



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Facultad de Ciencias de la Salud

Trabajo Fin de Grado

**GESTIÓN DE RESIDUOS
HOSPITALARIOS
GENERADOS DURANTE
LA PANDEMIA DE
COVID-19**

Alumno: Miguel Cantero Padilla

Tutor: Profa. Cristina Álvarez García

Dpto: Enfermería

Mayo 2022

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, me gustaría dar las gracias a mi familia, en especial a mi madre, que comparte la misma profesión y sabe lo bonita y a la vez lo dura que es. Me ha apoyado desde el primer momento y ha estado a mi lado para tomar las mejores decisiones. En segundo lugar, agradecer a mis amigos por estar siempre que los he necesitado y por los buenos momentos vividos.

Finalmente, agradecerme a mí mismo el esfuerzo realizado, porque al fin y al cabo si me hubiera rendido no hubiera llegado hasta el final. Me doy las gracias por no haber tirado nunca la toalla.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	5
1.1. Origen del Covid-19 y la pandemia	5
1.2. Clasificación de residuos biocontaminados	6
1.3. Proceso de eliminación de residuos	7
1.4. Tipos de técnicas de eliminación de residuos	8
1.5. Justificación	9
2. OBJETIVOS	11
3. METODOLOGÍA	12
3.1. Diseño del estudio	11
3.2. Estrategias de búsqueda	11
3.3. Criterios de inclusión y exclusión	13
3.3.1. Criterios de inclusión	13
3.3.2. Criterios de exclusión	13
3.4. Diagrama de flujo	13
3.5. Evaluación de calidad de resultados	14
4. RESULTADOS	15
4.1. Descripción de los resultados incluidos en la revisión.....	15
4.2. Impactos ambientales y efectos en la salud producidos por una mala gestión de residuos	19
4.3. Técnicas para desechar los residuos generados durante la COVID.....	23
4.4. Tipos de residuos generados durante la COVID.....	24
5. CONCLUSIONES	26
6. RECOMENDACIONES	27
6.1. Recomendaciones a corto plazo	27
6.2. Recomendaciones a largo plazo	28
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29

RESUMEN

La pandemia de Covid-19 se ha convertido en una amenaza y un gran desafío global. Se descubrió el primer brote de enfermedad por coronavirus en Wuhan, China, a principios de diciembre de 2019. A finales de enero de 2020, la Organización Mundial de la Salud (OMS) declaró el brote como una emergencia de salud pública de interés internacional y posteriormente lo declaró pandemia en marzo de 2020. La transmisión de Covid-19 se produce a través de contactos directos de persona a persona, contacto indirecto con superficies del entorno, gotas infectantes de SARS-CoV-2 en la atmósfera y residuos hospitalarios, tales como equipos de protección, mascarillas, guantes, etc. El objetivo principal de este estudio es analizar la existencia de modelos de gestión seguros y eficaces de residuos hospitalarios generados durante el Covid-19. Es importante una gestión eficaz de los desechos biocontaminados, para disminuir y/o evitar la transmisión del virus; además de reducir los impactos ambientales y de salud que se provocan como consecuencia de una mala gestión. Esta investigación se basa en una búsqueda bibliográfica en las siguientes bases de datos y buscadores web: PubMed, CINAHL y Google Scholar. Se realizó una selección final de 12 artículos. Los estudios explicaban principalmente, los diferentes tipos de residuos generados durante la pandemia, los diferentes tipos de técnicas utilizadas para la eliminación de los residuos y el grado de concienciación de los profesionales sanitarios respecto al virus; además de los impactos ambientales generados por una mala gestión de residuos. En definitiva, se deduce que la gestión de los desechos de Covid-19 es un gran desafío para los países en desarrollo. La manipulación, el tratamiento y la eliminación de los desechos hospitalarios de Covid-19 necesitan un enfoque integrado que incluya aspectos ambientales y sanitarios. Por ello, se deben seguir cuidadosamente los procedimientos y pautas establecidos para una correcta gestión de residuos de Covid-19. Las prácticas discutidas en este documento ayudarán al desarrollo de estrategias para prevenir y controlar episodios similares de la pandemia en un futuro.

Palabras clave: gestión hospitalaria, infección por coronavirus, profesional sanitario, residuos sanitarios.

ABSTRACT

The Covid-19 pandemic has become an important challenge and menace for all the world. The first outbreak was discovered in Wuhan, China, in early December 2019. At the end of January 2020, the World Health Organization (WHO) announced the outbreak as a public health emergency of international concern and subsequently declared it as a pandemic in March 2020. Covid-19 transmission occurs through direct person-to-person contacts, indirect contact with surrounding surfaces, SARS-CoV-2 infective droplets in the atmosphere and medical waste, such as protective equipment, masks, gloves, etc. The main objective of this study is to analyze the existence of safe and effective management models for medical waste generated during Covid-19. Effective management of biocontaminated waste is important to reduce and/or prevent transmission of the virus; in addition to reducing the environmental and health impacts that are caused as a result of bad management. This research is based on a bibliographic search in the following databases and web search engines: PubMed, CINAHL, Google Scholar. A final selection of 12 articles was made. The studies mainly explained the different types of waste generated during the pandemic, the different types of techniques used for waste disposal and the degree of awareness of health professionals regarding the virus; in addition to the environmental impacts generated by poor waste management. In short, it follows that the management of Covid-19 waste is a big and difficult challenge for developing countries. The handling, treatment and disposal of medical waste from Covid-19 needs an integrated approach that includes environmental and health aspects. For this reason, the procedures and guidelines established for the correct management of Covid-19 waste must be carefully followed. The practices discussed in this document will aid in the development of strategies to prevent and control similar episodes of the pandemic in the future.

Key words: coronavirus infection, health professional, hospital administration, health professional, medical waste.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Origen del covid-19 y la pandemia

La pandemia de Covid-19 ha supuesto una gran amenaza a nivel mundial. En diciembre de 2019, se detectó el primer caso, pero el virus se propagó velozmente provocando el colapso de numerosos sistemas de salud a nivel mundial. El brote, originario en Wuhan, China, se consideró pandemia mundial en marzo de 2020. El Covid-19 no solo provocó la muerte de millones de personas, sino que también ocasionó el crecimiento de la acumulación de residuos biocontaminados infectados por el coronavirus. La eliminación inadecuada de estos desechos ha generado riesgos ambientales y de salud en muchos países en desarrollo (Quilca et al., 2021).

La transmisión de Covid-19 se produce a través de contacto directo de persona a persona, contacto indirecto con superficies del entorno, gotas infecciosas de SARS-CoV-2 en la atmósfera y objetos utilizados en personas infectadas por el virus en establecimientos de salud (Andeobu et al., 2022).

Es importante manejar con precaución los objetos y desechos generados por Covid-19. En primer lugar, se han desechado enormes cantidades de residuos infecciosos y esto supone una carga para los servicios sanitarios. Si los desechos no se manipulan correctamente, los profesionales sanitarios, así como los trabajadores encargados de transportar los desechos podrían infectarse de forma indirecta. En segundo lugar, la pandemia de Covid-19 ha provocado el uso abundante de equipos de protección personal, mascarillas faciales, guantes. Esta gran cantidad de material, al tratarse de materiales plásticos, una inadecuada eliminación y combustión incontrolada darían lugar a la liberación de gases y humos tóxicos en el medio ambiente (Andeobu et al., 2022).

