

Gestión ambiental de residuos peligrosos generados en centros de salud (públicos y privados) del cantón Valencia, Provincia de Los Ríos, Ecuador

Environmental management of hazardous waste generated in health centers (public and private) in the Valencia canton, Los Ríos Province, Ecuador

DOI: 10.46981/sfjhv6n1-002

Received on: Jan 13th 2024

Accepted on: Feb 03rd, 2024

Harry Pedro Lozano-Mendoza

Magister en Cambio Climático

Institución: Universidad Técnica Estatal de Quevedo

Dirección: Quevedo, Los Ríos, Ecuador

Correo electrónico: plozano@uteq.edu.ec

Carlos Alberto Nieto-Cañarte

Máster en Planificación Territorial y Gestión Ambiental

Institución: Universidad Técnica Estatal de Quevedo

Dirección: Quevedo, Los Ríos, Ecuador

Correo electrónico: cnieto@uteq.edu.ec

Jardel Coutinho Dos Santos

Magister en Pedagogía de los Idiomas Nacionales y Extranjeros, Mención Inglés

Institución: Universidad Técnica Estatal de Quevedo

Dirección: Quevedo, Los Ríos, Ecuador

Correo electrónico: jcouthod@uteq.edu.ec

Cristobal Puyi Peñaherrera-Chang

Máster en Investigación de las Ciencias Experimentales Sociales y Matemáticas

Institución: Universidad Técnica Estatal de Quevedo

Dirección: Quevedo, Los Ríos, Ecuador

Correo electrónico: cpenaherrerac@uteq.edu.ec

Víctor Jorge García-Gallirgos

Licenciado en Ingeniería Agrónoma

Institución: Universidad Técnica Estatal de Quevedo

Dirección: Quevedo, Los Ríos, Ecuador

Correo electrónico: victor.garcia2016@uteq.edu.ec

Nelson Luis Mecias-Herrera

Máster en Ciencia y Tecnología de los Recursos Hídricos

Institución: Universidad de Girona

Dirección: Girona, Gerona, España

Correo electrónico: nelsonluis.mecias@udg.edu

RESUMEN

La gestión de desechos hospitalarios peligrosos representa un desafío ambiental y sanitario en el cantón Valencia (Ecuador), esta investigación tuvo como objetivo evaluar la gestión ambiental de residuos peligrosos generados en centros de salud (públicos y privados) del cantón. Se utilizó una metodología

basada en la georreferenciación de los centros de salud mediante navegador (GPS) y programa geomático (ArcGIS), la caracterización de los desechos peligrosos a través de registros diarios, entrevistas al personal sanitario y auditorías de cumplimiento normativo. Los resultados evidenciaron deficiencias en la segregación de residuos, almacenamiento temporal inadecuado y una falta de capacitación del personal en bioseguridad. La generación promedio de desechos peligrosos fue de 305.65 kg/mes en el sector público y 219.21 kg/mes en el privado, siendo los residuos infecciosos los más prevalentes (64.81% en hospitales públicos y 69.45% en hospitales privados). Se identificó un incumplimiento de normativas ambientales en el almacenamiento y transporte de residuos, lo que incrementa el riesgo de contaminación y exposición a agentes patógenos. El plan de gestión propuesto incluye estrategias para la segregación adecuada de residuos, optimización de rutas de recolección, implementación de tecnologías de tratamiento como autoclave y educación continua del personal. Se recomienda fortalecer la normativa local y establecer controles más rigurosos para garantizar un manejo eficiente de los desechos hospitalarios peligrosos en la región.

Palabras clave: Gestión Ambiental, Desechos Hospitalarios, Bioseguridad, Residuos Peligrosos, Salud Pública.

ABSTRACT

The management of hazardous hospital waste represents an environmental and health challenge in the Valencia canton (Ecuador). This research aimed to evaluate the environmental management of hazardous waste generated in health centers (public and private) in the canton. A methodology based on the georeferencing of health centers using a navigator (GPS) and a geomatic program (ArcGIS), the characterization of hazardous waste through daily records, interviews with health personnel and regulatory compliance audits was used. The results showed deficiencies in waste segregation, inadequate temporary storage and a lack of staff training in biosafety. The average generation of hazardous waste was 305.65 kg/month in the public sector and 219.21 kg/month in the private sector, with infectious waste being the most prevalent (64.81% in public hospitals and 69.45% in private hospitals). Non-compliance with environmental regulations in the storage and transportation of waste was identified, which increases the risk of contamination and exposure to pathogens. The proposed management plan includes strategies for proper waste segregation, optimization of collection routes, implementation of treatment technologies such as autoclaves, and ongoing staff education. It is recommended that local regulations be strengthened and more rigorous controls be established to ensure efficient management of hazardous hospital waste in the region.

