

**Gestión de Residuos Peligrosos en el Sector Hospitalario y su Impacto en la Salud del
Personal Sanitario: Una Revisión**

**Hazardous Waste Management in the Hospital Sector and its Impact on the Health of
Healthcare Personnel: A Review**

Paula Valeria Molina Espitia

Facultad de Ingeniería ambiental

Universidad Santo Tomás Tunja

Resumen: Uno de los mayores obstáculos para la sostenibilidad medioambiental y la salud laboral es el manejo de los desechos peligrosos en los hospitales. Este artículo de revisión se realizó mediante una metodología narrativa, con el fin de analizar el impacto que tiene el manejo inadecuado de estos residuos en la salud del personal sanitario en Colombia. Se analizaron fuentes científicas seleccionadas entre 2002 y 2025, a partir de bases de datos reconocidas como Science Direct, Google Scholar and Scielo utilizando criterios de inclusión como pertinencia temática, acceso completo y enfoque en normativas, riesgos ocupacionales y manejo técnico de residuos hospitalarios. Se excluyeron estudios sin rigor metodológico o que no abordaran la salud laboral.

El análisis cualitativo y temático de las fuentes permitió identificar deficiencias estructurales y operativas en la implementación del Decreto 4741 de 2005 y la Resolución 1164 de 2002, particularmente en la segregación de residuos, el uso adecuado del EPP y la capacitación del personal. Se evidenció que los residuos peligrosos pueden llegar a representar hasta el 55% del total generado en algunas instituciones de salud, con un alto riesgo de exposición ocupacional en servicios como oncología, farmacia y laboratorio clínico. Entre las estrategias propuestas se incluyen: el fortalecimiento de programas de formación continua, la estandarización de protocolos, la implementación de herramientas como el Sistema Globalmente Armonizado (SGA), un flujograma institucional y un manual técnico de buenas prácticas.

Se ha determinado que, además del cumplimiento normativo, el compromiso institucional, la supervisión sistemática y una cultura preventiva transversal tanto en los programas de salud como en los de seguridad en el trabajo necesarios para la gestión segura y eficaz de estos residuos (Ministerio de Trabajo de Colombia, 2019).

Palabras clave: seguridad y salud en el trabajo, equipo de protección personal, Decreto 4741 de 2005, residuos hospitalarios peligrosos y salud ocupacional.

Abstract: Managing hazardous waste in hospitals is a significant issue for both environmental sustainability and occupational health. The influence of poor waste management on the health of Colombian healthcare workers was examined in this review paper using a narrative technique. From 2002 to 2025, 30 scientific sources 15 in English and 15 in Spanish were chosen and examined from reputable databases including Science Direct, Google Scholar and Scielo. The inclusion criteria included thematic relevance, full access, and a focus on regulations, occupational hazards, and technical management of hospital waste. Studies lacking methodological rigor or not addressing occupational health were excluded. The qualitative and thematic analysis of the sources identified structural and operational deficiencies in the implementation of Decree 4741 of 2005 and Resolution 1164 of 2002, particularly in waste segregation, proper use of PPE, and staff training. It was found that hazardous waste can represent up to 55% of the total waste generated in some healthcare institutions, with a high risk of occupational exposure in services such as oncology, pharmacy, and clinical laboratories. Proposed strategies include strengthening continuing education programs, standardizing protocols, implementing tools such as the Globally Harmonized System (GHS), an institutional flowchart, and a technical manual of good practices.

It is determined that in addition to regulatory compliance, institutional commitment, rigorous monitoring, and a cross-cutting preventive culture in Occupational Health and Safety programs are necessary for the safe and effective management of this waste.

Keywords: Occupational health and safety, Personal protective equipment, Decree 4741 of 2005, Hazardous hospital waste and Occupational health.

Introducción

Debido al peligro que representan los residuos hospitalarios peligrosos que afectan el equilibrio ecológico y la salud humana, el manejo de estos residuos se ha transformado en una prioridad absoluta tanto para el sector sanitario como para las autoridades ambientales. En particular, el manejo y el tratamiento inadecuado de los desechos infecciosos, químicos y punzantes pueden tener graves consecuencias negativas (Chartier, y otros, 2014). La “Organización Mundial de la Salud” estima que el 15 % de los residuos producidos durante las operaciones sanitarias son peligrosos por ser radiactivos, tóxicos o infecciosos (Organización Mundial de la Salud, 2024).

La situación se vuelve aún más crítica en América Latina y especialmente en Colombia, donde diversos factores estructurales, técnicos y organizacionales complican aún más el problema. Muchos centros de atención en salud sobre todo en áreas remotas o con escasos recursos, enfrentan serias deficiencias en su infraestructura hospitalaria, en el manejo temporal de residuos y en el acceso a tecnologías adecuadas para el tratamiento (DPhil, y otros, 2015). Además, la cobertura de programas de capacitación en gestión ambiental hospitalaria es bastante baja y la implementación de mecanismos para hacer seguimiento a la normativa vigente, como el Decreto 4741 de 2005 es escasa. Como señalan (Vinueza Villarés & Vasco Yáñez, 2023) una gestión adecuada no solo implica una correcta segregación de residuos, sino también el fortalecimiento de la cultura institucional a través de formación continua, elementos de protección personal, el almacenaje seguro y la observación rutinaria. La comunidad, el entorno y el personal médico corren riesgo cuando faltan estos componentes, perpetuando un sistema frágil que no asegura ni la sostenibilidad ni la seguridad laboral (Ferreira & Teixeira, 2010).

