

BIOSEGURIDAD

UN ESCUDO PARA LA SALUD

1era Edición



BIOSEGURIDAD

UN ESCUDO PARA LA SALUD

Aida Monserrate Macías Alvia	Virginia Esmeralda Pincay Pin
Silvia Gabriela Cáceres Palma	Agustina Elizabeth Cedeño Casanova
Jessica Shirley Castro Tejena	María Teresa López Estrella
Oscar Lenin Cusquillo Guamán	Ana Victoria Espinal Castro
Luis Miguel Mendoza Falcones	Elena Silvana Guaña Bravo
Mónica Danny Tonguino Rodríguez	Narciza Paulina Briones Bermeo
Carlos Aníbal Herrera Esquivel	Katiuska Elizabeth Loor Vélez
Mery Jael Jaramillo Verduga	Ingerbord Véliz Zevallos
Angélica Adriana Alcázar Marcillo	José Manuel Piguave Reyes
Christel Gema Moreira Parrales	Yomaira Estefanía Pincay Reyes
Paúl Alberto García Zambrano	Jefferson Alexander Sornoza Párraga
Kevin Roberto Pin Baque	Aján Nemias Holguín Quichimbo
Karen Carolina Chila García	Richard José Salvatierra Chica
Erik David Pilataxi Fernández	Tatiana Jazmín Piguave Figueroa
Joselyn Paz Trujillo	José Andrés Guamán Nieto
Walter Enrique Pin Baque	Jared Salomé Macías Flores
Yomara Alexandra Gavilanes Carrión	Solange Karina Quijije Segovia
Edgar Andrés Menéndez Cuadros	Gabriela Beatriz Genovesi Anguizaca
Vicenta Nazaela Vélez Silva	María Sdrina Álava Cedeño
Emilio Gabriel Pisco Mantuano	Wilinson Darío Zambrano Mendoza

Autores Investigadores



BIOSEGURIDAD

UN ESCUDO PARA LA SALUD

AUTORES

INVESTIGADORES

Aida Monserrate Macías Alvia

Universidad Estatal del Sur de Manabí

✉ aida.macias@unesum.edu.ec

ID <https://orcid.org/0000-0001-5290-4317>

Silvia Gabriela Cáceres Palma

Universidad Estatal del Sur de Manabí

✉ silvia.caceres@unesum.edu.ec

ID <https://orcid.org/0000-0003-2558-5984>

Jessica Shirley Castro Tejena

Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Manabí

Hospital Verdi Cevallos Balda

✉ jcastro@pucesm.edu.ec

ID <https://orcid.org/0000-0002-0818-7223>

Oscar Lenin Cusquillo Guamán

Universidad Tecnológica ECOTEC

Universidad Bolivariana del Ecuador

✉ oscarlenin@hotmail.com

ID <https://orcid.org/0000-0001-7846-6669>

Luis Miguel Mendoza Falcones

Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Santo Domingo

✉ immendozaf@pucesd.edu.ec

ID <https://orcid.org/0009-0004-0403-6067>

Mónica Danny Tonguino Rodríguez

Universidad Estatal del Sur de Manabí

✉ monica.tonguino@unesum.edu.ec

ID <https://orcid.org/0009-0003-7056-5234>

Carlos Aníbal Herrera Esquivel

Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Santo Domingo

✉ caherrerae@pucesd.edu.ec

ID <https://orcid.org/0009-0007-3849-2097>

Mery Jael Jaramillo Verduga

Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Ext.El Carmen

✉ mery.jaramillo@uleam.edu.ec

ID <https://orcid.org/0000-0001-5532-8909>

Angélica Adriana Alcázar Marcillo

Universidad Estatal del Sur de Manabí

✉ angelica.alcazar@unesum.edu.ec

ID <https://orcid.org/0000-0002-0619-2301>

Christel Gema Moreira Parrales

Universidad Estatal del Sur de Manabí

✉ christel.moreira@unesum.edu.ec

ID <https://orcid.org/0000-0002-4874-2455>

Paúl Alberto García Zambrano

Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Santo Domingo

✉ pagarciaz@pucesd.edu.ec

ID <https://orcid.org/0000-0002-3781-0683>

Kevin Roberto Pin Baque

Filiación Independiente

✉ kpinbaque@gmail.com

ID <https://orcid.org/0009-0001-7634-0533>

Karen Carolina Chila García

Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas

✉ karen.chila@pucese.edu.ec

ID <https://orcid.org/0000-0003-2406-2196>

Erik David Pilataxi Fernández

Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Santo Domingo

✉ epilataxi890@pucesd.edu.ec

ID <https://orcid.org/0009-0001-5321-629X>

Joselyn Paz Trujillo

Universidad Tecnológica ECOTEC

✉ joselyn.paz1996@hotmail.com

ID <https://orcid.org/0009-0002-1218-7282>

Walter Enrique Pin Baque

Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Santo Domingo

✉ wepin@pucesd.edu.ec

ID <https://orcid.org/0000-0002-0790-6695>

Yomara Alexandra Gavilanes Carrión

Universidad Estatal del Sur de Manabí

✉ yomara.gavilanes@unesum.edu.ec

ID <https://orcid.org/0009-0003-7100-1789>

Edgar Andrés Menéndez Cuadros

Universidad San Gregorio de Portoviejo

✉ eamenendez@sangregorio.edu.ec

ID <https://orcid.org/0009-0002-8271-4076>

Vicenta Nazeala Vélez Silva

Filiación Independiente

✉ nazealavelez22@gmail.com

ID <https://orcid.org/0009-0007-7639-8501>

Emilio Gabriel Pisco Mantuano

Centro de Salud Plan de Vivienda

✉ plandevivienda69@gmail.com

ID <https://orcid.org/0009-0003-8701-7242>

Virginia Esmeralda Pincay Pin

Universidad Estatal del Sur de Manabí

✉ virginia.pincay@unesum.edu.ec

ID <https://orcid.org/0000-0001-8776-5433>

Agustina Elizabeth Cedeño Casanova

Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Manabí

✉ Elizabeth_2808cc@hotmail.com

ID <https://orcid.org/0000-0002-6499-8661>

María Teresa López Estrella

Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Santo Domingo

✉ mtlopeze@pucesd.edu.ec

ID <https://orcid.org/0009-0005-7266-5057>

Ana Victoria Espinal Castro

Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Manabí

✉ avespinal@pucesm.edu.ec

ID <https://orcid.org/0009-0008-8575-9775>

Elena Silvana Guaña Bravo

Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Manabí

Universidad Técnica de Manabí

✉ elsgub1701@hotmail.com

ID <https://orcid.org/0000-0002-5749-182X>

Narciza Paulina Briones Bermeo

Universidad Técnica de Manabí

✉ narciza.briones@utm.edu.ec

ID <https://orcid.org/0000-0003-0599-8239>

Katiuska Elizabeth Loor Vélez

Universidad Técnica de Manabí

✉ katiuska.loor@utm.edu.ec

ID <https://orcid.org/0000-0003-3503-4342>

Ingerbord Véliz Zevallos

Universidad Técnica de Manabí

✉ ingerbord.veliz@utm.edu.ec

ID <https://orcid.org/0000-0001-7693-6604>

José Manuel Piguave Reyes

Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Santo Domingo

✉ jmpiguave@pucesd.edu.ec

ID <https://orcid.org/0000-0002-6181-0555>

Yomaira Estefanía Pincay Reyes

Universidad Estatal del Sur de Manabí

✉ yomaira.pincay@unesum.edu.ec

ID <https://orcid.org/0000-0002-9457-2629>

Jefferson Alexander Sornoza Párraga

Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Manabí

✉ alexanderptx@gmail.com

ID <https://orcid.org/0000-0001-6709-5612>

Aján Nemias Holguín Quichimbo

Instituto de Postgrado Universidad Estatal del Sur de Manabí

✉ holguin-ajan2762@unesum.edu.ec

ID <https://orcid.org/0009-0004-0628-2640>

Richard José Salvatierra Chica

Pontificia Universidad Católica del Ecuador- Sede Manabí

✉ rsalvatierra@pucesm.edu.ec

ID <https://orcid.org/0000-0002-9470-9218>

Tatiana Jazmín Piguave Figueroa

Universidad Estatal del Sur de Manabí

✉ tatiana.piguave@unesum.edu.ec

ID <https://orcid.org/0000-0003-1475-4965>

José Andrés Guamán Nieto

Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Santo Domingo

✉ jaguamann@pucesd.edu.ec

ID <https://orcid.org/0009-0001-5769-9794>

Jared Salomé Macías Flores

Universidad Estatal del Sur de Manabí

✉ macias-jared0507@unesum.edu.ec

ID <https://orcid.org/0009-0004-6376-6035>

Solange Karina Quijije Segovia

Universidad Estatal del Sur de Manabí

✉ solange.segovia@unesum.edu.ec

ID <https://orcid.org/0000-0002-2880-5180>

Gabriela Beatriz Genovesi Anguizaca

Universidad Tecnológica Ecotec

✉ genovesigaby@gmail.com

ID <https://orcid.org/0000-0003-4658-1851>

María Sdrina Álava Cedeño

Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí

Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Manabí

✉ sdrina.a.c.93@hotmail.com

ID <https://orcid.org/0009-0007-6375-0035>

Wilinson Darío Zambrano Mendoza

Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Manabí

✉ wdzambranom@pucem.edu.ec

ID <https://orcid.org/0009-0003-3894-8817>

BIOSEGURIDAD

UN ESCUDO PARA LA SALUD

REVISORES ACADÉMICOS

Cruz Xiomara Peraza de Aparicio

Especialista en Medicina General de Familia;

PhD. en Ciencias de la Educación;

PhD. en Desarrollo Social;

Médico Cirujano;

Docente Titular en la Carrera de Enfermería de la

Universidad Metropolitana;

Guayaquil, Ecuador;

✉ xiomaparicio199@hotmail.com;

ID <https://orcid.org/0000-0003-2588-970X>

María Antonieta Touriz Bonifaz

MSc. Doctorado en Ciencias de la Salud;

Magíster en Salud Pública;

Magíster en Epidemiología;

Médica;

Docente de la Universidad de Guayaquil;

Docente de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil;

Guayaquil, Ecuador;

✉ maria.touriz@cu.ucsg.edu.ec

ID <https://orcid.org/0000-0002-8986-8011>

CATALOGACIÓN BIBLIOGRÁFICA

AUTORES:

Aida Monserrate Macías Alvía
Silvia Gabriela Cáceres Palma
Jessica Shirley Castro Tejena
Oscar Lenin Cusquillo Guamán
Luis Miguel Mendoza Falcones
Mónica Danny Tonguino Rodríguez
Carlos Aníbal Herrera Esquivel
Mery Jael Jaramillo Verduga
Angélica Adriana Alcázar Marcillo
Christel Gema Moreira Parrales
Paúl Alberto García Zambrano
Kevin Roberto Pin Baque
Karen Carolina Chila García
Erik David Pilataxi Fernández

Joselyn Paz Trujillo
Walter Enrique Pin Baque
Yomara Alexandra Gavilanes Carrión
Edgar Andrés Menéndez Cuadros
Vicenta Nazea Vélez Silva
Emilio Gabriel Pisco Mantuano
Virginia Esmeralda Pincay Pin
Agustina Elizabeth Cedeño Casanova
María Teresa López Estrella
Ana Victoria Espinal Castro
Elena Silvana Gueña Bravo
Narciza Paulina Briones Bermeo
Katuska Elizabeth Loo Vélez
Ingerbord Véliz Zevallos

José Manuel Piguave Reyes
Yomaira Estefanía Pincay Reyes
Jefferson Alexander Sornoza Párraga
Aján Nemias Holguín Quichimbo
Richard José Salvatierra Chica
Tatiana Jazmín Piguave Figueroa
José Andrés Guamán Nieto
Jared Salomé Macías Flores
Solange Karina Quijije Segovia
Gabriela Beatriz Genovesi Anguizaca
María Sdrina Álava Cedeño
Wilinson Darío Zambrano Mendoza

Título: “Bioseguridad: Un Escudo para la Salud”

Descriptor: Ciencias Médicas; Investigación médica; Bioseguridad; Ética médica

Código UNESCO: 3212 Salud Pública

Clasificación Decimal Dewey/Cutter: 610/M187

Área: Ciencias Médicas

Edición: 1^{era}

ISBN: 978-9942-579-28-7

Editorial: Mawil Publicaciones de Ecuador, 2026

Ciudad, País: Quito, Ecuador

Formato: 148 x 210 mm.

Páginas: 106

DOI: <https://doi.org/10.26820/978-9942-579-28-7>

URL: <https://mawil.us/repositorio/index.php/academico/catalog/book/242>

Texto para docentes y estudiantes universitarios

El proyecto didáctico “**Bioseguridad: Un Escudo para la Salud**”, es una obra colectiva escrita por varios autores y publicada por MAWIL; publicación revisada por el equipo profesional y editorial siguiendo los lineamientos y estructuras establecidos por el departamento de publicaciones de MAWIL de New Jersey.

© Reservados todos los derechos. La reproducción parcial o total queda estrictamente prohibida, sin la autorización expresa de los autores, bajo sanciones establecidas en las leyes, por cualquier medio o procedimiento.



Usted es libre de:
Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato.
Adaptar — remezclar, transformar y construir a partir del material para cualquier propósito, incluso comercialmente.

Director Académico: Ph.D. Lenin Suasnabas Pacheco

Dirección Central MAWIL: Office 18 Center Avenue Caldwell; New Jersey # 07006

Gerencia Editorial MAWIL-Ecuador: Mg. Vanessa Pamela Quishpe Morocho

Dirección de corrección: Mg. Ayamara Galanton.

Editor de Arte y Diseño: Leslie Letizia Plua Proaño

Corrector de estilo: Lic. Marcelo Acuña Cifuentes

BIOSEGURIDAD

UN ESCUDO PARA LA SALUD

Índices

Contenidos



Capítulo I.

Introducción a la Bioseguridad ----- 12

Capítulo II.

Agentes Biológicos y su Control: Principios Básicos
de Bioseguridad ----- 21

Capítulo III.

Equipos de Protección Personal (EPP) ----- 34

Capítulo IV.

Bioseguridad en el Laboratorio Clínico ----- 45

Capítulo V.

Bioseguridad en la Atención Directa al Paciente ----- 54

Capítulo VI.

Limpieza y Desinfección en la Atención en Salud ----- 65

Capítulo VII.

Manejo de Residuos Biológicos y Químicos ----- 74

Capítulo VIII.

Vigilancia Epidemiológica y Control de Brotes ----- 83

Capítulo IX.

Bioseguridad y Tecnología ----- 93

Capítulo X.

Desafíos y Oportunidades en la Bioseguridad ----- 101

BIOSEGURIDAD

UN ESCUDO PARA LA SALUD

Capítulo 1

Introducción a la Bioseguridad

AUTORES: Aida Monserrate Macías Alvia; Silvia Gabriela Cáceres Palma;
Jessica Shirley Castro Tejena; Oscar Lenin Cusquillo Guamán



1.1 Introducción

La bioseguridad es un conjunto de medidas diseñadas para proteger tanto la salud humana, como la de los animales y el medio ambiente frente a los riesgos que representan los agentes biológicos, esta disciplina busca prevenir la propagación de enfermedades infecciosas y garantizar un entorno seguro para todos; siendo esencial en diversos ámbitos como los laboratorios de investigación, hospitales, industrias alimentarias, químicas, farmacéuticas y agrícolas, donde se manejan microorganismos, tejidos y fluidos biológicos.

Teniendo como principios, la prevención de introducción y propagación de agentes infecciosos, la contención de agentes peligrosos para su no propagación, la protección con el uso de equipos de protección personal, gestión de residuos de forma segura y la higiene en todos los aspectos y ámbitos.

En primer lugar, es relevante indicar a González (2021), el cual expone que:

El término “bioseguridad” proviene del idioma inglés, originándose a partir de la expresión microbiological safety; posteriormente evolucionó a biological safety y, por último, a biosafety.

En sus inicios se refería principalmente a la seguridad microbiológica en el entorno del laboratorio. Luego comenzó a hacerse más abarcador su significado al extenderse su empleo al medio ambiente, a la industria biotecnológica, a los organismos genéticamente modificados, al entorno hospitalario y, en general, a la transformación positiva de la naturaleza. También se entiende por “seguridad biológica” o “bioseguridad” los principios, técnicas y prácticas aplicadas con el fin de evitar la liberación accidental y la exposición no intencional a patógenos y toxinas. (1678)

1.2 Definición de Bioseguridad

La bioseguridad representa un mecanismo de protección de la salud humana, animal y el medio ambiente; en donde estas medidas y prácticas están destinadas a la prevención de riesgos, mediante un manejo seguro de agentes biológicos, como microorganismos patógenos y organismos genéticamente modificados.

Como señala, Cobos (2021), que:

Cuando se habla de seguridad biológica, de forma general, se dice que es una disciplina que se encarga precisamente de controlar, regular y gestionar el riesgo biológico, como un conjunto de medidas científico-organizativas

y técnico-ingenieras destinadas a proteger al trabajador de la instalación, la comunidad y el medio ambiente de los riesgos que entraña el trabajo con agentes biológicos, o la liberación de organismos al medio ambiente; disminuir al máximo los efectos que se puedan presentar y liquidar rápidamente sus posibles consecuencias en caso de contaminación, efectos adversos, escapes o pérdidas. (p. 4)

De igual forma, como indica la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, de la Universidad Nacional de Loja citada por Castro (2022),

Se entiende por Bioseguridad al conjunto de principios, normas, técnicas y prácticas que deben aplicarse para la protección del individuo, la comunidad y el medio ambiente, frente al contacto natural, accidental o deliberado con agentes que son potencialmente nocivos. Es, por lo tanto, un concepto amplio, que implica la adopción sistemática de una serie de medidas orientadas a reducir o eliminar los riesgos que puedan producir las actividades que se desarrollan en la institución. (p. 459)

Asimismo, para la Organización Mundial de la Salud citada por Boroneo (2022), la bioseguridad es una agrupación de normas y medidas creadas para la protección de la salud de personas que en la ejecución de ciertas funciones se encuentre o se puedan encontrar en riesgos, incluyendo a pacientes y el medio ambiente; siendo este peligro biológico, químico y físico.

1.3 Objetivos de la Bioseguridad

Dentro de los propósitos que busca la bioseguridad es importante mencionar la protección de la salud humana, minimizando los riesgos de exposición a agentes biológicos patógenos que pudieran ocasionar patologías, asimismo amparar la salud animal y de igual forma el medio ambiente, cuidando y previniendo las contaminaciones biológicas y la introducción de especies invasora, también es relevante mencionar que persigue garantizar la seguridad alimentaria.

En donde estos objetivos contribuyen de manera integral en el manejo de los riesgos biológicos y de igual forma la protección de la salud pública y el medio ambiente; por medio de la promoción de las prácticas seguras, fomentando la educación y la concienciación.

Como señala, Cobos (2021), la bioseguridad se encarga del control, regulación y gestión del riesgo biológico, por medio de medidas científico-organizativas y técnico-ingenieras, con el objetivo de proteger al trabajador, la comunidad y el medio ambiente de los peligros que se pudieran presentar

con el trabajo y manipulación de agentes biológicos o la liberación de organismos al medio ambiente; asimismo, minimizar los efectos que puedan surgir y desaparecer las posibles derivaciones en caso de contaminación, efectos adversos y escapes o pérdidas.

1.4 Historia y evolución de la bioseguridad

La bioseguridad ha evolucionado pasando por varias etapas, desde medidas rudimentarias en la antigüedad hasta convertirse en un campo multidisciplinario que abarca la salud pública, los animales, la agricultura, el medio ambiente y la biotecnología, con un enfoque en la prevención de riesgos biológicos en un mundo globalizado.

Como indica, Quinde (2023), en el transcurso y posterior a la Segunda Guerra Mundial, se pretendió instaurar pautas mundiales para la gestión de materiales biológicos eventualmente peligrosos; luego en el año 1984, en el Centro de Control de Enfermedades (CDC) de Atlanta, Georgia, se realizó un documento titulado “Biosafety in Microbiological and Medical Laboratories”, llegando a traducirse al español como “Biosafety” era “Bioseguridad”.

En donde, a partir de ese momento el concepto de bioseguridad se ha empleado para hacer alusión a un conglomerado de recomendaciones, procedimientos, normas que conllevan a las buenas prácticas para trabajar con microorganismos, con el propósito de proteger la salud de las personas que ejercen directamente con agentes biológicos y de la población en general, así como de minimizar cualquier posible daño medioambiental, ver Tabla.

De igual forma, según Galdós citado por Pérez (2022), la bioseguridad se inicia como disciplina por los años 70, para proporcionar una solución práctica hacia los riesgos potenciales de los agentes biológicos, modificados por la ingeniería molecular.

