

Universidad de Lima
Facultad de Ingeniería
Carrera de Ingeniería Industrial



EVALUATION OF THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF MEDICAL WASTE IN HEALTH CENTERS IN PERU

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

Camila Paredes Schmidt

Código 20183035

Alexia Ximena Trujillo Moscoso

Código 20181917

Asesor

Juan Carlos Quiroz Flores

Lima – Perú
Agosto de 2024

Título
EVALUATION OF THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF MEDICAL WASTE IN HEALTH CENTERS
IN PERU

Autor(es)
Camila Paredes Schmidt
20183035@aloe.ulima.edu.pe
Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Lima, Perú
Alexia Ximena Trujillo Moscoso
20181917@aloe.ulima.edu.pe
Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Lima, Perú
Juan Carlos Quiroz Flores
jcquiroz@ulima.edu.pe
Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Lima, Perú

Resumen: La gestión inadecuada de los desechos médicos representa uno de los desafíos ambientales actuales que enfrenta el planeta, siendo un importante contribuyente a la aparición de residuos en cuerpos de agua, erosión del suelo y contaminación del aire por gases contaminantes. En Perú, aunque la gestión de desechos médicos está ganando cada vez más importancia e interés como un problema de gestión de la salud, la información sobre estrategias de medición del impacto ambiental llevadas a cabo en el país sigue siendo muy limitada. Por lo tanto, este trabajo tiene como objetivo destacar las limitaciones actuales del sistema de gestión de desechos médicos en Perú, identificar y seleccionar alternativas de gestión ambiental, y promover futuras investigaciones. A través de un diseño metodológico cualitativo de tipo investigación/acción, se utiliza la Matriz de Leopold para evaluar el impacto ambiental generado en un hospital del país, junto con una revisión de literatura sobre los desafíos ambientales actuales para proponer estrategias para mitigar los efectos ambientales actuales resultantes de estos impactos. En consecuencia, se presentan tecnologías alternativas que deben identificarse como soluciones potenciales y adaptarse a los diversos regímenes y/o limitaciones del país.

Palabras Clave: Desechos sólidos, Impacto ambiental, Normas ambientales, Centros de salud, Impacto de desechos médicos, Tecnologías alternativas.

Abstract: The inadequate management of medical waste represents one of the current environmental challenges facing the planet, being a major contributor to the emergence of waste in water bodies, soil erosion, and air pollution from contaminating gasses. In Peru, although medical waste management is gaining increasing importance and interest as a health management issue, information on environmental impact measurement strategies conducted in the country remains very limited. Therefore, this work aims to highlight the current constraints of the medical waste management system in Peru, identify and select environmental management alternatives, and promote future research. Through a qualitative methodological design of research/action type, the Leopold Matrix is utilized to assess the environmental impact generated in a hospital in the country, alongside a literature review concerning current environmental challenges to propose strategies for mitigating the current environmental effects resulting from these impacts. Consequently, alternative technologies are presented, which should be identified as potential solutions and adapted to the various regimes and/or limitations of the country.

Keywords: Solid Waste, Environmental Impact, Environmental Standards, Health Centers, Medical Waste Impact, Alternative Technologies.

Línea de investigación IDIC – ULIMA: Ecoeficiencia y tecnologías limpias

Área y Sub-áreas de Investigación: Gestión Ambiental Sostenible

Objetivo (s) de Desarrollo Sostenible (ODS): (9) – Industria, Innovación e Infraestructura