De acuerdo con el Decreto 4741 de 2005, los residuos peligrosos en Colombia se clasifican mediante un sistema de codificación tipo «Y» (Colorado Lopera, Echeverry Lopera, & Ordoñez Ordoñez, 2019). Todas las organizaciones que producen estos residuos están obligadas por este decreto, a implementar estrategias de gestión que garanticen su recogida, almacenamiento, transporte, tratamiento y eliminación final de forma segura. En el contexto hospitalario, es común encontrar residuos como los de tipo Y1 (patológicos), Y3 (farmacéuticos) y Y6 (tóxicos), que requieren tecnologías específicas como la autoclave, la incineración controlada o tratamientos químicos especializados (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2005). A pesar de que hay un marco legal bastante claro, varias investigaciones han puesto de manifiesto que muchas instituciones de salud en Colombia especialmente las de nivel I y II, están lidiando con serias dificultades para implementar de manera efectiva sus Planes de Gestión Integral de Residuos Hospitalarios (Ali, Wang, Chaudhry, & Geng, 2017). Por ejemplo, un estudio realizado en hospitales de la red en Bogotá reveló que solo el 29,8% de estas entidades había enviado su PGIRH o había sido verificado por la Secretaría de Salud local, lo que llama la atención sobre una ausencia notable de supervisión y aplicación institucionales (Rincón Toro, 2002).

Según estudios recientes realizados en varios centros sanitarios colombianos, el desconocimiento de las normas por parte del personal y la aplicación deficiente de los procedimientos especificados explican gran parte de los fracasos en el manejo de desechos peligrosos.

De hecho, aún si el 90% de las IPS afirman contar con un programa de minimización, sólo una pequeña parte lleva a cabo una formación continua y mantiene registros precisos, según un estudio nacional de proveedores sanitarios. Esto indica una falta de adhesión a la Resolución 1164 y al Decreto 4741, entre otras normativas vigentes (Ramírez Restrepo, y otros, 2022). Esta situación

no garantiza una gestión adecuada de los desechos hospitalarios, lo que aumenta directa y sistemáticamente las dificultades de la salud pública y de los empleados.

Ante esta problemática, es fundamental que en este artículo de revisión se analice críticamente el manejo de los residuos peligrosos en los hospitales colombianos y su efecto en la salud de los trabajadores del sector médico. Para ello, se realizará una revisión sistemática de literatura científica y normativa publicada entre los años 2002 y 2025, período seleccionado debido a que a partir de 2002 entra en vigencia el marco normativo actual en Colombia (Presidente de la República de Colombia, 2002). Este análisis permitirá identificar las brechas existentes en la aplicación de la normativa y en las prácticas institucionales, las cuales podrían estar incrementando los niveles de exposición ocupacional del personal sanitario.

Por lo tanto, esta revisión se basa en la siguiente pregunta problema de investigación del artículo: ¿Cuáles son los peligros potenciales para la salud de los trabajadores de la salud en Colombia como resultado de una inadecuada gestión de los residuos hospitalarios peligrosos, y cuáles son algunas estrategias potenciales de mitigación?

A partir de la evidencia recopilada, se plantea diseñar e implementar herramientas prácticas que fortalezcan los procesos institucionales en la gestión de residuos peligrosos hospitalarios. Entre estas estrategias se incluyen: una revisión bibliográfica actualizada que funcione como soporte para la toma de decisiones, un flujograma detallado que represente las diferentes etapas durante el manejo adecuado de residuos y una tabla técnica que relacione los tipos de residuos con los elementos de protección personal recomendados para su manipulación segura. Estas acciones tienen como propósito robustecer los programas de Salud y Seguridad en el entorno hospitalario,

promoviendo una cultura de prevención que contribuya a una gestión integral, segura y óptimo de los residuos peligrosos.

La gestión ambiental de residuos peligrosos hospitalarios requiere seguir una serie de procesos sistemáticos que aseguren la seguridad del personal de salud, la comunidad y el medio ambiente. En el flujograma que se presenta a continuación, se muestran las etapas clave para la manipulación adecuada de este tipo de residuos, desde su origen hasta su disposición final y reporte. Todas las etapas tienen acciones concretas de protección, estructura, reglas y deberes de las instituciones, en conformidad con lo que indica el Decreto 4741 de 2005 y otras normativas actuales.

Figura 1

Gestión de residuos peligrosos en hospitales






Nota. Adaptado de Manual de Gestión Integral de Residuos (pág. 25), por Juan Gonzalo López Casas, 2010, Grupo Editorial RA-MA.

Este esquema permite visualizar de manera clara y didáctica la complejidad de manejar residuos peligrosos en hospitales. Para que funcione correctamente, es fundamental contar con capacitación continua, recursos adecuados, cumplir con las normativas y asegurar una buena coordinación entre todos los involucrados. Si alguna de estas fases se descuida o se pone en peligro, pueden ponerse en peligro daños medioambientales irreparables y la salud del personal médico.

Para que los hospitales manipulen los residuos peligrosos de forma segura, es necesario utilizar equipos de protección individual. Este equipo ayuda a reducir los riesgos de que el personal de salud se exponga a agentes biológicos, químicos y físicos. El tipo de residuo, su código de categorización y las propiedades de la sustancia contaminante deben considerarse a la hora de seleccionar el equipo de protección individual (EPI) adecuado (Singh, Tang, & Ogunseitan, 2020).

A continuación, se encontrará una tabla que detalla el EPP recomendado para cada categoría de residuo, teniendo en cuenta su peligrosidad y las normas de bioseguridad vigentes.