Keywords: Environmental Management, Hospital Waste, Biosecurity, Hazardous Waste, Public Health.

1 INTRODUCCIÓN

La gestión de desechos hospitalarios peligrosos es una preocupación crítica a nivel global, debido a los riesgos que representan para la salud pública y el ambiente. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2024), los países de ingresos altos generan en promedio hasta 0.5 kg de desechos peligrosos por cama hospitalaria al día, mientras que en los de ingresos bajos, esta cifra ronda los 0.2 kg. Sin embargo, en estos últimos, la falta de segregación adecuada incrementa significativamente la cantidad de desechos peligrosos mezclados con residuos comunes, exacerbando los riesgos asociados.

A nivel internacional, se han propuesto diversas estrategias para mejorar la gestión de desechos hospitalarios peligrosos. La segregación en la fuente, el uso de contenedores adecuados, la capacitación continua del personal y la implementación de tecnologías de tratamiento no contaminantes son algunas de las prácticas recomendadas para mitigar los riesgos asociados (Esmeray & Eren, 2021).

Estudios en América Latina han evidenciado prácticas deficientes en el manejo de estos desechos. Por ejemplo, en Costa Rica, una investigación en establecimientos de salud del Área de Alajuela Oeste reveló que ninguno de los centros evaluados clasificaba o segregaba adecuadamente los desechos comunes ni los bioinfecciosos, y solo el 66.7% de los recipientes para desechos punzocortantes cumplía con las normas establecidas (Leal et al., 2004). Estas deficiencias no solo ponen en riesgo al personal sanitario, sino también a la comunidad y al entorno natural.

En Venezuela, la situación es igualmente preocupante. Un estudio realizado en un hospital tipo IV de Caracas identificó la necesidad de diseñar y validar un sistema para el manejo interno de desechos hospitalarios, evidenciando carencias en la gestión adecuada de estos residuos (Subero et al., 2004). La falta de protocolos estandarizados y de capacitación del personal contribuye a una gestión ineficiente, aumentando el potencial de contaminación y transmisión de enfermedades.

En este contexto, la propuesta de un sistema de gestión integral de desechos hospitalarios peligrosos en Valencia (Ecuador), adquiere una relevancia significativa (Nieto-Cañarte et al., 2024). Al abordar tanto los aspectos técnicos como sociales, esta iniciativa busca no solo cumplir con las normativas vigentes, sino también promover una cultura de responsabilidad ambiental y sanitaria. La implementación de prácticas adecuadas en la gestión de estos desechos es esencial para proteger la salud de los trabajadores, la comunidad y el medio ambiente, contribuyendo al desarrollo sostenible de la región.

2 MARCO TEÓRICO

La gestión de desechos hospitalarios peligrosos es una preocupación global que abarca dimensiones ambientales, sanitarias y tecnológicas. Una gestión inadecuada de estos residuos puede provocar contaminación ambiental y riesgos significativos para la salud pública. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2024), entre el 10% y el 25% de los residuos generados en establecimientos de salud se consideran peligrosos, incluyendo residuos infecciosos, químicos y radiactivos.

La gestión integral de desechos hospitalarios peligrosos es esencial para proteger la salud pública y el ambiente (Nieto-Cañarte et al., 2023a). La clasificación adecuada de los residuos, la implementación de tecnologías de tratamiento efectivas y la adopción de prácticas internacionales exitosas son fundamentales para minimizar los riesgos asociados. Es imperativo que las instituciones de salud

desarrollen y apliquen políticas y procedimientos sólidos para el manejo de estos desechos, garantizando así una atención sanitaria segura y sostenible.

2.1 CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS HOSPITALARIOS

Los desechos hospitalarios se clasifican generalmente en tres categorías principales: Residuos no peligrosos (Aquellos que no representan un riesgo inmediato para la salud o el medio ambiente, similares a los residuos domésticos), Residuos biológicos (Incluyen materiales infecciosos, punzocortantes y anatómicos que pueden transmitir enfermedades), Residuos peligrosos (Comprenden desechos farmacéuticos, citotóxicos, químicos y radiactivos que requieren un manejo especial debido a su potencial nocivo); Esta clasificación es esencial para implementar estrategias de manejo adecuadas y minimizar los riesgos asociados (Nursetyowati et al., 2019).