Algunos eventos clave en la historia de la bioseguridad y la bioprotección

1955	Primera reunión de la Asociación Americana de Bioseguridad
1972	109 naciones firman la Convención sobre Armas Biológicas y Toxinas
1972	Paul Berg, Stanley Cohen y Herbert Boyer desarrollan técnicas para recombinar el ADN bacteriano
1973–1975	Conferencias de Asilomar sobre experimentos de ADN recombinante
1974	El NIH forma el Comité Asesor de ADN Recombinante (RAC)
1976	El RAC publica directrices de bioseguridad

1979	Los NIH y los CDC establecen un marco de orientación para los laboratorios de bioseguridad
1979	66 personas mueren por envenenamiento con ántrax en un accidente en un laboratorio de Sverdlovsk, en la ex Unión Soviética
1984	751 personas desarrollan intoxicación por salmonela debido a ataques bioterroristas en restaurantes de The Dalles, Oregón
1986	Los CDC publican la primera edición de Bioseguridad en laboratorios micro-biológicos y biomédicos
1996	Los cultivos y alimentos transgénicos se vuelven disponibles comercialmente
1998–2007	La Unión Europea prohíbe los cultivos transgénicos
2000	103 países adoptan el Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología
2001	Los ataques terroristas con ántrax en EE. UU. matan a cinco personas y enferman a decenas
2002	Estados Unidos aprueba leyes para el control de determinados agentes biológicos y toxinas
2003–2004	Una persona muere y nueve enferman por un escape de SARS de un laboratorio en Pekín
2004	El Consejo Nacional de Investigación publica un informe influyente, Biotecnología en la era del terrorismo
2004	Estados Unidos establece la Junta Asesora Nacional de Bioseguridad y Bioprotección (NSABB)
2011–2012	A petición de Science y Nature, la NSABB revisa dos artículos que informan los resultados de experimentos de ganancia de función que involucran al virus de influenza aviar H5N1; la NSABB recomienda la publicación de ambos artículos sin redacción.
2014	Los NIH anuncian una pausa en la financiación de los experimentos de ganancia de función que involucran patógenos pandémicos potenciales
2014	Los NIH y los CDC informan sobre graves fallos de bioseguridad
2015	El laboratorio de Ralph Baric publica un artículo que informa sobre los resultados de experimentos que implican el uso de una estructura principal del SARS-CoV adaptada a ratones para crear un virus quimérico que expresa la proteína de pico de SHC014

2017	Los NIH levantan la pausa en la financiación de la investigación sobre ganancia de función y establecen directrices para la investigación que implica la mejora de posibles patógenos pandémico
2020–2023	Durante la pandemia de COVID-19, en la que mueren más de 7 millones de personas, surge una controversia científica y política sobre los orígenes del virus, la investigación sobre la ganancia de función y la bioseguridad
2024	El gobierno de EE. UU. refuerza su supervisión regulatoria de la investigación dual, incluida la investigación que implica experimentos de ganancia de función en posibles patógenos pandémicos

Nota. Tomado de *Bioseguridad, bioprotección y bioética* de Resnik (2024), <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov.translate.google/articles/PMC11368980/>

1.5 Importancia de la Bioseguridad en la Atención en Salud

La bioseguridad en la atención de salud no viene siendo solo un conjunto de normas y reglas, sino una filosofía de protección esencial para garantizar que los centros de salud sean lugares de bienestar y no focos de contagio; en donde, se pudiera afirmar que su importancia reside en que interviene como un escudo triple de protección beneficiando al paciente, al personal de salud y a la comunidad.

En palabras de la Organización Panamericana de la Salud citada por Pérez (2022):

La bioseguridad es uno de los procesos de atención en salud cuyo cumplimiento permite garantizar una adecuada calidad de atención, siendo así el conjunto de medidas preventivas y/o correctivas, destinadas a proteger al personal de salud, pacientes, visitantes y medio ambiente, frente a la exposición a agentes potencialmente infecciosos o considerados de riesgo biológico. Esto hace referencia a los principios, técnicas y prácticas aplicadas con el fin de evitar la exposición no intencional a agentes de riesgo biológico y toxinas, o su liberación accidental. (p. 46)

Según Flores Chávez (2022), todo el personal que labora en el área de la salud está en contacto con diversas patologías e infecciones, pudiéndose indicar actividades como la aspiración de secreciones, la colocación de vías periféricas, transfusiones de sangre, la inserción de diversas sondas, entre otras; de igual forma existen amenazas de sufrir lesiones al manipular fluidos corporales o material punzante.

Por lo antes mencionado, es importante cumplir con las normas y protocolos de bioseguridad en el área de la salud, para así protegerse de manera responsable y de igual forma resguardar el bienestar y la salud del paciente.

En el mismo orden de ideas y como señala Pogo (2023), la bioseguridad en el área de la salud es un componente de peculiaridades mundiales, donde, existen una actualización constante del personal sanitario ante ciertos riesgos biológicos, principalmente ante la aparición de desconocidos virus, bacterias y parásitos, presentes en diversas patologías.

Asimismo, el no cumplimiento de los protocolos de bioseguridad constituye un factor de riesgo en el personal sanitario expuesto al riesgo biológico, pudiendo contraer enfermedades vinculadas a accidentes percutáneos, contagio de VIH, sífilis y hepatitis, entre otras por un manejo impropio del material biológico.

Por lo antes expuesto, el personal sanitario debe aplicar y cumplir con las normas y protocolos establecidos de bioseguridad, y debe recibir capacitación en elementos de salud laboral y las operaciones a seguir en caso de ocurrir accidentes e incidentes en la praxis profesional.

Desde el punto de vista de Quinde (2023):

El objetivo de las normas de bioseguridad en el ámbito de la salud es proteger a los trabajadores sanitarios de los incidentes relacionados con agentes infecciosos y sustancias químicas extremadamente peligrosas para el ser humano, para ello se han establecido una serie de normas que detallan los procedimientos que debe seguir un trabajador sanitario para evitar un riesgo para su salud y el medio ambiente. (p. 14)

1.6 Marco Legal y Normativo

El marco legal y normativo de la bioseguridad a nivel mundial no depende de una sola ley, si no de un conjunto de tratados, reglamentos y guías técnicas coordinadas principalmente por organismos internacionales; donde estos establecen las bases para que cada país desarrolle su propia legislación nacional.

Según lo establecido en el Reglamento Sanitario Internacional (RSI - 2005), es un instrumento jurídico vinculante de suma categoría, el cual fue emitido por la Organización Mundial de la Salud (2005) y suscrito por 196 países; su objetivo es prevenir la propagación internacional de enfermedades sin interferir innecesariamente con el tráfico y el comercio internacional.

En donde los países deben desarrollar capacidades básicas para detectar, evaluar y responder a riesgos de salud pública, lo que incluye protocolos estrictos de bioseguridad en puntos de entrada como aeropuertos, puertos y centros hospitalarios.

Como señala, el Manual de Bioseguridad en el Laboratorio (4.^a edición) de la Organización Mundial de la Salud (2022), aunque es una guía funciona como marco refencial, este se enfatiza que el riesgo depende de la actividad específica que se realiza.

Asimismo, en la evaluación del riesgo, cada laboratorio debe evaluar sus propios procesos, el personal y el entorno antes de definir sus barreras de protección.

De igual forma, se organiza las medidas de mitigación en tres categorías como:

- Medidas de control básico: requerimientos mínimos para cualquier laboratorio, como la higiene de las manos, diseño de instalaciones, capacitación y equipos de protección personal.
- Medidas de control específicas: barreras adicionales como cabinas de seguridad biológica o sistemas de ventilación, que se activan según la evaluación de riesgo.
- Medidas de control de máxima contención: reservadas para laboratorios que manejan patógenos de altísimo riesgo o con potencial epidémico grave.

También, se destaca un sistema de gestión integral que incluye, la cultura de seguridad, capacitación continua y la preparación para emergencias. Igualmente se profundiza en la diferencia entre bioseguridad y Biocustodia, donde esta protege a los patógenos; asimismo se establecen pautas para el control de inventarios, seguridad física y confidencialidad para evitar el robo o uso indebido de agentes biológicos.

Según, el Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica de la Secretaria del Convenio sobre la Diversidad Biológica (2000), este es un acuerdo internacional que rige el movimiento transfronterizo de Organismos Vivos Modificados resultantes de la biotecnología moderna, su importancia radica en asegurar que la manipulación y transporte de material genéticamente modificado no represente un riesgo para la diversidad biológica ni para la salud humana.

Tal como señala, la Norma ISO 35001:2019, publicada por Secretaría Central de ISO (2019), la cual define procesos sistemáticos para la identificación, control y seguimiento de riesgos en la manipulación de materiales biológicos peligrosos en laboratorios.

Citando a la Convención sobre la Prohibición del Desarrollo, la Producción y el Almacenamiento de Armas Bacteriológicas (Biológicas) y Toxínicas y sobre su Destrucción (1972), el cual obliga a los Estados a prevenir el desarrollo, producción y almacenamiento de agentes biológicos tóxicos.

BIOSEGURIDAD

UN ESCUDO PARA LA SALUD

Capítulo 2

Agentes Biológicos y su Control:
Principios Básicos de Bioseguridad

AUTORES: Luis Miguel Mendoza Falcones; Mónica Danny Tonguino Rodríguez;
Carlos Aníbal Herrera Esquivel; Mery Jael Jaramillo Verduga



2.1 Introducción

Los agentes biológicos simbolizan una de las áreas más complejas y dinámicas dentro de la bioseguridad; a diferencia de otros riesgos químicos o físicos, los microorganismos poseen la capacidad de reproducirse, mutar y dispersarse de formas impredecibles, lo que amerita y exige un enfoque preventivo riguroso.

En donde, la aplicación rigurosa de este enfoque preventivo busca crear barreras múltiples en las condiciones que se amerite, para así contener a los agentes biológicos dentro del laboratorio o instalación, minimizando al máximo la probabilidad de exposición y asegurando que la investigación y la producción se desarrollen en un entorno seguro y controlado.

Tal como señala la Superintendencia del Riesgo del Trabajo del Gobierno de Argentina (2023),

Se entiende por agente biológico a todo microorganismo, célula u otro material orgánico que puede ser de origen vegetal, animal o humano, con inclusión de los genéticamente modificados, y que puedan ser perjudiciales para la salud humana.

Los agentes biológicos pueden ser responsables de infecciones, efectos alérgicos y sensibilizantes, tóxicos y cancerígenos. (p. 5)

2.2 Tipos de agentes biológicos (bacterias, virus, hongos, parásitos)

De acuerdo con Sánchez (2022), “un agente biológico es cualquier microorganismo (celular o acelular), toxina o prión que puede desarrollarse en cualquier ambiente, y que en algunas circunstancias puede causar enfermedad en el hombre, animales o plantas o producir deterioro en el material” (p. 67).

En el mismo orden de ideas, para la Superintendencia del Riesgo del Trabajo del Gobierno de Argentina (2023), los tipos de agentes biológicos se clasifican de acuerdo al microorganismo:

Los virus, estos son agentes infecciosos de un tamaño muy diminuto, el cual comprende entre 20 y 300 nanómetros, cuya estructura es simple y contiene exclusivamente un tipo de ácido nucleico, ya sea ADN o ARN; asimismo su reproducción se lleva a cabo mediante un proceso específico que requiere estar dentro de una célula viva.

Estos microorganismos son capaces de invadir a otros seres, en los cuales se desarrollan y multiplican, en donde el ser u organismo infectado recibe

el nombre de huésped, apropiándose de sus recursos, después de la penetración del virus y se generan nuevas partículas virales.

Virus



Nota. Tomado de *Agentes Biológicos* de la Superintendencia del Riesgo del Trabajo del Gobierno de Argentina (2023), https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/agente_biologico.pdf

Las bacterias son microorganismos procariotas de diminuto tamaño, aproximadamente 5 milésimas de milímetro, y presentan una gran diversidad; esta heterogeneidad se origina en variaciones genéticas que definen características distintivas, como la existencia de pared celular o los requerimientos específicos de oxígeno y temperatura para su supervivencia.

Debido a la inmensa cantidad de bacterias, estas se agrupan y clasifican atendiendo a criterios como su tamaño (que oscila entre 1 y 20 μm o más), su morfología (esférica, en forma de bastón o espiral) y su organización espacial (pudiendo encontrarse aisladas, en cadenas o formando racimos).

Bacterias



Nota. Tomado de *Agentes Biológicos* de la Superintendencia del Riesgo del Trabajo del Gobierno de Argentina (2023), https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/agente_biologico.pdf

Los hongos son organismos eucariotas que engloban a los mohos, las levaduras y las setas; estos se caracterizan por tener paredes celulares formadas por quitina y obtienen su energía de plantas y animales. Es importante resaltar que, en el caso de los seres humanos, estos organismos ingresan al cuerpo a través de la piel o del sistema respiratorio.

Hongos



Nota. Tomado de *Agentes Biológicos* de la Superintendencia del Riesgo del Trabajo del Gobierno de Argentina (2023), https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/agente_biologico.pdf

Un parásito se define como un ser vivo que reside sobre o dentro de un huésped, nutriéndose a su costa; existen tres categorías principales que generan patologías en los humanos: protozoos, helmintos y ectoparásitos.

En cuanto a su biología, los parásitos presentan dos tipos de ciclos: el ciclo directo, donde el organismo requiere un único huésped, y el ciclo indirecto, el cual implica tanto un huésped definitivo como uno intermediario o vector.

Parásitos



Nota. Tomado de *Agentes Biológicos* de la Superintendencia del Riesgo del Trabajo del Gobierno de Argentina (2023), https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/agente_biologico.pdf

2.3 Características y patogenicidad de los agentes biológicos

Los agentes biológicos son microorganismos capaces de causar enfermedades en seres humanos, animales y plantas, dentro de sus características es relevante resaltar su diversidad, donde se incluyen bacterias, virus, parásitos y hongos, entre otros, su reproducción, la cual puede ser rápidamente en condiciones favorables, su adaptabilidad en distintos ambiente y huéspedes, su metabolismo que puede ser aerobios o anaerobios o facultativos y su estructura la cual influye en su comportamiento patogénico.

Por otro lado, su patogenicidad, que es su capacidad para causar enfermedades, como los factores de virulencia que son las atribuciones específicas que le permiten a los patógenos adherirse, invadir, evadir el sistema inmunológico y causar daños en el hospedador.

Como indica, Sánchez (2022), para que un microorganismo o una toxina, pueda ser considerada un arma potencial y sea seleccionado como tal, este debe cumplir con ciertas condiciones; donde existen factores intrínsecos propios del agente que incluyen su patogenicidad, infectividad, virulencia, toxicidad, periodos de incubación y latencia, así como su capacidad de transmisión, ya sea directamente entre personas u objetos contaminados o indirectamente a través de vehículos, vectores o aerosoles.

Además, intervienen factores extrínsecos ajenos al agente, así como las condiciones ambientales como el viento, humedad, tiempo y luz que afectan su viabilidad, las vías de entrada al organismo como la inhalación, ingestión, piel y los métodos de dispersión como arnas convencionales, fumigaciones y drones entre otras; de igual forma se consideran el acceso a tratamientos y vacunas, la preparación del sistema sanitario, la facilidad de obtención y fundamentalmente la capacidad de producción a gran escala.

2.4 Medidas de control y Prevención

Según, la Secretaría de Salud Laboral de CCOO de Madrid (2016), las organizaciones tienen la obligación de reducir al mínimo los riesgos biológicos para proteger la salud de su personal, en donde, la estrategia más efectiva es atacar la cadena de infección desde su origen mediante medidas colectivas, si estas no bastan; se intervendrá en el medio de difusión y, se debe utilizará equipos de protección individual.

Asimismo, es relevante resaltar que en actividades que manipulan agentes biológicos deliberadamente, la clave es la contención física y el diseño de instalaciones seguras; mientras que en actividades donde la presencia de agentes es accidental, la seguridad se basa en buenas prácticas y protección personal.

De igual forma, como señala, la Superintendencia del Riesgo del Trabajo del Gobierno de Argentina (2023), los riesgos biológicos se encuentran en diversas actividades económicas, así como en diferentes procesos, tareas y ocupaciones; para poder alcanzar una prevención adecuada y una gestión efectiva de la seguridad y salud, es fundamental realizar un levantamiento y análisis detallado de las condiciones y el entorno, así como de los riesgos existentes.

De igual manera, existen ciertas medidas de prevención, que se describen a continuación:

- Efectuar medidas técnicas y de ingeniería para evitar o minimizar la liberación de agentes biológicos.
- Realizar controles sanitarios de animales asociados al trabajo.
- Instituir procedimientos de trabajo seguro.
- Realizar planes de emergencia en caso de accidentes y/o derrames de agentes biológicos.
- Adoptar de medidas de protección colectiva e individual cuando la exposición no pueda evitarse por otro medio
- Si es necesario, planificar adecuaciones edilicias considerando espacio, iluminación y superficies adecuadas.
- Proveer lavamanos cerca de los puestos de trabajo con productos para limpieza y desinfección.
- Garantizar suficientes baños, vestuarios y duchas para el personal.
- Señalizar claramente las áreas limpias y sucias.
- Mantener periódicamente instalaciones, maquinaria y herramientas limpias y desinfectadas.
- Utilizar herramientas seguras para reducir riesgos de cortes o pinchazos.
- Implementar un programa regular de control de vectores y plagas.
- Disponer de un lugar adecuado para almacenar y mantener los equipos de protección.
- Ofrecer capacitación sobre los riesgos existentes.
- Realizar vigilancia de la salud de los trabajadores.

2.5 Cadena de Infección

Viene siendo la secuencia de eventos que permite la transmisión de agentes patógenos desde un huésped infectado a otro no infectado, facilitando así la propagación de enfermedades infecciosas.

Según, Sorrentino (2020), la cadena de infección se presenta de la siguiente forma:

- Fuente: un patógeno.
- Reservorio: el patógeno necesita un lugar donde pueda crecer y multiplicarse. Un portador es un humano o animal que es un reservorio de microbios pero que no desarrolla la infección; si no que pueden transmitir patógenos a otros seres vivos.
- Puerta de salida: el patógeno necesita una forma de salir del reservorio y estas son las vías respiratorias, gastrointestinal, urinaria, reproductiva, lesiones en la piel y la sangre.
- Método de transmisión: el patógeno es transmitido a otro huésped.
- Puerta de entrada: el patógeno entra en el cuerpo, por las vías respiratorias, gastrointestinal, urinaria, reproductiva, lesiones en la piel y la sangre; de igual forma por esa vía es su salida.
- Huésped susceptible: el microbio transmitido necesita un huésped donde pueda crecer y multiplicarse

Cadena de Infección



Nota. Tomado de Manual Mosby de cuidados básicos de Enfermería de Sorrentino (2020), <https://www.elsevier.com/es-es/connect/edu-cadena-de-infeccion-y-metodos-de-transmision-de-microbios>

Vías de transmisión, ya sea por contacto directo, indirecto o por contacto con gotas o aerosoles secretados por la persona infectada, ver imagen.

Formas de transmisión

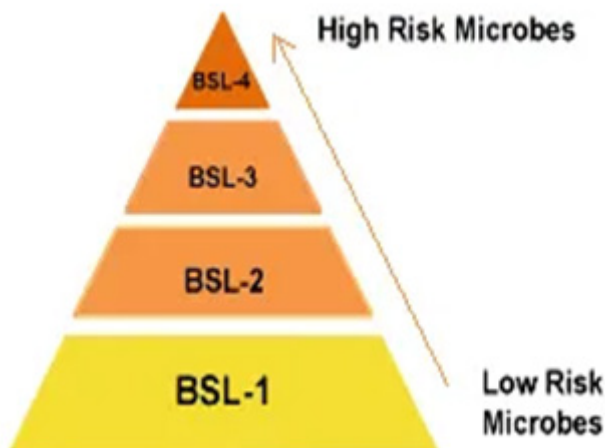


Nota. Tomado de *Agentes Biológicos* de la Superintendencia del Riesgo del Trabajo del Gobierno de Argentina (2023), https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/agente_biologico.pdf

2.6 Niveles de Bioseguridad

Como indica, Cárdenas (2021), los niveles de bioseguridad se representan del 1 al 4, donde cada nivel va tomando las mismas medidas de seguridad que el nivel anterior, ver figura de la pirámide, que va desde el manejo de microbios de bajo riesgo (BSL-1) hasta el trabajo con microbios de alto riesgo (BSL-4), como se aprecia desde medidas generales hasta más específicas.

Niveles de bioseguridad (1–4)



Nota. Tomado de Laboratorios Biológicos de Cárdenas (2021), <https://ubiquisciencia.medium.com/niveles-de-bioseguridad-en-laboratorios-biológicos-f44a7dcd5566>

Igualmente, para la Organización Mundial de la Salud (2005), los microorganismos se clasifican por grupos de riesgos, uso exclusivo para trabajos de laboratorio.

De igual forma los laboratorios se clasifican: laboratorio básico donde el nivel de bioseguridad es de número 1, laboratorio básico donde el nivel de bioseguridad es de número 2, laboratorio de contención nivel de bioseguridad es de número 3 y laboratorio de contención máxima, nivel de bioseguridad es de número 4.

En donde las nominaciones del nivel de bioseguridad se fundan en una composición de las características de diseño, construcción, medios de contención, equipos, prácticas y instrucciones de acción, siendo estos precisos para trabajar y manipular agentes patógenos de los distintos grupos de riesgo ver Tabla .

En la Tabla se muestra la relación de los grupos de riesgos con los niveles de bioseguridad de los laboratorios, donde se trabaja con microorganismos de cada uno de esos grupos.