Tabla 1*EPP según tipo de residuo peligroso*

Tipo de residuo	Código	EPP recomendado	Calibre/material	Filtro respiratorio	Gorro	Imagen
Biológico - Infeccioso (biosanitario)	Y1	Bata impermeable, guantes nitrilo, protección ocular (monogafas o careta facial) y calzado cerrado.	Guantes nitrilo entre 5-10 mil y calzado antideslizante entre 2-3 cm espesor.	Mascarilla N95	Gorro quirúrgico o desechable	
Residuos cortopunzantes contaminados	Y1	Delantal impermeable, guantes, gafas, botas de caña alta.	Guantes de carnaza 4-6 mil y botas 1.5-2 mm de espesor.	Mascarilla N95	Gorro quirúrgico	
Residuos anatomopatológicos	Y9	Bata impermeable, guantes nitrilo, mascarilla, protección ocular y botas de caucho.	Guantes nitrilo 4 mil y botas 1.5-2 mm de espesor mínimo.	Respirador con filtros o máscaras respiratorias de rostro completo	Gorro quirúrgico	

Fuente: Elaboración propia

Debido a la variedad de los residuos originados en instituciones de salud, como se indica en la Tabla 1, es necesario adoptar un enfoque particular en la utilización de los elementos de protección personal. El cumplimiento de las directrices de la carta ayuda a prevenir la contaminación cruzada, fomenta la gestión eficiente de los desechos y protege a los profesionales de la salud. Sin embargo, para que estas medidas realmente funcionen es fundamental que las instituciones ofrezcan capacitaciones regulares, aseguren el suministro de EPP de buena calidad y fomenten una cultura de autocuidado entre los trabajadores que están en contacto con estos riesgos.

Marco Normativo

Los lineamientos legales que establecen el tratamiento de residuos peligrosos en los hospitales colombianos buscan salvaguardar el entorno ambiental, la salud comunitaria y la seguridad del personal médico. De acuerdo con el Convenio de Basilea, el Decreto 4741 de 2005 adopta la categorización de residuos tipo «Y» y crea las bases legales con el fin de administrar de manera completa estos residuos. Esta clasificación ayuda a identificar los residuos según su peligrosidad física, química o biológica. En el ámbito hospitalario, son especialmente importantes los residuos infecciosos (Y1, Y2, Y3), los medicamentos caducados (Y4), los residuos químicos (Y6, Y8, Y9) y los objetos cortopunzantes, que, debido a su potencial para causar lesiones e infecciones, también se consideran peligrosos (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2005). La Tabla 2 presenta una comparación de las principales leyes nacionales e internacionales relativas a el control de residuos peligrosos en centros hospitalarios, junto con información sobre el organismo regulador pertinente y sus usos particulares.

Tabla 2*Comparación de normativas aplicables a la gestión de residuos peligrosos*

Norma	Año	Ente regulador	Aplicación en hospitales
Decreto 4741 de 2005	2005	Ministerio de ambiente	Clasificación y gestión de residuos peligrosos
Resolución 1164 de 2002	2002	Ministerio de salud	Guía para PGIRH, con énfasis en EPP y segregación
Resolución 0312 de 2019	2019	Ministerio de trabajo	Estándares mínimos del SG-SST aplicables
Ley 9 de 1979	1979	Congreso de Colombia	Normas sanitarias para residuos infecciosos
Sistema globalmente armonizado	2003	ONU/ OMS	Estandariza el etiquetado y clasificación de sustancias químicas peligrosas mediante pictogramas
Convenio de basilea	1989	ONU/PNUMA	Regulación del movimiento transfronterizo de residuos peligrosos

Fuente: Elaboración propia

El estudio comparativo demuestra que, si bien contamos con un marco normativo sólido a escala nacional e internacional, la dedicación de los hospitales a aplicarlo eficazmente es lo que determina en mayor medida su éxito, la supervisión de los organismos reguladores y la formación continua del personal. La armonización de estas normativas es clave para establecer estándares comunes de seguridad y sostenibilidad que son fundamentales para prevenir riesgos sanitarios, asegurar la trazabilidad de los residuos y fomentar una cultura de cumplimiento ambiental en el sector salud. Por lo tanto, es primordial que los centros hospitalarios incorporen estas disposiciones en sus planes de gestión para garantizar prácticas responsables y que se ajusten a la ley.

No obstante, “la Resolución 1164 de 2002 del Ministerio de Salud y Protección Social” establece las directrices para la creación del “Plan de Gestión Integral de Residuos Hospitalarios y Similares (PGIRH)”. Esta resolución destaca la relevancia de emplear correctamente los equipos de protección personal y de la capacitación permanente del personal y ordena que los establecimientos de salud establezcan protocolos explícitos para la clasificación, recolección, transporte, gestión del almacenamiento y eliminación de residuos hospitalarios. Además, pretende reducir los peligros

para la comunidad y los empleados, fomentando prácticas de segregación eficiente desde la fuente y un tratamiento específico según el tipo de residuo (Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible, 2002).

Según documentos emitidos por la (ONU), el “Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (SGA)” por sus siglas, representa el sistema internacional estándar para la clasificación y etiquetado de sustancias químicas utilizado en todo el mundo, proporciona un enfoque uniforme para identificar peligros y etiquetar sustancias químicas. Su uso en hospitales hace que el manejo de fármacos citotóxicos, productos de laboratorio y desinfectantes altamente reactivos sea mucho más seguro, ayudando a prevenir accidentes laborales y exposiciones no intencionadas. Al implementar el SGA, se logra una comprensión universal de los peligros mediante pictogramas y frases de advertencia estandarizadas, lo que refuerza el manejo integral de los riesgos en las instituciones de salud (Naciones Unidas, 2015).