2.2 IMPACTOS AMBIENTALES Y SANITARIOS

La incorrecta gestión de los desechos hospitalarios puede tener consecuencias ambientales y sanitarias severas. La disposición inadecuada de residuos infecciosos y químicos puede contaminar el suelo y las fuentes de agua, afectando a ecosistemas y comunidades humanas (Nieto-Cañarte et al., 2024b). Además, la exposición a residuos peligrosos puede provocar infecciones y enfermedades en el personal sanitario y en la población general (Rahim et al., 2022).

2.3 TECNOLOGÍAS PARA EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS HOSPITALARIOS

Existen diversas tecnologías para el tratamiento de desechos hospitalarios peligrosos, cada una con ventajas y limitaciones específicas: Autoclave (Utiliza vapor a alta presión y temperatura para esterilizar residuos infecciosos, reduciendo su carga microbiana), Incineración (Proceso de combustión que reduce significativamente el volumen de residuos, aunque puede generar emisiones contaminantes si no se controla adecuadamente), Tratamientos químicos (Involucran el uso de agentes químicos para desinfectar o neutralizar residuos peligrosos, adecuados para ciertos tipos de desechos); La selección de la tecnología adecuada depende de factores como el tipo de residuo, la infraestructura disponible y las regulaciones locales (Marrack, 1988).

2.4 EXPERIENCIAS EN LA GESTIÓN DE RESIDUOS HOSPITALARIOS

Diversos países han implementado estrategias efectivas para la gestión de desechos hospitalarios peligrosos: Costa Rica “Un estudio en establecimientos de salud del Área de Alajuela Oeste reveló deficiencias en la clasificación y segregación de desechos, destacando la necesidad de programas de educación ambiental para el personal sanitario” (Leal et al., 2004); Perú “Investigaciones en el Hospital Nacional Cayetano Heredia enfatizaron la importancia de cumplir con normas técnicas y adoptar experiencias internacionales para mejorar la gestión de residuos hospitalarios” (Puma et al., 2023); España “El Hospital HCB Dénia obtuvo certificaciones ISO 14001 e ISO 9001, demostrando su compromiso con la gestión ambiental y la calidad en servicios de esterilización y banco de sangre”. Estas experiencias resaltan la importancia de la capacitación, la implementación de sistemas de gestión ambiental y la adopción de tecnologías adecuadas para el manejo seguro de desechos hospitalarios (Khader, 2021).

3 METODOLOGÍA

La gestión de desechos hospitalarios peligrosos requiere una metodología estructurada que garantice la protección de la salud pública y la preservación del medio ambiente (Lando et al., 2020). A continuación, se detallan las fases clave para una gestión efectiva de estos residuos, complementadas con información de fuentes científicas relevantes:

3.1 CLASIFICACIÓN Y SEGREGACIÓN DE RESIDUOS

La primera etapa implica la identificación y separación de los desechos en el punto de generación. Los residuos hospitalarios se clasifican en comunes, biocontaminados y especiales. Esta segregación facilita su manejo y tratamiento posterior. Según la Norma Técnica de Manejo de Residuos Sólidos Hospitalarios del Ministerio de Salud de Perú, una correcta clasificación es esencial para minimizar riesgos y costos asociados al tratamiento de residuos peligrosos (Khader, 2021).

3.2 RECOLECCIÓN Y ALMACENAMIENTO TEMPORAL

Una vez segregados, los residuos deben ser recolectados y transportados a áreas de almacenamiento temporal dentro de la instalación sanitaria. Es crucial utilizar contenedores adecuados, etiquetados y resistentes, para prevenir derrames o exposiciones accidentales. Cualquier manual de

procedimiento para el manejo de residuos hospitalarios enfatiza la importancia de procedimientos estandarizados en esta etapa para garantizar la seguridad del personal y pacientes (Ghafuri et al., 2022).

3.3 TRANSPORTE INTERNO

El traslado de los residuos desde las áreas de generación hasta el almacenamiento o tratamiento debe realizarse siguiendo rutas específicas y en horarios que minimicen la interferencia con las actividades hospitalarias. Se recomienda el uso de equipos dedicados exclusivamente para este fin y la capacitación del personal involucrado. La Fundación Tierra Nueva destaca la necesidad de protocolos claros para el transporte interno de desechos, asegurando así una gestión eficiente y segura (Mecias-Herrera et al., 2023).