Asimismo, en la Tabla se muestra la relación de los grupos de riesgo con los niveles de bioseguridad, las prácticas y el equipo

Clasificación de los microorganismos infecciosos por grupos de riesgo

Grupo de riesgo 1 (riesgo individual y poblacional escaso o nulo)	Microorganismos que tienen pocas probabilidades de provocar enfermedades en el ser humano o los animales.
Grupo de riesgo 2 (riesgo individual moderado, riesgo poblacional bajo)	Agentes patógenos que pueden provocar enfermedades humanas o animales pero que tienen pocas probabilidades de entrañar un riesgo grave para el personal de laboratorio, la población, el ganado o el medio ambiente. La exposición en el laboratorio puede provocar una infección grave, pero existen medidas preventivas y terapéuticas eficaces y el riesgo de propagación es limitado.
Grupo de riesgo 3 (riesgo individual elevado, riesgo poblacional bajo)	Agentes patógenos que suelen provocar enfermedades humanas o animales graves, pero que de ordinario no se propagan de un individuo a otro. Existen medidas preventivas y terapéuticas eficaces.
Grupo de riesgo 4 (riesgo individual y poblacional elevado)	Agentes patógenos que suelen provocar enfermedades graves en el ser humano o los animales y que se transmiten fácilmente de un individuo a otro, directa o indirectamente. Normalmente no existen medidas preventivas y terapéuticas eficaces.

Nota. Adaptado de Manual de bioseguridad en el laboratorio de Organización Mundial de la Salud(2005),<https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/5c-8fd460-7ad9-49d6-ab117e29717330a3/content>

Relación de los grupos de riesgo con los niveles de bioseguridad, las prácticas y el equipo

GRUPO DE RIESGO	NIVEL DE BIOSEGURIDAD	TIPO DE LABORATORIO	PRÁCTICAS DE LABORATORIO	EQUIPO DE SEGURIDAD
1	Básico Nivel 1	Enseñanza básica, investigación	TMA	Ninguno; trabajo en mesa de laboratorio al descubierto
2	Básico Nivel 2	Servicios de atención primaria; diagnóstico, investigación	TMA y ropa protectora; señal de riesgo biológico	Trabajo en mesa al descubierto y CSB para posibles aerosoles
3	Contención Nivel 3	Diagnóstico especial, investigación	Prácticas de nivel 2 más ropa especial, acceso controlado y flujo direccional del aire	CSB además de otros medios de contención primaria para todas las actividades
4	Contención máxima Nivel 4	Unidades de patógenos peligrosos	Prácticas de nivel 3 más cámara de entrada con cierre hermético, salida con ducha y eliminación especial de residuos	CSB de clase III o trajes presurizados junto con CSB de clase II, autoclave de doble puerta (a través de la pared), aire filtrado

TMA: técnicas microbiológicas apropiadas - CSB: cámara de seguridad biológica

Nota. Adaptado de Manual de bioseguridad en el laboratorio de Organización Mundial de la Salud(2005),<https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/5c-8fd460-7ad9-49d6-ab117e29717330a3/content>

Resumen de los requisitos por nivel de bioseguridad

	NIVEL DE BIOSEGURIDAD			
	1	2	3	4
Aislamiento ^a del laboratorio	No	No	Sí	Sí
Sala que pueda precintarse para ser descontaminada	No	No	Sí	Sí
Ventilación:				
— Flujo de aire hacia el interior	No	Conveniente	Sí	Sí
— Sistema de ventilación controlada	No	Conveniente	Sí	Sí
— Salida de aire con HEPA	No	No	Sí/No ^b	Sí
Entrada de doble puerta	No	No	Sí	Sí
Cámara de cierre hermético	No	No	No	Sí
Cámara de cierre hermético con ducha	No	No	No	Sí
Antesala	No	No	Sí	—
Antesala con ducha	No	No	Sí/No ^c	No
Tratamiento de efluentes	No	No	Sí/No ^c	Sí
Autoclave:				
— En el local	No	Conveniente	Sí	Sí
— En la sala de trabajo	No	No	Conveniente	Sí
— De doble puerta	No	No	Conveniente	Sí
CSB	No	Conveniente	Sí	Sí
Capacidad de vigilancia de la seguridad del personal ^d	No	No	Conveniente	Sí

- Aislamiento ambiental y funcional respecto del tráfico general.
- Según la localización de la salida de aire (véase el capítulo 4).
- Según cuáles sean los agentes empleados en el laboratorio.
- Por ejemplo, ventana, sistema de televisión en circuito cerrado, comunicación en dos sentidos.

HEPA: filtración de partículas aéreas de gran eficiencia (del inglés High-Efficiency Particulate Air).

CSB: cámara de seguridad biológica.

Nota. Adaptado de Manual de bioseguridad en el laboratorio de Organización Mundial de la Salud(2005),https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/5c-8fd460-7ad9-49d6_ab117e29717330a3/content

2.7 Barreras de Protección

Como afirma, Rosas (2023), las barreras de protección, consiste en resguardar a las personas de cualquier contacto directo con sangre y otros fluidos corporales considerados altamente contaminantes, en donde es primordial implementar las medidas necesarias para mantener un contacto únicamente indirecto con estos riesgos biológicos y químicos.

Esta protección se logra mediante el uso de equipos especializados que tiene el objetivo exclusivo de reducir al mínimo las consecuencias de cualquier tipo de accidente derivado del contacto con líquidos contaminados, en el cual se pueden nombrar los siguiente:

- Uso de guantes quirúrgicos: aunque el látex es una membrana polimérica que presenta múltiples poros, actúa como una barrera superior al vinilo al ofrecer una permeabilidad eficiente frente a la sangre y otros fluidos corporales.
- Uso de gafas: son dispositivos diseñados para la protección ocular que cuentan con un marco que las ajusta al rostro creando una cámara estanca, evitando que se empañen por el aliento.
- Uso de mascarilla: su función es retener y filtrar las microgotas que contienen microorganismos y que se liberan al hablar, toser o estornudar, provenientes del tracto nasofaríngeo y traqueal. Se ajusta correctamente al rostro y reduce la exposición a partículas submicrónicas al filtrar el aire inhalado.
- Uso de mascarilla N95: para asegurar su efectividad, esta máscara debe adherirse firmemente a la cara, siendo esta fundamental para prevenir la propagación y el contagio de enfermedades graves, no obstante, puede dificultar la respiración, por lo que se recomienda consulta médica en caso de presentar patologías cardíacas o respiratorias.
- Uso de gorra y botas: se emplean para evitar la contaminación del cabello, en zonas restringidas y semi-restringidas es indispensable cubrir totalmente el vello para prevenir riesgos, dado que este puede generar electricidad estática; por lo generalmente, están fabricados de tela no tejida, desechable, sin pelusa y no porosa.

- Uso de mandil estéril: para resguardar al personal de salud, evitando el contacto y la transmisión de líquidos y agentes infecciosos.

2.8 Precauciones Universales

Las Precauciones Universales son un conjunto de técnicas y procedimientos destinados a proteger al personal de salud, a los pacientes y a la comunidad de la infección por ciertos agentes como virus transmitidos por sangre como VIH, Hepatitis B y C, durante las actividades de atención.

Tal como señala, Kopitnik (2025), las precauciones universales se utilizan en escenarios donde existe riesgo de contacto con sangre y determinados fluidos corporales, priorizando la utilización de elementos de barrera protectora, como guantes, mascarillas y batas, así como el manejo adecuado de objetos punzantes y materiales contaminados para evitar el contagio de patógenos hemáticos.

Estas precauciones universales se dirigen exclusivamente a las exposiciones relacionadas con la sangre; en donde, su puesta en práctica exige respaldo administrativo, capacitación del personal, disponibilidad de equipos de protección y la observancia estricta de los protocolos definidos.

BIOSEGURIDAD

UN ESCUDO PARA LA SALUD

Capítulo 3

Equipos de Protección Personal (EPP)

AUTORES: Angélica Adriana Alcázar Marcillo; Christel Gema Moreira Parrales;
Paúl Alberto García Zambrano; Kevin Roberto Pin Baque



3.1 Introducción

Los equipos de Protección Personal (EPP), dispositivos, prendas o trajes que protegen a las personas de riesgos como laborales, previniendo lesiones y enfermedades, en donde se incluyen elementos como guantes, cascos, gafas de seguridad, protectores auditivos, respiradores y calzado de seguridad, los cuales deben ser adecuados para cada tarea y estos representan la última barrera de defensa.

Según, la Organización Mundial de la Salud (2022)

Equipo de protección personal (EPP): equipo y vestimenta que utiliza el personal como barrera contra los agentes biológicos, para minimizar la probabilidad de exposición. Incluye, entre otros, batas de laboratorio, trajes de cuerpo entero, guantes, calzado de protección, gafas de seguridad, gafas de máscara, mascarillas ordinarias y mascarillas respiratorias. (p. X)

Teniendo en cuenta a Víquez (2021), los equipos de protección personal son componentes de uso personal o individual con el fin de proteger al trabajador en eventos de riesgos que puedan afectar su integridad en el desempeño de sus labores, los cuales comprenden toda vestimenta, dispositivo, accesorios de ciertos diseños para su protección de ciertas lesiones.

3.2 Tipos de EPP

De acuerdo con la OMS Salud (2022), los tipos de Equipos de Protección Personal (EPP), son los siguientes:

1. Protección respiratoria, este es uno de los componentes más críticos para evitar la inhalación de agentes patógenos, que comprende:

- Mascarillas quirúrgicas (o médicas): protegen contra gotas gruesas y salpicaduras.
- Respiradores de partículas (N95, FFP2 o equivalentes): filtran al menos el 95% de las partículas en el aire, se utilizan en procedimientos que generan aerosoles (como intubaciones o aspiración de secreciones).

2. Protección ocular y facial, la cual permite proteger las mucosas de los ojos, nariz y boca de salpicaduras de fluidos corporales.

- Gafas protectoras (Goggles): deben ajustar bien en la cara para evitar la entrada de líquidos por los lados.

- Pantallas faciales (Caretas): ofrecen una protección más amplia que cubre toda la cara, incluyendo los ojos, la nariz y la boca.

3. Protección corporal, se utiliza para proteger la ropa o la piel y así no se contamine.

- Batas (Gowns): de manga larga, con puños ajustados e impermeables (o resistentes a fluidos).
- Delantales (Aprons): se usan sobre la bata.
- Overoles o trajes de cuerpo completo: utilizados en situaciones de riesgo extremo.

4. Protección para las manos

- Guantes de examen (no estériles): para contacto con pacientes o superficies contaminadas.
- Guantes quirúrgicos (estériles): para procedimientos invasivos.
- Doble guante: sugerido solo en ambiente o circunstancias específicas de alta carga viral o riesgo de ruptura.

5. Protección para Pies y Cabeza.

- Botas o cubrezapatos: se utilizan en áreas donde puede haber derrames de líquidos biológicos en el suelo.
- Gorros o cubrecabezas: para proteger el cabello y el cuero cabelludo.

En el mismo orden de ideas, como indican Abrego, Mollinos y Ruiz citados por Viquez (2021), donde se expone que los equipos de protección personal se dividen conforme con el área que protegen, como se detallan a continuación:

- Protección de oídos
- Protección de carneo

Casco de seguridad



Nota. Tomado de Manual de uso, mantenimiento y almacenamiento de equipo de protección personal de CRE (2021), <https://www.cre.com.bo/wp-content/uploads/2021/04/17.-MA000SS.102-R2-Manual-de-uso-mantenimiento-y-almacenamiento-EPP.pdf>

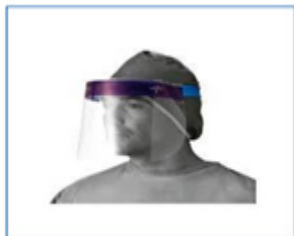
Protección de ojos y cara

Las antiparras



Nota. Tomado de *Guía para el Uso del Equipo de Protección Personal para el Manejo de Pacientes con Sospecha de Enfermedad Altamente Infecciosa* de Choquehuanca (2020), <https://www.asuss.gob.bo/wp-content/uploads/2021/12/01-Guia-de-Uso-EPP-Caja-Nacional-de-Salud-2020.pdf>

Escudo facial



Nota. Tomado de *Guía para el Uso del Equipo de Protección Personal para el Manejo de Pacientes con Sospecha de Enfermedad Altamente Infecciosa* de Choquehuanca (2020), <https://www.asuss.gob.bo/wp-content/uploads/2021/12/01-Guia-de-Uso-EPP-Caja-Nacional-de-Salud-2020.pdf>

Protección de las vías respiratorias

Respirador facial con filtros intercambiables



Nota. Tomado de Manual de uso, mantenimiento y almacenamiento de equipo de protección personal de CRE (2021), <https://www.cre.com.bo/wp-content/uploads/2021/04/17.-MA000SS.102-R2-Manual-de-uso-mantenimiento-y-almacenamiento-EPP.pdf>

Protección de manos y brazos

Guantes



Nota. Tomado de *Guía para el Uso del Equipo de Protección Personal para el Manejo de Pacientes con Sospecha de Enfermedad Altamente Infecciosa* de Choquehuanca (2020), <https://www.asuss.gob.bo/wp-content/uploads/2021/12/01-Guia-de-Uso-EPP-Caja-Nacional-de-Salud-2020.pdf>

Protección de pies y piernas

Botas



Nota. Tomado de *Guía para el Uso del Equipo de Protección Personal para el Manejo de Pacientes con Sospecha de Enfermedad Altamente Infecciosa* de Choquehuanca (2020), <https://www.asuss.gob.bo/wp-content/uploads/2021/12/01-Guia-de-Uso-EPP-Caja-Nacional-de-Salud-2020.pdf>

Ropa protectora

Delantal



Nota. Tomado de *Guía para el Uso del Equipo de Protección Personal para el Manejo de Pacientes con Sospecha de Enfermedad Altamente Infecciosa* de Choquehuanca (2020), <https://www.asuss.gob.bo/wp-content/uploads/2021/12/01-Guia-de-Uso-EPP-Caja-Nacional-de-Salud-2020.pdf>

Traje completo



Nota. Tomado de Importancia del uso adecuado del equipo de protección individual y la implementación de protocolos de seguridad perioperatorios durante la pandemia de COVID-19 de Pérez (2020), https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0026-17422020000400049

3.3 Uso y Manejo de EPP

Según la OMS (2023), para retirar el EPP se debe tomar en cuenta la evaluación de los riesgos que se debe haber realizado anticipadamente, esta será la que indique los pasos acordes antes de retirar la bata, delantal o mono. De igual forma, los guantes se deben retirar el primer lugar, seguido el lavado de las manos, luego descontaminado, posteriores retirados y sustituidos por guantes limpios antes de quitarse la bata o prendas de protección corporal. Si los guantes se contaminan se deben descontaminar sustituir; estos pasos se especifican a continuación:

- 1.- Retirar el equipo de protección personal
- 2.- Higiene de las manos con los guantes puestos

3.- Retirar el delantal inclinándose hacia adelante, con cuidado para no contaminarse las manos, cuando se saca el delantal desechable, se arranca del cuello y se enrolla hacia abajo sin palpar la parte delantera, posteriormente se debe desatar el cinturón de la espalda y se enrolla el delantal hacia adelante.



Nota. Adaptado de Pasos para quitarse el equipo de protección personal, incluida la bata de Organización Mundial de la Salud (2015), <https://www3.paho.org/hq/dmdocuments/2015/Equipo-de-proteccion-personal-2015-3-A3-ESP.pdf>

- 4.- Higiene las manos con los guantes puestos.
- 5.- Se debe quitar los guantes externos y desecharlos de un modo seguro.
- 6.- Higiene de las manos con los guantes puestos.

7.- Se debe quitar el equipo que cubre la cabeza y el cuello, con sumo cuidado para evitar contaminación en la cara, se comienza por la parte trasera

inferior de la capucha y se enrolla de atrás hacia adelante y de adentro hacia afuera, y se debe desechar de manera segura,

Formas de quitar el equipo que cubre la cabeza y el cuello



Nota. Adaptado de Pasos para quitarse el equipo de protección personal, incluida la bata de Organización Mundial de la Salud (2015), <https://www3.paho.org/hq/dmdocuments/2015/Equipo-de-proteccion-personal-2015-3-A3-ESP.pdf>

8.- Higiene de las manos con los guantes puestos.

9.- Para despojarse de la bata, en primer lugar, se debe desatar el nudo y después alar de atrás hacia adelante, enrollándola de adentro hacia afuera, y desecharla de forma segura.

Forma de quitar la bata



Nota. Adaptado de Pasos para quitarse el equipo de protección personal, incluida la bata de Organización Mundial de la Salud (2015), <https://www3.paho.org/hq/dmdocuments/2015/Equipo-de-proteccion-personal-2015-3-A3-ESP.pdf>

10.- Higiene de las manos con los guantes puestos.

11.- Saque el equipo de protección ocular tirando de la cuerda detrás de la cabeza y deséchelo de un modo seguro.

Forma de quitar el equipo de protección ocular



Nota. Adaptado de Pasos para quitarse el equipo de protección personal, incluida la bata de Organización Mundial de la Salud (2015), <https://www3.paho.org/hq/dmdocuments/2015/Equipo-de-proteccion-personal-2015-3-A3-ESP.pdf>

12.- Higiene de las manos con los guantes puestos.

13.- Para quitarse la mascarilla, en la parte de atrás de la cabeza se desata la cuerda de abajo y déjela colgando delante; luego se desata la cuerda de arriba, asimismo en la parte de atrás de la cabeza, y se desecha la mascarilla de un modo seguro.

Forma de quitar la mascarilla



Nota. Adaptado de Pasos para quitarse el equipo de protección personal, incluida la bata de Organización Mundial de la Salud (2015), <https://www3.paho.org/hq/dmdocuments/2015/Equipo-de-proteccion-personal-2015-3-A3-ESP.pdf>

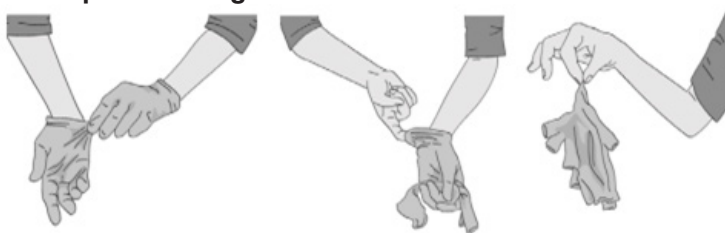
14.- Higiene de las manos con los guantes puestos.

15.- Se debe sacar las botas de goma sin tocarlas si tiene cubiertas para zapatos igualmente de las debe quitar; si va a usar las mismas botas fuera del área de alto riesgo, se deben limpiar y descontaminar debidamente antes de salir del área para quitarse el EPP.

16.- Higiene de las manos con los guantes puestos.

17.- Quitarse los guantes con la técnica apropiada, cuidadosamente y deséelos de un modo seguro.

Forma de quitarse los guantes



Nota. Adaptado de Pasos para quitarse el equipo de protección personal, incluida la bata de Organización Mundial de la Salud (2015), <https://www3.paho.org/hq/dmdocuments/2015/Equipo-de-proteccion-personal-2015-3-A3-ESP.pdf>

18.- Desinfectar las manos

3.4 Mantenimiento y Reutilización de EPP

Como señala, la OMS (2023), los equipos de protección personal contaminados se deben limpiar antes de desinfectarlos.

- Posterior se enjuagan con abundante agua para que sea eliminado los residuos de desinfectantes antes de su almacenamiento o eliminación.
- Se exceptúa a la regla general las batas y los delantales de laboratorio de distintos tipos, ya que debe ser esterilizados en autoclave o desinfectados antes de lavarlos.
- Los procedimientos de limpieza y desinfección se cumplen de acuerdo con las indicaciones del fabricante.
- Los agentes de limpieza y desinfección deben ser concomitante con los materiales de EPP y ser potentes contra los agentes biológicos que fueron manipulados.

- Es relevante tener presentes que los EPP reutilizables se deber verificar después de su limpieza y desinfección, de igual forma antes de utilizarlos nuevamente, para contactar sus condiciones.

3.5 Importancia del Uso de EPP en la Prevención de Infecciones

Como indica, Guevara (2024), la importancia del uso de los EPP y de cumplir con las normas de seguridad y salud en el trabajo, tener practicas disciplinarias que aumentan la seguridad en el laboratorio clínico o en el área de trabajo, asimismo tener presente las reglas del manual o guía de prevención de riesgos que la organización suministre, admite una convivencia más sana, también propicia un ambiente saludable y minimiza los riegos de enfermedades biológicas.

A juicio de, la Organización Internacional de Trabajadores y Herrick citado por Guevara (2024), el no utilizar adecuadamente el EPP, crea riesgos durante el tránsito a sus hogares y el desplazamiento por diferentes zonas, ya pudiera estar contaminado con agentes infecciosos que pudieran ocasionar un contagio masivo o pandemia.

BIOSEGURIDAD

UN ESCUDO PARA LA SALUD

Capítulo 4

Bioseguridad en el Laboratorio Clínico

AUTORES: Karen Carolina Chila García; Erik David Pilataxi Fernández;
Joselyn Paz Trujillo; Walter Enrique Pin Baque



4.1 Introducción

La bioseguridad en el laboratorio clínico comprende un conjunto de normas, equipos y practicas diseñadas para proteger al personal, la comunidad y el medio ambiente de riesgos biológicos, físicos y químicos, gestionando la exposición a agentes infecciosos.

Estas medidas incluyen el uso de equipos de protección personal, manejo seguro de muestras de sangre o fluidos, correcta disposición de desechos en bolsas rojas, guardianes y desinfección estricta para evitar infecciones.

