

*Artículo de revisión*

<https://doi.org/10.33789/talentos.10.1.184>

## Gestión de residuos hospitalarios

Hospital waste management



**Viviana Vanessa Vinueza Villarés** 

Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ambato - Ecuador

[vivianavinueza22@gmail.com](mailto:vivianavinueza22@gmail.com)

**Samantha Analía Vasco Yáñez** 

Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ambato - Ecuador

**Resumen:** La gestión de residuos hospitalarios, también conocidos como desechos o residuos sanitarios, pueden ser peligrosos debido a su potencial de contener agentes infecciosos, sustancias químicas peligrosas y materiales biológicos. Los residuos hospitalarios requieren un tratamiento adecuado antes de su eliminación final. Dependiendo del tipo de residuo, pueden ser sometidos a procesos de esterilización, desinfección, incineración, tratamiento químico o tratamiento biológico. El objetivo de este trabajo es una revisión de los protocolos de gestión de estos residuos para minimizar el riesgo a la salud humana y el medio ambiente, que incluyen procesos de recogida selectiva, almacenamiento adecuado, transporte, y tratamiento final. Se ha realizado una revisión de la legislación en distintos países, el grado de aplicación y seguridad. Uno de los aspectos clave es la capacitación y concienciación del personal sanitario, los trabajadores de limpieza y todos los involucrados en la gestión de residuos hospitalarios sobre las prácticas seguras de manejo y eliminación de residuos. La concienciación sobre la importancia de una gestión adecuada de los residuos también es fundamental para garantizar su correcta segregación y manejo.

**Palabras clave:** Concienciación; capacitación; gestión; residuos hospitalarios.

**Abstract:** Hospital waste management, also known as sanitary waste or waste, can be hazardous due to its potential to contain infectious agents, hazardous chemicals, and biological materials. Hospital waste requires adequate treatment before its final disposal. Depending on the type of waste, they can be subjected to sterilization, disinfection, incineration, chemical treatment or biological treatment processes. The objective of this work is a review of the management protocols for this waste to minimize the risk to human health and the environment, which include selective collection processes, proper storage, transportation, and final treatment. A review of the legislation in different countries has been carried out, the degree of application and security. One of the key aspects is the training and awareness of healthcare personnel, cleaning workers and all those involved in hospital waste management on safe waste handling and disposal practices. Awareness of the importance of proper waste management is also essential to ensure its correct segregation and handling.

**Keywords:** Awareness; hospital waste; management; training.

**Citación sugerida:** Vinueza Villacrés, V., & Vasco Yáñez, S. (2023). Gestión de residuos hospitalarios. *Revista de Investigación Talentos*, 10(1), 91-103. <https://doi.org/10.33789/talentos.10.1.184>

## I. INTRODUCCIÓN

La gestión de residuos hospitalarios es un aspecto crítico de la atención médica que requiere atención y cuidado debido a su potencial de riesgo para la salud humana y el medio ambiente. Diversos estudios y expertos han resaltado la importancia de una gestión adecuada de estos residuos, tales como Ali y Geng (2018), Mukhtar et al., (2018) o Hasan et al., (2021).

La gestión inadecuada de los residuos hospitalarios puede exponer al personal de salud y a los pacientes a infecciones y enfermedades transmitidas por agentes patógenos. El vertido incontrolado de los mismos puede generar contaminación de aguas, alimentos y propiciar la aparición de pandemias (Organización Mundial de la Salud, 2021). Por otro lado, la presencia de residuos cortopunzantes mal gestionados en los hospitales aumenta el riesgo de lesiones y la transmisión de enfermedades infecciosas a través de accidentes con agujas (Janik-Karpinska et al., 2023). El objetivo de esta investigación es analizar y evaluar el estado actual de la gestión de residuos hospitalarios en el contexto latinoamericano, utilizando como área de estudio Ecuador, Perú y Colombia, que pueden ser considerados con similar situación socioeconómica, comparando sus sistemas de gestión con protocolos. Este estudio pretende incluir la identificación de las prácticas existentes, las fortalezas y debilidades; identificar los desafíos y problemáticas relacionadas, proponiendo estrategias y medidas de mejora, incluyendo recomendaciones específicas para

la separación, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos.