De igual forma, la “Resolución 0312 de 2019” determina las normas fundamentales del programa de gestión en seguridad y salud laboral, además de la legislación particular correspondiente a residuos tóxicos; esta normativa obliga a las instituciones hospitalarias a identificar y controlar los riesgos asociados a la exposición a residuos peligrosos, junto con la Ley 9 de 1979, esta resolución subraya la importancia de adoptar un enfoque preventivo integral, que no solo se centre en el manejo técnico de los residuos, sino que también garantice condiciones laborales seguras para el personal de salud (Ministerio de Trabajo de Colombia, 2019).

Debido a su extrema toxicidad y por el riesgo que representan para la salud de las personas y el entorno ambiental, los residuos y medicamentos citotóxicos constituyen una categoría específica de residuos producidos en los hospitales. Estos residuos provienen principalmente de medicamentos utilizados en tratamientos como la quimioterapia, antibióticos, hormonas y otros

compuestos farmacéuticos que requieren un manejo especializado para evitar la contaminación y la exposición ocupacional. Por lo tanto, desactivar estos residuos es esencial para reducir o eliminar su peligrosidad antes de su disposición final (Crespo Montoya, 2015).

Entre los métodos más comunes para tratarlos, encontramos la incineración a altas temperaturas, que asegura la destrucción total de las sustancias activas y su conversión en cenizas inertes. También están los procesos de neutralización química, donde los compuestos tóxicos se transforman en productos menos peligrosos a través de reacciones controladas (Emek & Kara, 2007). Sin embargo, la incineración debe llevarse a cabo en plantas certificadas que cumplan con estrictos controles ambientales, ya que, de lo contrario, existe el riesgo de liberar contaminantes tóxicos como dioxinas (United States environmental protection agency, 2025).

Además, algunas instituciones hospitalarias utilizan la autoclave para tratar residuos sólidos contaminados, aunque este método no elimina eficazmente los principios activos de los residuos farmacéuticos, por lo que es imprescindible capacitar al personal sanitario para que identifique correctamente estos desechos y garantice su adecuada segregación según normativas como el Decreto 4741 de 2005 y la Resolución 1164 de 2002; asimismo, se deben emplear contenedores específicos, claramente etiquetados y con acceso restringido para prevenir exposiciones accidentales. Finalmente, la adopción de tecnologías innovadoras como la fotocatalisis y la biotransformación las cuales han demostrado eliminar eficazmente compuestos farmacéuticos persistentes en efluentes hospitalarios puede ofrecer soluciones más eficientes y sostenibles para el tratamiento de estos residuos (Spyridon Kontstas, Kosma, & Konstantinou, 2019).

Metodología de la revisión

Enfoque del estudio

Debido a su flexibilidad y capacidad para incorporar, evaluar e interpretar información diversa respecto al manejo de desechos peligrosos en hospitales y su repercusión sobre la salud del personal sanitario, este estudio se desarrolló bajo el enfoque de revisión narrativa. A diferencia de la revisión sistemática, que exige protocolos estrictos como PRISMA, esta metodología permite un análisis más amplio y contextual de los hallazgos normativos, teóricos y empíricos (Ferrari, 2015).

Estrategia de búsqueda

La recopilación de información se realizó durante el período de enero a junio de 2025 mediante la consulta de bases de datos académicas reconocidas tanto a nivel nacional como internacional: Scielo, Science Direct, Google Scholar y PubMed (Grant & Booth, 2009).

Se definieron previamente combinaciones de palabras clave en español e inglés, utilizando operadores booleanos (AND, OR) y filtros de rango temporal. Algunas de las más utilizadas fueron:

- En español: Gestión de residuos hospitalarios peligrosos, residuos infecciosos en hospitales, exposición ocupacional de los trabajadores del área de salud, equipos de elementos de protección individual utilizados en hospitales.
- En inglés: Hospital hazardous waste management, hazardous waste exposure healthcare workers, biohazard waste, PPE medical waste.

Parámetros para incluir o excluir estudios

Con el fin de asegurar la pertinencia y el nivel de información, se utilizaron los criterios que se indican a continuación:

- **Inclusión:** Estudios originales, revisiones científicas, informes técnicos, documentos normativos y guías institucionales publicados entre 2002 y 2025, con disponibilidad de texto completo y relacionados con el manejo de desechos peligrosos generados en hospitales desde una perspectiva técnica, legal, operativa u ocupacional. Se dio prioridad a documentos emitidos por organismos como “el Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia”, la OMS y el Convenio de Basilea (Smith, Devane, Begley, & Clarke , 2011).
- **Exclusión:** Publicaciones que no diferenciaban residuos hospitalarios de los domésticos, que no abordaban su relación con la salud ocupacional, documentos repetidos o aquellos con limitaciones metodológicas significativas.

Selección y clasificación de fuentes

Tras aplicar los filtros mencionados, se seleccionaron 30 fuentes relevantes: 15 en español y 15 en inglés. Posteriormente, estas fueron organizadas en cinco categorías temáticas:

1. Estudios de casos hospitalarios y experiencias institucionales.
2. Riesgos laborales derivados del manejo de residuos peligrosos.
3. Legislación y directrices internacionales.
4. Clasificación, tratamiento y disposición de residuos hospitalarios.
5. Percepción, aplicación y eficacia de los “elementos de protección individual”.

Esta clasificación permitió identificar patrones comunes, vacíos en la implementación normativa y prácticas inadecuadas que incrementan la exposición del personal sanitario, especialmente en áreas críticas como oncología, urgencias y laboratorios clínicos (Thomas & Harden, 2008).

Síntesis y análisis de la información

Finalmente, se realizó una síntesis cualitativa y descriptiva de los hallazgos (Thomas & Harden, 2008), la cual consistió en:

- Comparar y contrastar normativas y prácticas en diferentes contextos.
- Identificar riesgos ocupacionales recurrentes.
- Evaluar la pertinencia y aplicación de las medidas de control.
- Resaltar recomendaciones y vacíos identificados en la literatura.