3.4 TRATAMIENTO DE RESIDUOS

El tratamiento de los desechos hospitalarios peligrosos puede realizarse dentro de la instalación (in situ) o ser externalizado a plantas especializadas (ex situ). Los métodos de tratamiento incluyen: Autoclave (Utiliza vapor a alta presión para esterilizar residuos infecciosos. Es efectivo para la mayoría de los desechos biocontaminados y reduce significativamente el volumen de residuos), Incineración (Proceso de combustión que elimina completamente los residuos, pero puede generar emisiones contaminantes si no se controla adecuadamente. Es adecuado para residuos anatómicos y farmacéuticos), o Tratamiento químico (Involucra el uso de agentes químicos para desinfectar residuos líquidos o sólidos. Es útil para desechos líquidos infecciosos y ciertos residuos sólidos). La selección del método de tratamiento debe basarse en la naturaleza de los residuos, la infraestructura disponible y las regulaciones locales (Puma et al., 2023).

3.5 DISPOSICIÓN FINAL

Después del tratamiento, los residuos deben ser dispuestos de manera segura. Los residuos tratados pueden ser enviados a rellenos sanitarios autorizados, mientras que las cenizas de la incineración requieren una disposición especial debido a su potencial toxicidad. El Manual de Gestión Integral de Residuos del Ministerio de Salud, proporciona directrices para la disposición final, enfatizando la necesidad de cumplir con las normativas ambientales vigentes (Lozano-Mendoza et al., 2024).

3.6 CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN DEL PERSONAL

La formación continua del personal es fundamental para asegurar el cumplimiento de los protocolos de manejo de residuos. Esto incluye capacitación en clasificación, manejo, transporte y respuesta a incidentes relacionados con desechos peligrosos (Sinchi-Rivas et al., 2024). La Fundación Tierra Nueva subraya la importancia de programas educativos para el personal sanitario, con el fin de promover prácticas seguras y sostenibles en la gestión de residuos (Mata et al., 2006).

3.7 MONITOREO Y EVALUACIÓN

Implementar un sistema de monitoreo permite evaluar la eficacia de las prácticas de gestión de residuos y facilita la identificación de áreas de mejora. Esto incluye auditorías internas, seguimiento de indicadores clave y revisión periódica de los procedimientos (Sangacha-Magarisca et al., 2024). El manual de gestión integral de residuos del ministerio de salud, recomienda la realización de evaluaciones periódicas para garantizar la mejora continua en la gestión de residuos hospitalarios (FTN, 2023).

4 RESULTADOS Y DISCUSIONES

La gestión de desechos hospitalarios peligrosos es un desafío crítico que afecta tanto a la salud pública como al medio ambiente. A continuación, se presentan los hallazgos clave:

4.1 IDENTIFICACIÓN DE ESTABLECIMIENTOS DE SALUD

El cantón Valencia cuenta con cinco (5) establecimientos de salud pública de primer nivel, clasificados en las siguientes categorías: un puesto de salud rural (Ni un Paso Atrás), dos centros de salud rurales (El Vergel y 6 de Agosto) y dos centros de salud urbanos (Valencia y La Unión). Siendo, los centros de salud “La Unión”, “El Vergel” y “6 de Agosto”, junto con el puesto de salud “Ni un Paso Atrás”, están categorizados como establecimientos de Tipo “A”, mientras que el centro de salud “Valencia” corresponde al Tipo “B” (Figura 1).