Por ello, este estudio pretende examinar las diversas prácticas de gestión y eliminación de residuos generados durante la pandemia de Covid-19 y los impactos producidos a nivel ambiental y en la salud de las personas.

Una gestión adecuada de los residuos biomédicos generados durante la pandemia, los métodos de desinfección y eliminación; y la implicación por parte del profesional sanitario es necesaria para controlar la transmisión del virus (Quilca et al., 2021).

1.2. Clasificación de residuos biocontaminados

Según señalan Quilca et al. (2021, p.12) “los residuos biomédicos durante la pandemia COVID-19 se definen como residuos generados durante el tratamiento, diagnóstico, cuarentena y atención domiciliaria de pacientes enfermos con COVID-19, estos desechos son considerados infecciosos solo si están contaminados por fluidos corporales y secreciones de pacientes infectados con COVID-19. Estos pueden ser: pañuelos, mascarillas, guantes, etc.”

Los residuos sólidos hospitalarios se pueden clasificar de la siguiente forma: CLASE A (residuos biocontaminados), son aquellos desechos producidos durante la atención médica en pacientes, tales como secreciones, fluidos corporales, restos alimenticios consumidos por los pacientes, etc. Estos residuos están contaminados debido a la acción de patógenos altamente infecciosos y pueden poner en riesgo a personas que mantengan un contacto directo o indirecto con estos (Cardenas Palomino, 2021); CLASE B (residuos especiales), son residuos que presentan características físicas y químicas corrosivas, inflamables, tóxicas y reactivas. Son altamente peligrosos y se generan principalmente en hospitales; y CLASE C (residuos comunes), son los residuos que no se encuentran categorizados en las dos clases anteriores, y se engloban principalmente los residuos domésticos y los generados en áreas administrativas de establecimientos de salud, cartones, papeles, cajas, plásticos, etc (Cardenas Palomino, 2021).

Dentro de cada clase de residuos, se pueden clasificar en diferentes tipos. Para la CLASE A, encontramos los siguientes (Cardenas Palomino, 2021):

- Tipo A.1, Atención al paciente: son los que se originan directamente de la actividad sanitaria. Destacan las secreciones, excreciones, fluidos corporales, nutrición parenteral y enteral.
- Tipo A.2, Biológicos: procedentes de investigaciones científicas, además de las diferentes actividades del personal de salud para la exploración de enfermedades. Principalmente son medios de cultivo de microorganismos, filtros de respiradores de áreas contaminadas por agentes infecciosos, etc.
- Tipo A.3, Bolsas de sangre y hemoderivados: son las bolsas utilizadas para realizar transfusiones sanguíneas a los pacientes.
- Tipo A.4, Residuos quirúrgicos y anatomopatológicos: son tejidos, órganos, restos fetales que se producen en cirugías, autopsias u otros procedimientos.

Gestión de residuos hospitalarios generados durante la pandemia de COVID-19

- Tipo A.5, Punzo-cortantes: como su propio nombre indica, se refiere al material punzante que estuvo en contacto con pacientes o agentes infecciones; agujas hipodérmicas, jeringas, bisturís, puntos de sutura, catéteres con aguja, etc.

Dentro de la CLASE B, se encuentran los siguientes tipos de residuos (Cardenas Palomino, 2021):

- Tipo B.1, Residuos químicos: son aquellos que presentan características químicas que podrían ser tóxicas, inflamables, genotóxicas o mutagénicas.
- Tipo B.2, Residuos farmacológicos: se incluyen medicamentos vencidos, contaminados y/o inutilizables.
- Tipo B.3, Residuos radiactivos: son los materiales radiactivos o contaminados con radiactividad.

En la última clase, la CLASE C, se engloban los siguientes tipos de residuos (Cardenas Palomino, 2021):

- Tipo C.1, Administrativos
- Tipo C.2: vidrios, madera y derivados de la misma
- Tipo C.3: restos de alimentos orgánicos e inorgánicos utilizados en la preparación de alimentos.

1.3. Proceso de eliminación de residuos

El proceso de eliminación de residuos no es algo tan sencillo como recoger los residuos y eliminarlos, consta de un total de diez etapas por las que deben pasar todos los residuos sólidos. A continuación, se explican la secuencia del proceso ordenado desde la primera fase hasta la última (Cardenas Palomino, 2021):

- Acondicionamiento: es la preparación del mobiliario necesario para el almacenamiento de los residuos sólidos. Para que esta etapa sea efectiva se realiza un diagnóstico inicial de los residuos que más se eliminan.
- Segregación: es la clasificación de los residuos según su naturaleza, peligrosidad o composición y se separan en distintos contenedores según la clasificación anterior.
- Almacenamiento primario: es la etapa en la que los residuos se almacenan de forma temporal, en los establecimientos de salud, antes de ser trasladados a un almacén intermedio.

- Almacenamiento intermedio: en esta fase los residuos se almacenan en una zona dentro del hospital destinada exclusivamente para este tipo de residuos infecciosos.
- Recolección interna y transporte interno: una vez que se almacenan todos los residuos de las diferentes áreas del establecimiento de salud, se procede a transportarlos a depósitos intermedios. Hay que tener en cuenta la frecuencia con la que se realizará esta función y utilizar vehículos correctamente preparados, a poder ser hermetizados.
- Almacenamiento central o final: en esta etapa se almacenan los residuos que se transportaban en los vehículos esperando a ser transportados a las zonas de tratamiento, reciclaje y/o recuperación (siempre que sea posible). El tiempo que pueden permanecer los residuos almacenados en esta fase no debe superar las 48 horas.
- Valorización: es la etapa que consiste en valor que materiales se podrían reutilizar sin que exista riesgo de infección.
- Tratamiento: debido a que los residuos que llegan son altamente peligrosos e infecciosos, se deben tratar para modificar sus características físicas, químicas o biológicas. Este proceso es necesario para minimizar el riesgo que pueden causar los residuos a los trabajadores que se encargan de su recolección, además de disminuir los impactos ambientales y conseguir que el transporte final sea más seguro.
- Recolección y transporte externo: en esta etapa se transportan los residuos tratados, desde el almacén central hasta un centro de disposición final. El transporte lo realizarán vehículos adecuados (especialmente cerrados) y no se transportarán los residuos peligrosos junto a los residuos comunes.
- Disposición final: los residuos sólidos se transportan a una zona adecuada en la que se garantiza que el impacto ambiental sea el menor posible. Se suelen utilizar vertederos municipales, minas abandonadas, etc.

1.4. Tipos de técnicas de eliminación de residuos

El proceso de tratamiento se define como una técnica o método en el cual se modifican las propiedades químicas, físicas o biológicas de los residuos. El tratamiento es necesario para disminuir el riesgo sobre la salud de las personas y

reducir el impacto ambiental. Además, permite que el almacenamiento traslado y la disposición final de los residuos sean más seguras (Quilca et al., 2021).

