso como sucede en otros países (4), la Guía Técnica de Agentes Químicos del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST) pone atención a la comprobación del correcto ajuste de las mismas al usuario (5).

4. OBJETIVOS

Ajustar correctamente la mascarilla según las diferentes características faciales para obtener un buen sellado facial con objeto de prevenir la exposición de las membranas mucosas de la boca y la nariz a aerosoles potencialmente infecciosos.

5. MATERIALES Y EQUIPOS

- Mascarillas autofiltrantes de tipo FFP2.
- Salvaorejas trasnuca.

	PROCEDIMIENTO PARA LA PRUEBA DE AJUSTE DE MASCARILLAS AUTOFILTRANTES FFP2	Vigencia: 2022 Código: Versión: 1	
	LABORATORIO MICROBIOLOGÍA Y PARASITOLOGÍA HOSPITAL GENERAL UNIVERSITARIO REINA SOFIA	Página 2 de 4	

6. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

Antes de entrar en la zona de trabajo con posible exposición, cada trabajador realizará la prueba de ajuste (en inglés denominado “user seal check” o “sealing test”). Para ello se realizan los siguientes pasos:

- Lavado de manos.
- Verificar el estado de las tiras.
- Colocación de la mascarilla y posterior:
 - Adaptación del clip metálico a la curva nasal.
 - Correcta colocación de las tiras.
- Cubrir la mayor superficie posible de la mascarilla con ambas manos.
- Comprobar que se hace el vacío mediante:
 - Exhalación: la mascarilla se infla por la presión positiva.
 - Inhalación: la mascarilla se desinfla por la presión negativa.
- Reajustar en caso de ser necesario hasta evidenciar la ausencia de fuga de aire.
- Asegurar que se mantiene esta característica al hablar y realizar diferentes movimientos de cabeza y de respiración (6):
 - Respiración habitual
 - Respiración profunda simulando la respiración cuando se requieren grandes esfuerzos
 - Flexión lateral del cuello
 - Hablar en voz alta
 - Flexo-extensión de cabeza
 - Respiración habitual durante la flexoextensión de la cabeza
 - Fruncir el ceño y sonreír durante 15 segundos
 - Flexión de tronco, para tocarse los dedos de los pies.
 - Respiración habitual

7. CONSIDERACIONES GENERALES

- El trabajador podrá seleccionar el modelo de mascarilla, referente a tamaño y forma, que le proporcione el ajuste más aceptable.
- La mascarilla debe estar en contacto con la piel para hacer correctamente el ajuste facial. Se recomienda no llevar barba, bigote o barba incipiente para conseguir el perfecto sellado de la mascarilla.

	PROCEDIMIENTO PARA LA PRUEBA DE AJUSTE DE MASCARILLAS AUTOFILTRANTES FFP2	Vigencia: 2022 Código: Versión: 1	
	LABORATORIO MICROBIOLOGÍA Y PARASITOLOGÍA HOSPITAL GENERAL UNIVERSITARIO REINA SOFIA	Página 3 de 4	

- En caso de ser necesario, se recomienda el uso de un “salvaorejas”, mediante ajuste trasnuca de las gomas, para garantizar el ajuste facial.
- Superar la prueba de ajuste implica que el aire que respira el trabajador pasa por el filtro de la mascarilla.
- Las mascarillas deben presentar el marcado según la norma “UNE-EN 149:2001+A1:2010 Dispositivos de protección respiratoria. Medias máscaras filtrantes de protección contra partículas. Requisitos, ensayos, marcado” (7).
- Las mascarillas se deben quitar cuidadosamente y desechar después de usarlas, sosteniéndolas solamente por las tiras. No se deben guardar en un bolsillo.
- Después de manipular la mascarilla, siempre se deben lavar las manos.
- Durante todas las actividades se deben tener en cuenta las normas de bioseguridad y el plan integral de manejo de desechos hospitalarios.

8. CONTRAINDICACIONES

Ninguna

9. RIESGOS

Si existen fugas, provocadas por una mala adaptación de la mascarilla a la cara, que dejan espacios por donde pase el aire contaminado, existe el riesgo de inhalación de aerosoles. Si no lo tenemos en cuenta, la sensación de falsa seguridad puede ser la causa de contagio.

10. INDICACIONES AL USUARIO

Explicar en qué situaciones debe colocarse la mascarilla y la importancia de realizarlo.

	PROCEDIMIENTO PARA LA PRUEBA DE AJUSTE DE MASCARILLAS AUTOFILTRANTES FFP2	Vigencia: 2022 Código: Versión: 1	
	LABORATORIO MICROBIOLOGÍA Y PARASITOLOGÍA HOSPITAL GENERAL UNIVERSITARIO REINA SOFIA	Página 3 de 4	

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. 3M Personal Safety Division. Respiratory Protection for Airborne Exposures to Biohazards. Technical Data Bulletin. 2020.
2. Coffey C, Miller C. The Respirator Fit Capability Test: Enhancing the Efficacy of Filtering Facepiece Respirators Christopher. Synerg (Akron). 2019;176(5):139–48.
3. MacIntyre CR, Wang Q, Cauchemez S, Seale H, Dwyer DE, Yang P, et al. A cluster randomized clinical trial comparing fit-tested and non-fit-tested N95 respirators to medical masks to prevent respiratory virus infection in health care workers. Influenza Other Respi Viruses. 2011;5(3):170–9.
4. Office of Training and Education. Major Requirements of OSHA’s Respiratory Protection Standard 29 CFR 1910.134. Office of Training and Education OSHA. 2006. Disponible en: https://osha.gov/sites/default/files/training-library_major_requirements.pdf
5. Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con los agentes químicos presentes en los lugares de trabajo. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. 2013.
6. De-Yñigo-Mojado B, Becerro-De-Bengoa-Vallejo R, Losa-Iglesias ME, Madera-García J, Rodríguez-Sanz D, Calvo-Lobo C, et al. Facial hair decreases fit factor of masks and respirators in healthcare providers. Biology. 2021;10(10):1–10.
7. UNE-EN 149:2001+A1. Dispositivos de protección respiratoria. Medias máscaras filtrantes de protección contra partículas. Requisitos, ensayos, marcado. AENOR. 2021.

Agradecimientos

Agradecer a mi tutora María José Ferrer Carrascosa, por su tiempo, guía y valiosas aportaciones a este trabajo.

Agradecer al servicio de Microbiología clínica del Hospital General Universitario Reina Sofía de Murcia por poder elaborar este proyecto en sus instalaciones. Agradecer a mis compañeros y compañeras de profesión y al personal técnico, no solo por su participación en este proyecto, sino también por su esfuerzo y sacrificio a lo largo de estos últimos meses.