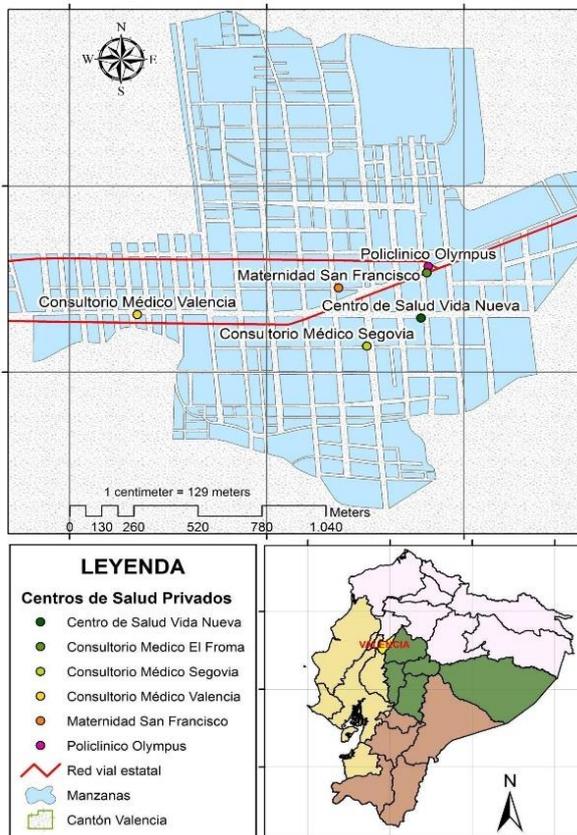
También se evidenciaron seis (6) establecimientos de salud privada (Consultorio Médico Valencia, Maternidad San Francisco, Centro de Salud Vida Nueva, Consultorio Médico Segovia, Policlínico Olympus, Consultorio Médico El Froma), distribuidos dentro de la zona céntrica de la urbe del cantón Valencia, en paralelo con el Corredor Vial Transversal Central (E30) (Figura 2).

Figura 1. Centros de salud (público)



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2. Centros de salud (privado)

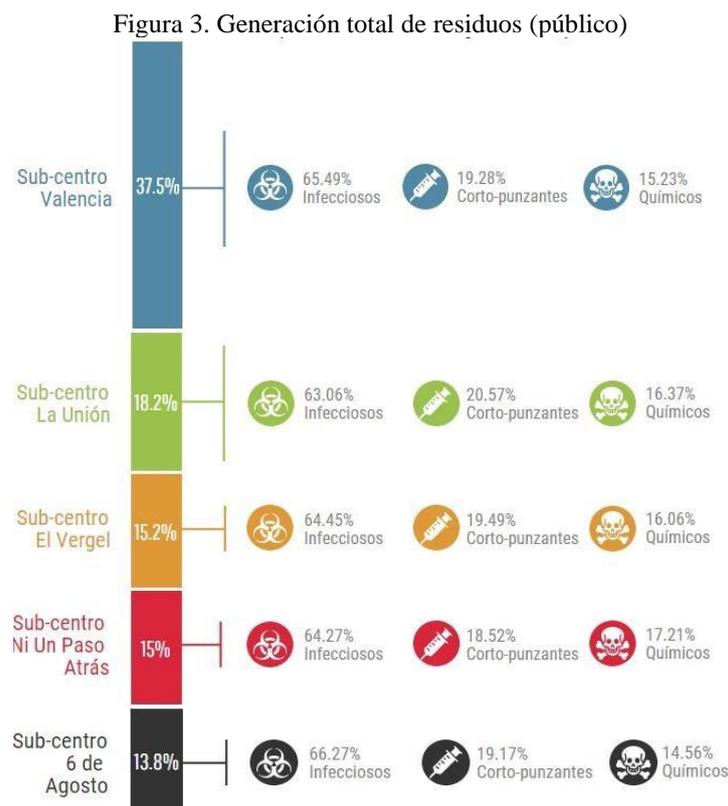


Fuente: Elaboración propia.

4.2 VOLUMEN DE GENERACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS

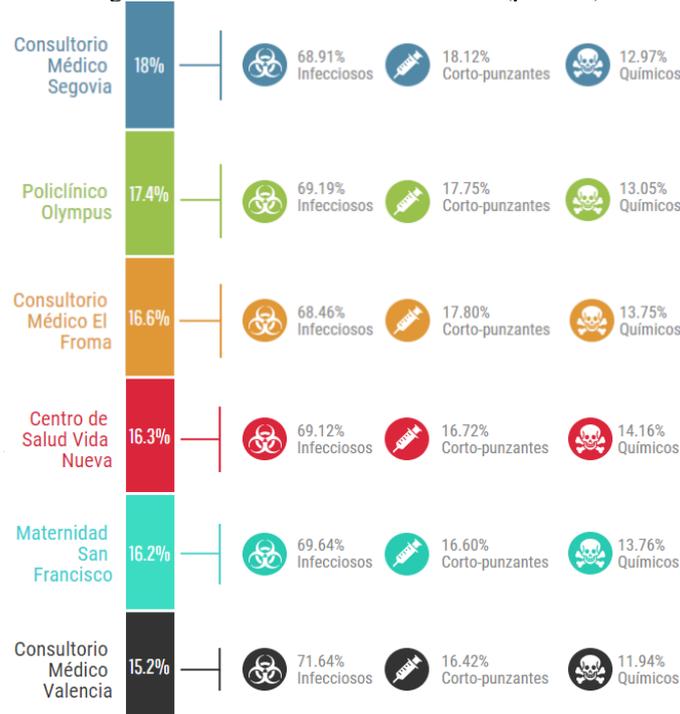
Los establecimientos de salud pública del cantón Valencia generan un total de 305.65 kg/mes de desechos peligrosos, distribuidos de la siguiente manera: 37.59% sub-centro Valencia, 18.29% sub-centro La Unión, 15.28% sub-centro El Vergel, 15.02% sub-centro Ni un Paso Atrás y 13.82% sub-centro 6 de Agosto (Figura 3). El volumen total de desechos peligrosos atañe a las siguientes categorías de residuos: infecciosos (198.10 kg/mes), punzocortantes (59.35 kg/mes) y químicos (48.20 kg/mes).