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La gestión inadecuada de los desechos médicos en el Perú presenta desafíos ambientales apremiantes, contribuyendo a la contaminación del agua, suelo y aire debido a prácticas inapropiadas de eliminación. A pesar del creciente reconocimiento de este problema dentro de la gestión de la salud, sigue existiendo una falta crítica de evaluaciones integrales del impacto ambiental y de información sobre los efectos de las actividades hospitalarias en el medio ambiente, especialmente en Lima. Esta deficiencia obstaculiza el desarrollo de planes de acción ambiental efectivos y estrategias sostenibles de gestión de desechos. Además, las limitaciones de recursos y el rápido aumento de los desechos médicos posterior a la pandemia de COVID-19 exacerban la urgencia de adoptar tecnologías adecuadas y enfoques alternativos. Por lo tanto, esta investigación tiene como objetivo identificar y abordar las limitaciones actuales del sistema de gestión de desechos médicos en el Perú, explorar estrategias alternativas de gestión ambiental y promover futuras investigaciones para mejorar la sostenibilidad y alinear las prácticas con los estándares internacionales.

OBJETIVOS

El objetivo principal de esta investigación es señalar las limitaciones actuales del sistema de gestión de desechos médicos en Perú, identificar y seleccionar alternativas de gestión ambiental, y fomentar futuras investigaciones.

JUSTIFICACIÓN

Actualmente, la falta de conocimiento sobre los principales impactos ambientales causados por los desechos hospitalarios y su manejo inadecuado genera contaminantes que son dañinos para el medio ambiente y aumentan la gravedad de sus consecuencias con el tiempo (Akkajit et al., 2020). Los países en desarrollo enfrentan restricciones y escasez de recursos, lo que hace imposible y/o interrumpe la gestión eficaz y eficiente de los desechos biomédicos (Shammi et al., 2022). Tras la emergencia de la COVID-19, el aumento en el uso y eliminación rápida de desechos hospitalarios ha generado la necesidad de encontrar la manera óptima de aprovechar las tecnologías para su eliminación y tratamiento, conocidas por tener periodos largos de descomposición (Ye et al., 2022). Según la Organización Mundial de la Salud (2022), 3 de cada 10 instalaciones de salud carecen de un sistema adecuado para la segregación de desechos médicos. En Perú, en la ciudad de Lima, los principales hospitales públicos y privados del país no tienen información sobre los efectos e impactos de las actividades hospitalarias en el medio ambiente (Bambarén & Alatrística, 2014). Este problema limita la capacidad de las autoridades e instituciones encargadas de llevar a cabo o planificar la gestión correspondiente, impidiendo la elaboración de planes de acción ambiental. Como resultado, el país se expone a consecuencias irreversibles en términos de calidad de vida y salud ambiental.

HIPÓTESIS (Si aplica)

NA

DISEÑO METODOLÓGICO

Tipo: Investigación/Acción

La presente investigación fue de tipo investigación/acción, debido a que busca aportar información sobre una problemática ambiental actual en el país con el fin de contribuir en la mejora de la toma de decisiones y gestión de residuos médicos; de tal manera que, esto conlleve a una reducción en el impacto ambiental generado por centros médicos en el país.

Enfoque: Cualitativo

El enfoque es cualitativo debido a que se busca resumir información para contribuir a la toma de decisiones a corto y largo plazo en torno a la gestión y disposición de desechos médicos, y comprender el fenómeno de la contaminación ambiental explorando perspectivas subjetivas y contextos similares relacionados al tema.

Alcance: Descriptivo

El alcance es descriptivo porque el objetivo es realizar una medición actual del impacto ambiental frente a una determinada gestión de residuos infecciosos.



Técnicas e instrumentos:

- PRISMA
- Matriz de Leopold
- VOS Viewer

Etapas del desarrollo de la investigación:

La figura 1 representa la primera parte del proceso de desarrollo de la investigación. Debido a que primordialmente se recolectó información de varios artículos, se definió que la metodología de investigación tenga un enfoque cualitativo con análisis estructurado sobre la gestión de desechos médicos. Se utilizó el repositorio SCOPUS, el cual proporcionó una base de datos para artículos en inglés desde 2017 hasta 2023 con palabras clave específicas. De los 1400 artículos iniciales, se seleccionaron 34 para un análisis detallado. Durante este periodo, el método PRISMA sirvió de apoyo para refinar la selección y filtrado de artículos.