Un manejo eficiente de los residuos biocontaminados requiere el empleo de diferentes técnicas de tratamiento, entre las que se incluyen procesos térmicos, desinfección y esterilización (Quilca et al., 2021). Dentro de los principales métodos de tratamiento encontramos los siguientes:

- Técnica de Autoclave: se utiliza para el tratamiento de residuos infecciosos. Se debe tratar el aire que se elimina al inicio para que no se produzca la liberación de patógenos a través de un filtro de partículas; se realiza a 120°C, durante 30 minutos (Quilca et al., 2021).
- Técnica de incineración: es un proceso eficaz y seguro. Es el más utilizado para la eliminación de residuos. Se realiza a altas temperaturas (600°C-1000°C), de modo que reduce los residuos orgánicos y combustibles a materia inorgánica, además que reduce el volumen de los residuos prácticamente un 90% de su peso. La principal desventaja son las cenizas residuales producidas debido al uso de esta técnica (Quilca et al., 2021).
- Tratamiento de microondas: es el método en el que se aplica calor húmedo y vapor generado por la energía del equipo en un período de 30 minutos a 1 hora a 95°C. Esta técnica reduce un 60% del volumen de los residuos sólidos (Cardenas Palomino, M., 2021, p.28) y libera menos productos contaminados ni presenta emisiones gaseosas (Quilca et al., 2021).
- Desinfección química: es eficaz para evitar la propagación del virus SARS-CoV-2. Se realiza con hipoclorito de sodio al 15% durante 20 minutos. La principal desventaja es que no reduce ni el volumen ni la masa de los residuos biocontaminados (Quilca et al., 2021).

1.5. Justificación

Debido a que el virus del Covid-19 puede sobrevivir en superficies y objetos durante varios días, los equipos de protección, guantes, mascarillas faciales son considerados desechos infecciosos y peligrosos. Además, la gran cantidad de desechos que se han acumulado desde el inicio de la pandemia es un aspecto importante a tener en cuenta para conseguir una gestión eficaz (Andeobu et al., 2022). Según la OMS, se necesitan 76 millones de guantes, 89 millones de

Gestión de residuos hospitalarios generados durante la pandemia de COVID-19

masacarillas y 1,6 millones de gafas de protección al mes, lo que explica que se produzca esa gran cantidad de desechos (Teymourian et al., 2021) Sumando los impactos ambientales que se producen como consecuencia de una inadecuada gestión de residuos, se justifica la necesidad de examinar las prácticas relacionadas con el manejo y la eliminación de residuos biocontaminados (Andeobu et al., 2022).

Esta situación de pandemia ha obligado a los países a adoptar un enfoque de economía lineal para gestionar los residuos, esto quiere decir que la mayoría de productos terminan en vertederos o incluso en el medio ambiente. Esto supone un grave problema a nivel ambiental. Por ello, para abordar estos problemas, es fundamental avanzar y tomar medidas hacia modelos más sostenibles. La economía circular, sería una alternativa idónea, pues incluye la fabricación, el uso y la eliminación de los residuos. Este método trata de limitar los recursos destinados a eliminar los desechos y utilizar materiales ya existentes (reutilizar) durante el mayor tiempo posible; o considerar los residuos como nuevas fuentes (reciclar y recuperar) aprovechando las instalaciones de reciclaje o recuperación (Teymourian et al., 2021). Garantizar que los desechos de Covid-19 se eliminen de manera eficiente y segura se ha convertido en una parte importante de la lucha contra la pandemia (Andeobu et al., 2022).

Por consiguiente, se formuló el siguiente problema de investigación general: ¿Qué sistemas de gestión de residuos producidos por el Covid-19 se han establecido para una gestión segura y eficaz de los mismos?, y como problemas de investigación específicos: ¿cómo se clasifican los diferentes tipos de residuos generados durante el Covid-19?, ¿cuáles son las técnicas empleadas para eliminar los residuos de Covid-19? y ¿el personal sanitario es consciente de la importancia de los impactos ambientales y de salud que se producen como consecuencia de una inadecuada gestión de los residuos?

Para lograr los objetivos de este estudio se han recopilado y analizado diferentes artículos, con fecha comprendida entre 2020 y 2022, de diferentes bases de datos.

2. OBJETIVOS

Objetivo general

- Analizar la existencia de modelos de gestión seguros y eficaces de residuos hospitalarios generados durante el COVID-19.

Objetivos específicos

- explicar al personal sanitario la importancia de los impactos ambientales y de salud producidos por una mala gestión de residuos.
- describir los diferentes tipos de técnicas empleadas para desechar los residuos generados durante el COVID-19.
- categorizar los diferentes tipos de residuos generados durante el COVID-19.

3. METODOLOGÍA

3.1. Diseño

Este trabajo consiste en una revisión sistemática basada en el estudio de un número concreto de artículos.

3.2. Estrategias de búsqueda

La búsqueda bibliográfica se realizó en las bases de datos PubMed, CINAHL, además de usar el buscador Google Scholar.

La búsqueda de artículos se realizó durante el mes de marzo de 2022. Los tipos de estudios seleccionados fueron revisiones sistematicas, una revisión narrativa y un estudio descriptivo no experimental.

Se elaboró una cadena de búsqueda para cada base de datos, basándose en el sistema SPC. Siendo la situación de salud-Enfermedad: Infección por Coronavirus; la población: los profesionales sanitarios; y la cuestión de estudio: gestión de residuos hospitalarios. Se utilizaron operadores booleanos y descriptores específicos de salud (Coronavirus infection, health personel, hospital administration y medical waste). Véase en la tabla 1.

En la mayoría de los artículos seleccionados, la población estudiada se trata de profesionales sanitarios (médicos, enfermeras, TCAE y celadores)

Tabla 1. Cadenas de búsqueda

Base de datos	Cadena de búsqueda	Artículos encontrados
PubMed	(Coronavirus Infection OR 2019-nCoV Pandemic OR 2019-nCoV Epidemic) AND (Medical Waste OR Pathological Waste) AND (Health Personnel)	33
CINAHL	(Coronavirus or covid-19 or 2019-ncov) AND (Medical waste)	42
Google Académico	(Coronavirus Infection OR 2019-nCoV Pandemic OR 2019-nCoV Epidemic) AND (Hospital Administration OR Hospital Organization and Administration) AND (Medical Waste OR Pathological Waste)	9