De igual manera, los establecimientos de salud privada del cantón Valencia generan un total de 219.21 kg/mes de desechos peligrosos, distribuidos de la siguiente manera: 18.09% Consultorio Médico Segovia, 17.44% Policlínico Olympus, 16.64% Consultorio Médico El Froma, 16.34% Centro de Salud Vida Nueva, 16.21% Maternidad San Francisco y 15.28% Consultorio Médico Valencia (Figura 4). El volumen total de desechos peligrosos atañe a las siguientes categorías de residuos: infecciosos (152.25 kg/mes), punzocortantes (37.85 kg/mes) y químicos (29.11 kg/mes).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 4. Generación total de residuos (privado)



Fuente: Elaboración propia.

4.3 RESULTADOS DE LA ENTREVISTA AL PERSONAL DE SALUD

Para evaluar la gestión de desechos hospitalarios peligrosos en los centros de salud de Valencia (Ecuador), se realizó una entrevista dirigida a personal sanitario, incluyendo médicos, enfermeros y administrativos:

Permisos y Registro Ambiental: El 60% de los entrevistados indicó que su centro de salud no cuenta con el Registro Ambiental, lo que representa una deficiencia en el cumplimiento de la normativa ambiental vigente. En el sector público, el 70% de los establecimientos carecen de este permiso, mientras que, en el privado, la cifra se reduce al 40%. Según la legislación ecuatoriana, la obtención del Registro Ambiental es un requisito obligatorio para el funcionamiento de establecimientos generadores de residuos peligrosos.

Año de Obtención del Registro Ambiental: Entre los centros que sí poseen el Registro Ambiental (40% del total), se encontró que la mayoría lo obtuvo en los últimos cinco años, reflejando una mejora en el cumplimiento normativo reciente. Sin embargo, algunos establecimientos más antiguos aún operan sin haber actualizado este permiso.

Responsabilidad en el Transporte de Desechos: El 55% del personal afirmó que su centro cuenta con un Gestor Autorizado para el transporte de desechos peligrosos. En el sector privado, el 70% de los establecimientos han contratado un gestor certificado, mientras que en el público esta cifra disminuye al

40%. Esta diferencia puede estar relacionada con la capacidad financiera de los establecimientos privados para externalizar la gestión de residuos peligrosos.

Manifiesto Único y Declaraciones de Desechos Peligrosos: El 45% de los centros de salud no recibe el Manifiesto Único con la frecuencia requerida, lo que impide un control adecuado del destino final de los residuos. En cuanto a la presentación de declaraciones de desechos peligrosos, el 65% del personal indicó que su centro no cumple con esta obligación regularmente. Esto representa un problema en la trazabilidad y supervisión de los residuos hospitalarios, incrementando el riesgo de mala disposición final.

Generación de Desechos Peligrosos Mensuales: Los valores registrados sobre la cantidad de residuos generados mensualmente mostraron una diferencia significativa entre el sector público (305,65 kg/mes de desechos peligrosos) y privado (219,21 kg/mes de desechos peligrosos). El mayor volumen en el sector público podría explicarse por una mayor afluencia de pacientes y procedimientos realizados. Estos valores están dentro del rango reportado en estudios similares en América Latina, donde la generación promedio oscila entre 0.2 y 0.5 kg/cama/día (OMS, 2024).