Este proceso permitió construir una visión crítica del manejo integral de residuos peligrosos producidos en hospitales y sus efectos sobre la salud del personal sanitario, evidenciando tanto avances como limitaciones.

Resultados

En la revisión bibliográfica se encontraron hallazgos relevantes sobre la gestión de residuos hospitalarios en diversos escenarios. En primer lugar, un estudio realizado en una clínica privada de tercer nivel en Cali reveló que el uso de un instrumento de evaluación ponderada, que se basó en las directrices de la OMS y las normas nacionales, mejoró significativamente la gestión (Sawalem, Selic, & Herbell, 2009). Esto se tradujo en un aumento del 3% de los residuos reciclables, un descenso del 2,4% de los residuos comunes y un descenso del 0,6% de los residuos peligrosos. Además, la producción de residuos de hospitalización disminuyó de 1,33 a 1,25

kg/cama/día y en la unidad de cuidados críticos, con un promedio de 3,87 a 3,5 “kg/cama/día”. Estos avances estuvieron relacionados con la operatividad, la formación del personal, la detección precoz de fallos de separación en origen y el cumplimiento de los compromisos, todo lo cual favoreció una mejor toma de decisiones (Riofrío Cortés & Torres Agredo, 2016).

Como referencia internacional, una investigación dentro de un hospital de gran complejidad en Santiago, Chile evidenció deficiencias significativas sobre los residuos de carácter peligroso en hospitales, lo cual representa una oportunidad de análisis y comparación frente a la situación colombiana. Entre los hallazgos más relevantes se identificó la ausencia de un manual de procedimientos, la falta de registros detallados sobre la generación de residuos y una inadecuada segregación, especialmente de residuos cortopunzantes que eran descartados junto a los residuos comunes (Rasheed, Iqbal, Baig, & Mufti, 2005). Además, se reportó una gestión ineficaz de residuos químicos y farmacéuticos, los cuales eran vertidos directamente al alcantarillado o al ambiente sin ningún tipo de tratamiento. También se observaron debilidades en el transporte interno de los residuos, carencia de señalización en las zonas de almacenamiento y exposición del personal a riesgos biológicos y químicos, en áreas sensibles como farmacia, anatomía patológica y atención hospitalaria para mujeres (Neveu C & Matus C, 2007). Estos hallazgos permiten evidenciar que incluso en países con mayores niveles de desarrollo, los desafíos en el manejo completo de desechos hospitalarios persisten, resaltando la necesidad de fortalecer los procesos normativos, técnicos y educativos en todos los contextos hospitalarios (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2005).

En términos de formación, un estudio descriptivo con estudiantes de enfermería de último semestre en Cali mostró que, si bien existe un conocimiento adecuado sobre la clasificación de residuos y el manejo del material cortopunzante, persisten debilidades respecto a las etapas completas del

proceso de eliminación y al reconocimiento de frascos de medicamentos como residuos peligrosos. Esto implica que, dado que la formación académica resulta fundamental para asegurar la protección de los procedimientos en el entorno clínico, es necesario reforzar los contenidos curriculares sobre bioseguridad y gestión integrada de residuos (Díaz Chavarro, y otros, 2019).

Los datos de una investigación realizada en la ciudad de Bogotá entre 2012 y 2015 mostraron con una cantidad que excedió 2,7 millones de toneladas de desechos sólidos hospitalarios a nivel distrital, de los cuales los residuos peligrosos representaron el 55% de este total. La media nacional se sitúa entre el 10% y el 40%, de acuerdo con los datos oficiales del “Ministerio de Medio Ambiente” y otras fuentes. Esta disparidad puede ser el resultado de una segregación inadecuada, una mala ejecución del programa institucional de gestión de residuos o una formación insuficiente del personal operativo (Rodríguez Miranda, García Ubaque, & Zafra Mejía, 2016).

En general, los estudios examinados demuestran que el nivel de manejo de los desechos hospitalarios viene determinado por la inversión institucional en infraestructuras y logística, la formación continua del personal sanitario, el cumplimiento de la normativa y la disponibilidad de instrumentos de control. Los peligros que afectan al entorno ambiental y a la salud laboral aumentan considerablemente debido a la falta de claridad de los protocolos y de control de los procesos de recogida, transporte y almacenamiento. Por lo tanto, para lograr un manejo seguro y sostenible respecto a los residuos presentes en los entornos hospitalarios, es imperativo que se refuercen las políticas operativas y educativas a nivel institucional y gubernamental (Machline, Claude, Ribeiro Filho, & Travaglini Gonçalves, 2006).

Discusión

Los resultados analizados evidencian una gestión de residuos hospitalarios aún marcada por contrastes entre las buenas prácticas normativas y la realidad operativa en instituciones de salud. A pesar de las mejoras que evidencian ciertas organizaciones, como la clínica analizada en la investigación de (Riofrío Cortés & Torres Agredo, 2016), en la que se utilizó un recurso de monitoreo fundamentado en criterios tanto nacionales como internacionales, persisten desafíos importantes en términos de implementación sostenida y efectiva. En dicho estudio, la aplicación mensual de esta herramienta permitió mejorar significativamente indicadores clave, como la reducción de residuos peligrosos y comunes, así como el aumento de los reciclables. Este resultado indica que la observación continua, la formación y la evaluación del compromiso pueden contribuir al desarrollo de la gestión integrada.