Asimismo, en paralelo se aplicó el método Leopold para cuantificar los impactos ambientales de la gestión de desechos médicos y lograr mayor comprensión respecto a la data recolectada de los artículos.

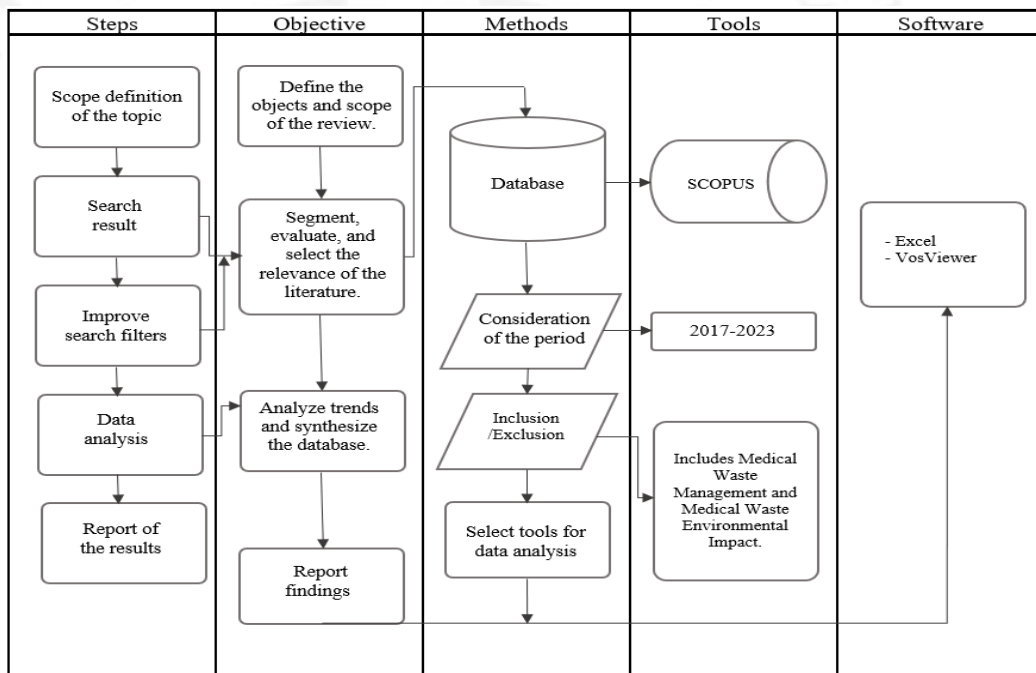


Figura 1 Complete investigation Flow Chart

NOTAS (AGRADECIMIENTOS)

Agradecemos profundamente a nuestros padres y hermanos, cuyo amor y apoyo han sido pilares en nuestra travesía universitaria y en el desarrollo de nuestras vidas profesionales. A nuestros amigos, quienes han compartido risas, desafíos y éxitos a lo largo de este camino, gracias por ser parte fundamental de esta inolvidable etapa de crecimiento y aprendizaje.