De igual forma, es relevante resaltar que la bioseguridad en los laboratorios para, Guangsig (2023), se fundamenta en dos aspectos como, la seguridad de las personas que laboran en laboratorios clínicos o están relacionadas con el personal del laboratorio; y la seguridad de la comunidad y el medio ambiente.

4.2 Principios de bioseguridad en el laboratorio

Como señala, el Instituto Nacional de Rehabilitación (2025), los principios de bioseguridad son universales, ya que se aplican a todo el personal que trabaja, frecuente o visita un laboratorio, donde es obligatorio utilizar barreras físicas que se interfiera el contacto directo con materiales latentemente nocivos a la salud, mediante el empleo de equipos de protección; de igual forma abarca un grupo de dispositivos y procedimientos para la eliminación y desecho seguro de materiales químicos potencialmente tóxicos y materiales biológicos altamente contaminantes.

Principios (características) de bioseguridad en laboratorios

Característica	Descripción
Universalidad	Se incluyen a todas las personas incluido a los beneficiarios de los servicios de salud.
Uso de barreras	Barreras estructurales y EPP, que evite el contacto o exposición directa con fluidos biológicos contaminantes.
Gestión del material contaminado	Procedimientos y técnicas para la eliminación del material contaminado desechado en el proceso de cuidado al paciente.

Nota. Tomado de *Normas de bioseguridad en los laboratorios clínicos frente a la pandemia por COVID-19* de Flores (2022), <https://www.editorialalema.org/index.php/pentaciencias/article/view/320>

4.3 Manejo de muestras biológicas y residuos

Según, Sánchez (2019), la recogida y transporte de muestras con microorganismos de gran relevancia en salud pública, como el virus del Ébola o agentes potencialmente usados en bioterrorismo, requieren un manejo cuidadoso y seguro; en donde este proceso debe seguir estrictos niveles de bioseguridad y solo ser realizado por personal capacitado que garantice la correcta custodia y transporte de las muestras. De igual forma, es esencial que los laboratorios cuenten con instalaciones adecuadas, como cabinas de seguridad biológica de clase II y equipo de protección personal específico.

Siempre teniendo presente que antes de la extracción de muestras, se debe coordinar con el microbiólogo para preparar el material necesario, evitando el uso de tubos neumáticos para su envío; asimismo estas deben recogerse de manera aséptica y transportarse inmediatamente.

Además, mientras que los procedimientos microbiológicos deben ser limitados y realizarse con cuidado para evitar aerosolización y derrames, de igual forma, las muestras de infecciones confirmadas tienen que tratarse como residuos sanitarios del grupo III al ser eliminadas.

De igual forma, para Rojas (2025), el manejo de muestras biológicas es un proceso crítico y delicado que debe ser cumplido bajo protocolos de bioseguridad, asimismo es de suma importancia fomentar una cultura de calidad, abarcando desde la recolección hasta el análisis, como se menciona a continuación:

- Higiene y desinfección, todo lo que tenga contacto con la muestra debe cumplir con este aspecto: antes de tomar las muestras, de igual forma es esencial que el área de trabajo esté limpia y desinfectada, asimismo la higiene personal, como el lavado de manos y el uso de guantes, mascarillas y batas, conjuntamente, los instrumentos tienen que ser esterilizados o de un solo uso.
- Uso de material estéril: todo el material que entre en contacto con las muestras debe ser estéril y correctamente cerrado; es recomendable utilizar envases específicos para cada tipo de muestra para certificar la integridad y la fiabilidad de los resultados.
- Correcta identificación y trazabilidad: cada muestra debe rotularse con la información del paciente; es recomendable la implementación de códigos de barras u otros sistemas informáticos, ya que esto ayuda a reducir errores y aseverar la correcta identificación.

- Transporte y conservación adecuados: es importante la vigilancia del tiempo y temperatura durante el transporte de las muestras, ya que algunas deben mantenerse refrigeradas, mientras que otras requieren un análisis inmediato; es relevante el uso de contenedores seguros y refrigerantes, ya que esto es crucial para preservar la calidad de la muestra.
- Control del ambiente de trabajo: todos los laboratorios deben tener áreas determinadas para procesar diversos tipos de muestras; de igual forma se debe contar con un ambiente controlado, libre de contaminantes y con limpieza diaria de equipos y superficies, esto es necesario para evitar resultados erróneos.
- Capacitación del personal sanitario: se debe garantizar formación continua en bioseguridad y manejos de muestras, ya que un personal capacitado tiene más posibilidades de prevenir errores y manejar apropiadamente los riesgos biológicos.
- Control de calidad interno: efectuar sistemas de control de calidad, ya que esto asegura la fiabilidad de las muestras y resultados; esto debe incluir auditorías, control de reactivos y revisión de equipos, así como la corrección inmediata de cualquier irregularidad detectada.

Dichos componentes antes mencionados, al estar vinculados, constituyen la base para manipular muestras biológicas con seguridad y eficacia, garantizando así la protección sanitaria y la excelencia en los análisis.

Según, la Organización Mundial de la Salud (2005), la recogida, manipulación y transporte conlleva un riesgo de infección para el personal, debiéndose cumplir con unas series de medidas de seguridad, asimismo la implementación de estas medidas contribuye a un manejo seguro y efectivo de muestras biológicas en los laboratorios.

- Los recipientes para muestras deben ser de plástico o vidrios a prueba de fugas y correctamente etiquetados o identificados, no deben tener material en el exterior y los formularios de solicitud deben estar separados, preferiblemente en sobres impermeables.
- El transporte de muestras dentro de las instalaciones se debe realizar utilizando envases secundarios como cajas con gradillas para mantener las muestras en posición vertical, evitando derrames, estos envases debe ser resistentes a desinfectantes y permitir el Tratamiento de autoclave.

- Para la recepción de muestras se debe designar un área específica en laboratorios con alto volumen de muestras.
- Para la apertura de los envases, el personal encargado debe estar capacitado sobre los riesgos asociados, manipulando recipientes rotos o con fugas con precauciones adecuadas, igualmente los recipientes deben abrirse en una campana de seguridad biológica, con desinfectante disponible.

4.4 Uso de equipo de seguridad y protocolos de emergencia

El trabajo en entornos de riesgo, especialmente en laboratorios biológicos, exige una cultura de prevención basada en dos pilares fundamentales: el uso correcto de barreras físicas y la capacidad de respuesta inmediata, en donde el equipo de protección personal actúa como la última línea de defensa frente a exposiciones accidentales, mientras que los **protocolos de emergencia** proporcionan una hoja de ruta estructurada para minimizar daños en situaciones críticas; estos elementos juntos transforman un entorno potencialmente peligroso en un espacio de trabajo controlado y seguro.

Para la OMS (2005), los laboratorios que trabajan con microorganismos infecciosos deberán establecer previsiones de seguridad conformes con el riesgo que supongan los microorganismos y los animales utilizados.

Asimismo, en donde almacenen o trabajen con microorganismo de los grupos de riesgo 3 o 4 como los laboratorios de contención y laboratorio de contención máxima, en donde es obligatorio un plan por escrito de medidas de contingencia para afrontar a los accidentes; de igual forma las autoridades sanitarias nacionales y locales deberán ser parte en la elaboración del plan de emergencias.

De igual forma se debe contar con el siguiente equipo de emergencia:

- Botiquín de primeros auxilios, que contendrá antídotos universales y especiales
- Extintores de incendios, mantas para apagar fuegos.
- Vestimenta protectora completa como monos de una pieza, guantes y capuchas, para incidentes con microorganismos de los grupos de riesgo 3 y 4.
- Mascarillas respiratorias que cubran toda la cara, provistas de filtros para partículas y sustancias químicas

- Material para la desinfección de locales, como rociadores y vaporizadores de formaldehído
- Camillas
- Herramientas, como martillos, hachas, llaves de tuercas, destornilladores, escaleras de mano, cuerdas
- Material para demarcar y señalar zonas peligrosas.

4.5 Clasificación de los laboratorios según el nivel de bioseguridad

La clasificación de los laboratorios según su nivel de bioseguridad constituye un estándar internacional fundamental para la gestión de riesgos biológicos; estas categorías que abarcan desde el nivel 1 hasta el 4, se define en función de la infectividad, la gravedad de la enfermedad, la transmisibilidad y la naturaleza del trabajo que se realiza; en donde cada nivel impone requisitos específicos de infraestructura, equipos de contención y practicas operativas para garantizar que el entorno sea adecuado.

Como indica la OMS (2005):

Los laboratorios se clasifican como sigue: laboratorio básico – nivel de bioseguridad 1; laboratorio básico – nivel de bioseguridad 2; laboratorio de contención – nivel de bioseguridad 3, y laboratorio de contención máxima – nivel de bioseguridad 4. Las designaciones del nivel de bioseguridad se basan en una combinación de las características de diseño, construcción, medios de contención, equipo, prácticas y procedimientos de operación necesarios para trabajar con agentes patógenos de los distintos grupos de riesgo. (P. 1)

En el mismo orden de ideas, para Flores (2022), los niveles de bioseguridad en los laboratorios se refieren a las medidas de contención implementadas de acuerdo con la categoría del laboratorio, garantizando así la seguridad en el manejo de materiales infeccioso dentro de sus instalaciones.

Descripción de los niveles de seguridad

Nivel	Denominación	Descripción
Nivel de Bioseguridad 1- Básico 1	BSL-1	Fundamenta las prácticas estándar, sin ninguna barrera primaria especializada, las actividades, los equipos y diseño son adecuados para educación, capacitación y trabajo con cepas controladas.
Nivel de Bioseguridad 2- Básico 2	BSL-2	Se utilizan barreras primarias y secundarias, como protección facial, mandiles, guantes, áreas de descontaminación, las actividades, equipos y diseño son adecuados para laboratorios de educación, diagnóstico, clínicos y otros donde se trabaje variedad de agentes de riesgo moderado, relacionados con enfermedades de distintas gravidades.
Nivel de Bioseguridad 3	BSL-3	Es conocido como nivel de contención, se usan barreras primaria y secundaria para personal cercano al área de trabajo, para la manipulación se usan cabinas de seguridad biológica (CSB) u otros equipos cerrados, con acceso limitado al área y control del flujo de aire. Las actividades, equipos, instalaciones y diseño son adecuados para centros de salud, centros de investigación y educación, fabricación, donde se trabaje con agentes exóticos de transmisión aérea, con efecto permisible de infección letal.
Nivel de Bioseguridad 4	BSL-4	Es el nivel de contención máxima, son estructuras aisladas de la comunidad y con sistemas de aislamiento o propagación al medio (accesos herméticos, ducha de desinfección, gestión especializada de desechos), el ingreso-salida es restringido, con aislamiento completo del personal y materiales, para la manipulación se usa CSB III, trajes presurizados, autoclave doble puerta. Las actividades, equipos, diseño, instalaciones se usan para el trabajo con agentes peligrosos o tóxicos con potencial de transmisión por aerosoles e infección letal, que no tienen tratamiento a disposición.

Nota. Tomado de *Normas de bioseguridad en los laboratorios clínicos frente a la pandemia por COVID-19* de Flores (2022), <https://www.editorialalema.org/index.php/pentaciencias/article/view/320>

4.6 Protocolos de bioseguridad para el manejo de patógenos

Los protocolos de bioseguridad son un conjunto de normas, procedimientos y prácticas diseñadas para proteger la salud de los trabajadores, el medio ambiente y la comunidad en general frente a riesgos biológicos; donde se deben incluir la clasificación de los agentes biológicos según su peligrosidad, control de acceso, uso de equipo de protección personal, procedimientos de manejo y disposiciones, capacitación y formación del personal y monitoreo y vigilancia continuo, de igual forma sistema para reportar incidentes.

Como indica Flores (2022), en su trabajo de investigación:

El riesgo biológico encontrado en los laboratorios que manejan muestras peligrosas como virus y bacterias, deben contar con todas las medidas de protección, para evitar el contagio de los laboratoristas, es necesario identificar cual es el mejor protocolo para el cuidado del profesional partiendo desde normas de bioseguridad y sobre todo el transporte, manejo y almacenaje de la muestra, evitando así en un gran porcentaje el nivel de contagio por exposición. Estos son los microorganismos que se encontraron en las áreas de los distintos laboratorios clínicos privados de la ciudad de Ambato, causados por la manipulación de agentes biológicos, y estos nos pueden causar enfermedades graves como VIH, Hepatitis A, Hepatitis B, Tuberculosis, distintas Neumonías, Influenza y Covid-19. (p. 6)

De igual forma, en el protocolo de bioseguridad de la Universidad de Jaén (2024), se detalla los siguientes aspectos:

- Delimitar y señalizar las zonas de trabajo
- No está permitido en comer, beber o fumar en el laboratorio
- No almacenar alimentos o bebidas en los congeladores o refrigeradores del laboratorio
- Es obligatorio cumplir con la higiene personal
- Cubrir las heridas cutáneas convenientemente
- Se debe manipular las muestras con guantes y con gafas de protección
- Es obligatorio que las muestras se transporten siempre en recipientes con tapa ajustable y cierre hermético que imposibilite la salida de fluidos
- Durante la manipulación de las muestras se debe evitar la formación de gotas y aerosoles.
- Es obligatorio utilizar la cabina de seguridad biológica (Clase I y II) en procesos de homogeneización y mezcla vigorosa
- Limitar el uso de agujas y jeringuillas
- Desechar las agujas y elementos punzantes en contenedores especiales
- No se debe encapsular las agujas, después de su manejo
- El material de desecho o residuo biológico debe ser sometido a un programa de gestión de residuos
- No se debe mezclar los residuos contaminados biológicamente con otros tipos de residuos

En el mismo orden de ideas, según Panizo (2020), el nivel de bioseguridad (NBS) que este clasificado un laboratorio debe ser su protocolo de seguridad, encontrándose que:

- En el NBS-1 son laboratorios básicos, no requiere equipos de protección persona especiales.
- El NBS-2 vienen siendo laboratorios clínicos que requieren prácticas y equipos adecuados, acceso restringido y uso de gabinetes de se-

guridad biológica para manejar muestras con microorganismos patógenos que pueden generar aerosoles.

- El NBS-3 se requiere prácticas y equipos específicos, diseños de laboratorio con presión de aire negativa, medidas de protección externa para el personal y el medio ambiente y manejo de macroorganismo que pueden transmitirse por aerosoles y causar infecciones graves.
- El NBS-4 donde las prácticas y medidas de protección deben ser extremas, laboratorios ubicados en una edificación separada con presión de aire negativa, protección máxima para el personal y el medio ambiente, manejo de microorganismos que se transmiten vía aerosol, causando enfermedades graves y potencialmente mortales y sin tratamientos conocidos ni vacunas disponibles.

Estos niveles permiten un marco para garantizar un ambiente de trabajo seguro en los laboratorios que manejan agentes biológicos, de igual manera cada uno con su conjunto de requisitos específicos.

BIOSEGURIDAD

UN ESCUDO PARA LA SALUD

Capítulo 5

Bioseguridad en la Atención Directa al Paciente

AUTORES: Yomara Alexandra Gavilanes Carrión; Edgar Andrés Menéndez Cuadros;
Vicenta Nazaela Vélez Silva; Emilio Gabriel Pisco Mantuano



5.1 Introducción

La bioseguridad en el ámbito asistencial se precisa como el conjunto de medidas, normas y protocolos diseñados para proteger la salud del personal en el área de la salud, de los pacientes y del medio ambiente; por consiguiente, cuando se trata de la atención directa al paciente, se convierte en un componente esencial de la solvencia asistencial y el rigor ético profesional.

En donde, la interacción cercana entre el profesional y el paciente implica un riesgo inherente de transmisión de agentes biológicos, por ello la implementación de barreras físicas, químicas y mecánicas son cruciales para prevenir las infecciones asociadas a la atención de la salud.

Según, como indica Pogo (2023):

La bioseguridad en los ambientes hospitalarios posee gran relevancia en la seguridad laboral para el trabajador en el sistema sanitario, dado que el personal se encuentra expuesto de manera directa en el cuidado asistencial de los pacientes, este término hace alusión a un concepto amplio que implica una serie de medidas orientadas a proteger al personal que labora en el sistema de salud y a los pacientes, visitantes y medio ambiente hospitalario, que pueden ser afectados como resultados de las actividades asistenciales; además de poseer un conjunto de normas y técnicas mínimas a ser adoptadas por el personal sanitario con la finalidad de reducir y eliminar los riesgos presentes en las instituciones de salud, que pueden ser producidos por agentes físicos, químicos, agentes infecciosos y mecánicos presentes. (p. 3)

5.2 Protocolos de bioseguridad en la atención al paciente

DE acuerdo con, Salvatierra citado por Pogo (2023), los protocolos de bioseguridad deben ser manejados y aplicados por los profesionales de la salud, al momento de atención de un paciente, de igual forma a los pacientes para brindar una seguridad tanto a los trabajadores, a los demás pacientes y otros usuarios a quienes se les debe brindar un servicio de calidad y calidez, salvaguardando la salud de la población en general.

Normas de bioseguridad en ambiente hospitalario

Característica	Enunciado
Equipo de EPP (Equipo de protección personal) dependerá del procedimiento a ejecutarse.	Guantes, bata, mascarilla, protector facial, gorro quirúrgico, zapatones descartables.
Lavado de manos clínico, con alcohol gel y quirúrgico.	Agua, jabón sin antiséptico (Sólidos, líquidos y polvo), gel, alcohol (bisoprolol), clorhexidina al 2% -4% ,
Uniforme de acuerdo al área hospitalaria abierta- cerrada	El uniforme debe ser de un material resistente y antifluidos. El uniforme debe ser lavado a mano sin mezclar con ropa de uso cotidiano.
Manejo de pacientes, ingreso y egreso hospitalario	Aplicabilidad de protocolo de bioseguridad y manejo de paciente considerado como potencialmente peligroso "riesgo biológico".
Pinchazos accidentales percutáneos	Comunicación al departamento de salud laboral – protocolo de pinchazos accidentales.

Nota. Adaptado de *Bioseguridad en ambientes hospitalarios* de Pogo (2023), Dialnet-BioseguridadEnAmbientesHospitalarios-9586270 (4).pdf

De igual forma, para Herrera (2022):

La aplicación de los niveles de bioseguridad en el contacto con pacientes es importante ayuda a prevenir la propagación de enfermedades porque infecciosas entre pacientes y entre pacientes y el personal de atención médica. Los niveles de bioseguridad varían según el tipo de enfermedad que se esté tratando, pero pueden incluir medidas como el uso de equipo de protección personal, la desinfección de superficies y la implementación de procedimientos específicos para el manejo de materiales y residuos. Estas medidas ayudan a reducir el riesgo de infección y garantizar la seguridad de los pacientes y el personal. (p. 33)

5.3 Manejo de pacientes con enfermedades infecciosas

En el manejo de pacientes con enfermedades infecciosa según la Organización Mundial de la Salud (2026), “observar las precauciones habituales para el control de infecciones: lavado de manos, higiene respiratoria, recogida y eliminación de los desechos de la atención de salud, higiene ambiental y uso de equipos de protección personal” (p. 1).

De igual forma, para García (2023), los cuidados en pacientes con enfermedades infecciosas deben realizar con mucho extremo, precaución y delicadeza para asegurar la prevención de la propagación de la infección, donde se incluye, el manejo apropiado de la terapia antibiótica y el apoyo emocional al paciente y su familia.

El personal del área de la salud, tanto médicos como enfermeros deben estar capacitados en medidas preventivas y de aislamiento para restar el riesgo de infección, administrar apropiadamente la terapia antibiótica y monitorear la respuesta del paciente al tratamiento.

Asimismo, los cuidados en pacientes con enfermedades infecciosas también envuelven una comunicación efectiva y la educación del paciente y su familia sobre la enfermedad y las medidas preventivas necesarias para evitar la propagación de la infección. Asimismo, el personal de salud debe trabajar en colaboración con otros profesionales del área para garantizar una atención integral y de calidad al paciente.

Desde la perspectiva de Salvador (2025):

El manejo de las enfermedades infecciosas es un proceso complejo que requiere un enfoque multidisciplinario y un conocimiento actualizado sobre los agentes patógenos y las estrategias de tratamiento. La correcta identificación del patógeno, el uso racional de antimicrobianos y la implementación de medidas de aislamiento son esenciales para controlar la propagación de infecciones. Además, la prevención de la resistencia antimicrobiana y la educación sanitaria son fundamentales para mitigar los efectos de estas enfermedades en la población. (p. 1)

5.1 Prevención de accidentes y exposición a fluidos biológicos

De acuerdo con, el Área de Prevención con Cargo a Cuotas de Unión de Mutuas (2023), la prevención de accidentes biológicos se inicia con evitar que estos sucedan y cumpliendo con una serie de precauciones universales de salud, que vienen siendo prácticas delineadas para minimizar el riesgo de transmisión de agentes infecciosos entre la comunidad de un área de la salud, como los pacientes, profesionales y público en general.

- Atención de la salud con reconocimientos médicos frecuentes, incluyendo el estado inmunológico de los trabajadores.
- Programas de vacunación adecuados a el escenario.
- Programaciones para prevenir accidentes con objetos cortopunzantes.
- El uso de contenedores adecuados para el desecho de residuos biológicos, con sus respectivas normas.
- Cumplimiento del protocolo para la recolección, almacenamiento y eliminación de residuos.