3.3. Criterios de inclusión y exclusión

3.3.1. Criterios de inclusión

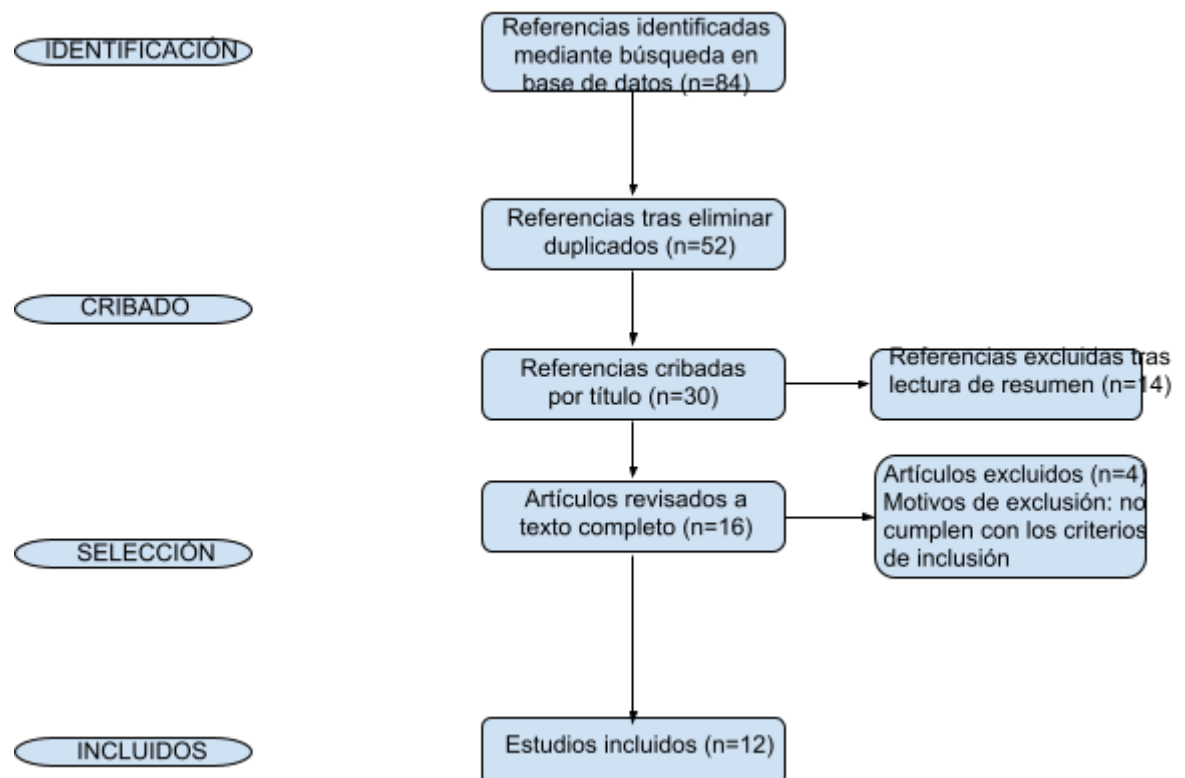
- Población de estudio: profesionales de salud en entorno hospitalario
- Idioma: inglés, español y portugués
- Artículos específicos con la temática planteada
- Artículos a texto completo (online)
- Aplicación sobre seres humanos.
- Artículos publicados desde el año 2018 hacia adelante.

3.3.2. Criterios de exclusión

- No cumplir los criterios de inclusión mencionados anteriormente.

3.4. Diagrama de flujo

Figura 1. Diagrama de flujo de selección de artículos



3.5. Evaluación de calidad de resultados

En la tabla 2 se muestran los resultados de evaluación de la calidad de los artículos incluidos en la revisión utilizando la guía CASPe.

Tabla 2: Evaluación de calidad de los estudios incluidos mediante guía CASPe

Estudio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Quilca et al. (2021)	S I	SI	SI		S I	Resultados	N M	S I	SI	SI
2. Yesudhas et al. (2021)	S I	N O	N O		S I	Resultados	N M	S I	N O	-
3. Muñate et al. (2021)	S I	SI	SI		S I	Resultados	N M	S I	SI	SI
4. Cardenas Palomino (2021)	S I	SI	SI		S I	Resultados	N M	S I	SI	SI
5. Balcazar et al. (2020)	S I	SI	SI		S I	Resultados	N M	S I	SI	SI
6. Andeobu et al. (2022)	S I	SI	SI		S I	Resultados	N M	S I	SI	SI
7. Ilyas et al. (2020)	S I	SI	SI	N O	S I	Resultados	N M	S I	SI	SI
8. Teymourian et al. (2021)	S I	SI	SI		S I	Resultados	N M	S I	SI	SI
9. Chen et al. (2021)	S I	SI	SI		S I	Resultados	N M	S I	SI	SI
10. Hantoko et al. (2021)	S I	SI	SI	SI	S I	Resultados	N M	S I	SI	SI
11. El-Ramady et al. (2021)	S I	SI	SI	SI	S I	Resultados	N M	S I	SI	SI
12. Aleanizy et al. (2021)	S	SI	SI	SI	S	Resultados	1*	S	SI	SI

Gestión de residuos hospitalarios generados durante la pandemia de COVID-19

	I				I	s		I		
--	---	--	--	--	---	---	--	---	--	--

NM: No mostrado. Resultados: Los resultados de los diferentes artículo se muestran en el apartado llamado Resultados y se clasifican según a que objetivo específico respondan. 1. ¿Se hizo la revisión sobre un tema claramente definido? 2. ¿Buscaron los autores el tipo de artículos adecuado? 3. ¿Crees que estaban incluidos los estudios importantes y pertinentes? 4. ¿Crees que los autores de la revisión han hecho suficiente esfuerzo para valorar la calidad de los estudios incluidos? 5. Si los resultados de los diferentes estudios han sido mezclados para obtener un resultado “combinado”, ¿era razonable hacer eso? 6. ¿Cuál es el resultado global de la revisión? 7. ¿Cuál es la precisión del resultado/s? 8. ¿Se pueden aplicar los resultados en tu medio? 9. ¿Se han considerado todos los resultados importantes para tomar la decisión? 10. ¿Los beneficios merecen la pena frente a los prejuicios y costes? 1*Precisión de los resultados: nivel de confianza: 95%. Margen de error del 5%.

4. RESULTADOS

4.1. Descripción de los estudios incluidos en la revisión

A continuación, se presentan los estudios incluidos en la presente revisión:

ESTUDIO N°1: Revisión sistemática: tratamientos de residuos biomédicos durante la pandemia COVID-19.

- **Autor/es:** Quilca, A., Grace, S., Terrones, L., Pierina, X.
- **Tipo de estudio:** revisión sistemática
- **Fecha de publicación:** 2021
- Realizaron una revisión sistemática que tenía como objetivo principal explicar los tratamientos de los residuos biomédicos durante la pandemia COVID-19. Los principales escenarios de estudio fueron los países China e India.

ESTUDIO N°2: COVID-19 outbreak: history, mechanism, transmission, structural studies and therapeutics.

- **Autor/es:** Yesudhas, D., Srivastava, A. & Gromiha, MM.
- **Tipo de estudio:** revisión sistemática
- **Fecha de publicación:** 2021
- Realizaron una investigación que presentó como objetivo principal examinar la historia y el mecanismo del coronavirus, y las características estructurales de la proteína espiga y sus residuos responsables de las transmisiones e infecciones humanas.

ESTUDIO N°3: Alteración de la salud pública y seguridad ambiental durante la pandemia por covid-19: Revisión sistemática.

- **Autor/es:** Muñate, O., Arturo, O., Gamboa, V., del Pilar, R.
- **Tipo de estudio:** revisión sistemática
- **Fecha de publicación:** 2021
- Realizaron una revisión sistemática cuyo objetivo principal fue analizar de qué manera la salud pública y la seguridad ambiental se han visto alteradas por la pandemia de Covid-19. Los escenarios de estudio de esta

investigación fueron los países del mundo donde se está luchando contra la pandemia de Covid-19, los cuales se han visto afectados por la misma.

ESTUDIO N°4: Revisión sistemática: Manejo de residuos biocontaminados de los establecimientos de salud.

- **Autor/es:** Cardenas Palomino, M.
- **Tipo de estudio:** revisión sistemática
- **Fecha de publicación:** 2021
- Realizó una revisión sistemática en la cual pretendía analizar el manejo de los residuos biocontaminados generados por el Covid-19 en los establecimientos de salud. Los escenarios de estudio fueron los hospitales, clínicas y cualquier establecimiento de salud que manejase residuos de Covid-19.