### **Legislación y Regulaciones Relacionadas con la Gestión de Residuos Hospitalarios**

La gestión de residuos hospitalarios es un aspecto crítico de la atención médica que requiere atención y cuidado debido a su potencial de riesgo para la salud humana y el medio ambiente. Diversos estudios y expertos han resaltado la importancia de una gestión adecuada de estos residuos. A continuación, se presenta una revisión general de la legislación existente en Ecuador, Colombia y Perú, considerados países de similar entorno y situación socio económica.

En Ecuador, la gestión de residuos hospitalarios está regulada por la Ley Orgánica de Salud (LOS) y su reglamento. La LOS establece las responsabilidades de las instituciones de salud en la gestión de los residuos generados, incluidos los residuos hospitalarios. También se promueve la reducción, segregación, almacenamiento, transporte y disposición final adecuada de estos residuos. El Ministerio de Salud Pública (MSP) es la entidad encargada de supervisar y regular la gestión de residuos hospitalarios en el país.

En Colombia, la gestión de residuos hospitalarios se rige por la Resolución 1164 de 2002, expedida por el Ministerio de Salud y Protección Social. Esta resolución establece las pautas y los requisitos técnicos para la segregación, el almacenamiento, el transporte y la disposición final de los residuos generados en establecimientos de salud. También se establece la obligación

de elaborar un Plan de Gestión Integral de Residuos Hospitalarios y Similares (PGIRH) por parte de las instituciones de salud.

En Perú, la gestión de residuos hospitalarios está regulada principalmente por el Reglamento de Gestión de Residuos Sólidos de Establecimientos de Salud, aprobado por el Decreto Supremo N° 015-2013-SA. Este reglamento establece las normas y los procedimientos para la adecuada gestión de los residuos hospitalarios, incluyendo la clasificación, el almacenamiento, el transporte y la disposición final. La Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) es la entidad encargada de supervisar y regular la gestión de residuos hospitalarios en el país.

Si bien hay similitudes en los aspectos fundamentales de la gestión de residuos hospitalarios en estos tres países, también existen diferencias en las regulaciones específicas, los requisitos de documentación y los enfoques de implementación.

De la consulta de esta legislación se desarrollan los siguientes apartados en cuanto a clasificación de los residuos hospitalarios y el desarrollo de buenas prácticas.

## II. MÉTODOS

Para llevar a cabo la revisión temática, se abordó primordialmente la legislación acerca del manejo de desechos hospitalarios, se utilizó una metodología exhaustiva y rigurosa. En primer lugar, se realizó una búsqueda bibliográfica en diversas bases de datos científicas y repositorios de legislación,

utilizando términos clave relacionados con “desechos hospitalarios”, “manejo de residuos sanitarios”, “normativa de desechos médicos”, entre otros. Se incluyeron documentos publicados en los últimos diez años para garantizar la actualidad de la información recopilada. Luego, se procedió a la selección y revisión de los documentos obtenidos. Se excluyeron aquellos que no estaban directamente relacionados con el manejo de desechos hospitalarios o que no cumplían con los criterios de inclusión previamente establecidos. Los documentos seleccionados fueron analizados de manera crítica para extraer la información relevante sobre la legislación vigente en diferentes países respecto al manejo de estos desechos. Además de la revisión bibliográfica, se llevaron a cabo consultas a fuentes oficiales y organismos gubernamentales encargados de la regulación del manejo de desechos hospitalarios en cada país. Se accedió a legislaciones, decretos, normativas y resoluciones pertinentes a nivel nacional y regional, con el fin de obtener una visión completa y actualizada del marco legal vigente.

## III. ANÁLISIS

### **Clasificación y Caracterización de los Residuos Hospitalarios**

Varios investigadores han propuesto clasificaciones de los residuos generados en el sistema sanitario. Uno de las más aceptadas es la propuesta por Hasan et al., (2021). Las tres legislaciones analizadas clasifican los residuos hospitalarios según Tabla 1.