- Uso de equipos y normas de limpieza.
- Instauración y difusión de protocolos de acción tras un accidente con exposición a sangre.

Según Borja (2023), se debe cumplir con una serie de estrategias de prevención de accidentes y de enfermedades por factor de riesgo biológico:

Obligaciones de la institución

- Ofrecer información apropiada para la prevención de accidentes por factor de riesgo biológico
- Crear y promover programas de capacitación constantes sobre bioseguridad e infecciones, fomentar estrategias de educación continua.
- Garantizar la protección del personal de salud y de los pacientes entregando de manera oportuna los EPP.
- Efectuar cursos, talleres de difusión y capacitación de información con respecto a la bioseguridad, vigorizando una cultura de seguridad como el lavado de manos, uso de antisépticos, utilización de elementos de protección personal entre otras.
- Conservar abiertos los canales de comunicación para así mantener actualizada la información hacia el personal de salud.
- Mantener una buena higiene en los puntos y áreas de trabajo
- Mantener con desinfectantes los dispensadores concurridos

Responsabilidades del personal de salud

- Ejecutar lavado de manos pertinentemente en los 5 momentos
- Reportar de manera pertinente las escaseces en los servicios
- No consumir alimentos en los servicios
- Utilizar constantemente los EPP.
- Mantener sellado los guardianes de seguridad cuando se encuentren en las 3/4 partes

5.5 Bioseguridad en la Práctica Odontológica

La bioseguridad en odontología viene siendo un conjunto de normas, principios y técnicas preventivas aplicadas para evitar el contagio de enfermedades infecciosas entre pacientes, personal de salud y el medio ambiente;

esto implica el uso estricto de barreras de protección, esterilización, desinfección de superficies y gestión de residuos, minimizando riesgos por fluidos y aerosoles.

En palabras de Bustillos (2021), las normas de Bioseguridad en odontología deben ser bien llevadas a cabo no solo durante o antes de la consulta sino también después, ya que estas tienen como fin no solo cuidar al paciente sino primordialmente eliminar las posibilidades de infecciones cruzadas. De igual forma, es importante resaltar que el profesional de odontología es considerado uno de aquellos con mayor riesgo de exposición y probabilidad ante infecciones como hepatitis, VIH y otras,

Uso de equipo de protección personal (EPP) en odontología (mascarillas, guantes, gafas, etc.)

Como sostiene, Cárdenas (2022), las precauciones estándar contra enfermedades infecciosas consideran a todos los pacientes y sus fluidos corporales como potenciales fuentes de infección, aplicándose estas en todos los casos, incluidos los de COVID-19. En donde se incorporan elementos de protección de uso rutinario como guantes de látex, mascarillas, pecheras, gafas, pantallas faciales, cubre calzados. De igual forma normas de higiene personal, cuidado en la manipulación de objetos corto-punzantes, esterilización y desinfección de instrumentos y superficies, entre otras; asimismo, tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- El EPP debe ser desechable y utilizarse adecuadamente.
- Para la selección y uso del EPP se deben considerar:
- La adecuación de los productos a las normas establecidas.
- Las características del procedimiento y el riesgo asociado.
- La formación y entrenamiento en medidas de prevención y en el uso correcto del EPP.
- Los errores en el uso o retiro del EPP pueden llevar a la contaminación y transmisión de virus.

En el mismo orden de ideas, para Barragán (2021), es importante que el personal odontológico esté preparado para la atención de los pacientes, para su protección de enfermedades infecciosas; dentro de estas medidas encontramos las siguientes:

- Usa la bata quirúrgica manga larga impermeable y desechable.
- Usar respirador N95, FFP2 o equivalente, se debe asegurar que el respirador este ajustado.
- Se recomienda recoger el cabello antes de colocarse el gorro desechable, este debe cubrir ambas orejas.
- Se debe usar protección ocular mediante gafas o pantallas faciales.
- Lavado de manos.
- Colocar los guantes desechables e impermeables de látex o nitrilo que cubran el puño.

Manejo de aerosoles y gotas en la práctica odontológica

Según, Van der (2023), las medidas efectivas de control de infecciones son perentorias para prevenir la transmisión de enfermedades a través de aerosoles en el ámbito dental; por tal motivo, todo profesional de la salud bucodental está en la obligación de mitigar este riesgo mediante prácticas adecuadas y el uso de agentes químicos, asegurando la seguridad de ellos mismos, sus pacientes y otros.

En el mismo orden de ideas, es relevante mencionar a el Centro Nacional para la Prevención de Enfermedades Crónicas y Promoción de la Salud ha publicado recomendaciones para prevenir enfermedades infecciosas en el entorno dental, estas incluyen medidas para minimizar la transmisión de patógenos en sangre y otros fluidos corporales., en donde se enfatiza que no se debe confiar en una sola estrategia; además de las precauciones estándar, pueden ser necesarias medidas adicionales para prevenir la propagación de enfermedades por aire, gotitas o contacto.

Asimismo, para prevenir la transmisión aérea, es fundamental evitar que los patógenos escapen del área de tratamiento, en donde las medidas más eficaces incluyen el uso de sistemas de evacuación de alto volumen para eliminar aerosoles y agentes antimicrobianos para reducir microorganismos en el aerosol.

También, es importante mencionar el equipo de protección personal (EPP), el cual es vital y debe incluir mascarillas quirúrgicas, protección ocular, ropa protectora, guantes y cumplir con protocolos de higiene, donde la combinación de estos métodos, junto con la desinfección y esterilización adecuadas, es esencial, aunque no elimina por completo el riesgo de infección.

De igual forma, para Portugal (2021), el uso de EPP es indispensable en los cuidados de los odontólogos a los aerosoles infecciosos, esto para minimizar el riesgo de exposición, asimismo el lavado de manos el cual se debe realizar antes y después de tener contactos con el paciente, también después de la exposición a fluidos corporales y después de tener contacto con el entorno del paciente, asumiendo que el uso de guantes no suple el lavado de manos, teniendo presente que es necesario lavar o desinfectar las manos después de quitarse los guantes; de igual forma en caso de contaminación con sangre y materiales biológicos, es necesario lavarse las manos con la técnica de lavado quirúrgico con agua y jabón, luego usar soluciones desinfectantes alcohólicas.

Bioseguridad en procedimientos quirúrgicos dentales

Tal como señala, Urgiles (2023), en su trabajo de investigación concluye que en los centros odontológicos, ya sea consultorios o quirófanos, pueden ser focos de microorganismos infecciosos, lo que simboliza un riesgo característico tanto para los pacientes como para el personal clínico; por tal motivo, es esencial efectuar un control riguroso de infecciones para reducir convenientemente la expansión de agentes patógenos que pueden causar enfermedades.

En donde, es fundamental desinfectar siempre el quirófano y sus superficies de trabajo con desinfectantes apropiados, como glutaraldehído al 2% o hipoclorito de sodio, de igual forma al instrumental, el cual se debe eliminar mecánicamente los restos orgánicos utilizando agua y detergente, secarlo bien para evitar la oxidación y empaquetarlo correctamente antes de proceder a su esterilización.

Por tal motivo, es notable resaltar que una correcta diligencia de los protocolos de esterilización del instrumental quirúrgico, la desinfección de las áreas y superficies, y el uso apropiado de los elementos de protección personal en el entorno quirúrgico solo pueden alcanzarse mediante una coordinación eficaz del equipo dental.

Asimismo, como indica, Barragán (2021), la bioseguridad en procedimientos quirúrgicos dentales debe cumplir con una serie de normas para evitar contaminación e infecciones, en el campo operacional se recomienda:

- En la mesa de trabajo solo debe estar el instrumental necesario, el resto que no será utilizado debe guardarse en lugares cerrados para evitar contaminación cruzada.

- Se sugiere el uso de succión de alto y bajo volumen para aspirar saliva y menguar aerosoles.
- Se recomienda en lo posible el uso de aislamiento absoluto con dique de goma.
- Se recomienda realizar la atención a cuatro manos para minimizar riesgos.
- Evitar en lo posible la toma de radiografías intraorales, recomendándose las extraorales si el tratamiento lo permite.

Limpieza y desinfección de equipos e instrumentos odontológicos

Citando a de Castro (2020), en los procedimientos odontológicos, se generan aerosoles que pueden liberar bacterias patógenas al ambiente, aumentando el riesgo de infección; por tal motivo, es primordial utilizar barreras de protección personal y ambiental, mantener un flujo adecuado en las áreas clínicas y gestionar correctamente los desechos generados, además, se deben implementar medidas de asepsia y antisepsia, así como un manejo apropiado del material estéril, que incluya su limpieza, desinfección y esterilización.

Desinfección y esterilización

Instrumentales críticos

- Después de su uso, se debe colocar el material en una cuba de ultrasonido o bajo un chorro de agua para eliminar los fluidos orgánicos mediante arrastre, luego, se debe guardar en un recipiente cerrado, que puede contener detergente enzimático diluido en agua para impedir que queden residuos orgánicos adheridos al material.
- Cuando se finaliza la jornada, se debe trasladar el material sucio cerrado con tapa al área de esterilización donde se procede al lavado manual o lavado automático para después proceder a la esterilización en autoclave.
- Los pasos a seguir son: enjuagar, secar, inspeccionar, empaquetar, sellar y esterilizar.
- Se deben resguardar puntas y filos con protectores de silicona o gasas para evitar que éstos perforen el empaque.

Instrumental semicrítico

- Generalmente, se limpia siguiendo un procedimiento similar al del instrumental crítico.

- La pieza de mano, la turbina, el contraángulo y el micromotor se consideran semicríticos, por lo que después de su uso deben ser desinfectados y esterilizados en autoclave, además, tras el último uso del día, se debe aplicar un lubricante determinado para este tipo de instrumental. Si se emplean en cirugías odontológicas, es necesario esterilizarlos conforme a las indicaciones del fabricante después de cada intervención.
- Los alicates de ortodoncia, luego de usarse entre diferentes pacientes, deben recibir una desinfección de nivel intermedio a alto mediante spray o toallitas desinfectantes, asimismo siendo recomendable contar con suficiente material en la consulta para poder esterilizarlos tras cada uso con un paciente.

Los artículos no críticos

- Como, por ejemplo, sillones, equipos de rayos X intraorales, computadoras, sillas, botones eléctricos del sillón, superficies y tiradores de las cajoneras, deben desinfectarse con spray o toallitas desinfectantes entre cada paciente.
- La escupidera se debe rociar con spray desinfectante entre pacientes y dejar correr agua para eliminar fluidos y residuos orgánicos. De igual forma, el acople de la aspiración debe funcionar aspirando una solución de desinfectante mezclada con agua, siguiendo las indicaciones del fabricante.

Procedimiento de desinfección

- El personal debe usar guantes de goma gruesos, delantal plástico y protección facial y ocular para evitar contacto con fluidos corporales, manipulando con cuidado el material cortopunzante.
- No se debe usar lavado ultrasónico en materiales de plástico, goma, espejos, ópticas, motores ni en material cromado o plateado que pueda dañarse.
- El lavado ultrasónico es recomendable para instrumental con diseño complejo o que no se puede desarmar, donde puede acumularse sangre difícil de eliminar manualmente.
- Se prepara una solución detergente con agua tibia, que se cambia según suciedad o indicaciones.

- El instrumental se sumerge, desarma y abre en el depósito, se cepilla bajo el agua con cepillos suaves, evitando elementos abrasivos. Instrumental fino y de metales diferentes se lava separado para evitar corrosión.
- Se enjuaga con abundante agua destilada si es posible, se seca con paño sin pelusas o aire a presión, y finalmente se inspecciona, considerando el uso específico de cada instrumento.
- Luego, todo el instrumental embolsado se coloca dentro del autoclave; es de suma importancia, no llenar demasiado las bandejas, ya que durante la esterilización las bolsas se inflan y necesitan espacio adicional para que el proceso sea efectivo.
- El autoclave requiere un mantenimiento periódico conforme a las indicaciones del fabricante, que especifican cuándo cambiar el agua destilada y cómo realizar la limpieza interna.

BIOSEGURIDAD

UN ESCUDO PARA LA SALUD

Capítulo 6

Limpieza y Desinfección en la Atención en Salud

AUTORES: Virginia Esmeralda Pincay Pin; Agustina Elizabeth Cedeño Casanova;
María Teresa López Estrella; Ana Victoria Espinal Castro



6.1 Introducción

La limpieza y desinfección en la atención en salud son procesos esenciales para eliminar la suciedad o impurezas física y destruir macroorganismos patógenos en superficies y el medio ambiente; estos procesos son fundamentales para prevenir la transmisión de infecciones, reducir la carga microbiana y evitar la resistencia a antibióticos en entornos sanitarios.

Es importante destacar a la Universidad Católica de Manizales (2020), donde se expone que la limpieza y desinfección de superficies, dispositivos e instrumental, son procesos que están encauzados a minimizar la transmisión tanto del SARS-CoV-2 (Covid-19) como de las diferentes infecciones que se puedan presentar en el ambiente de los servicios asistenciales de salud, por lo que se encierran y son eje principal dentro de las estrategias de seguridad para la protección, tanto de los pacientes como de los profesionales; en donde es importante resaltar que la adecuada realización de estos procesos permitirá elevar el nivel de calidad de la asistencia que prestan los servicios de salud.

6.2 Importancia de la Limpieza y Desinfección

Desde el punto de vista de la Ordóñez (2022), el área hospitalaria envuelve diversos elementos destinados al cuidado de los pacientes, en donde estos alcanzan a ser reservorios de microorganismos y de igual forma favorecer a las infecciones asociadas a la atención en salud; en el cual, a partir del microbiota del paciente y los gérmenes en las manos del personal, representando estos factores una fuente significativa de organismos multirresistente.

Asimismo, en las últimas dos décadas, por medio de estudios e investigaciones se ha confirmado que una limpieza y desinfección inconvenientes en hospitales y otras áreas de la salud están relacionadas al aumento de estas infecciones, así como a la presencia de organismos multirresistentes.

Por tal motivo, es fundamental pensar que la limpieza y desinfección son aspectos esenciales en el control de infecciones y la propagación de gérmenes resistentes en las áreas asistenciales.

Según, la Organización Mundial de la Salud (2020), prevenir la contaminación de superficies y mantener condiciones adecuadas de limpieza y desinfección en los espacios públicos y otros ambientes en las áreas sanitarias, es primordial para aminorar la transmisión de virus e infecciones y proteger la salud de los trabajadores, pacientes y del público en general.

Asimismo, para Benites (2023), los protocolos de limpieza en los centros de salud son cruciales no solo por su efecto inmediato en la disminución de infecciones, sino también por su influencia en los costos hospitalarios, asimismo, el uso adecuado de desinfectantes y la implementación de protocolos de bioseguridad son requisitos esenciales que actúan como barreras preventivas, además la efectividad de los desinfectantes utilizados, junto con un procedimiento de desinfección adecuado, ayuda a prevenir infecciones., en particular al SARS CoV-2 y otros virus.

6.3 Niveles de Limpieza y Desinfección

Según, el Ministerio de Salud Pública de República Dominicana (2020), los niveles de limpieza se clasifican acorde con la frecuencia y el propósito:

- Limpieza de rutina: se ejecuta de modo periódica empleando las técnicas básicas de limpieza.
- Limpieza general: es más profunda que la de rutina en la que se higienizan las paredes, los techos, diferentes superficies y en la que, igualmente, se pueden movilizar o desmontar las estructuras del mobiliario.
- Limpieza terminal: se efectúa cada vez que se finiquita un proceso, como al concluir las cirugías programadas o al desocupar una habitación debido al alta del paciente; este proceso se realiza con el objetivo de asegurar que el área esté libre de riesgos de contaminación y sea apta para ser utilizada por un nuevo paciente; este proceso posee la intención de dejar el área sin peligro de contaminación para ser usada por un nuevo paciente.
- Limpieza especial: se ejecuta en contextos excepcionales como, el caso del lavado de las superficies internas del aire acondicionado de un quirófano tras desinstalar las rejillas o al retirar todo el mobiliario no fijo de un área para realizar una limpieza exhaustiva.

Como indica Jiménez (2022), en la desinfección se pueden nombrar 3 niveles, que se fundan en el efecto microbicida de los agentes químicos sobre los microorganismos y alcanzan ser:

- Desinfección de alto nivel (DAN): donde se utilizan agentes químicos líquidos que eliminan a todos los microorganismos, como el glutaraldehído, el ácido peracético y el peróxido de hidrógeno, el formaldehído en bajas concentraciones, el hipoclorito de sodio a altas concentraciones por un tiempo de contacto de 10 minutos y el diclo-

roisocianurato. De igual forma es importante aclarar que un desinfectante de alto nivel es determinado por la FDA como aquel producto que, usado por un corto tiempo de contacto, alcanza la eliminación de 6-log10 de *Mycobacterium* spp.

- Desinfección de nivel intermedio (DNI): se efectúa con agentes químicos que eliminan bacterias vegetativas y ciertas esporas bacterianas; se puede incluir el grupo de los fenoles, los clorados (a concentraciones intermedias), el alcohol, la cetrimida y el cloruro de benzalconio.
- Desinfección de bajo nivel (DBN): se ejecuta con agentes químicos que eliminan bacterias vegetativas, hongos y diversos virus en un período de tiempo corto (menos de 10 minutos); como los amonios cuaternarios.

Niveles de desinfección requeridos de acuerdo con el tipo de microorganismos

Nivel de desinfección	Bacterias			Hongos		Virus	
	Vegetativas	Bacilo tuberculoso	Esporas	Mohos	Levaduras	Virus cubiertos y desnudos > 50 nm	Virus desnudo < 50 nm
Alto	+	+	+	+	+	+	+
Intermedio	+	+	-	+	+	+	+/-
Bajo	+	-	-	+/-	+/-	-	-

El signo “+” indica un efecto de eliminación que cabe esperarse cuando se obtuvieron concentraciones de uso normal de desinfectantes químicos o procesos de pasteurización que se emplearon de manera adecuada. el signo “-” indica que hay poco o ningún efecto de eliminación.

Nota. Tomado de Fundamentos de Limpieza y Desinfección de Jiménez (2022), https://acin.org/images/guias/LIMPIEZA_Y_DESIN_2022_2_ACINcap_central_SDS.pdf

6.4 Métodos de Limpieza y Desinfección

Los métodos de limpieza y desinfección son procedimientos y técnicas utilizadas para eliminar suciedad, microorganismos y contaminantes de superficies, objetos o ambientes, con el fin de prevenir infecciones y mantener un entorno seguro y saludable. En donde, estas técnicas combinan acciones físicas, como el fregado o enjuague, con el uso de productos químicos desinfectantes que inactivan o destruyen bacterias, virus y otros patógenos.

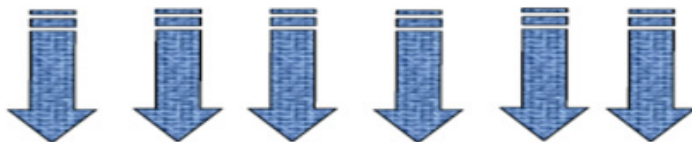
De igual forma, es importante resaltar que los métodos pueden variar según el tipo de área, nivel de contaminación y objetivos específicos de higiene.

De acuerdo con Montañez (2021), los métodos o técnicas de limpieza comprenden:

- La técnica de barrido húmedo: consiste en eliminar polvo y residuos del suelo con un paño húmedo, comenzando desde las esquinas y moviéndose desde el fondo hacia la salida en una sola dirección; se usan movimientos de arrastre para juntar residuos en un depósito temporal, que luego se recogen con un recogedor y se colocan en una bolsa verde, asimismo se limpia la mopa sin generar polvo y se guarda en el carro de aseo; se debe barrer también debajo de mesas y equipos, prestando atención a esquinas y zócalos; igualmente la escoba debe usarse cubierta con un paño húmedo o sustituirse por un trapero limpio y húmedo.
- La técnica de enjabonado: radica en aplicar una solución jabonosa para limpiar superficies, siguiendo una serie de pasos, como preparar baldes con agua limpia y solución jabonosa; usar atomizador para aplicar el jabón al trapero; dividir el área en zonas de trabajo y circulación; colocar aviso de piso húmedo; delimitar áreas pequeñas para trapeado; realizar movimientos en forma de ocho manteniendo postura adecuada; enjuagar y escurrir el trapero, cambiando agua como sea necesario; repetir el proceso si es preciso; al finalizar, lavar y guardar el trapero o dejarlo en solución jabonosa si no se puede lavar de inmediato.
- La técnica de remoción de polvo: radica en usar un paño siempre húmedo, realizando movimientos horizontales o verticales sin dejar marcas; el lienzo se dobla en cuatro para usar varias caras limpias, sosteniéndolo suavemente para absorber el polvo; se comienza limpiando las partes altas y se avanza hacia las áreas bajas y superficies planas, completando la limpieza de un lugar antes de pasar al siguiente para perfeccionar el proceso.
- El fregado: consiste en barrer el piso, humedecerlo con solución limpiadora, fregar con movimientos circulares prestando atención a rincones y zócalos con cepillo, retirar la solución sucia con trapero húmedo, enjuagar de arriba hacia abajo y asegurar que el área quede uniforme, sin dejar huellas ni marcas.