ESTUDIO N°5: Técnicas de tratamiento de residuos sólidos hospitalarios: revisión sistemática.

- **Autor/es:** Balcazar, S., Lux, R., Nuñez, V., Angel, L.
- **Tipo de estudio:** revisión sistemática
- **Fecha de publicación:** 2020
- Realizaron una revisión sistemática que tenía como principal objetivo describir las técnicas de tratamiento de residuos sólidos hospitalarios generados durante la pandemia de Covid-19. Los escenarios de estudio en los que se basa esta investigación fueron los establecimientos de salud donde se originan residuos sanitarios, hospitales, públicos y privados, laboratorios y clínicas. Además de los centros de gestión y tratamiento de los residuos sanitarios. Los principales países de estudio fueron China, India, Estados Unidos, Turquía, Emiratos Árabes, Japón y España.

ESTUDIO N°6: Medical Waste from COVID-19 Pandemic. A Systematic Review of Management and Environmental Impacts in Australia.

- **Autor/es:** Andeobu, L., Wibowo, S., Grandhi, S.
- **Tipo de estudio:** revisión sistemática
- **Fecha de publicación:** 2022

Gestión de residuos hospitalarios generados durante la pandemia de COVID-19

- Realizaron una revisión sistemática con la que pretendían revisar las distintas prácticas de gestión y eliminación adoptadas en Australia, escenario de estudio, para tratar los desechos sanitarios de la pandemia de Covid-19 y los impactos consecuentes en la salud pública y medioambiente.

ESTUDIO N°7: Disinfection technology and strategies for COVID-19 hospital and bio-medical waste management.

- **Autor/es:** Ilyas, S., Srivastava, RR., Kim, H.
- **Tipo de estudio:** revisión sistemática
- **Fecha de publicación:** 2020
- Realizaron una investigación la cual consistía en analizar las diferentes tecnologías y estrategias de desinfección para la gestión de residuos hospitalarios y biomédicos de Covid-19.

ESTUDIO N°8: Challenges, Strategies and Recommendations for the Huge Surge in Plastic and Medical Waste during the Global COVID-19 Pandemic with Circular Economy Approach.

- **Autor/es:** Teymourian, T., Teymoorian, T., Kowsari, E.
- **Tipo de estudio:** revisión sistemática
- **Fecha de publicación:** 2021
- Realizaron una investigación en la que querían demostrar una perspectiva futura sobre cómo la pandemia mundial de Covid-19 puede actuar como incentivo para mejorar la gestión de desechos plásticos y médicos.

ESTUDIO N°9: What medical waste management system may cope with COVID-19 pandemic: Lessons from Wuhan.

- **Autor/es:** Chen, C., Chen, J., Fang, R., Ye, F., Yang, Z., Wang, Z., Shi, F., Tan, W.
- **Tipo de estudio:** revisión sistemática
- **Fecha de publicación:** 2021
- Realizaron una investigación en la que se determina la respuesta de la gestión de residuos sanitarios generados durante la pandemia de Covid-19 en Wuhan, país de estudio, y los cambios que se produjeron posteriormente.

Gestión de residuos hospitalarios generados durante la pandemia de COVID-19

Se centra principalmente en la generación, almacenamiento, transporte y eliminación de desechos.

ESTUDIO N°10: Challenges and practices on waste management and disposal during COVID-19 pandemic.

- **Autor/es:** Hantoko, D., LI, X., Pariatamby, A., Yoshikawa, K., Horttanainen, M., Yan, M.
- **Tipo de estudio:** revisión sistemática
- **Fecha de publicación:** 2021
- Realizaron una investigación en la que pretendían enfatizar los desafíos de una mayor y mejor eliminación de desechos generados durante la pandemia y sus prácticas de respuesta.

ESTUDIO N°11: Planning for disposal of COVID-19 pandemic wastes in developing countries: a review of current challenges.

- **Autor/es:** El-Ramady, H., Brevik, EC., Elbasiouny, H.
- **Tipo de estudio:** revisión sistemática
- **Fecha de publicación:** 2021
- Realizaron una investigación basada en discutir los desafíos que surgieron durante la pandemia de Covid-19 respecto al manejo, tratamiento y eliminación de residuos biocontaminados en los países en desarrollo.

ESTUDIO N°12: Awareness and knowledge of COVID-19 infection control precautions and waste management among healthcare workers.

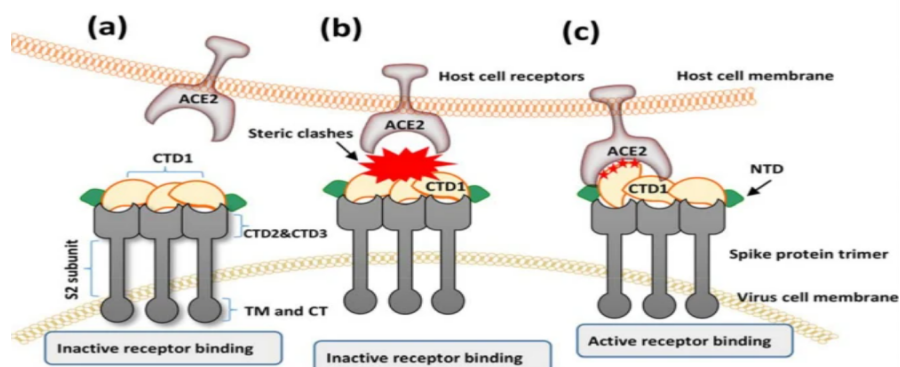
- **Autor/es:** Aleanizy, FS. y Alqahtani, FY.
- **Tipo de estudio:** revisión sistemática
- **Fecha de publicación:** 2021
- Realizaron una revisión sistemática cuyo objetivo principal fue evaluar la conciencia y el conocimiento de las precauciones existentes para el control de la infección por Covid-19; y los procedimientos de gestión de desechos entre los profesionales sanitarios en los hospitales de Arabia Saudita.

En base a la metodología aplicada, utilizando unos criterios de inclusión y de exclusión, los estudios incluidos se agruparon para responder a los objetivos específicos, con la finalidad de conseguir el objetivo principal del proyecto. Así, los resultados se agruparon de la siguiente manera:

4.2. Impactos ambientales y efectos en la salud producidos por una mala gestión de residuos

Según señalan Yesudhas et al. (2021, p.199), “la tasa de transmisión de la infección por SARS-CoV-2 es más alta en comparación con la de las infecciones por SARS-CoV estrechamente relacionadas. En la infección por SARS-CoV-2, se observan regiones intrínsecamente desordenadas en la interfaz de la proteína espiga y el receptor ACE2, lo que proporciona una forma complementaria al complejo. Los residuos clave de la proteína espiga tienen una mayor afinidad de unión con ACE2. Estas pueden ser razones probables de la mayor tasa de transmisión de SARS-CoV-2.” Se puede observar en la figura 2.