REFERENCIAS

- Ahmad, R., Liu, G., Santagata, R., Casazza, M., Xue, J., Khan, K. and Lega, M., LCA of hospital solid waste treatment alternatives in a developing country: The case of district swat, pakistan, *Sustainability (Switzerland)*, 11(13), 2019.
- Ahmad, R., Liu, G., Santagata, R., Casazza, M., Xue, J., Khan, K., Nawab, J., Ulgiati, S. and Lega, M. LCA of Hospital Solid Waste Treatment Alternatives in a Developing Country: The Case of District Swat, Pakistan. *Sustainability*, 2019.
- Akkajit, P., and Kerdchoechuen, O, Environmental impacts from improper hospital waste management: A case study of Southern Thailand, *Sustainable Environment Research*, 30(1), 1-10, 2020.
- Akkajit, P., Romin, H., and Assawadithalerd, M., Assessment of knowledge, attitude, and practice in respect of medical waste management among healthcare workers in clinics, *Journal of Environmental and Public Health*, 2020.
- Bambarén-Alatrística, C., and Bambarén, M. d.-G. Impacto ambiental de un hospital público en la ciudad de Lima, Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 31, 712-715, 2014.
- Bittrich Vargas, N. K., Ruiz Mogollón, M. I., and Larios-Francia, R. P., Environmental Impact Assessment of Flexible Food Packaging, *The International Journal of Environmental Sustainability*, 19(1), 39-61, 2022.
- Chew, X., Khaw, K.W., Alnoor, A. et. al., Circular economy of medical waste: novel intelligent medical waste management framework based on extension linear Diophantine fuzzy FDOSM and neural network approach, *Environ Sci Pollut Res* 30, 60473–60499, 2023.
- Chilón Sánchez, G. & Ortiz Palma, C. L, Eficiencia del manejo de residuos hospitalarios en la Clínica San Lorenzo S.R.L. *Repositorio virtual de la Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo (UPAGU)*, 2018.
- Cifuentes, C., and Iglesias, S., Gestión ambiental de residuos sólidos hospitalarios del Hospital Cayetano Heredia, *Revista del Instituto de Investigaciones FIGMMG*, 11, 2008.
- Cipponeri, M., *Evaluación y Estudio de Impacto Ambiental*, 2020.
- Dirección General de Salud Ambiental. Norma Técnica: Procedimientos para el manejo de residuos sólidos hospitalarios (217-2004/MINSA), 2004.
- Escalona Guerra, E., Health damage due to poor disposal of solid and liquid wastes in Dili, Timor Leste, *Cubana de Higiene y Epidemiología*, 52(2), 270-277, 2014.
- Fang S., Jiang L., Li P., Bai J. and Chang C., Study on pyrolysis products characteristics of medical waste and fractional condensation of the pyrolysis oil, *Energy*, vol. 195, 2020. ISSN 0360-5442.
- Felix C., Ubando A., Chen W., H., Goodarzi V. and Ashokkumar V., COVID-19 and industrial waste mitigation via thermochemical technologies towards a circular economy: A state-of-the-art review. *Journal of Hazardous Materials*, vol. 423, Part B, 2022. ISSN 0304-3894.
- Ferronato N, Torretta V. Waste Mismanagement in Developing Countries: A Review of Global Issues. *Int J Environ Res Public Health*, 16(6):1060, 2019.
- Giakoumakis, G., Politi, D. and Sidiras, D., Medical Waste Treatment Technologies for Energy, Fuels, and Materials Production: A Review, *Energies*, 2021.
- Global analysis of healthcare waste in the context of COVID-19: status, impacts and recommendations. Geneva: World Health Organization; 2022. Licence: (CC BY-NC-SA 3.0 IGO)
- Health-care waste, World Health Organization, 2018.
- Hernández Sampieri, R., Mendoza Torres, C. P., *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill, 2018.
- Hong, J., Zhan, S., Yu, Z., Hong, J., and Qi, C., Life-cycle environmental and economic assessment of medical waste treatment, *Journal of Cleaner Production*, 65-73, 2018.
- Idrogo-Carranza, E. M., Determinación de la influencia del manejo de residuos sólidos hospitalarios en el ambiente y en la salud pública del hospital MINSA de la Ciudad de Moyobamba, Repositorio virtual de la Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto. Facultad de Ecología, 2018.
- Ilyas S., Srivastava R. and Kim H., Disinfection technology and strategies for COVID-19 hospital and bio-medical waste management, *Science of The Total Environment*. Volume 749. 2020. 141652. ISSN 0048-9697.
- Karimi, H., Wassan, N., Ehsani, B., Tavakkoli-Moghaddam, R., & Ghodrathnama, A., Optimizing COVID-19 medical

waste management using goal and robust possibilistic programming. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, vol. 131, article 107838, 2024.