- La técnica de enjuague y secado tiene como objetivo eliminar el jabón o detergente tras la limpieza, la técnica comprende: preparar y estacionar el carro con materiales sin obstruir pasajes; saludar y explicar al paciente; usar equipo de protección adecuado; recoger residuos y depositarlos en el carro; limpiar la unidad del paciente en etapas (quitar polvo, enjabonar, enjuagar y secar); limpiar el piso con barrido húmedo, recogiendo partículas grandes sin llevar residuos al baño; cambiar el agua de los baldes según sea necesario; limpiar el baño; lavar y secar paños y recipientes; reponer bolsas y materiales de higiene; hacer listas de chequeo; informar al paciente al finalizar y organizar el ambiente recogiendo el material usado.
- Técnica de arrastre: consiste en pasar el paño o el elemento de limpieza en un solo sentido, en todas las superficies a limpiar, de arriba hacia abajo, esencialmente para paredes y ventanas; asimismo es significativo hacer énfasis en los desconchados y grietas en los cuales puede quedar la suciedad acumulada.

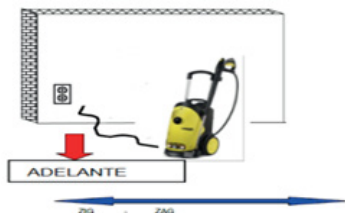
Técnica de arrastre



Nota. Tomado de *El paso a paso de la limpieza y la desinfección* de Montañez (2021), https://acin.org/images/guias/LIMPIEZA_Y_DESIN_2022_2_ACINcap_central_SDS.pdf

- Técnica de zig-zag: se usa para la manipulación de máquinas; es importante que todas las máquinas se deben operar de la parte donde está conectada hacia adelante, como se observa en la figura, y en forma de zig-zag.

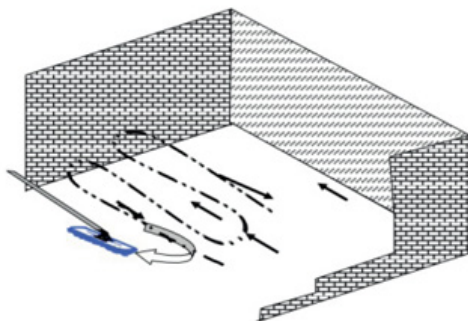
Técnica de zig-zag



Nota. Tomado de *El paso a paso de la limpieza y la desinfección* de Montañez (2021), https://acin.org/images/guias/LIMPIEZA_Y_DESIN_2022_2_ACINcap_central_SDS.pdf

- Técnica del ocho: se emplea para la limpieza de pisos y colchones; en este método se traslada el motoso o trapero de derecha a izquierda

Técnica del ocho



Nota. Tomado de *El paso a paso de la limpieza y la desinfección* de Montañez (2021), https://acin.org/images/guias/LIMPIEZA_Y_DESIN_2022_2_ACINcap_central_SDS.pdf

- La técnica de aplicación del desinfectante en pisos radica en: tomar la mopa y comenzar desde el fondo del área; aplicar desinfectante directamente en el trapero con atomizador; limpiar la superficie siguiendo el procedimiento apropiado; dejar secar el piso sin usar ventilación artificial; no entrar a la habitación hasta que el piso esté seco; enjuagar bien el trapero para eliminar residuos; lavar y enjuagar las manos con guantes puestos; retirar los guantes y depositarlos en el carro de aseo; reponer productos de higiene; y recoger y organizar el material utilizado.

Otros puntos relevantes de la limpieza envuelven:

- Identificar prioridades al llegar (abastecimiento de papel toalla, cambio de jabón).
- Iniciar con recolección de basura y barrido húmedo desde las esquinas.
- Usar paños distintos para mobiliario y piso con baldes de colores diferentes.
- Cambiar el agua de los baldes según sea necesario, y mantener kits de limpieza exclusivos por área, especialmente en aislamiento.
- No dejar materiales en habitaciones o baños.
- En limpieza terminal se debe seguir un orden: barrido húmedo, retiro de basura, remojo y limpieza de baños, mobiliario, techos, paredes y pisos; al terminar, recoger todo material para su limpieza y desinfección.
- Es importante resaltar que la técnica será determinada por el responsable técnico con consentimiento del comité de infecciones.
- Se recomienda colar la solución jabonosa para facilitar su aplicación y evitar charcos, igualmente evitar golpear objetos con la mopa y asegurarse de retirar y secar el jabón si ocurre.
- Es primordial eliminar completamente el jabón antes de aplicar desinfectante y usar guantes limpios para manipular elementos de aseo, además el trapero usado para aplicar jabón puede usarse para retirarlo si está limpio.

6.5 Protocolos de Limpieza y Desinfección en Diferentes Áreas

Los protocolos de limpieza y desinfección en áreas de salud incluyen:

- Planificación y organización: elaborar y mostrar claramente un plan y horario de limpieza para todas las áreas, asegurando que todo el personal involucrado conozca y cumpla con las indicaciones.
- Equipos y protección: uso obligatorio de guantes (preferentemente de neopreno para trabajo pesado) y otros elementos de protección personal durante el proceso.
- Técnicas de limpieza: las cuales, incluyen usar paño húmedo en lugar de barrer o limpiar en seco para evitar dispersar microorganismos;

limpiar de arriba hacia abajo, comenzando por lámparas, mobiliario y estantes, y terminando con el piso; emplear paños y traperos exclusivos para cada área, desinfectándolos entre ambientes y al finalizar; evitar el uso de escobas y plumeros que puedan esparcir polvo; y aplicar fricción mecánica para eliminar suciedad y bacterias.

- Manejo de residuos: recolectar y disponer adecuadamente los desechos durante la limpieza para evitar contaminación cruzada.
- Control de materiales: cambiar el agua de limpieza y las soluciones jabonosas oportunamente, y lavar o desinfectar los paños y traperos después de su uso.

Según, Montañez (2021), el desarrollo del programa o protocolo de limpieza y desinfección en centros de salud debe incluir planificación, recursos, participación de todas las partes interesadas (administración, gerencia, prevención de infecciones, higiene, seguridad del paciente, entre otros), definición de responsabilidades, metas y planes de mejora; en donde esto requiere un enfoque estandarizado, multimodal, con gestión y supervisión sólidas para su efectiva implementación.

Asimismo, su alcance varía según tipo de contratación, tamaño de la instalación y nivel de servicios, en donde los componentes vienen siendo la organización, administración, personal y formación, infraestructura y suministros, políticas y procedimientos, y monitorización con retroalimentación y auditoría, entre otros.

BIOSEGURIDAD

UN ESCUDO PARA LA SALUD

Capítulo 7

Manejo de Residuos Biológicos y Químicos

AUTORES: Elena Silvana Guaña Bravo; Narciza Paulina Briones Bermeo;
Katuska Elizabeth Loor Vélez; Ingerbord Véliz Zevallos



7.1 Introducción

El manejo adecuado de residuos biológicos y químicos es primordial para garantizar la seguridad sanitaria y ambiental; es relevante resaltar que estos residuos generados en el área de sanitaria, representan riesgos para la salud humana y el medio ambiente, si no se gestionan correctamente.

Por ello, es fundamental efectuar protocolos determinados para su separación, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final, restando así la contaminación y resguardando a las personas y al entorno.

Como menciona la Universidad del Desarrollo (2025), los residuos biológicos son aquellos que contienen agentes patógenos en concentración o cantidades suficientes para causar enfermedad a un hospedero susceptible, donde se incluyen a cultivos y muestras almacenadas, residuos peligrosos, sangres, plasma, el suero y demás componentes sanguíneos y elementos como gasas y algodones impregnados con estos, objetos cortopunzantes y residuos de animales de investigación.

De igual forma para el Directorio de Sostenibilidad (2025), un residuo químico es cualquier material desechado que posee propiedades reactivas, corrosivas, tóxicas o inflamables que pueden dañar a los organismos vivos o al medio ambiente.

7.2 Clasificación y manejo de residuos biológicos y químicos

La clasificación y manejo de residuos biológicos y químicos son procesos esenciales para garantizar la seguridad en entornos de salud, laboratorio, comunidades y medio ambiente; en donde estas técnicas permiten identificar, segregar y tratar adecuadamente los distintos tipos de residuos según su naturaleza y riesgo, para minimizar la exposición a agentes contaminantes.

Por tal motivo, un manejo adecuado de residuos biológicos y químicos favorece la prevención de infecciones, la reducción de impactos ambientales y el cumplimiento de normativas sanitarias y de ambientales.

Tal como lo sostiene, Vela (2025), los residuos biológicos se clasifican en varios tipos:

- Residuos infecciosos: materiales contaminados con sangre, fluidos corporales o microorganismos latentemente patógenos.
- Residuos anatómicos: restos humanos o animales derivados de procedencia del área clínicos o quirúrgicos.

- Residuos punzocortantes: agujas, bisturíes y otros objetos que consi-
guen ocasionar heridas.
- Residuos químicos y farmacéuticos: productos caducados, medica-
mentos no manipulados y sustancias químicas peligrosas.

Por otro lado, para Chuquilin (2021), existen una serie de grupos ordenados relacionados con los residuos químicos:

- Grupo I Disolventes Halogenados: líquidos orgánicos que contienen mas del 2% de cierto elemento halógeno
- Grupo II Disolventes no Halogenados: líquidos orgánicos que contienen menos del 2% de cierto elemento halógeno, son inflamables y tóxicos.
- Grupo III Disoluciones Acuosa con Metales Pesados: grupo que se divide en dos subgrupos, como las soluciones inorgánicas y soluciones orgánicas. En donde dentro de las soluciones acuosas inorgánicas se contienen las soluciones acuosas básicas, soluciones de metales pesados, de cromo VI y los reveladores, asimismo dentro del subgrupo de las soluciones acuosas orgánicas se incluyen las soluciones de colorantes, soluciones de fijadores orgánicos y las mezclas de agua y disolvente.
- Grupo III Disoluciones Acuosa libre de Metales Pesados: Este grupo alcanza aquellas mezclas líquidas cuyo componente principal es agua y que no contienen elementos como plomo, mercurio, cadmio o cromo y se clasifican generalmente en dos vertientes según su reactividad: soluciones inorgánicas sin metales y soluciones orgánicas acuosas.
- Grupo IV: Ácidos inorgánicos y soluciones acuosas, con una solución acuosa con una concentración de mas del 10% de volumen de ácido.
- Grupo V: Aceites minerales de operaciones de mantenimiento y baños calefactores.
- Grupo VI Sólidos orgánicos: comprende aquellos materiales en estado sólido o semisólido cuya estructura química está basada especialmente en carbono, debido a su naturaleza, suelen ser combustibles y requieren una disposición final mediante incineración controlada.
- Grupo VI Sólidos inorgánicos: contiene sustancias que no tienen una estructura fundada en cadenas de carbono y que se presentan en estado sólido.

- Grupo VII Especiales: corresponden los productos que por su elevada peligrosidad no pueden mezclarse con residuos de otros grupos.

7.3 Manejo de Residuos Biológicos

El manejo de residuos biológicos es un proceso esencial para garantizar la seguridad sanitaria y ambiental en centros de salud, laboratorios y organizaciones, en donde estas técnicas consisten en la correcta identificación, segregación, almacenamiento, transporte y disposición final de desechos que contienen material biológico potencialmente infeccioso.

En el mismo orden de ideas, es relevante resaltar que el manejo adecuado es clave para prevenir la propagación de enfermedades, proteger al personal y a la comunidad, y minimizar el impacto ambiental.

En este sentido para Vela (2025), los residuos biológicos creados en ambientes clínicos, como hospitales, laboratorios y centros de atención se encuentran compuestos por agentes infecciosos y materiales peligrosos que simbolizan peligros revolantes para la salud humana y el medio ambiente. Por tal motivo, el manejo adecuado de estos residuos es una obligación y un requerimiento establecido en las leyes y normativas concernientes.

Dentro de una gestión adecuada de residuos biológicos, se pueden mencionar:

- Separación en el punto de origen: uso de contenedores etiquetados y codificados por colores según el tipo de residuo, asimismo la separación precisa de los mismos para impedir contaminación cruzada.
- Almacenamiento y transporte: circunstancias seguras y herméticas para evitar fugas o exposiciones accidentales.
- Transporte interno y externo con vehículos exclusivo y apropiados para residuos peligrosos.
- Tratamiento y disposición final: esterilización por medio de autoclaves, incineración controlada o tecnologías de desinfección química.
- Disposición final en sitios acreditados para residuos peligrosos.

De igual forma, existen ciertos riesgos vinculados al manejo inadecuado:

- Riesgos para la salud: expansión de infecciones nosocomiales y la exposición ocupacional a agentes patógenos.
- Impacto ambiental: contaminación ambiental como el suelo, agua y aire por la disposición inadecuada de residuos.

- Consecuencias legales: sanciones administrativas y penales por infracción de las normativas.

7.4 Manejo de Residuos Químicos

El manejo de residuos químicos es un proceso importante para la seguridad y protección del medio ambiente en diferentes entornos como los industriales, de salud, laboratorios, entre otros; esta técnica consiste en la identificación, segregación, almacenamiento, transporte y disposición adecuada de sustancias químicas peligrosas para evitar riesgos de contaminación, intoxicación y daños a la salud humana y de los ecosistemas.

Por tal motivo, una gestión responsable de estos residuos contribuye a minimizar impactos ambientales y cumplir con normativas legales internacionales y nacionales.

Dicho de otro modo, la Universidad Nacional de Costa Rica (2021), sugiere una serie de procedimientos para el manejo de los residuos químicos, los cuales están basados en las recomendaciones de fabricantes de productos químicos y de sus indicaciones en su hoja de seguridad, también de las normas de seguridad química, en donde de igual forma se apoyan en normas nacionales e internacionales.

1. Crea un plan de manejo de residuos fundados en normas nacionales e intencionales.
2. Efectúa medidas para reducir la generación de residuos.
3. Dispone de un lugar para el depósito de residuos.
4. Elige recipientes para la acumulación de los residuos y crea grupos para la separación de los residuos.
5. Llena los recipientes con los residuos e identifica los recipientes con residuos.
6. Protección los recipientes con residuos.
7. Almacenar el residuo de forma adecuada.
8. Vigilar por que se disponga y el uso de equipo de seguridad en los sitios de acopio y almacenamiento.
9. Vela porque los sitios de acopio y almacenamiento estén identificados.

10. Comunicar a la coordinación correspondiente sobre la presencia del residuo para iniciar con el proceso de eliminación.
11. Organizar la contratación del servicio de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de residuos químicos.
12. Tramitar y coordina la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos a través de un ente autorizado.
13. Comprueba las condiciones del residuo.
14. Dispone el residuo para su retiro.
15. Comprobar y coordina el retiro del residuo.

7.5 Importancia de la gestión adecuada de residuos en la bioseguridad

La gestión adecuada de residuos es esencial para la bioseguridad, ya que esta evita la propagación de agentes infecciosos y protege la salud del personal, pacientes, comunidad y el medio ambiente; asimismo un manejo responsable de los desechos biológicos y químicos reduce los riesgos de contaminación ambiental y contribuye a mantener entornos seguros en centros de salud, laboratorios y organizaciones.

Por lo tanto, para Vela (2025), la gestión adecuada de residuos biológicos en diversos entornos y específicamente el clínico es un dispositivo principal de la gestión sanitaria y ambiental. En donde las normativas internacionales y nacionales de cada país suministran un marco preciso para así garantizar la seguridad de los trabajadores, los pacientes, comunidad y el medio ambiente.

En este sentido, según Salcedo citado por Mora (2025):

La adecuada gestión de estos residuos sólidos es esencial tanto desde una perspectiva ambiental como de seguridad. En primer lugar, la segregación de estos materiales en contenedores apropiados asegura que puedan ser posteriormente recogidos y gestionados de manera eficiente, reduce el impacto ambiental. La separación de los residuos sólidos ordinarios de otros tipos de desechos, como los biológicos o químicos, facilita su posterior reciclaje o tratamiento adecuado. (p. 4)

7.6 Normativa y regulaciones sobre el manejo de residuos

La normativa y regulaciones sobre el manejo de residuos establecen las directrices y requisitos legales para la correcta gestión de desechos, con el objetivo de proteger la salud pública y el medio ambiente; en donde se de-

finen procedimientos para la segregación, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de residuos, asegurando que se minimicen los riesgos asociados y se promueva la sostenibilidad.

Por tal motivo, el cumplir con las regulaciones sobre el manejo de residuos es esencial para garantizar prácticas responsables y seguras en diferentes sectores.

De acuerdo con Silva (2025), las normativas internacionales adaptables a residuos peligrosos vienen siendo un grupo de medidas y pautas delineadas para gestionar de manera segura y eficaz los residuos que alcanzan a figurar un riesgo para la salud humana y el medio ambiente, en donde estas medidas son primordiales para prevenir la contaminación y aseverar que los residuos peligrosos se manipulen de acuerdo con prácticas que resten sus efectos adversos. Dentro de estas normativas se pueden encontrar:

- Principales Normativas Internacionales
- Convenio de Basilea, la cual funda controles sobre el movimiento transfronterizo de residuos peligrosos y su eliminación.
- Convenio de Estocolmo, la cual se concentra en la eliminación de contaminantes orgánicos perseverantes que consiguen ser liberados en el medio ambiente.
- Reglamento REACH, esta normaliza el registro, evaluación, autorización y restricción de sustancias químicas en la Unión Europea.

Para Vela (2025), la normativa y regulaciones sobre el manejo de residuos, viene siendo una serie de instrumentos nacionales e internacionales que sirve de apoyo para que se cumpla con una gestión adecuada y no se creen consecuencias como la contaminación en ciertas áreas que afecten la salud tanto de la comunidad y el medio ambiente, las mismas se especifican a continuación:

- Convenio de Basilea sobre el Control de Movimientos Transfronterizos de Desechos Peligrosos del año 1989.
- Directrices de la Organización Mundial de la Salud sobre gestión de residuos de atención médica del año 2021.
- Normativas nacionales como la Ley General de Residuos y su reglamento en distintos países.
- Recomendaciones específicas de ministerios de salud y medio ambiente.

- Protocolos hospitalarios: ajustes locales basadas en normativas y guías internacionales.

7.7 Protocolos de segregación, almacenamiento y disposición final

Los protocolos de segregación, almacenamiento y disposición final de residuos biológicos y químicos son fundamentales para garantizar una gestión segura y eficiente de estos desechos; en donde estos procedimientos establecen las pautas para clasificar correctamente los residuos según su tipo y riesgo, almacenarlos de manera adecuada para evitar exposiciones y contaminaciones.

Como indica la Universidad Bicentennial de Aragua (2023), la gestión de los residuos peligrosos demanda un planeamiento adecuado, tanto en relación a las características (tipo y cantidad) de los residuos generados, como a las propias del laboratorio o área.

Asimismo, en la fase de diseño del protocolo debe estudiarse, como primera condición, la minimización o reducción de los residuos a producir y la sustitución de productos peligrosos, por otros de menor riesgo para la salud y la seguridad; además, tener un stock de reactivos ajustado a las necesidades reales del laboratorio no sólo es aconsejable desde el punto de vista de seguridad, sino que también evita que muchos productos acaben, con el tiempo, convirtiéndose en residuos.

De igual forma, se aconseja revisar periódicamente las condiciones de los envases que contienen los residuos, también debe plantearse la posibilidad de tratamiento in situ como una forma de reducción de la peligrosidad y la reutilización de los mismos como materia prima de otros procesos, siempre y cuando se disponga de las instalaciones y personal adecuado.

7.8 Impacto ambiental y en la salud de los residuos mal manejados

El manejo inadecuado de residuos biológico y químicos puede generar graves impactos ambientales y de igual forma afectar la salud de seres humanos y animales, estos desechos mal gestionados contaminan suelos, agua y el aire, favoreciendo la proliferación de agentes patógenos y sustancias tóxicas; pudiendo provocar enfermedades respiratorias, gastrointestinales y otras afecciones, además de dañar ecosistemas y la biodiversidad del planeta.

Por ello, es imprescindible implementar y ejecutar prácticas responsables para minimizar estos riesgos y proteger tanto al entorno como la salud pública.

Según, Mora (2025), la gestión inadecuada de residuos biológicos y químicos en diferentes áreas y en especial en la salud, funda riesgos reveladores para la salud humana y el medio ambiente, en donde la falta de clasificación y manejo seguro de residuos biológicos acrecienta la propagación de infecciones entre personal, pacientes y comunidad; asimismo, la mala gestión de residuos químicos contamina suelos y aguas, afectando ecosistemas y la salud humana a través de la cadena alimentaria.

De igual forma, es relevante mencionar que esta contaminación puede causar enfermedades respiratorias y gastrointestinales, esencialmente en comunidades vulnerables. Igualmente, los residuos dañan la flora y fauna, provocando pérdida de biodiversidad y afectando la capacidad del planeta para sostener la vida; encontrándose que, por tal motivo, la no existencia de prácticas sostenibles como el reciclaje empeora estos impactos ambientales a largo plazo.

BIOSEGURIDAD

UN ESCUDO PARA LA SALUD

Capítulo 8

Vigilancia Epidemiológica y Control de Brotes

AUTORES: José Manuel Piguave Reyes; Yomaira Estefanía Pincay Reyes;
Jefferson Alexander Sornoza Párraga; Aján Nemias Holguín Quichimbo



8.1 Introducción

La vigilancia epidemiológica y el control de brotes son componentes principales para la prevención y gestión de enfermedades en comunidades y centros de salud; permitiendo detectar de manera temprana la aparición de casos para implementar medidas oportunas y de igual forma lograr su control oportuno, asimismo su contención y mitigación de propagación, logrando proteger la salud pública y minimizando el impacto sanitario.