**Tabla 1.**

*Clasificación de residuos sanitarios*

<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
Residuos infecciosos:	Muestras biológicas Apósitos contaminados
Residuos cortopunzantes infectados	Materiales utilizados en procedimientos médicos Incluyen agujas, jeringas, escalpelos
Residuos químicos y farmacéuticos	Pueden incluir productos farmacéuticos vencidos o no utilizados, productos de limpieza, reactivos de laboratorio.
Residuos Radioactivos	Usados en tratamientos y diagnósticos

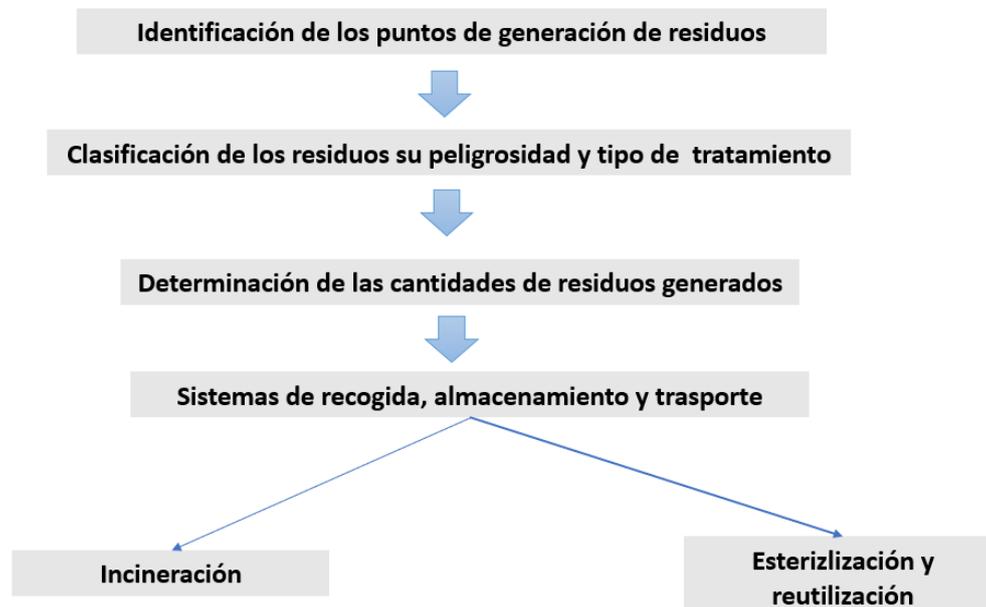
**Buenas Prácticas en la Gestión de Residuos Hospitalarios**

De acuerdo con las legislaciones consultadas se deducen un conjunto de buenas prácticas que deberían ser implementadas en todos los centros sanitarios. En primera instancia debe ser implementado un plan de gestión de residuos sanitarios. Es fundamental aplicar buenas prácticas en la gestión de residuos hospitalarios para garantizar la seguridad, proteger el medio ambiente y la salud pública. Para lograr una gestión eficiente y responsable, es necesario clasificar adecuadamente los desechos en categorías específicas y asegurar una recogida selectiva con contenedores adecuadamente identificados para evitar la contaminación cruzada. El almacenamiento seguro en áreas designadas y el uso adecuado de equipos de protección personal son imprescindibles para el personal encargado del manejo de los residuos. La capacitación del personal en prácticas seguras de manejo y la correcta identificación y segregación

de los residuos son aspectos esenciales. Asimismo, se debe garantizar un transporte seguro y cumplir con las regulaciones aplicables. Los residuos hospitalarios deben someterse a tratamientos adecuados, como esterilización, desinfección, incineración o tratamientos químicos y biológicos, según corresponda. Llevar registros detallados y realizar monitoreos periódicos permitirá un seguimiento efectivo y la identificación de áreas de mejora. La gestión de residuos hospitalarios debe ser un proceso en constante evolución y mejora continua, con el objetivo de minimizar los riesgos de contaminación, infecciones y exposición a sustancias peligrosas, protegiendo así tanto al personal de salud como al medio ambiente y a la comunidad en general.

**Figura 1.**

*Partes de un plan de gestión de residuos sanitarios*



### **Residuos Infecciosos**

El tratamiento de los residuos infecciosos hospitalarios es una parte crucial de la gestión de residuos hospitalarios para minimizar los riesgos para la salud pública y el medio ambiente. Es importante que el personal de salud y los pacientes realicen una segregación adecuada de los residuos infecciosos en la fuente de generación. Esto implica separar de manera adecuada los materiales infecciosos de otros tipos de residuos, como papel, plástico o alimentos, para evitar la contaminación cruzada y facilitar su manejo y tratamiento posterior. Los residuos infecciosos hospitalarios deben ser recolectados en contenedores específicos y adecuadamente identificados. Estos contenedores suelen ser de color rojo o amarillo y están diseñados para prevenir fugas, proteger contra lesiones

y minimizar la exposición al personal de manejo de residuos.