Kollu, V.K.R., Kumar, P. and Gautam, K. Comparison of microwave and autoclave treatment for biomedical waste disinfection. *Syst Microbiol and Biomanuf* 2, 732–742, 2022.

La declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas, 2021.

Leopold, L. B., Clarke, F. E., Hanshaw, B. B., & Balsley, J. R., *A procedure for evaluating environmental impact*, U.S. Geological Survey, 1971.

Maza Asquet, C., Evaluación de Impactos Ambientales, 2007. Medical Waste, US EPA, 2022.

Mosquera, K. F. (s.f.), *Diagnóstico ambiental en el área de consulta externa del hospital Vicente Corral Moscoso*.

Ojha, P. C., Satpathy, S. S., Ojha, A. K., Sukla, L. B. & Pradhan, D. (2022). Overcoming challenges due to enhanced biomedical waste generation during COVID-19 pandemic. *Science of The Total Environment*, vol. 832, article 155072, 2022.

Rodríguez Miranda, J. P., García Ubaque, C. A., and García Vaca, M. C., Environmental management in public hospitals: Environmental management in Colombia, *Facultad de Medicina*, vol. 64, no. 4, pp. 621-624, 2016.

Rodríguez, D. C., Martínez, P. A. and Cárdenas, J. C., El impacto ambiental por parte de los servicios de salud en el manejo de los residuos hospitalarios. *AREANDINA*, 2016.

Shammi, M., Rahman, M. M., Ali, M. L., Khan, A. S. M., Siddique, M. A. B., Ashadudzaman, M., . . ., Tareq, S. M., Application of short and rapid strategic environmental assessment (SEA) for biomedical waste management in bangladesh, *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 5, 2022.

Su G., Ong H., Ibrahim S., Fattah I., Mofijur M. and Chong C., Valorisation of medical waste through pyrolysis for a cleaner environment: Progress and challenges, *Environmental Pollution*, vol. 279, 2021. ISSN 0269-7491.

Thind P., Sareen A., Singh D., Singh S. and John S., Compromising situation of India's bio-medical waste incineration units during pandemic outbreak of COVID-19: Associated environmental-health impacts and mitigation measures. *Environmental Pollution*, vol 276, 2021. ISSN 0269-7491.

World Health Organization (WHO), Global analysis of healthcare waste in the context of COVID-19: status, impacts and recommendations, 2022.

World Health Organization (WHO), Las toneladas de desechos de la atención de salud en el contexto de la COVID-19 hacen patente la necesidad apremiante de mejorar los sistemas de gestión de desechos, 2022.

Ye, J., Song, Y., Liu, Y., and Zhong, Y. Assessment of medical waste generation, associated environmental impact, and management issues after the outbreak of COVID-19: A case study of the Hubei province in China, *PLoS ONE*, 17(11), 2022.

ANEXO.

Datos del artículo publicado

- **Nombre del artículo:** Evaluation of the Environmental Impact of Medical Waste in Health Centers in Peru
- **Autores:** Camila Paredes Schmidt, Alexia Ximena Trujillo Moscoso
- **Co autor(es):** Juan Carlos Quiroz Flores

Presentación en congreso

- **Nombre del congreso:** The 5th South American Conference on Industrial Engineering and Operations Management
- **Organizador:** IEOM
- **Sede:** Bogotá, Colombia
- **Año:** 2024
- **Pp:** 13 hojas
- **Enlace web donde se encuentra publicado el artículo (identificador DOI, ISBN, ISSN o equivalentes):**

Final_Paredes_Trujillo

INFORME DE ORIGINALIDAD

8%

INDICE DE SIMILITUD

13%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

ENCONTRAR COINCIDENCIAS CON TODAS LAS FUENTES (SOLO SE IMPRIMIRÁ LA FUENTE SELECCIONADA)

2%

★ "Impact of COVID-19 Waste on Environmental Pollution and Its Sustainable Management", Springer Science and Business Media LLC, 2024

Publicación

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 2%

Excluir bibliografía

Activo