García (2024)

La vigilancia es una de las tareas fundamentales de la Epidemiología y cumple una función básica de la Salud Pública, misma que debe estar organizada y conducida por funcionarios capacitados y reconocidos por su quehacer ético. El producto de la vigilancia se convierte en información estratégica para la consolidación y renovación de las políticas de salud de un país y los estados y municipios que lo conforman a corto, mediano y largo plazos. (p. 27)

8.2 Vigilancia Epidemiológica

García (2024), la vigilancia epidemiológica es la recopilación, análisis e interpretación metodológica y constante de datos para utilizarlos en la planificación, ejecución y evaluación de intervenciones en salud pública encaminada a prevenir y controlar los riesgos y daños a la salud.

Asimismo, la vigilancia epidemiológica se utiliza para mantener actualizado el estado de salud de una población mediante la caracterización de morbilidad, incapacidad, mortalidad, esperanza de vida y años de vida saludable; de igual forma en algunos países, también incluye información sobre determinantes sociales, desigualdades e inequidades en salud; de igual forma, ayuda a identificar necesidades de investigación epidemiológica y participa activamente en el diseño, ejecución y evaluación de programas de salud prioritarios.

Asimismo, la vigilancia epidemiológica envuelve varios tipos:

- Pasiva: basada en el registro de casos por médicos en centros de salud.
- Activa: obtenida mediante encuestas, estudios de brotes y tamizajes en el lugar de los hechos.
- Sistemas especiales: seguimiento exhaustivo de enfermedades específicas por su importancia epidemiológica, como VIH/SIDA.

- Vigilancia centinela: realizada en grupos o unidades seleccionadas para obtener información detallada y constante, aunque no siempre representativa para calcular incidencia.
- Vigilancia sindrómica: uso de algoritmos clínicos y epidemiológicos para identificar enfermedades agrupadas por síndromes.
- Vigilancia de trazadores y predictores de riesgo: seguimiento de variables que anticipan la aparición de enfermedades, incluso en sectores como agricultura o salud animal.

Así, la vigilancia epidemiológica va más allá del registro de enfermedades, incorporando factores y predictores de riesgo para una visión integral de la salud pública.

8.3 Importancia de la vigilancia epidemiológica en la bioseguridad

La vigilancia epidemiológica es primordial para la bioseguridad, ya que permite la detección temprana y el monitoreo continuo de posibles amenazas infecciosas, facilitando la implementación oportuna de medidas preventivas y de control, reduciendo la propagación de enfermedades y protegiendo la salud del personal, pacientes, la comunidad y el medio ambiente.

Además, contribuye a identificar factores de riesgo y evaluar la efectividad de las intervenciones, fortaleciendo así los protocolos de bioseguridad y garantizando un entorno más seguro.

Boucourt (2022), la vigilancia epidemiológica es clave para prevenir enfermedades infecciosas emergentes y reemergentes, que han aumentado en las últimas dos décadas debido a diversos agentes como virus, bacterias y parásitos, además como su manifestación varía según la vulnerabilidad poblacional, condiciones ambientales y factores sociopolíticos, complicando su control, especialmente ante la resistencia antimicrobiana.

En donde, para enfrentar estos retos, se requiere un enfoque integral que combine vigilancia epidemiológica, diagnóstico de laboratorio avanzado y estrategias de bioseguridad como la prevención sostenible, apoyadas en recursos humanos capacitados y redes de comunicación eficientes, permitiendo una respuesta rápida y efectiva ante posibles brotes.

8.4 Indicadores de Infecciones Asociadas a la Atención en Salud

Álvarez (2020), las Infecciones Asociadas a la Atención en Salud (IAAS), anteriormente llamadas infecciones nosocomiales, son definidas por la OMS como aquellas que un paciente adquiere durante su tratamiento en un hospital

u otro centro de salud y que no estaban presentes o en incubación al momento de su ingreso, de igual forma para el Centro para el Control de Enfermedades de Atlanta las define como cualquier infección que no estuviera presente al ingreso y que se manifieste clínicamente, ya sea durante procedimientos quirúrgicos, endoscopias u otros diagnósticos, así como aquellas que se presentan después del alta y están vinculadas a la atención hospitalaria y ambulatoria.

Para la Asociación Mexicana para el Estudio de las Infecciones Nosocomiales (2022), existen 4 tipos principales de IAAS, asociadas a procedimientos invasivos o quirúrgicos:

- Infección de tracto urinario asociada al uso de catéter.
- Neumonía asociada al uso de ventilador.
- Infección de sitio quirúrgico.
- Infección del torrente sanguíneo asociada al uso de catéter.

Según, la Secretaría de Salud del gobierno de México (2024), la cual muestra los principales indicadores de IAAS, como se observa en la tabla --- donde se presenta las Tasas de Incidencia (TI) y letalidad de las IAAS para 2023, en el cual se puede verificar que la Incidencia de IAAS por cada 100 egresos fue de 2.8, así como una TI de 7.8 por cada 1,000 días pacientes.

Principales indicadores de IAAS obtenidos en 2023.

Indicador	Valor anual 2023
Incidencia de IAAS por cada 100 egresos	2.8
TI de IAAS por cada 1,000 días paciente	7.8
Letalidad	4.7
TI de NAVM por cada 1,000 días ventilación mecánica	14
TI de ITS-CC por cada 1,000 días catéter central	2.2
TI de IVU-CU por cada 1,000 días catéter urinario	4.2
Incidencia de ISQ por cada 100 cirugías	0.8

Nota. Tomado de Manual de Procedimientos Estandarizados para la Vigilancia Epidemiológica de las Infecciones Asociadas a la Atención de la Salud de la Secretaría de Salud del gobierno de México (2024), https://www.pediatrica.gob.mx/archivos/burbuja/13.2.1_Manual_IAAS_RHOVE_2024.pdf

De igual forma, para el Hospital Claudio Vicuña (2024), los indicadores (tasas de IAAS) que utiliza el sistema de vigilancia son determinados para cada tipo de infección, el cual utiliza dos tipos de tasas en IAAS:

- Pacientes infectados/pacientes expuestos x 100: este indicador se utiliza cuando la exposición es única y solo se espera un episodio de IAAS por paciente.
- Episodios de IAAS/días de exposición x1000: este indicador se utiliza cuando la exposición es prolongada en tiempo y se pueden presentar varios episodios de IAAS durante este periodo.

Fuente de información para la creación de Tasas de IAAS:

- IAAS detectadas: formularios de notificación de IAAS detectadas.
- Días de exposición al invasivo de todos los pacientes expuestos en el caso de pacientes con CUP, CVC VMI, se crea en base a planilla mensual de pacientes con invasivos y días de exposición enviada por supervisoras mensualmente y registros de IAAS.
- Para el denominador de las IHOp, endometritis y días hospitalización de lactantes y neonatos, la información mensual para denominador es enviada por la unidad de – estadística. También registros propios de IAAS.
- Los documentos de vigilancia, planillas, resultado de cultivos, notificaciones, informes y estadísticas mensuales se encuentran en archivos tangibles y/o digitales, en oficina del programa de Control de Infecciones. Fuentes de datos y registros en proceso de actualización (desde año 2022).
- El cálculo de tasas es mensual para indicadores obligatorios como no obligatorios.
- Indicadores mensuales Obligatorios también se registran en los sistemas informáticos vigentes.

Formula indicadores: Infección Torrente Sanguíneo. ITS/CVC

a.1 Tasa ITS/CVC Ad.	Tasa de infección del torrente sanguíneo asociado al uso de catéter venoso central en pacientes adulto hospitalizados	Numero de infecciones del torrente sanguíneo en pacientes adultos hospitalizados con uso CVC en un periodo determinado $\times 1000$ Total de días de uso de catéter venoso central en pacientes adultos hospitalizados en el mismo periodo
a.2 Tasa ITS/CVC Neo	Tasa de infección del torrente sanguíneo asociado al uso de catéter venoso central en pacientes Neonatos hospitalizados	Numero de infecciones del torrente sanguíneo en pacientes neonatos hospitalizados con uso CVC en un periodo determinado $\times 1000$ Total, de días de uso de catéter venoso central en pacientes neonatos hospitalizados en el mismo periodo
a.3 Tasa ITS/C Umb.	Tasa de infección del torrente sanguíneo asociado al uso de catéter umbilical en pacientes neonatos hospitalizados	Numero de infecciones del torrente sanguíneo en pacientes neonatos hospitalizados con uso Catéter umbilical en un periodo determinado $\times 1000$ Total, de días de uso de catéter umbilical en pacientes neonatos hospitalizados en el mismo periodo

Nota. Tomado de Sistema de vigilancia epidemiológica de infecciones Asociadas a la Atención de Salud de Hospital Claudio Vicuña (2024), <https://hcv.cl/HCV2/wp-content/uploads/2024/06/GCL-3-2-SISTEMA-DE-VIGILANCIA-EP>

8.5 Identificación y notificación de brotes

8.6 Medidas de control y prevención de brotes

Padilla (2021), para el control y prevención de enfermedades, se utilizan diversas medidas que buscan interrumpir las cadenas de transmisión.

- Aislamiento: separar a una persona infectada (con o sin síntomas) del resto de la población durante todo el periodo en que pueda contagiar, con diferentes niveles de restricción según el modo de transmisión.
- Cuarentena: limitar el movimiento de personas sanas que han estado en contacto con un caso confirmado, durante el periodo de incubación, para evitar posibles contagios.
- Confinamiento: cuarentena preventiva aplicada a toda una población cuando la transmisión está fuera de control, que puede incluir restricciones en la movilidad interna o perimetral para evitar la propagación hacia y desde otras áreas.

En donde, el objetivo de estas medidas es interrumpir la transmisión del agente infeccioso, asimismo, el control total de una epidemia puede manifestarse de distintas formas:

- Eliminación: cuando no se registran nuevos casos, aunque el agente aún puede circular, por lo que se debe mantener la vigilancia para prevenir rebrotes.

- **Eradicación:** desaparición completa del agente infeccioso, sin necesidad de vigilancia específica; requiere cumplir criterios como la existencia de intervenciones eficaces, herramientas diagnósticas y que el humano sea el único reservorio, como ocurrió con la viruela.
- **Inmunidad de grupo:** protección colectiva que surge cuando un alto porcentaje de la población es inmune, reduciendo la transmisión.

8.7 Investigación de brotes y respuesta de emergencia

Organización Mundial de la Salud (2026), la investigación de un brote sigue un enfoque sistemático que comienza con la confirmación de su existencia y continúa hasta la comunicación de resultados para mejorar la preparación futura.

En donde, este proceso busca comprender, controlar y gestionar el brote eficazmente, en coordinación con autoridades y comunidades, permitiendo a los profesionales de salud pública tomar decisiones informadas para contener la enfermedad y prevenir su propagación.

Etapas a cumplir

- La investigación de un brote comienza confirmando un aumento inusual de casos y verificando el diagnóstico mediante datos clínicos y de laboratorio.
- Se implementan medidas de control inmediatas para prevenir su propagación.
- Se desarrolla una definición de caso clara para identificar y clasificar los casos (sospechosos, probables, confirmados).
- A medida que se obtiene más información, se refina esta definición y se realiza una búsqueda activa de casos y contactos, recopilando datos estandarizados para análisis epidemiológicos (tiempo, lugar, persona).
- Se generan y prueban hipótesis sobre la fuente y modo de transmisión mediante estudios adicionales y evaluaciones de laboratorio, adaptando y reforzando las medidas de control específicas según el agente causal.
- Finalmente, se comunica de manera clara y oportuna con comunidades, autoridades y público, compartiendo resultados para mejorar la respuesta y prevención futura.

8.7 Protocolos de Aislamiento

García (2024), los protocolos de aislamiento se dividen en varias categorías según la vía de transmisión del agente infecciosos, como lo son aislamiento de contacto, por gotas y aéreo; donde cada condición tiene pautas específicas.

En el aislamiento de contacto, dentro de las medidas de precaución se encuentran uso de bata y guantes antes de entrar en la habitación del paciente y la implementación de técnicas rigurosas de desinfección de superficies y equipos médicos.

En el aislamiento por gotas, las precauciones incluyen el uso de mascarillas quirúrgicas por parte del personal sanitario y la restricción de visitantes sin protección adecuada, de igual forma se debe mantener una distancia mínima de un metro entre el paciente y otras personas para restar el riesgo de transmisión.

En el aislamiento aéreo se requiere el uso de respiradores N95 por parte del personal sanitario y la colaboración del paciente en una habitación con presión negativa para evitar el esparcimiento de partículas infecciosas en el aire.

8.8 Sistemas de vigilancia epidemiológica

García (2024), sistema de vigilancia epidemiológica es un conjunto de procesos organizados por cada país para obtener información precisa y oportuna sobre la salud de la población, facilitando la toma de decisiones en Salud Pública; en donde cada sistema es único, adaptado al contexto, perfil epidemiológico y recursos disponibles de la nación.

No obstante, existen lineamientos internacionales de organismos como la Organización Mundial de la Salud, Organización Panamericana de la Salud y Centro para el Control de enfermedades de Estados Unidos y la Comunidad Europea, cada país desarrolla su propio sistema según sus necesidades y capacidades.

De igual forma el sistema de vigilancia epidemiológica esta compuesta por una serie de elementos, tales como un marco legal y regulatorio, sistema de información, análisis de datos y toma de decisiones, supervisión y evaluación, capacitación e incentivos y coordinación, ver tabla.

Principales elementos de un sistema de vigilancia epidemiológica

Elemento	Características generales
Marco legal y regulatorio	Conjunto de leyes, normas y reglamentos que dan soporte político y económico al sistema de vigilancia epidemiológica, incluye a los cuerpos colegiados en los diferentes niveles de organización del sistema de salud que revisan y actualizan el marco legal y la operación de la vigilancia
Sistema de información	Se refiere a los procesos de recolección y procesamiento de la información. Consiste en recoger la información de manera sistemática y convertir los datos en indicadores de salud, apoyados en mecanismos de comunicación y automatización de la información para que esté disponible en tiempo y forma para la toma de decisiones. En este elemento es crítico tener definiciones operacionales estandarizadas y comparables al menos a nivel nacional. El sistema de vigilancia epidemiológica debe contar con un sistema de información general y tener los sistemas de información necesarios y especiales en correspondencia con la vigilancia de enfermedades de las cuales se requiera información a profundidad (véase ejemplo 1, en texto)
Análisis de datos y toma de decisiones	Estrechamente ligado y dependiente al anterior, este elemento debe estar presente en todos los niveles de organización del sistema de salud, y en éste se deben identificar grupos vulnerables, tendencias, diferencias geográficas, económicas o sociales, así como áreas de intervención que permitan tomar acciones oportunas para la prevención o el control de los riesgos y daños a la salud. Incluye el establecimiento de hipótesis sobre los problemas de salud que requieran una investigación epidemiológica (véase ejemplo 2, en texto)
Supervisión y evaluación	Los procesos deben ser supervisados y evaluados de manera aleatoria en sus diferentes niveles para asegurar el cumplimiento de los objetivos del sistema
Capacitación e incentivos	Es fundamental que todo el personal que interviene en la notificación de casos, recolección de información, tabulación, análisis y toma de decisiones se encuentre capacitado en cada uno de los procesos, la forma de operar, manejo de formatos, aplicación de criterios establecidos en el sistema, etc. Todos los involucrados deben conocer el papel que juegan en el sistema
Coordinación	El sistema es operado por las autoridades sanitarias y de Epidemiología en cada uno de los niveles operativos (local, estatal y nacional); el principal reto en este elemento es la articulación entendida como la comunicación, coordinación y colaboración efectiva entre los actores de los diferentes niveles que permitan la adecuada toma de decisiones de acuerdo con el nivel de responsabilidad de cada área

Nota. Tomada de Vigilancia epidemiológica de García (2024), <https://dsp.fac-med.unam.mx/wp-content/uploads/2024/07/Vigilancia-epidemiologica.pdf>

Asimismo, el sistema de vigilancia epidemiológica debe conseguir cumplir una serie de objetivos:

- Detectar con anticipación situaciones de riesgo que afecten la salud de la población.
- Conservar la información sobre el comportamiento y las tendencias de las enfermedades en un área geográfica determinada.
- Detectar e identificar grupos vulnerables, grupos de riesgo, así como los factores de riesgo en esa población.
- Colaborar de manera activa en el proceso de selección y evaluación de las acciones a llevar a cabo para prevenir o controlar los riesgos o perjuicios sobre la salud.

De igual forma el sistema de vigilancia cumple una serie de actividades ver tabla

Actividades de los sistemas de vigilancia epidemiológica

- Detección de casos, brotes y epidemias de interés
- Registro sistemático de datos
- Confirmación de casos y riesgos apoyada por estudios de laboratorio e investigación epidemiológica
- Comunicación oportuna de casos (sospechosos o confirmados) o riesgos identificados hacia los diferentes niveles de operación del sistema
- Análisis e interpretación periódica de datos, por ejemplo, actualización e interpretación cotidiana de canales endémicos, mapeo de casos, comparación de tasas de incidencia y prevalencia con enfoque de riesgo
- Mecanismos de respuesta establecidos ante la presencia de casos. Aplicación de manuales o guías de operación que incluya las intervenciones de prevención y control plausibles y conocidos para la enfermedad o riesgo a la salud identificado, por ejemplo: vacunación, educación para la salud, tratamientos profilácticos, cloración, etcétera
- Difusión de la información y retroalimentación hacia las instituciones y actores involucrados, cumpliendo las normas de transparencia y confidencialidad aplicables al país en cuestión. Ahora los boletines difundidos por vía digital e internet son un método muy común

Nota. Tomada de Vigilancia epidemiológica de García (2024), <https://dsp.fac-med.unam.mx/wp-content/uploads/2024/07/Vigilancia-epidemiologica.pdf>

8.9 Educación y Capacitación del Personal

La educación y capacitación del personal son pilares fundamentales en la vigilancia epidemiológica y el control de brotes, en donde un personal bien formado está capacitado para detectar tempranamente casos sospechosos, notificar adecuadamente, participar en la investigación y aplicar medidas de control eficaces.

Por tal motivo, la capacitación continua asegura el conocimiento actualizado sobre protocolos, uso correcto de equipos de protección, técnicas de muestreo y manejo de datos, fortaleciendo la respuesta rápida y coordinada ante emergencias sanitarias y contribuyendo a la protección de la salud pública.

Machado (2022)

La capacitación del personal de salud ha jugado un importante rol en las acciones contempladas en el protocolo inicial. La experiencia en el enfrentamiento a otras enfermedades como el dengue y el cólera ha mostrado al personal médico, paramédico y de servicios con un rol decisivo en la mitigación de los efectos de las situaciones epidemiológicas. (p. 3)

BIOSEGURIDAD

UN ESCUDO PARA LA SALUD

Capítulo 9

Bioseguridad y Tecnología

AUTORES: Richard José Salvatierra Chica; Tatiana Jazmín Piguave Figueroa;
José Andrés Guamán Nieto; Jared Salomé Macías Flores



9.1 Introducción

La bioseguridad y la tecnología está cada vez más interrelacionadas, ya que los avances tecnológicos ofrecen herramientas innovadoras para mejorar la prevención, control y la gestión de riesgos biológicos, en donde su cuenta con la inteligencia artificial, el análisis de datos masivos como big data, sistemas de monitoreo en tiempo real y dispositivos de diagnóstico rápido, los cuales permiten una vigilancia epidemiológica más precisa y eficiente, de igual forma la automatización avanzada contribuye a reducir la exposición del personal a agentes peligrosos, optimizando los protocolos de bioseguridad y fortaleciendo la protección tanto en entornos de salud como en laboratorios e industrias relacionadas.

Como indica González (2021):

El derecho a la vida y su preservación es un fundamento que la humanidad ha asumido en su concepción normativa. Los avances de la ciencia y la técnica se aprovechan para mejorar la calidad de vida de los seres humanos; no obstante, el uso irreflexivo e indiscriminado de estos avances muchas veces constituye una amenaza para la vida. Es por ello, que la seguridad biológica ocupa un lugar importante en la opinión pública de muchos países en los últimos sesenta años.

Aunque el reconocimiento de los riesgos data de mucho tiempo -a través de la epidemiología hospitalaria para la organización de los sistemas, disminución de riesgos y el conocimiento de los agentes etiológicos-, se impone un análisis serio y un compromiso moral en la utilización de los nuevos descubrimientos, en aras de una vida plena para las actuales y futuras generaciones. Es necesario la formación de profesionales capaces de comprender y actuar a la altura de los retos que impone el actual desarrollo científico y tecnológico, sin que ello constituya un riesgo para los seres vivos. (1675)

Por otro lado, según Chaves (2025), las amenazas a la bioseguridad, como las pandemias, el bioterrorismo y los accidentes de laboratorios, continúa siendo algunos de los mayores desafíos para la salud global, en donde el COVID 19 evidencio la necesidad urgente de fortalecer los sistemas de detección, respuesta y prevención frente a riesgos biológicos emergentes, asimismo, el riesgo bioterrorista aumenta debido a los avances tecnológicos y la mayor accesibilidad a patógenos peligrosos. Igualmente, la combinación de tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial y la biología sintética, incrementan el potencial uso malicioso de agentes biológicos, lo que requiere una vigilancia constante y cooperación internacional para reducir estos riesgos.