5 CONCLUSIÓN

La gestión de desechos hospitalarios peligrosos es esencial para proteger la salud pública y el ambiente. A pesar de los avances en la implementación de normativas y prácticas de manejo, persisten desafíos significativos que requieren atención inmediata:

- a) **Segregación Inadecuada de Residuos:** La falta de una segregación efectiva en la fuente conduce a la mezcla de desechos peligrosos y no peligrosos, aumentando el volumen de residuos que requieren tratamiento especial y elevando los riesgos de exposición para el personal y la comunidad.
- b) **Capacitación Insuficiente del Personal:** Existe una carencia notable en la formación específica del personal sanitario en cuanto a la gestión de desechos peligrosos, lo que resulta en prácticas inadecuadas y riesgos laborales elevados.
- c) **Deficiencias en la Infraestructura y Equipamiento:** Muchas instituciones carecen de las instalaciones y equipos adecuados para el almacenamiento, transporte y tratamiento de desechos peligrosos, lo que compromete la eficacia de las prácticas de manejo.
- d) **Cumplimiento Normativo Variable:** Aunque existen regulaciones para la gestión de desechos hospitalarios, su aplicación es inconsistente, y algunas instituciones no cumplen plenamente con las directrices establecidas.

5.1 RECOMENDACIONES

- a) **Implementar Programas de Capacitación Continua:** Desarrollar e implementar programas de formación regular para todo el personal involucrado en la gestión de desechos, enfatizando la importancia de la segregación adecuada y las prácticas seguras de manejo.
- b) **Mejorar la Infraestructura y Proveer Equipos Adecuados:** Invertir en la construcción y mantenimiento de instalaciones apropiadas para el almacenamiento y tratamiento de desechos peligrosos, así como en la adquisición de equipos de protección personal para el personal encargado.
- c) **Fortalecer la Supervisión y Cumplimiento Normativo:** Establecer mecanismos de monitoreo y evaluación para asegurar el cumplimiento de las normativas vigentes, incluyendo auditorías regulares y sanciones para instituciones que no cumplan con los estándares establecidos.
- d) **Promover la Reducción en la Fuente y Prácticas Sostenibles:** Fomentar la minimización de la generación de desechos peligrosos mediante la adopción de prácticas sostenibles, como la reducción en la fuente, la reutilización y el reciclaje cuando sea posible.
- e) **Establecer Planes de Contingencia y Respuesta a Emergencias:** Desarrollar y mantener planes de emergencia para responder a incidentes relacionados con la gestión de desechos peligrosos, asegurando una respuesta rápida y efectiva para minimizar los impactos en la salud y el ambiente.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos profundamente a nuestras instituciones, quienes nos han brindado un apoyo incondicional.