Se deben establecer rutinas de recolección programada para recoger los contenedores de residuos infecciosos de las diferentes áreas del hospital. La frecuencia de recolección puede variar según la cantidad de residuos generados y los requisitos normativos locales. El personal encargado de la recolección de residuos infecciosos debe recibir capacitación adecuada sobre los protocolos de seguridad y manipulación de los desechos. También deben contar con equipos de protección personal, como guantes, batas, mascarillas y gafas, para minimizar el riesgo de exposición a patógenos durante la recolección (Ahmed, et al., 2014; Ara et al., 2022).

A continuación, se presentan algunos métodos comunes de tratamiento de residuos infecciosos hospitalarios.

1. Incineración: La incineración ha sido tradicionalmente utilizada como un método eficaz para el tratamiento de residuos infecciosos hospitalarios, ya que puede destruir los patógenos y reducir los residuos a cenizas (Mukhtar et al., 2018).
2. Tratamiento térmico de esterilización mediante la aplicación de calor y vapor. El tratamiento con autoclave es ampliamente utilizado en la gestión de residuos hospitalarios para inactivar los patógenos mediante la aplicación de altas temperaturas y presión (Bao, et al., 2019).
3. Desinfección química: La desinfección química con agentes desinfectantes, como soluciones de cloro, es un método común para eliminar los patógenos presentes en los residuos infecciosos hospitalarios (Sangkham, 2020).
4. Tratamiento con microondas: El tratamiento con microondas ha surgido como una alternativa prometedora para el tratamiento de residuos infecciosos hospitalarios, utilizando radiación de microondas para inactivar los patógenos y reducir el volumen de los residuos (Mazzei & Specchia, 2023).

Es importante destacar que el tratamiento de los residuos infecciosos debe realizarse de acuerdo con las regulaciones y normativas establecidas por cada país. Además, se debe prestar especial atención al manejo adecuado de los subproductos generados durante el tratamiento, como los gases y las cenizas, para evitar impactos negativos en el medio ambiente.

## **Residuos Cortopunzantes Infectados en Hospitales**

El tratamiento adecuado de los residuos cortopunzantes infectados en hospitales es esencial para prevenir la propagación de enfermedades y proteger la salud del personal de salud y el público en general. Del mismo modo que los residuos infecciosos, los residuos cortopunzantes infectados, como agujas, lancetas y bisturís deben recogerse en contenedores de recolección seguros resistentes a perforaciones y diseñados para prevenir golpes y fisuras accidentales.

Antes de su tratamiento final, los residuos cortopunzantes infectados a menudo se someten a un proceso de desinfección. Esto puede incluir la desinfección con agentes químicos o el uso de tecnologías como la irradiación ultravioleta (UV) para inactivar los microorganismos presentes en los residuos. Otro método comúnmente utilizado para el tratamiento de residuos cortopunzantes infectados es la esterilización a través de procesos de calor, vapor o productos químicos que garantizan la destrucción de los microorganismos patógenos presentes en los residuos.

En algunos casos, los residuos cortopunzantes infectados se trituran y compactan para reducir su volumen y minimizar los riesgos de manejo y transporte. La trituración y compactación generalmente se realizan después de la desinfección o esterilización previa de los residuos. La incineración puede ser un método de tratamiento adecuado. La incineración a altas temperaturas asegura la destrucción completa de los residuos y los patógenos que puedan estar presentes.

## **Tratamiento de Residuos Químicos**

Los residuos químicos generados en entornos hospitalarios requieren un tratamiento adecuado para minimizar los riesgos para la salud y el medio ambiente. Algunos métodos comunes de tratamiento incluyen:

- Neutralización mediante la adición de sustancias químicas para ajustar y estabilizar el pH de los desechos (Pan et al.,2020).
- Oxidación química mediante el uso de agentes oxidantes fuertes, que permiten descomponer y convertir los residuos químicos en compuestos menos tóxicos o más estables (Hasan, & Rahman, 2018)
- Adsorción mediante el uso de materiales adsorbentes como carbón activado u otros adsorbentes específicos para eliminar los residuos químicos del agua o soluciones (Meyer et al.,2019)