No obstante, al comparar estos logros con la experiencia del Instituto chileno analizado por (Neveu C & Matus C, 2007), se hace evidente la existencia de deficiencias estructurales graves en algunos centros de alta complejidad. La ausencia de manuales de procedimiento, la clasificación y eliminación inexactas de los residuos de tipo I, como objetos punzantes y medicamentos, en los sistemas de alcantarillado o combinados con los residuos domésticos, así como el desconocimiento de las verdaderas cantidades de residuos producidos, suponen un grave riesgo para el bienestar de los trabajadores sanitarios. Esto pone de relieve lo urgente que es aumentar la supervisión institucional y establecer procedimientos uniformes para gestionar los residuos peligrosos.

Asimismo, el informe de (Rodríguez Miranda, García Ubaque, & Zafra Mejía, 2016), refuerza esta preocupación al revelar que, en Bogotá, entre 2012 y 2015, el 55% del total de residuos hospitalarios correspondía a residuos peligrosos. Esta cifra es significativamente superior a las

estimaciones del “Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible”, lo que indica que la segregación en origen a menudo no se realiza correctamente. Este fenómeno puede atribuirse tanto a la ineficacia de las prácticas institucionales como a la falta de comprensión de las categorías de residuos, lo que eleva los costes operativos y los riesgos laborales.

Por otra parte, desde el componente formativo el estudio realizado con estudiantes de Enfermería en la Universidad Santiago de Cali (Díaz Chavarro, y otros, 2019) pone en evidencia una dualidad preocupante. Si bien los futuros profesionales de la salud comprenden en buena medida la clasificación de residuos y el manejo básico de materiales cortopunzantes y biosanitarios, se detectan vacíos significativos respecto a las etapas finales de eliminación, así como en la correcta identificación de residuos farmacéuticos. Esta conclusión pone en evidencia una deficiencia en el currículo y señala la importancia de integrar el control de residuos hospitalarios peligrosos de manera transversal en los programas de formación de talento humano en salud.

En conjunto, los artículos revisados permiten inferir que la gestión de residuos peligrosos hospitalarios, aunque ha evidenciado progresos en ciertas instituciones, sigue siendo un asunto de gran relevancia; la aplicación incompleta de las regulaciones, la escasa colaboración entre los participantes del sistema sanitario y la insuficiente capacitación del personal, ayudan a que el peligro laboral y ambiental se mantenga. Por tanto, se requiere fortalecer los mecanismos de seguimiento y evaluación, incorporar tecnologías de monitoreo e impulsar una cultura organizacional basada en la prevención y la corresponsabilidad. Solo así será posible garantizar una gestión integral, sostenible y segura, que proteja tanto al entorno como al personal sanitario expuesto.

Conclusiones

Los hallazgos de esta revisión permiten concluir que persisten importantes deficiencias operativas y formativas en el control y tratamiento de los desechos hospitalarios peligrosos. De manera significativa, se identificó que, en instituciones de alta complejidad, los residuos peligrosos pueden llegar a representar hasta el 55 % del total de residuos generados, una proporción considerablemente superior a las cifras oficiales reportadas por el “Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible”. Esta disparidad sugiere la necesidad urgente de fortalecer los mecanismos de cuantificación, control y capacitación del personal en los establecimientos de salud, así como de actualizar los lineamientos institucionales conforme a las realidades operativas del sector. Esto apunta a fallos en los procedimientos de control y auditoría institucional, así como en la segregación en origen. Asimismo, se observó que los errores en la separación y almacenamiento incrementan los riesgos ambientales y laborales, en especial en unidades críticas como farmacias, laboratorios o unidades de cuidados intensivos.

De forma complementaria, desde la perspectiva del conocimiento del talento humano en salud se constató que persisten vacíos significativos en la formación académica respecto al manejo integral de residuos, especialmente en la identificación y disposición final de residuos farmacéuticos. Por lo tanto, se concluye que una adecuada gestión no solo requiere infraestructura y protocolos actualizados sino también procesos de capacitación continua y estrategias pedagógicas en la formación profesional.

En lo que respecta a las alternativas, se sugiere: mejorar continuamente los programas de formación dentro de la institución de manera regular y ajustada a las funciones de cada empleado; utilizar instrumentos de evaluación con métricas numéricas y que faciliten el seguimiento mensual del

funcionamiento y desarrollar planes de estudio que integren de forma transversal la administración de desechos hospitalarios peligrosos en las disciplinas de la salud.

Se reconoce que una de las limitaciones metodológicas de este artículo radica en que se trata de una revisión narrativa, por lo que no se aplicó un protocolo sistemático como PRISMA ni se establecieron criterios de inclusión y exclusión tan rigurosos como los que caracterizan una revisión sistemática. Esto puede haber restringido en parte la profundidad y la representatividad de los hallazgos. Asimismo, aunque se consultaron fuentes oficiales como normativas y documentos técnicos disponibles públicamente, no fue posible obtener algunos datos proporcionados por la Secretaría Distrital de Bogotá ni a registros estadísticos detallados del Ministerio de Salud, lo cual obedeció principalmente a restricciones de disponibilidad pública y no a falta de transparencia o colaboración por parte de dichas entidades. En ese sentido, se reconoce el importante papel que desempeñan estas instituciones en la vigilancia y regulación del manejo de desechos generados en hospitales, así como la necesidad de fortalecer el acceso abierto a sus informes y bases de datos para futuras investigaciones.

Finalmente, se sugiere que futuras investigaciones profundicen en la relación entre la exposición ocupacional a residuos peligrosos y la incidencia de enfermedades específicas en trabajadores sanitarios. También sería pertinente explorar la efectividad de las estrategias de capacitación a largo plazo y su impacto en la reducción de riesgos laborales y ambientales.