Figura 2. Conformaciones en estado inactivo y activo de la proteína espiga con su unión al receptor

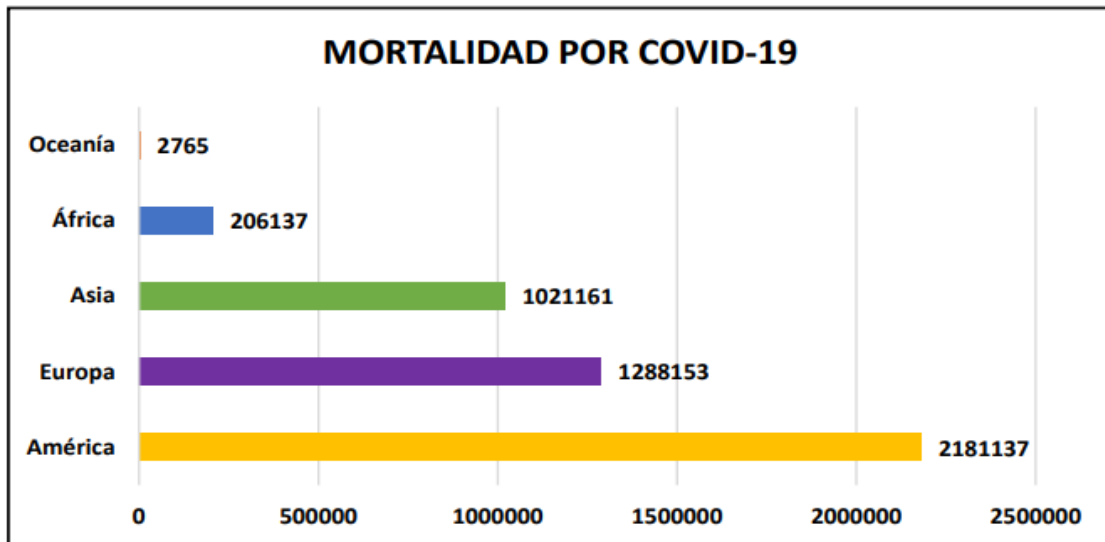


Fuente: Yesudhas et al. (2021, p.203)

En la figura 3, se puede observar la mortalidad que generó la pandemia, en la que el continente americano, con un valor de mortalidad de 21,8 millones, fue en el que más personas fallecieron, seguido del continente europeo con 12,8 millones de personas fallecidas.

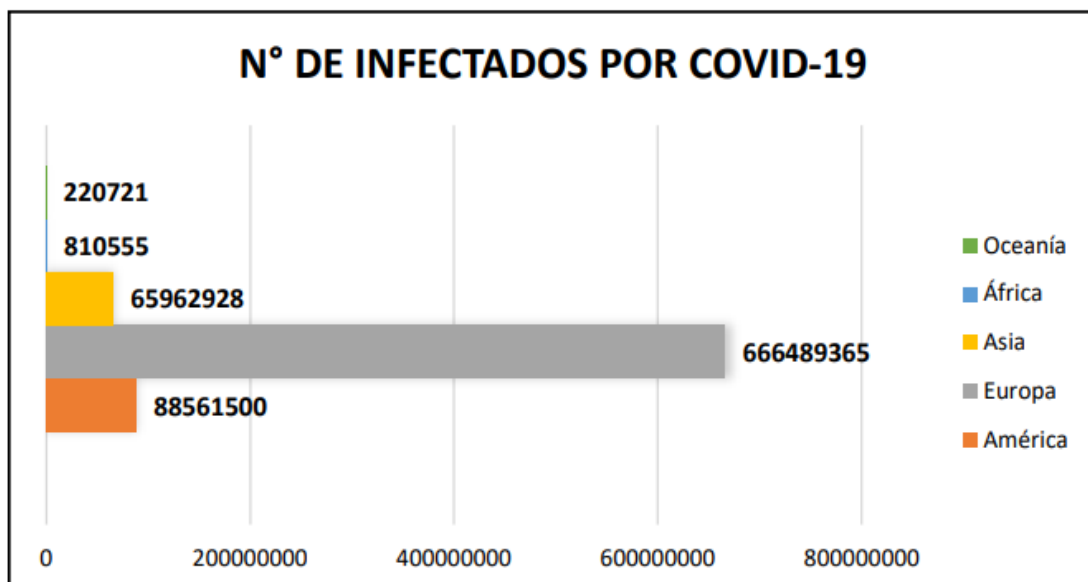
Y en la figura 4, se puede observar el número de personas infectadas por COVID-19, siendo Europa, el continente con un mayor número de infectados, 66,6 millones.

Figura 3. Mortalidad por COVID-19



Fuente: Muñate et al. (2021, p.25)

Figura 4. Número de personas infectadas por COVID-19



Fuente: Muñate et al. (2021, p.25)

Gestión de residuos hospitalarios generados durante la pandemia de COVID-19

Según señalan Muñate et al. (2021, p. 33), “durante la pandemia por Covid-19, se han generado impactos positivos y negativos para el ambiente los cuales han contribuido en la seguridad ambiental”.

En la tabla 3, se pueden observar los principales impactos, tanto positivos como negativos, en el ámbito del medio ambiente. Se analizó que los impactos ambientales, que se produjeron a consecuencia de la pandemia, incluían cambios en las tendencias de tráfico y movilidad, contaminación del aire, nivel de ruido y contaminación, y generación de desechos (Andeobu et al., 2022).

Tabla 3. Impactos positivos y negativos medioambientales

Tipo de impacto	Descripción del impacto	Estudio
Impacto positivo	Reducción significativa de contaminación atmosférica.	Bar (2020, p.20)
Impacto positivo	Reducción de la contaminación acústica.	Parra (2020, p.3)
Impacto positivo	Avistamiento de fauna en la ciudad.	Parra (2020, p.3)
Impacto positivo	Restauración ecológica de lugares turísticos	Rume y Islam (2020, p.5)
Impacto negativo	Suspensión de actividades de reciclaje	Parra (2020, p.3)
Impacto negativo	Aumento de residuos hospitalarios y domésticos	Sazzadul, et al. (2021, p.3)

Fuente: Muñate et al. (2021, p.25)

Según señalan Andeobu et al. (2022, p.18), “se determinó que la gestión de los residuos de COVID-19 es principalmente responsabilidad de los gobiernos de los estados y territorios, que regulan y gestionan los residuos de acuerdo con sus políticas, leyes y programas individuales”.

Se comprobó que el virus de Covid-19 puede sobrevivir durante largos períodos de tiempo fuera de su huésped, por ejemplo, en la superficie de una mascarilla quirúrgica o de unos guantes. Por lo tanto, se explicó que si los residuos

sólidos no se manejaban de forma adecuada se produciría una propagación del virus por toda la población. Como consecuencia, se determinó que una desinfección química con una solución de NaOCl al 1% es una de las mejores medidas de prevención rápida, ya que no solo es efectiva contra los desechos de Covid-19, sino que también es útil para desinfectar zonas más grandes como las habitaciones de un hospital (Ilyas et al., 2020).

Se calculó que la masa total de desechos médicos eliminados en Wuhan alcanzó las 10.475 toneladas, un máximo de 263 toneladas diarias. Además, se analizó a nivel hospitalario, el rendimiento del almacenamiento de desechos médicos y se estableció que los hospitales de cabina móvil, hospitales especializados y hospitales pequeños no designados fueron los complejos con una mayor escasez de almacenamiento durante un mayor número de días, debido a una distribución desigual de las instalaciones de almacenamiento de los residuos (Chen et al., 2021).