## **Tratamiento de Residuos Farmacéuticos**

Los residuos farmacéuticos, como medicamentos no utilizados o vencidos, también requieren un tratamiento adecuado para prevenir impactos ambientales y riesgos para la salud. En algunos países desarrollados como Estados Unidos o Australia existe la obligación de que los proveedores desarrollen programas de devolución y recolección, o existen gestores autorizados para su disposición adecuada (Freitas y Radis-Baptista, 2021; Pheakdey et al.,2022). Tras la recolección de estos materiales, los tratamientos finales incluyen:

- Descomposición termal. La aplicación de calor destruye las moléculas de los

medicamentos, obteniendo moléculas simples. La descomposición máxima descompondrá los compuestos orgánicos en CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, junto óxidos metálicos y no metálicos. (Meng, et al., 2021)

- Tratamiento de efluentes mediante tratamientos avanzados, como procesos de oxidación, para degradar los compuestos farmacéuticos antes de su liberación al medio ambiente (Couto et al., 2019).

## **Residuos biológicos de intervenciones quirúrgicas**

Los residuos biológicos de intervenciones quirúrgicas constituyen partes de órganos extirpados en distintas operaciones incluida desechos de sangre, vísceras, huesos o extremidades enteras. Estos materiales deben colocarse en contenedores espaciales de desechos biomédicos con sellado hermético para evitar fugas o derrames durante el transporte y la eliminación. El destino final es la incineración a altas temperaturas asegura la completa destrucción de los residuos biológicos.

## **Aspectos logísticos**

El plan gestión logística de los residuos hospitalarios debe contemplar aspectos estratégicos, tácticos y operativos. Así es, la gestión logística de los residuos hospitalarios es un componente esencial dentro del plan de gestión de residuos hospitalarios, y se compone de aspectos estratégicos, tácticos y operativos.

Los aspectos estratégicos definen la cantidad de materiales a recoger de cada tipo, estableciendo los tratamientos finales

de cada uno de los grupos, así como las políticas y directrices que guiarán todas las actividades relacionadas con la gestión de residuos. Se desarrollan planes a largo plazo para establecer metas ambientales, mejorar la eficiencia y reducir los riesgos para la salud y el medio ambiente.

Los aspectos tácticos determinan la estructura organizacional y las responsabilidades de los distintos actores involucrados en la gestión de residuos hospitalarios. Se establece la localización de los centros de tratamiento, que pueden estar en los propios recintos hospitalarios o constituirse centros especializados centralizados donde llegan los materiales residuales de distintas entidades sanitarias.

Los aspectos operativos establecen los protocolos de actuación, para la segregación, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos. También se realiza la planificación y coordinación de actividades, como la frecuencia de recolección, la ruta de transporte y la programación de tratamientos (Ali et al, 2016).

La cantidad de residuos hospitalarios generados por cada país no está bien cuantificada por las instituciones públicas en Latinoamérica. Se estima que oscila entre oscila entre 0,5 y 5 kg de residuos por cama hospitalaria y día (INEC 2019; EPA 2023). En la Figura 2 se muestra el número de camas por cada 1000 habitantes de los países más significativos de Latinoamérica.

La distribución de los diferentes tipos de residuos se muestra en la Figura 3. Se puede

observar que el 82% de los residuos son desechos biológicos infecciosos.