Recomendaciones

Para mejorar el control de desechos peligrosos de hospitales y proteger el bienestar del personal sanitario, se recomienda que el personal encargado del manejo de residuos cortopunzantes utilice guantes de carnaza, gafas, delantal impermeable y calzado cerrado antideslizante, todos

certificados según normas técnicas de seguridad industrial. Con el fin de garantizar el uso adecuado de estos elementos de protección, se sugiere implementar inspecciones trimestrales que registren el estado del EPP y el porcentaje de cumplimiento en su uso correcto, así como el número de incidentes por punciones o cortes, estableciendo como meta la reducción de al menos un 30 % de accidentes en el primer año. Asimismo, resulta fundamental desarrollar capacitaciones periódicas sobre el uso y mantenimiento del EPP e integrar estas prácticas dentro de los protocolos institucionales de bioseguridad y del sistema normativo de Seguridad y Salud en el Trabajo, asegurando así la consistencia y efectividad de las medidas de protección.

Del mismo modo, se recomienda fortalecer la segregación y el manejo seguro de desechos peligrosos desde el lugar de origen hasta su almacenamiento temporal y recolección interna, en cumplimiento con la Resolución 1164 de 2002 y el Decreto 4741 de 2005. Para evaluar esta medida, se pueden establecer inspecciones semanales de contenedores y áreas de almacenamiento, así como indicadores como el porcentaje de residuos correctamente segregados, fijando una meta mínima del 95 %. La implementación efectiva de esta estrategia implica capacitar de manera continua al personal en la clasificación de residuos, elaborar flujogramas y manuales institucionales, así como realizar supervisiones periódicas a cargo del comité de bioseguridad, con la finalidad de asegurar que se cumplan los protocolos y reducir los riesgos de exposición.

Asimismo, se aconseja consolidar un programa integral de formación continua y cultura preventiva en SG-SST, dirigido a todo el personal sanitario, con especial énfasis en áreas críticas como oncología, farmacia y laboratorio clínico. Entre los indicadores de seguimiento se incluyen el número de sesiones de capacitación realizadas por año, el porcentaje de personal capacitado y el nivel de conocimiento obtenido en evaluaciones posteriores a cada sesión, estableciendo un nivel de comprensión mínimo esperado del 85 %. El programa debe contemplar módulos teóricos y

prácticos, así como un registro documentado de la participación y los resultados obtenidos en las evaluaciones, además de una actualización constante de los contenidos, con el fin de garantizar la efectividad del aprendizaje y la correcta aplicación de las buenas prácticas.

Finalmente, se recomienda implementar un sistema de monitoreo y auditoría periódica que integre indicadores de gestión de residuos, uso del EPP y cumplimiento normativo, con la finalidad de fomentar el progreso continuo y la sostenibilidad del programa. Dicho sistema debe contemplar auditorías semestrales, registro del porcentaje de cumplimiento de la normativa, identificación de medidas correctivas y políticas institucionales. La designación de responsables claros para la supervisión y seguimiento, junto con la integración de los hallazgos en los comités de SG-SST, garantizará que las acciones correctivas se implementen oportunamente y que los estándares en materia de seguridad y salud laboral se preserven eficazmente.

Referencias

- Ali, M., Wang, W., Chaudhry, N., & Geng, Y. (2017). Hospital waste management in developing countries: A mini review. *Waste Management & Research*, 35(6), 581-592. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28566033/>
- Casas, J. G. (Mayo de 2010). *Instituto Nacional de Salud*. Obtenido de Instituto Nacional de Salud: <https://minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/IA/INS/manual-gestion-integral-residuos.pdf>
- Chartier, Y., Emmanuel, J., Pieper, U., Prüss, A., Rushbrook, P., Stringer, R., . . . Zghondi, R. (2014). *Safe management of wastes from health-care activities, 2nd ed.* Geneva, Switzerland: World Health Organization (WHO). Obtenido de https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/85349/9789241548564_eng.pdf?sequence=1#:~:text=This%20is%20the%20second%20edition%20of%20the%20World,waste%20%E2%80%93%20commonly%20known%20as%20%E2%80%9Cthe%20Blue%20Book%E2%80%9D
- Colorado Lopera, H., Echeverry Lopera, G., & Ordoñez Ordoñez, E. (2019). Engineering and economics of the hazardous wastes in Colombia the need for a circular economy model. *Informador Técnico*, 83(2), 155-173. Obtenido de https://revistas.sena.edu.co/index.php/inf_tec/article/view/2041
- Crespo Montoya, C. (2015). Estudio y prevención de los efectos tóxicos de los citostáticos en pacientes y personal sanitario. Universidad de La Rioja. Obtenido de <https://investigacion.unirioja.es/documentos/5e4a851d299952031e8433d3>
- Díaz Chavarro, B., Balanta Correa, M., Suarez Riascos, B., Ortiz Salazar, C., Villegas Arenas, D., Meneses Urrea, L., & Bambague, G. (2019). Conocimientos sobre residuos hospitalarios en estudiantes de enfermería 2019. *Redalyc*, 38(4). Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/559/55964256005/55964256005.pdf>
- DPhil, D., Gómez Dantés, O., Knaul, F., Atun, R., CHC Barreto, I., & Cetrángolo, O. (28 de Marzo de 2015). Overcoming social segregation in health care in Latin America. 385(9974), 1248-1259. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0140673614616470>
- Emek, E., & Kara, B. (2007). Hazardous waste management problem: The case for incineration. *Science direct*, 34(5), 1424-1441. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0305054805001899#preview-section-cited-by>
- Ferrari, R. (2015). Writing narrative style literature reviews. *Medical Writing*, 24(4), 230-235. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/464735421/Ferrari-2015-Writing-narrative-style-literature-reviews>
- Ferreira, V., & Teixeira, M. (2010). Healthcare waste management practices and risk perceptions: Findings from hospitals in the Algarve region, Portugal. *Waste Manag*,