En el ámbito de eliminación de residuos, se comprobó que después de la pandemia, se produjo un aumento de la eliminación de residuos médicos (60 toneladas/día), mientras que la capacidad de eliminación durante la pandemia fue de 30 toneladas/día (Chen et al., 2021).

A nivel de transporte de residuos, se determinó que el volumen de negocios de transporte en este período de pandemia fue aproximadamente de 5 a 10 veces mayor que en los días normales. La frecuencia de transporte aumentó entre 4 y 6 veces más y la distancia del mismo fue más corta, debido al establecimiento de instalaciones de eliminación creadas específicamente durante la pandemia, permitiendo mejorar las rutas de transporte (Chen et al., 2021).

Se evidenció que para evitar la vida útil de Covid-19 en el medio ambiente, la recolección de residuos se debía retrasar 72 horas tras su uso. Quedó demostrado que, para minimizar los impactos adversos de la pandemia, la recolección de residuos debía ser organizada por personal altamente capacitado y realizada en vehículos especiales, los cuales se podían esterilizar y contaban con sistemas de rastreo de residuos (Hantoko et al., 2021).

Se demostró que el personal sanitario está expuesto a un mayor riesgo de infección, especialmente por objetos cortopunzantes. A consecuencia de ello, se estableció que todos los estados deben cumplir de manera estricta los requisitos de

seguridad laboral. Para ello, se formó al personal sanitario sobre prácticas de higiene y medidas de prevención y seguridad (Andeobu et al., 2022).

Aproximadamente el 92,5% de los profesionales sanitarios conocía el procedimiento de gestión de residuos de Covid-19 y el 91,7% eran conscientes de la disponibilidad de todos los recursos necesarios para el control de infecciones. La mayoría de los profesionales que participaron en el estudio apreciaron la importancia del papel que ejercen en el control de infecciones, la vigilancia y el control y seguridad de sus pacientes, instalaciones y comunidades. Se determinó que la mayoría de participantes eran competentes, con una puntuación media de 78,3% sobre 100%. Aproximadamente el 92,5% de los profesionales sanitarios conocía el procedimiento de gestión de residuos de Covid-19 y el 91,7% eran conscientes de la disponibilidad de todos los recursos necesarios para el control de infecciones (Aleanizy y Alqahtani, 2021).

Se evaluó la gestión de desechos médicos y su eliminación en países de desarrollo durante la pandemia de Covid-19, encontrándose principalmente los siguientes problemas: falta de instalaciones necesarias para la eliminación de desechos médicos; se necesitaba una nueva política durante la pandemia para aumentar la seguridad durante la misma; se produjo un aumento de liberación de plásticos de mascarillas y otros materiales provocando a su vez mayores problemas de contaminación marina; la pandemia generó un aumento considerable de desechos sanitarios, por ello, se establecieron pautas y procedimientos para un correcto manejo de los mismos (El-Ramady et al., 2021).

4.3. Técnicas para desechar los residuos generados durante la COVID

El tratamiento de residuos biomédicos más utilizado fue el de incineración. Se comprobó que el personal sanitario se encontraba más capacitado para realizar dicha técnica, añadiendo que se analizó que existía una eliminación prácticamente completa del virus después de la aplicación de la misma (Quilca et al., 2021).

Se determinó que la técnica más empleada, a nivel mundial, para la eliminación de residuos sólidos es la incineración con horno rotatorio de doble cámara. Como consecuencia del uso de dicho método, se comprobó que se generan emisiones de gases tales como dioxinas y furanos. Solos los países

desarrollados presentan un sistema de tratamiento de gases con una eficacia del 99% (Balcazar et al., 2020).

Se analizó que la técnica de desinfección por microondas es útil para equipos de protección individual y materiales que se puede reciclar y reutilizar. Por otro lado, la incineración es el método más útil para poder eliminar un mayor volumen de residuos sólidos, además de que es fiable, pues funciona a altas temperaturas (800-1200°C). Además, se estableció un proceso de actuación: Identificar, aislar, desinfectar y prácticas seguras de tratamiento, el cual se demostró que era efectivo para una gestión más segura de los desechos generados por la pandemia de Covid-19 (Ilyas et al., 2020).

Según señalan Teymourian et al. (2021, p.9), “la elección de una tecnología de descontaminación adecuada debe basarse en la cantidad de desechos, los costos, el tipo de desechos y el mantenimiento.” Por ello, se determinó que la técnica de incineración puede ser la mejor opción para los desechos médicos que se acumulan en grandes volúmenes (más de 10 toneladas por día), pues se utiliza a altas temperaturas (superior a 800°C) y elimina totalmente los agentes patógenos. Se contrastó que, para residuos de menor volumen (menos de 10 toneladas diarias), la desinfección física (vapor a alta temperatura o microondas) o la descontaminación química (uso de desinfectantes químicos) pudieron ser consideradas opciones válidas.

Se analizó que el método más asequible para la destrucción de agentes patógenos era la técnica de incineración, pues quedó demostrado que a altas temperaturas no solo se destruían los patógenos sino también quemar los materiales orgánicos y convertirlos en sustancias inorgánicas. Del 100% del volumen de residuos se eliminaba un 85-90%. Además, para evitar efectos adversos, se sugirió que las cenizas producidas en el proceso de incineración de residuos peligrosos se desecharan en vertederos especiales y destinados para ello (Hantoko et al., 2021).

Se explicó que el método de incineración utilizado para la eliminación de residuos era el menos deseable, debido a sus problemas de seguridad, mientras que una mejor opción sería la técnica de vertido controlado de residuos (El-Ramady et al., 2021).

4.4. Tipos de residuos generados durante la COVID-19

Las tres clases de residuos sólidos que se generaron fueron las siguientes: clase A o residuos biocontaminados (70,27%), clase B o residuos especiales, residuos químicos, farmacológicos o radiactivos, (0,43%) y clase C o residuos comunes (29,30%) (Cardenas Palomino, 2021).

Se contrastó que la clase de residuos sólidos que más se generó fue la clase A, los residuos biocontaminados (fluidos de pacientes, biológicos, materiales punzo-cortantes). Se generó una mayor cantidad de residuos de clase A en función de los siguientes factores: cantidad de pacientes que se atendieron, cantidad de camas y la clasificación de dichos residuos en recipientes de distintos colores para su respectiva eliminación (Cardenas Palomino, 2021).

Se demostró que los residuos biomédicos que más se desecharon fueron los residuos biocontaminados, entre los que destacan las mascarillas y los guantes en el ámbito hospitalario. Se incrementó hasta un 300% el uso de dichos materiales de protección contra el COVID-19 (Quilca et al., 2021).

Se analizó que los principales residuos sólidos generados durante la pandemia de Covid-19 fueron productos de protección personal, tales como mascarillas, guantes y batas. Se demostró que los plásticos de base biológica eran más fáciles de tratar y eliminar que los plásticos convencionales y basados en combustibles, pudiendo mejorar la eficiencia de la gestión de residuos, reduciendo el coste, a nivel económico y ambiental (Teymourian et al., 2021).