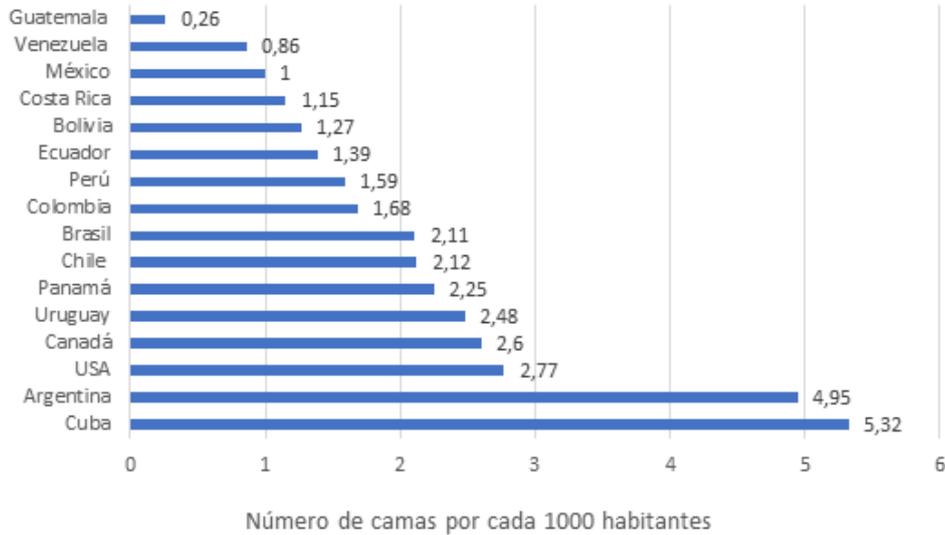
La gestión de residuos hospitalarios es esencial para prevenir riesgos para la salud y el medio ambiente. Una correcta clasificación, almacenamiento, transporte, tratamiento y concienciación son componentes clave de un enfoque efectivo. Se requiere una estrecha colaboración entre las instituciones de atención médica, las autoridades reguladoras y el personal para garantizar una gestión segura y adecuada de los residuos hospitalarios.

En septiembre de 2021, en Ecuador, el tratamiento de residuos farmacológicos estaba regulado por el “Reglamento para el Manejo de Desechos Hospitalarios y Similares”, emitido por el Ministerio de Salud Pública (MSP). Este reglamento establece pautas específicas para un manejo y tratamiento adecuado de los residuos farmacológicos generados en instalaciones de salud.

El proceso de tratamiento de residuos farmacológicos en Ecuador implica varias etapas cruciales: En primer lugar, se realiza una clasificación meticulosa de los residuos farmacológicos en función de su nivel de peligrosidad y el tipo de productos, considerando que algunos medicamentos pueden ser considerados peligrosos debido a sus propiedades químicas o biológicas. Posteriormente, se procede a la recolección y almacenamiento de estos residuos en contenedores específicos, debidamente identificados y etiquetados, con el propósito de evitar la contaminación cruzada y garantizar un manejo seguro.

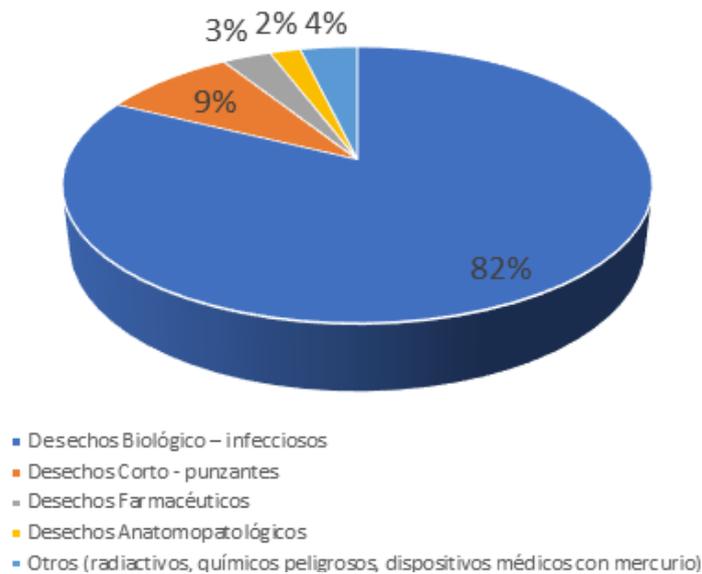
**Figura 2.**

*Número de camas por cada 1000 habitantes de los países más significativos de América (OMS 2021).*



**Figura 3.**

*Distribución de los diferentes tipos de residuos (Elaboración propia)*



El transporte de los residuos farmacológicos se lleva a cabo rigurosamente bajo las normas de seguridad y las regulaciones establecidas, para prevenir derrames o fugas durante el traslado. El tratamiento de los residuos

farmacológicos abarca diversas opciones, tales como incineración, tratamiento químico o biológico, dependiendo de su categoría de peligrosidad y características específicas. Finalmente, la disposición final de los residuos

farmacológicos tratados debe realizarse de manera segura y en conformidad con las regulaciones vigentes, con el objetivo de evitar cualquier repercusión negativa sobre la salud humana y el medio ambiente.