REFERENCIAS

- Esmeray, E., & Eren, S. (2021). GIS-based mapping and assessment of noise pollution in Safranbolu, Karabuk, Turkey. *Environment Development and Sustainability*, 23(10), 15413–15431. <https://doi.org/10.1007/s10668-021-01303-5>
- Fundación Tierra Nueva [FTN]. (2023). Protocolo de Gestión de Desechos. <https://colaboradores.fundaciontierranueva.org.ec/wp-content/uploads/2024/06/protocolo-de-desechos.pdf>
- Ghafuri, Y., & Koohpaei, A. (2022). Risk characterisation and methods of improving practice for municipal waste management in disaster situations: A case study in Qom Province, Iran. *Jamba (Potchefstroom, South Africa)*, 14(1). <https://doi.org/10.4102/jamba.v14i1.1151>
- Khader, Y. S. (2021). Water, sanitation, and hygiene within healthcare facilities in Jordan. En *Handbook of Healthcare in the Arab World* (pp. 1463–1473). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-36811-1_142
- Lando, A. T., Abdurrahman, M. A., Arifin, A. N., & Utami, R. (2020). Analysis of e-waste components at a computer service center of Makassar City. *IOP conference series. Earth and environmental science*, 419(1), 012155. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/419/1/012155>
- Leal Mateos, M., Solazar Solís, R., & Ruiz Castro, J. (2004). Manejo de desechos peligrosos en los establecimientos de salud del área Alajuela oeste. *Revista costarricense de salud pública*, 13(24), 75–81. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S1409-14292004000100007&script=sci_arttext
- Lozano-Mendoza, P. H., Nieto-Cañarte, C. A., Jiménez-Icaza, M. G., Vélez-Ruiz, M. C., Guamán-Sarango, V. M., & Álvarez-Pérez, S. E. (2024). Gestión ecoeficiente de residuos plásticos domiciliarios en la parroquia San Cristóbal, cantón Quevedo, Ecuador. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 7(3), e73225. <https://doi.org/10.34188/bjaerv7n3-102>
- Marrack, D. (1988). An assessment and management recommendations. *JAPCA*, 38(10), 1309–1311. <https://doi.org/10.1080/08940630.1988.10467024>
- Mata Subero, A. M., Pellegrini Blanco, N., & Reyes Gil, R. (2006). Programa de educación ambiental para la gestión de los desechos hospitalarios. *Universidad, ciencia y tecnología*, 10(41-ESPECIAL), 286–300. https://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S1316-48212006000500006&script=sci_arttext
- Mecias-Herrera, N. L., Nieto-Cañarte, C. A., Sinchi-Rivas, C. A., Guamán-Sarango, V. M., & Bosquez-Mestanza, A. L. (2023). Optimización de la recolección de residuos sólidos urbanos en el cantón San Lorenzo, provincia de Esmeraldas, Ecuador. *Brazilian Applied Science Review*, 7(2), 744–755. <https://doi.org/10.34115/basrv7n2-020b>
- Nieto-Cañarte, C. A., Bosquez-Mestanza, A. L., Puente-Bósquez, S. M., Bosquez-Mestanza, J. del R., Guamán-Sarango, V. M., & Burgos-Carpio, B. A. (2024). Análisis de la conciencia ambiental en las familias de zonas urbanas del cantón El Empalme, Ecuador. *South Florida Journal of Development*, 5(10), e4547. <https://doi.org/10.46932/sfjdv5n10-049>
- Nieto-Cañarte, C. A., Burgos-Carpio, B. A., Guamán-Sarango, V. M., Sinchi-Rivas, C. A., & Mecias-Herrera, N. L. (2023a). Optimización en la gestión de los residuos sólidos domiciliarios en el área urbana del cantón la Mana, provincia de Cotopaxi. *Brazilian Journal of Business*, 5(4), 2081–2097. <https://doi.org/10.34140/bjbv5n4-017>

- Nieto-Cañarte, C. A., Guamán-Sarango, V. M., Sinchi-Rivas, C. A., & Mecias-Herrera, N. L. (2023b). Caracterización de los residuos sólidos domiciliarios en la parroquia rural Guasaganda del cantón La Maná. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 6(4), 3627–3638. <https://doi.org/10.34188/bjaerv6n4-043>
- Nursetyowati, P., Nadifameidita, F. Q., Fairus, S., Surya Irawan, D., & Rohajawati, S. (2019). Optimization of medical hazardous waste management in community health centers of depok city using analytical hierarchy process (AHP) method. *Journal of physics. Conference series*, 1364(1), 012040. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1364/1/012040>
- Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2024). Desechos de la atención de salud. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/health-care-waste>
- Puma Salcedo, D. N., & Ollachica Garcia, E. O. (2023). Modelo de gestión de residuos sólidos hospitalarios en el servicio de emergencia del hospital nacional Cayetano Heredia – Lima – 2021. Universidad César Vallejo. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/112195>
- Rahim, I. R., Selintung, M., Jamaluddin, I., Ihsan, M., & Tiranda, E. Y. (2022). Performance of Covid-19 waste management at health service facilities in North Toraja Regency. *IOP conference series. Earth and environmental science*, 1117(1), 012051. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1117/1/012051>
- Sangacha-Magarisca, I. K., Nieto-Cañarte, C. A., Vélez-Ruiz, M. C., & Guamán-Sarango, V. M. (2024). Análisis de la gestión de residuos sólidos domiciliarios en guapara, cantón Pangua, Ecuador. *International Journal of Professional Business Review*, 9(12), e05174. <https://doi.org/10.26668/businessreview/2024.v9i12.5174>
- Sinchi-Rivas, C. A., Nieto-Cañarte, C. A., Vélez-Ruiz, M. C., Guamán-Sarango, V. M., & Muñoz-Mendoza, M. C. (2024). Quantification of inorganic waste from Estero Atascoso: Mitigation strategies. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, 18(6), e08321. <https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n6-190>
- Subero, A. M., Gil, R., & Seminario, R. M. (2004). Manejo de desechos hospitalarios en un hospital tipo IV de Caracas, Venezuela. *Interciencia*, 29(2), 89–93. https://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0378-18442004000200009&script=sci_arttext