5. CONCLUSIONES

En este estudio, el objetivo principal es revisar los modelos de gestión y comprobar si son seguros y efectivos para la organización de residuos hospitalarios generados durante la pandemia de COVID-19. En base a la revisión realizada y a los resultados obtenidos, encontramos las siguientes necesidades de gestión de desechos médicos: a) definir a nivel global los tipos de residuos sin que existan diferencias entre regiones; b) Los gobiernos deben mejorar su gestión de residuos, para ello, se necesitan políticas, reglamentos y técnicas seguras relacionadas con las diferentes etapas de la gestión de desechos, como la separación, la recolección, el transporte, el tratamiento y la eliminación; c) optimizar las tecnologías establecidas para el tratamiento de los desechos médicos; d) crear un sistema armonizado de supervisión y seguimiento en el ámbito hospitalario; y e) mejorar e innovar en el sector de la salud para una mejor preparación ante posibles futuras pandemias.

Una gestión inadecuada de residuos durante la pandemia de Covid-19 conlleva riesgos potenciales para el personal que manipula los residuos y aumenta la transmisión del virus. Por lo que se deben seguir cuidadosamente los procedimientos y pautas establecidos para la eliminación de los desechos de Covid-19 reduciendo así, el riesgo de que el virus se propague al medio ambiente.

En conclusión, se deduce que la gestión de los desechos de Covid-19 es un gran desafío para los países en desarrollo. La manipulación, el tratamiento y la eliminación de los desechos hospitalarios del Covid-19 necesitan un enfoque integrado que incluya aspectos ambientales y sanitarios. Las prácticas discutidas en este documento ayudarán al desarrollo de estrategias para prevenir y controlar episodios similares de la pandemia en un futuro.

6. RECOMENDACIONES

Las acciones para garantizar una gestión de residuos segura pueden prevenir impactos ambientales y de salud indeseables, debido a la liberación de amenazas químicas o biológicas en el medio ambiente, lo que ayuda a proteger la salud tanto de los pacientes como de los profesionales sanitarios. Para mejorar la gestión de residuos, de modo que se consiga prevenir la propagación de Covid-19, los gobiernos deben centrarse en establecer una serie de recomendaciones a corto y largo plazo, como se muestran a continuación.

6.1. Recomendaciones a corto plazo

- Se debe concienciar a todos los profesionales de un hospital, tanto sanitarios como no sanitarios de la gravedad de la situación y de la importancia de una correcta gestión de residuos, del mismo modo que es necesario que sepan usar correctamente el material disponible, EPIs, guantes, pantallas faciales, etc., además de realizar todo tipo de prácticas de prevención de salud para evitar la propagación del virus y proteger tanto la salud como la seguridad de todos los trabajadores.
- Se deben desarrollar planes de contingencia, políticas y protocolos que regulen la gestión de residuos durante la pandemia de Covid-19.
- Se debe establecer un proceso claro de gestión de residuos, recolección, tratamiento y eliminación de los mismos, tanto para las instalaciones hospitalarias, como para las viviendas personales y lugares públicos.
- Se debe establecer una evaluación continua de los sistemas de desechos que se utilizan en la actualidad para identificar la existencia de posibles defectos, con el objetivo de optimizar la gestión de los residuos. Se recomienda que se estudie el funcionamiento de los diferentes tipos de maquinaria y así poder determinar su rendimiento. Además, el uso de una técnica u otra no debe basarse solo en temas económicos, sino también en temas de efectividad del tratamiento y parámetros de calidad ambiental.

Gestión de residuos hospitalarios generados durante la pandemia de COVID-19

- Se debe enfatizar continuamente sobre una mayor conciencia de mitigación de los riesgos de infección por coronavirus, el distanciamiento social y el lavado de manos.

6.2. Recomendaciones a largo plazo

- Los gobiernos deben reevaluar las políticas y regulaciones existentes para conseguir una mayor eficacia en la gestión de residuos de Covid-19 para responder mejor a futuras pandemias similares y aclarar las acciones que deben tomarse.
- El sistema actual de gestión de desechos de Covid-19 debe mejorar su organización, aumentando sus capacidades, con un etiquetado claro y contenedores especiales.
- Se debe establecer una infraestructura innovadora de gestión de desechos médicos con la capacidad y características necesarias para administrar y eliminar de forma adecuada los residuos de Covid-19.
- Los recursos financieros deben permanecer claramente identificados para apoyar la mejora de la infraestructura de los residuos.
- Se debe mejorar la conciencia pública y la capacitación continua de los profesionales sanitarios sobre el impacto positivo de un manejo adecuado de residuos infecciosos y peligrosos.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Quilca, A., Grace, S., Terrones, L. & Pierina, X. (2021). Revisión sistemática: tratamientos de residuos biomédicos durante la pandemia COVID-19. *Lima Este, 703*, 1-109. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/83654>
2. Yesudhas, D., Srivastava, A. & Gromiha, MM. (2021). COVID-19 outbreak: history, mechanism, transmission, structural studies and therapeutics. *Infection, 49*, 199-213. <https://doi.org/10.1007/s15010-020-01516-2>
3. Muñate, O., Arturo, O., Gamboa, V. & del Pilar, R. (2021). Alteración de la salud pública y seguridad ambiental durante la pandemia por covid-19: Revisión sistemática. *Lima Este, 703*, 1-52. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/72777>
4. Cardenas Palomino, M. (2021). Revisión sistemática: Manejo de residuos biocontaminados de los establecimientos de salud. *Lima Este, 703*, 1-63. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/74505>
5. Balcazar, S., Lux, R., Nuñez, V. & Angel, L. (2020). Técnicas de tratamiento de residuos sólidos hospitalarios: revisión sistemática. *Lima Este, 703*, 1-56. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/62610>
6. Andeobu, L., Wibowo, S. & Grandhi, S. (2022). Medical Waste from COVID-19 Pandemic. A Systematic Review of Management and Environmental Impacts in Australia. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 19*, 1-25. <https://doi.org/10.3390/ijerph19031381>
7. Ilyas, S., Srivastava, RR. & Kim, H. (2020). Disinfection technology and strategies for COVID-19 hospital and bio-medical waste management. *Science of the Total Environment, 749*, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141652>

8. Teymourian, T., Teymoorian, T. & Kowsari, E. (2021). Challenges, Strategies and Recommendations for the Huge Surge in Plastic and Medical Waste during the Global COVID-19 Pandemic with Circular Economy Approach. *Mater Circ Econ*, 3, 1-14. <https://doi.org/10.1007/s42824-021-00020-8>
9. Chen, C., Chen, J., Fang, R., Ye, F., Yang, Z., Wang, Z., Shi, F. & Tan, W. (2021). What medical waste management system may cope with COVID-19 pandemic: Lessons from Wuhan. *Resources, Conservation and Recycling*, 170, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105600>
10. Hantoko, D., LI, X., Pariatamby, A., Yoshikawa, K., Horttanainen, M. & Yan, M. (2021). Challenges and practices on waste management and disposal during COVID-19 pandemic. *Journal of Environmental Management*, 286, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112140>
11. El-Ramady, H., Brevik, EC. & Elbasiouny, H. (2021). Planning for disposal of COVID-19 pandemic wastes in developing countries: a review of current challenges. *Environ Monit Assess* 193, 1-15. <https://doi.org/10.1007/s10661-021-09350-1>
12. Aleanizy, FS. & Alqahtani, FY. (2021). Awareness and knowledge of COVID-19 infection control precautions and waste management among healthcare workers. *Medicine*, 100, 1-7. [doi: 10.1097/MD.0000000000000000](https://doi.org/10.1097/MD.0000000000000000)