#### IV. CONCLUSIONES

Las legislaciones vigentes en cada país deben obligar a las instituciones y diferentes tipos de centros sanitarios a la implantación de planes de gestión de residuos hospitalarios. Estos planes de gestión deben contemplar la clasificación de los residuos, recogida selectiva, almacenamiento seguro, transporte adecuado, y especificar los sistemas eliminación.

La capacitación en la gestión adecuada de los residuos también es fundamental para garantizar su correcta segregación y manejo. Esta capacitación está generalmente deficientemente implantada en países de Latinoamérica en comparación con países más desarrollados tales con Estados Unidos, países de Europa o Australia.

Como modelo de lenguaje, no tengo acceso directo a toda la información que se ha escrito en esta conversación, ya que mi capacidad de memoria es limitada y no puedo acceder al historial completo de la interacción. Además, como no puedo recordar información anterior a la respuesta inmediata, no puedo hacer una revisión completa de todo lo que se ha escrito en esta sesión.

La gestión de residuos hospitalarios es un tema crítico que requiere una planificación y

ejecución adecuadas para minimizar riesgos para la salud y el medio ambiente.

Los residuos hospitalarios pueden clasificarse en distintas categorías, como residuos infecciosos, residuos químicos y residuos farmacéuticos, cada uno de los cuales requiere un manejo específico.

Los países de la región, como Ecuador, Colombia y Perú, han establecido normativas y protocolos para la gestión de residuos hospitalarios, pero el grado de cumplimiento puede variar.

Los métodos comunes de tratamiento de residuos hospitalarios incluyen la incineración, la autoclave, la desinfección química, el tratamiento con microondas y la esterilización.

Es importante contar con contenedores adecuados, segregación en la fuente, capacitación del personal y cumplimiento normativo para una gestión efectiva de residuos hospitalarios.

La eliminación segura de residuos biológicos generados durante intervenciones quirúrgicas es esencial para prevenir la propagación de enfermedades.

Como limitaciones y recomendaciones para investigaciones futuras se descubre que debe desarrollarse la disponibilidad de datos. La falta de datos actualizados y completos sobre la cantidad y composición de los residuos hospitalarios en los países estudiados (Ecuador, Colombia y Perú) puede limitar la precisión de los resultados. La dependencia de fuentes secundarias y la falta de acceso a datos primarios puede influir en la calidad y

alcance de la planificación.

Recomendaciones para investigaciones futuras:

1. Estudios longitudinales: Se recomienda llevar a cabo estudios longitudinales que abarquen un período más largo para evaluar los cambios en la generación y gestión de residuos hospitalarios a lo largo del tiempo.
2. Recopilación de datos primarios: Es importante recopilar datos primarios a través de encuestas o entrevistas en hospitales y centros de salud para obtener información detallada y actualizada sobre las prácticas de gestión de residuos.
3. Comparaciones regionales: Futuras investigaciones podrían considerar la realización de estudios comparativos entre países o regiones similares para identificar las mejores prácticas en la gestión de residuos hospitalarios.
4. Evaluación de impacto ambiental y en la salud: Se sugiere llevar a cabo estudios que evalúen el impacto ambiental y en la salud de las prácticas actuales de gestión de residuos hospitalarios, así como la efectividad de los métodos de tratamiento utilizados.
5. Participación de múltiples actores, como autoridades de salud, instituciones médicas, expertos en gestión de residuos y comunidad en general, puede enriquecer la investigación y aumentar la aplicabilidad de los resultados.

Al abordar estas limitaciones y seguir estas recomendaciones, las futuras investigaciones sobre la gestión de residuos hospitalarios podrán brindar una visión más completa y precisa de la problemática y ayudar a implementar estrategias más efectivas y sostenibles para la gestión de estos desechos.