9.2 Uso de Tecnologías para mejorar la Bioseguridad

El uso de tecnología para mejorar la bioseguridad incluye herramientas que permiten la detección temprana de agentes patógenos, el monitoreo en tiempo real de ambientes y personal y la automatización de procesos de desinfección y esterilización, asimismo, plataformas digitales que facilitan la vigilancia epidemiológica y la gestión de datos, optimizando la respuesta antes riesgos biológicos.

Tales como, dispositivos portátiles y aplicaciones móviles que promueven el seguimiento continuo de la salud, mientras que la inteligencia artificial y el análisis de big data contribuye a predecir brotes y mejorar las estrategias de prevención y igualmente fortaleciendo la protección del personal y la comunidad, haciéndola más eficiente y segura.

Como afirma, Chaves (2025), las tecnologías emergentes, tanto como otras están formando parte del futuro de la bioseguridad a nivel mundial, dentro de estas se pueden encontrar los gemelos digitales, estos se enfatizan por facilitar la simulación de escenarios complejos como brotes epidémicos, también la integración de datos en tiempo real para predecir y personalizar intervenciones médicas, asimismo el internet de las cosas (Lot), el cual se aplica en la monitorización de áreas de laboratorio, llegando a optimizar la seguridad y la respuesta a eventualidades; igualmente la computadora cuántica en donde esta ofrece nuevas posibilidades en el modelado de interacciones patógeno y huésped, facilitando en menor tiempo la comprensión de mecanismos infecciosos complejos.

En el mismo orden de ideas, es importante resaltar que la unificación de estas tecnologías consigue vigorizar elocuentemente estrategias mundiales de bioseguridad, igualmente, fomentando mecanismos de respuesta rápida y efectiva ante las amenazas de origen biológico.

De igual forma, para Renu (2021) la pandemia del CPVID 19, impulso la rápida adopción de tecnología digitales esenciales para gestionar y prevenir riesgos sanitarios; fortaleciendo a la bioseguridad, ya que permiten implementar medidas de distanciamiento, higiene y control de la transmisión, así como mantener actividades críticas sin interrupciones.

Tales como la tecnología de impresión 3D, la cual es utilizada para diseñar mascarillas quirúrgicas, la cual es efectiva para reducir la exposición a virus, también el entrenamiento en línea, por medio del cual las personas no necesitan salir de sus casas y están conectados al internet para cualquier asesoría sea educativa de negocio o de diversión, no existiendo el riesgo al

aglomeramiento de personas, de igual forma, la telesalud permitiendo consultas online, para un diagnóstico o tratamiento y monitoreo.

9.3 Aplicaciones de la tecnología en la detección y diagnóstico de enfermedades

Las tecnologías aplicadas en la detección y diagnóstico de enfermedades han revolucionado la medicina al permitir procesos más rápidos, precisos y accesibles, donde se pueden mencionar, el diagnóstico molecular, las imágenes médicas avanzadas, dispositivos portátiles y biosensores, inteligencia artificial, telemedicina, entre otras.

En opinión de Donoso (2024), en su trabajo de investigación:

La tecnología emerge como una herramienta poderosa en la atención médica que permite que los médicos sean más precisos en el diagnóstico de enfermedades y los tratamientos personalizados. La IA mejora sustancialmente la precisión y la rapidez del diagnóstico; la robótica mejora la eficacia de procedimientos médicos, principalmente, quirúrgicos y la rehabilitación; la telemedicina facilita el acceso a la atención médica a distancia y reduce costos. A pesar de los desafíos éticos y de privacidad, la implementación adecuada y cuidadosa de estas tecnologías puede mejorar enormemente la atención médica. El estudio de la tecnología en la medicina presenta tanto desafíos como oportunidades. Es fundamental abordar las limitaciones relacionadas con el acceso, costo y ética, al tiempo que se aprovechan las ventajas potenciales para mejorar la atención médica y la calidad de vida de los pacientes. El desarrollo responsable y la regulación adecuada son cruciales para garantizar un uso efectivo y ético de estas tecnologías en el campo de la medicina. (p. 1198)

De igual manera, para Facila (2024), la telemedicina facilita la atención médica a distancia mediante la tecnología de la información, permitiendo a mismo tiempo el diagnóstico, monitoreo y seguimiento de enfermedades como las cardiovasculares entre otras, en donde se requiere un enfoque multidisciplinario para integrar estas tecnologías de forma segura en la práctica clínica; de igual forma, estos avances tecnológicos mejoran la accesibilidad y eficiencia del cuidado.

Tal como sostiene, Villa (2025), el progreso de la tecnología y su relación con el campo de la medicina, específicamente la inteligencia artificial, la cual ha transformado elocuentemente la automatización de procesos, el análisis de grandes volúmenes de datos y la toma de decisiones más precisas, de igual forma su aplicación en el diagnóstico médico, revolucionando así la forma de identificar las patologías, por medio de algoritmos y procesamiento de imágenes, permitiendo al mismo tiempo analizar datos biomédicos.

9.4 Desafíos y oportunidades de la tecnología en la bioseguridad

La tecnología en bioseguridad presenta tanto desafíos como oportunidades, entre los que se destacan la necesidad de invertir en infraestructura adecuada, garantizar la seguridad y privacidad de los datos, y superar la brecha digital que limita el acceso y uso por parte de algunos usuarios, además, de la integración de nuevas tecnologías en sistemas existentes, que puede ser compleja y requerir capacitación continua del personal.

Por otro lado, las oportunidades incluyen la mejora en la detección temprana y monitoreo de riesgos biológicos, el fortalecimiento de la vigilancia epidemiológica mediante análisis de datos avanzados, y la automatización de procesos para reducir la exposición humana a agentes peligrosos.

Asimismo, al unirse se puede afirmar que la tecnología tiene el potencial de optimizar la bioseguridad, siempre que se gestione con un enfoque integral y responsable.

Según, De Haro (2024):

La IA está revolucionando la biología sintética, ofreciendo oportunidades inigualables para avances médicos, a la vez que plantea desafíos únicos en materia de bioseguridad. El papel de la IA en la mejora de las capacidades de investigación, desde la edición genética hasta el diseño de proteínas, es significativo, acelerando el descubrimiento científico y optimizando las soluciones. Sin embargo, este avance tecnológico también conlleva importantes riesgos de bioseguridad, como el posible uso indebido de la IA para diseñar agentes biológicos dañinos o vulnerar la seguridad de los datos. (p. 106)

Como menciona, Li (2025), con el avance de las tecnologías de edición genómica y su posible aplicación en las diferentes áreas de la medicina y la biotecnología, así como representa un gran avance, también simboliza posibles restos de bioseguridad; por tal motivo para asegurar la seguridad y la eficiencia de las tecnologías de edición genómica es importante perfeccionar y optimizar la investigación y la formulación de políticas futuras en muchos aspectos.

En el mismo orden de ideas, según Renu (2021), los grandes avances tecnológicos en bioseguridad han sido adoptado durante la pandemia del COVID 19 y después de la misma por algunos países, con grandes limitaciones en naciones subdesarrollados y en desarrollo.

9.5 Tecnologías de desinfección y esterilización

Las tecnologías de desinfección y esterilización son herramientas clave para eliminar o reducir microorganismos en superficies, instrumentos y ambientes, garantizando la seguridad en entornos clínicos, laboratoriales e industriales.

Tales como la desinfección química, por luz ultravioleta; igualmente, en la esterilización la cual busca la eliminación total de todos los microorganismos, incluyendo esporas, encontrándose este método por calos húmedo, por calor seco, química y por radiación.

En donde estas tecnologías se seleccionan según el tipo de material, el nivel de contaminación y la aplicación específica, garantizando la efectividad y seguridad en la prevención de infecciones.

De acuerdo con Hurtado (2024), las innovaciones tecnológicas en desinfección y esterilización han mejorado significativamente la reducción de infecciones asociadas a la atención sanitaria, en donde juegan un papel protagónico la luz pulsada, plasma frío y UV-C, así como combinaciones con peróxido de hidrógeno vaporizado, los cuales ofrecen una alta eficacia sin residuos tóxicos, optimizando la seguridad en áreas crítica.

Por otro lado, los sistemas electrónicos de monitoreo de higiene de mano aumentan la adherencia a protocolos y mejoran las prácticas clínicas, aunque su implementación presenta desafíos, estas tecnologías son esenciales para fortalecer la prevención y el control de infecciones hospitalarias.

Asimismo, los avances como textiles antimicrobianos y compuestos avanzados y modelos predictivos con aprendizaje automático prometen un futuro más preciso y adaptado a las necesidades clínicas, en prevención llegando a ser más precisos y efectivos.

9.6 Sistemas de información y vigilancia epidemiológica

Los sistemas de información en vigilancia epidemiológica son plataformas tecnológicas que recopilan, procesan, analizan y difunde datos relacionados con la salud pública, en donde estos sistemas permiten la detección temprana de brotes, el monitoreo continuo de enfermedades, la identificación de tendencias y la evaluación de intervenciones sanitaria.

En el momento, de integrar datos de diferentes fuentes, se facilita la toma de decisiones basadas en evidencias, mejoran la coordinación entre instituciones y se fortalece la capacidad de respuesta ante emergencias sanitarias,

siendo así su eficiencia clave para mantener un control efectivo de la salud poblacional.

Desde el punto de vista de Barrientos (2025):

Los sistemas de vigilancia epidemiológica y monitoreo, incluyendo la función de los laboratorios, son esenciales para detectar tempranamente una enfermedad emergente con potencial pandémico y responder adecuadamente ante una crisis sanitaria de interés nacional o internacional potencial o declarada. Por lo tanto, la fortaleza de la estructura y operación de estos sistemas requieren que funcionen con alto desempeño y calidad de manera rutinaria durante estabilidad sanitaria, nutriendo con información en tiempo y forma al sistema de salud para garantizar la orientación adecuada de los programas de prevención y control y, de esta manera, la detección oportuna y atención adecuada de una pandemia. (p. 369)

Para Yépez (2020), la vigilancia epidemiológica es recomendable llevarla por medio de herramientas tecnológicas de información y comunicación, ya que esto permite la precisa de una gestión incesante innovación en las instituciones de salud, en donde esta inclusión de sistemas de tecnología y computación para mantener un sistema de vigilancia epidemiológica en relación con las políticas públicas que promuevan la prevención y el control de diversas enfermedades como por ejemplo el Covid-19, de igual forma esta pericia permite mantener la salud de la comunidad en general y un desarrollo sostenible y sustentable de cada país.

9.7 Innovaciones en Bioseguridad

Las innovaciones en bioseguridad están transformando la manera en que se previenen y controlan los riesgos biológicos en entornos de salud, laboratorios e industrias, entre las principales novedades destacan el uso de tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial para la detección temprana de brotes, sistemas automatizados para la desinfección y esterilización, y dispositivos portátiles para monitoreo en tiempo real de agentes patógenos, además, se desarrollan nuevos materiales antimicrobianos y técnicas de descontaminación más eficientes y sostenibles.

Estas innovaciones permiten mejorar la protección del personal, la comunidad y el medio ambiente, de igual forma optimizar los procesos de vigilancia y respuesta, fortaleciendo la seguridad sanitaria de manera integral.

En opinión de Fastercapital (2025), es notable mencionar a ciertas innovaciones clave para la bioseguridad que permiten su fortalecimiento, tales como

la vigilancia conectada al Internet de las Cosas, herramientas portátiles de rastreo molecular y genómico, la inclusión del bienestar y valores humanos en la toma de decisiones, y modelos socioambientales con captura de datos, en donde, estas innovaciones facilitan el trabajo interdisciplinario global para desarrollar soluciones científicas efectivas contra amenazas a la bioseguridad.

Es relevante mencionar que la bioseguridad es cada vez más crucial en un mundo interconectado, y las tecnologías innovadoras juegan un papel clave para mejorar la prevención, detección y respuesta ante riesgos biológicos.

Dentro de las innovaciones de la bioseguridad se encuentra la inteligencia artificial que según, Fuller (2025), sirve como apoyo:

Las herramientas biológicas basadas en IA pueden mejorar la bioseguridad y mitigar las amenazas biológicas al optimizar la predicción, la detección, la prevención y la respuesta, según el informe. Esto incluye mejorar la biovigilancia y acelerar el desarrollo de contramedidas médicas en respuesta tanto a amenazas biológicas intencionales como a brotes naturales de enfermedades infecciosas. (p.1)

BIOSEGURIDAD

UN ESCUDO PARA LA SALUD

Capítulo 10

Desafíos y Oportunidades en la Bioseguridad

AUTORES: Solange Karina Quijije Segovia; Gabriela Beatriz Genovesi Anguizaca;
María Sdrina Álava Cedeño; Wilinson Darío Zambrano Mendoza



10.1 Introducción

La bioseguridad enfrenta una serie de desafíos y oportunidades que impactan directamente en la protección de la salud pública y la prevención de riesgos biológicos, entre estos retos se destacan la rápida evolución de amenazas como pandemias y bioterrorismo, así como las limitaciones en recursos y capacitación; sin embargo estos desafíos también impulsan la innovación tecnológica, la colaboración interdisciplinaria y el desarrollo de políticas más efectivas, abriendo caminos a soluciones avanzadas que fortalecen la capacidad de respuesta y la seguridad en diversos entornos, convirtiéndose estas en grandes oportunidades.

10.2 Desafíos actuales y futuros en la bioseguridad

Los desafíos actuales en bioseguridad incluyen la aparición constante de nuevas enfermedades infecciosas, el riesgo creciente de bioterrorismo, la resistencia antimicrobiana y las limitaciones en recursos y capacitación del personal. Además, la globalización y el cambio climático facilitan la propagación rápida de agentes biológicos. De cara al futuro, es fundamental fortalecer la cooperación internacional, innovar en tecnologías de detección y control, mejorar la infraestructura sanitaria y promover políticas integrales que garanticen una respuesta ágil y efectiva frente a amenazas emergentes, asegurando así la protección de la salud pública y los ecosistemas.

Cobos (2021)

La bioseguridad como disciplina ha evolucionado junto a la necesidad de ser cada día más responsable en el trabajo con los agentes biológicos o materiales biológicos que represente un riesgo para la salud humana y la comunidad. La bioseguridad se aplica cada vez más en diferentes escenarios, lo que demuestra su importancia en la actualidad, sin embargo, existen deficiencias en cuanto a su gestión debido al desconocimiento y a la baja percepción del riesgo, por eso es que se debe trabajar sobre la base de fomentar una cultura de la seguridad biológica como motor impulsor para la implementación de la bioseguridad ajustada a cada uno de los escenarios donde se deba aplicar. (p.15)

Dentro de los desafíos que enfrenta la bioseguridad, como explica Bonilla (2025), en su investigación expone que el personal de enfermería es el más vulnerable a riesgos biológicos en hospitales, debido a su exposición constante a fluidos corporales y materiales contaminados, agravándose esta situación por la falta de recursos y formación continua, de igual forma evidenciándose que los trabajadores reportan exposición por ausencia o uso

inadecuado de equipos de protección personal, asimismo señalan escasos frecuentes de insumos esenciales, reflejándose deficiencias institucionales que ponen en riesgo la seguridad tanto del persona como de los pacientes.

Por tal motivo, es crucial fortalecer programas de capacitación permanentes, garantizar la disponibilidad de equipos de protección personal de calidad y fomentar una cultura institucionale de bioseguridad, apoyada por políticas públicas sólidas, para reducir riesgos, prevenir infecciones y proteger la integridad del personal sanitario y de los pacientes.

Mijahuanca (2024), en el informe nuevo de la Organización Mundial de la Salud sobre la prevención y control de infecciones, se subraya la gravedad de las infecciones nosocomiales y la resistencia antimicrobiana, esto debido a la deficiencia en la ejecución apropiada sobre los protocolos de bioseguridad de los centros de salud y de los profesionales relacionados. En donde solo el 3,8 % de los 106 países estudiados en 2021.2022 se desempeñaron con las exigencias mínimas. Por otro lado, en una encuesta ejecutada en el año 2019 se expuso que el 15,2% de estos establecimientos efectuaban los estándares mínimos de cautela y manejo de infecciones, demostrando la poca fijación en la práctica de las normativas de bioseguridad.

10.3 Oportunidades para mejorar la bioseguridad en diferentes contextos

Las oportunidades para mejorar la bioseguridad en diferentes contextos incluyen:

Integración tecnológica: Incorporar herramientas avanzadas como inteligencia artificial, sensores inteligentes y sistemas de monitoreo en tiempo real para una detección temprana y respuesta rápida ante riesgos biológicos.

Capacitación continua: Fortalecer la formación del personal en protocolos de bioseguridad y manejo de emergencias para aumentar la eficacia en la prevención y control de infecciones.

Cooperación interdisciplinaria e internacional: Promover alianzas entre sectores de salud, agricultura, medio ambiente y organismos internacionales para abordar de manera conjunta las amenazas biológicas.

Desarrollo de políticas y normativas: Establecer marcos regulatorios claros y actualizados que garanticen la implementación efectiva de medidas de bioseguridad en entornos diversos.

Conciencia y educación comunitaria: Fomentar la participación y el compromiso de la sociedad en prácticas de bioseguridad para reducir riesgos a nivel local y global.

Innovación en infraestructura: Mejorar las instalaciones y recursos disponibles, asegurando ambientes seguros y adecuados para la manipulación y control de agentes biológicos.

Estas oportunidades permiten fortalecer la capacidad de respuesta y prevención, adaptándose a las características y necesidades específicas de cada contexto.

Aguerto (2024), dentro de las oportunidades para mejorar la bioseguridad en diferentes contextos se encuentran la capacitación continua del personal, el apoyo institucional y las mejoras de infraestructuras, siendo estos aspectos primordiales para la ejecución positiva de las medidas de bioseguridad, lo que conllevaría a optimar la calidad de la atención al paciente y reduciría el riesgo de infecciones nosocomiales.

Asimismo, la implementación de estas estrategias requiere el compromiso de las organizaciones y políticas de salud pública con una óptima dirección para así certificar un ambiente de trabajo seguro tanto para el personal, pacientes y comunidad.

10.4 Importancia de la colaboración y la cooperación en la bioseguridad

La colaboración y cooperación en bioseguridad son fundamentales para enfrentar de manera efectiva las amenazas biológicas que afectan la salud pública y los ecosistemas. Al unir esfuerzos entre gobiernos, instituciones de salud, sectores científicos, comunidades y organizaciones internacionales, se logra un intercambio eficiente de información, recursos y buenas prácticas. Esta sinergia facilita la detección temprana, respuesta coordinada y prevención de riesgos biológicos, fortaleciendo los sistemas de vigilancia y control. Además, la cooperación promueve el desarrollo de políticas integrales y la innovación tecnológica, indispensables para una bioseguridad global sólida y sostenible.

10.5 Bioseguridad y Salud global

La bioseguridad y la salud global están estrechamente vinculadas, ya que la protección contra riesgos biológicos es esencial para garantizar el bienestar de las poblaciones a nivel mundial. La bioseguridad contribuye a prevenir la aparición y propagación de enfermedades infecciosas, que pueden tener

un impacto transnacional debido a la movilidad humana y la globalización. Por ello, fortalecer sistemas de bioseguridad efectivos y coordinados internacionalmente es clave para enfrentar amenazas emergentes, proteger los ecosistemas y asegurar la salud pública global de manera sostenible.

Médicos y Pacientes (Médicos y Pacientes, 2022) La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha publicado un marco global para el uso responsable de las ciencias de la vida, instando a los países a mitigar los riesgos biológicos y mejorar la salud global. Este marco aborda la prevención del uso indebido accidental y deliberado de la biología, así como la gobernanza y supervisión necesarias para fomentar la innovación segura. Destaca la importancia de mecanismos anticipatorios y multidisciplinarios para gestionar los avances tecnológicos y se basa en tres pilares: bioseguridad, bioprotección de laboratorio y supervisión de investigación de doble uso. La OMS promueve la colaboración entre ministerios y partes interesadas para evaluar riesgos y fortalecer la gobernanza local y nacional, respaldando la implementación del marco con el fin de maximizar beneficios y minimizar riesgos en la salud mundial.

10.6 Investigación y desarrollo en bioseguridad

La investigación y el desarrollo en bioseguridad son esenciales para fortalecer la prevención, detección y control de riesgos biológicos que afectan la salud humana, animal, vegetal y los ecosistemas. A través de estudios científicos y avances tecnológicos, se buscan nuevas herramientas, métodos y estrategias que permitan anticipar amenazas emergentes, mejorar la eficacia de las medidas de protección y responder de manera más rápida y efectiva a incidentes biológicos. Además, la innovación en bioseguridad contribuye a la formación de políticas y protocolos actualizados que garantizan entornos más seguros y sostenibles a nivel global.

BIOSEGURIDAD

UN ESCUDO PARA LA SALUD



Publicado en Ecuador
Marzo 2026

Edición realizada desde el mes de enero del 2026 hasta marzo del año 2026, en los talleres Editoriales de MAWIL publicaciones impresas y digitales de la ciudad de Quito.

Quito – Ecuador

Tiraje 30, Ejemplares, A5, 4 colores; Offset MBO
Tipografía: Helvetica LT Std; Bebas Neue; Times New Roman.
Portada: Collage de figuras representadas y citadas en el libro.