30(12), 2657-2663. Obtenido de
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X10003764?via%3Dihub>

Grant, M., & Booth, A. (2009). A typology of reviews: an analysis of 14 review types and associated methodologies. *Health Information and Libraries Journal*, 26(2), 91-108. Obtenido de Online Library: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x>

Machline, Claude, Ribeiro Filho, V., & Travaglini Gonçalves, R. (2006). O gerenciamento dos resíduos dos serviços de saúde de uma amostra de hospitais nacionais. *Revista de Ciências da Administração*, 8(16). Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/2735/273520210007.pdf>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible. (09 de Septiembre de 2002). *Resolución 1164 de 2002, por la cual se adopta el Manual de Procedimientos para la Gestión Integral*. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/documento-normativa/resolucion-1164-de-2022/>

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (30 de 12 de 2005). *Decreto 4741 del 2005, Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral*. Obtenido de Decreto 4741 del 2005, Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral: <https://minvivienda.gov.co/normativa/decreto-4741-2005>

Ministerio de Trabajo de Colombia. (13 de 02 de 2019). Resolución 0312 de 2019, Por la cual se definen los Estándares Mínimos del Sistema de Gestión de . Obtenido de <https://acesaconsultores.com/co/wp-content/uploads/2019/02/RES-312-DE-2019-MIN-TRABAJO-2.pdf>

Naciones Unidas. (2015). Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (SGA). Obtenido de Ministerio del trabajo: <https://www.mintrabajo.gov.co/documents/20147/59676/SGA+Rev6sp.pdf>

Neveu C, A., & Matus C, P. (2007). Residuos hospitalarios peligrosos en un centro de alta complejidad. *Revista médica de Chile*, 135(7), 885-895. Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872007000700009

Organización Mundial de la Salud. (24 de octubre de 2024). *Desechos de la atención de salud*. Obtenido de Desechos de la atención de salud: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/health-care-waste>

Presidente de la República de Colombia. (28 de Febrero de 2002). *Decreto 334 de 2002, Por el cual se establecen normas en materia de explosivos*. Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=6048>

Ramírez Restrepo, A., Santa Moyano, S., Hernández, A. M., Cardozo Ojeda, J., Olaya Dávila, M., & Quintero Morales, J. (2022). Evaluación nacional de la gestión integral de residuos

peligrosos con riesgo biológico o infeccioso en las entidades que prestan servicios de atención en salud en Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Obtenido de https://quimicos.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/06/PNUD_Evaluacio% E2% 95% A0un_Salud_Visualizacio% E2% 95% A0un_280622.pdf

- Rasheed, S., Iqbal, S., Baig, L., & Mufti, K. (2005). Hospital Waste Management in the Teaching Hospitals of Karachi. *J. Pak. Med. Assoc*, 55(5), 192-195. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15960283/>
- Rincón Toro, E. A. (2002). Evaluación Y Análisis de los Planes de Gestión Integral de Residuos Hospitalarios y Similares (PGIRH) de los Hospitales de la Adscrita (ESE). *Repositorio Universidad del Bosque*. Obtenido de <https://repositorio.unbosque.edu.co/server/api/core/bitstreams/17a0f9e9-42ad-4aff-ae5d-5edc01b164fa/content>
- Riofrío Cortés, L. C., & Torres Agredo, J. (2016). Herramienta Para Evaluar La Gestión De Residuos. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 26(1), 41-56. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/911/91145342003.pdf>
- Rodríguez Miranda, J., García Ubaque, C., & Zafra Mejía, C. (2016). Residuos hospitalarios: indicadores de tasas de generación en Bogotá, D.C. 2012-2015. *Revista de la Facultad de Medicina*, 64(4), 625-628. Obtenido de http://scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-00112016000400625
- Sawalem, S., Selic, E., & Herbell, J. (2009). Hospital waste management in Libya: a case study. *Waste Manag*, 29(4), 1370-1375. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19036572/>
- Singh, N., Tang, Y., & Ogunseitan, O. (2020). Environmentally Sustainable Management of Used Personal Protective Equipment. *Environ Sci Technol*, 54(14), 8500-8502. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32597663/>
- Smith, V., Devane, D., Begley, C., & Clarke, M. (2011). Methodology in conducting a systematic review of systematic reviews of healthcare interventions. *BMC Med Res Methodol*, 11(1), 1-6. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/49808074_Methodology_in_conducting_a_systematic_review_of_systematic_review_of_healthcare_interventions
- Spyridon Kontstas, P., Kosma, C., & Konstantinou, L. (2019). Photocatalytic Treatment of Pharmaceuticals in Real Hospital Wastewaters for Effluent Quality Amelioration. *Water*, 11(10), 2165. Obtenido de <https://www.mdpi.com/2073-4441/11/10/2165>
- Thomas, J., & Harden, A. (2008). Methods for the thematic synthesis of qualitative research in systematic reviews. *ESRC National Centre for Research Methods*. Obtenido de https://eprints.ncrm.ac.uk/id/eprint/468/1/1007_JTAHthematic_synthesis.pdf

United States environmental protection agency. (2025). *Datos clave de la dioxina*. Obtenido de <https://www.epa.gov/dioxin/learn-about-dioxin>

Vinueza Villarés, V., & Vasco Yáñez, S. (2023). Gestión de residuos hospitalarios. *Revista de Investigación Talentos*, 10(1), 91-103. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9155403>