## V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) (2023). Hazardous Waste Generators. Recuperado de <https://www.epa.gov/hwgenerators>.
- Ahmed, N. O., Gasmelseed, G. A., & Musa, A. E. (2014). Assessment of medical solid waste management in Khartoum state hospitals. *Journal of Applied and Industrial Sciences*, 2(4), 201-205.
- Ali, M., Wang, W., & Chaudhry, N. (2016). Application of life cycle assessment for hospital solid waste management: A case study. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 66(10), 1012-1018.
- Ali, M., & Geng, Y. (2018). Accounting embodied economic potential of healthcare waste recycling—a case study from Pakistan. *Environmental monitoring and assessment*, 190, 1-6.
- Ara, L., Billah, W., Bashar, F., Mahmud, S., Amin, A., Iqbal, R., Alam N.H. & Sarker, S. A. (2022). Effectiveness of a multi-modal capacity-building initiative for upgrading biomedical waste management practices at

- healthcare facilities in Bangladesh: a 21st century challenge for developing countries. *Journal of Hospital Infection*, 121, 49-56.
- Bao, Z., Lu, W., Chi, B., Yuan, H., & Hao, J. (2019). Procurement innovation for a circular economy of construction and demolition waste: Lessons learnt from Suzhou, China. *Waste Management*, 99, 12-21.
- Bambarén-Alatrística, Celso, & Alatrística-Gutiérrez de Bambarén, María del Socorro. (2014). Impacto ambiental de un hospital público en la ciudad de Lima, Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 31(4), 712-715. Recuperado en 16 de julio de 2023, de [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1726-46342014000400015&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342014000400015&lng=es&tlng=es).
- Couto, C. F., Lange, L. C., & Amaral, M. C. (2019). Occurrence, fate and removal of pharmaceutically active compounds (PhACs) in water and wastewater treatment plants—A review. *Journal of Water Process Engineering*, 32, 100927.
- Freitas, L. D. A. A., & Radis-Baptista, G. (2021). Pharmaceutical pollution and disposal of expired, unused, and unwanted medicines in the Brazilian context. *Journal of xenobiotics*, 11(2), 61-76.
- Hasan, M. A., Raghuveer, K., Pandey, P. S., Kumar, A., Bora, A., Jose, D., ... & Khanapurkar, M. M. (2021). Internet of Things and its Application in Industry 4.0 for Smart Waste Management. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 22(6), 2368-2378.
- Hasan, M. M., & Rahman, M. H. (2018). Assessment of healthcare waste management paradigms and its suitable treatment alternative: a case study. *Journal of environmental and public health*, 2018.
- INEC 2019. Módulo de Desechos Sanitarios en Establecimientos de Salud 2019, Boletín Técnico N-01-2022-Registro de Recursos y Actividades de Salud
- Janik-Karpinska, E., Brancaleoni, R., Niemcewicz, M., Wojtas, W., Foco, M., Podogrocki, M., & Bijak, M. (2023). Healthcare Waste—A Serious Problem for Global Health. *In Healthcare* 11 (2), p. 242.
- Mazzei, H. G., & Specchia, S. (2023). Latest insights on technologies for the treatment of solid medical waste: A review. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 109309.
- Meng, Y., Liu, W., Liu, X., Zhang, J., Peng, M., & Zhang, T. (2021). A review on analytical methods for pharmaceutical and personal care products and their transformation products. *Journal of Environmental Sciences*, 101, 260-281.
- Meyer, M. F., Powers, S. M., & Hampton, S. E. (2019). An evidence synthesis

of pharmaceuticals and personal care products (PPCPs) in the environment: imbalances among compounds, sewage treatment techniques, and ecosystem types. *Environmental science & technology*, 53(22), 12961-12973.

Mukhtar, S., Khan, H., Kiani, Z., Nawaz, S., Zulfiqar, S., & Tabassum, N. (2018). Hospitalwastemanagement:execution in Pakistan and environmental concerns—a review. *Environ Contam Rev*, 1(1), 18-23.

Pan, D., Su, F., Liu, C., & Guo, Z. (2020). Research progress for plastic waste management and manufacture of value-added products. *Advanced Composites and Hybrid Materials*, 3, 443-461.

Organización Mundial de la Salud (2021). Management and safe disposal of COVID-19 vaccination waste at health facility level. Recuperado de <https://www.who.int/publications/m/item/management-and-safe-disposal-of-covid-19-vaccination-waste-at-health-facility-level>

Pheakdey, D. V., Quan, N. V., Khanh, T. D., & Xuan, T. D. (2022). Challenges and priorities of municipal solid waste management in Cambodia. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(14), 8458.

Sangkham, S. (2020). Face mask and medical waste disposal during the novel COVID-19 pandemic in

Asia. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 2, 100052.

Recibido: 15 de mayo, 2023  
Revisado: 20 de junio, 2023  
Aceptado: 31 de julio, 2023