



Análisis del nivel de riesgo biológico en una empresa de recolección de residuos hospitalarios
cortopunzantes en la ciudad de Cúcuta, Norte de Santander en el año 2024

Liseth Daniela Jaimes Rangel

Johny Moreno Segura

María Alexandra Sabogal Hernández

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual y a Distancia

Sede Bogotá D.C. - Sede Principal

Maestría en gerencia de la seguridad y salud en el trabajo

octubre de 2024

Análisis del nivel de riesgo biológico en una empresa de recolección de residuos hospitalarios cortopunzantes en la ciudad de Cúcuta, Norte de Santander en el año 2024.

Liseth Daniela Jaimes Rangel

Johny Moreno Segura

María Alexandra Sabogal Hernández

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Magister en gerencia de la seguridad y salud en el trabajo

Asesora

Katherine Montaña Oviedo

Mg. En ciencias químicas

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual y a Distancia

Sede Bogotá D.C. - Sede Principal

Maestría en gerencia de la seguridad y salud en el trabajo

octubre de 2024

Agradecimientos

Desde el cálida de nuestros corazones expresamos nuestros más sinceros agradecimientos, en primer lugar a Dios por darnos el entendimiento para aprender cada día más, a la institución Corporación Universitaria Minuto de Dios, que nos dio los insumos y el espacio para presentar este proyecto, a nuestro tutor Katherine Montaña Oviedo, que, con su cordial guía, hizo que desde el interior de nuestros pensamientos plasmáramos todo nuestro conocimiento en este tan enriquecedor proyecto; y por último al eje central de nuestras vidas, nuestras familias, que con su amor y constante ánimo nos impulsaron a iniciar y culminar este valioso proyecto.

Una mención especial de agradecimiento a los compañeros que hicieron parte de este grupo de investigación que, a pesar de los kilómetros de distancia, logramos que nuestros pensamientos y nuestros corazones se unieran para concluir con éxito esta investigación...

Contenido

Resumen.....	8
Abstract	9
Introducción	11
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
Presentación del problema de investigación	12
Pregunta de investigación	15
Justificación	15
Objetivos	19
Objetivo general.....	19
Objetivos específicos.....	19
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	20
Antecedentes de la Investigación.....	20
Bases teóricas o fundamentos conceptuales	24
Bases legales de la investigación.....	30
CAPÍTULO III. DISEÑO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN	37
Tipo de investigación.....	37
Población y/o muestra objeto de estudio	38
Técnicas o herramientas de recolección de datos	39
Operacionalización de variables.....	46
Análisis estadístico o de los datos	46
Fases metodológicas	47
Consideraciones éticas	49
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	50
Resultados	50
Discusión de resultados.....	69
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	72
Conclusiones	72
Recomendaciones	75
Referencias bibliográficas.....	76
Anexos.....	82

Lista de tablas

<i>Tabla 1 Clasificación de generadores de acuerdo con las cantidades de residuos generados</i>	<i>13</i>
<i>Tabla 2. Ministerio de Ambiente (Normatividad).....</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 3. Ministerio de Transporte (Normatividad).....</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 4. Ministerio de Salud (Normatividad).....</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 5. Ministerio de Vivienda (Normatividad).....</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 6. Ministerio de Trabajo (Normatividad).....</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 7. Módulo y variables consideradas para el perfil sociodemográfico, condiciones de salud y de trabajo.....</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 8. Identificación de factores de riesgo asociados a la exposición a agentes biológicos</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 9. Fases metodológicas.....</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 10. Tabla de datos generales de los trabajadores.....</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 11. Tabla de condiciones de salud de los trabajadores</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 12. Tabla de Identificación de factores de riesgo asociados a la exposición a agentes biológicos...56</i>	
<i>Tabla 13. Tabla grupo de riesgo.....</i>	<i>60</i>
<i>Tabla 14. Tabla vías de transmisión</i>	<i>60</i>
<i>Tabla 15. Cuantificación de variables del riesgo</i>	<i>62</i>
<i>Tabla 16. Tabla de proceso de desinfección</i>	<i>64</i>

Lista de figuras

Figura 1 <i>Proceso de Gestión Externa de Residuos Especiales</i>	26
Figura 2 <i>Esquema de Factores de Peligro NTP-636</i>	27
Figura 3 <i>Esquema para la aplicación del método BIOGAVAL</i>	28
Figura 4. <i>Flujograma identificación a la exposición de agentes biológicos</i>	44

Lista de anexos

<i>A. RO-001 Registro de observación</i>	<i>82</i>
<i>B. RO-002 Registro de perfil sociodemográfico</i>	<i>82</i>
<i>C. RO-003 Inventario de agentes.....</i>	<i>82</i>
<i>D. RO-004 Cuantificación de variables determinantes del riesgo.....</i>	<i>82</i>
<i>E. RO-005 Formato medidas higiénicas.....</i>	<i>82</i>
<i>F. RO-006 Consentimiento informado</i>	<i>82</i>
<i>G. RO-007 Tabulación perfil sociodemográfico</i>	<i>82</i>
<i>H. RO-008 Operacionales de variables</i>	<i>83</i>
<i>I. RO-009 Ficha técnica para el manejo seguro de los residuos cortopunzantes.....</i>	<i>83</i>

Resumen

Contexto: En el ámbito hospitalario surgen diversas problemáticas, especialmente por el manejo de los materiales hospitalarios. Estos materiales suponen un peligro de gran potencial para el personal operativo encargado de su manipulación, ya que los exponen a diferentes tipos de riesgo, en particular durante la recolección de los residuos hospitalarios, siendo el riesgo biológico el de mayor impacto en su manejo. Los residuos hospitalarios que presentan un mayor grado de riesgo son los elementos cortopunzantes (limas, lancetas, cuchillas, agujas, pipetas, láminas de bisturí o vidrio), los cuales se deben separar en contenedores rojos llamados “guardián” para evitar el contacto directo del personal. Esto es fundamental, ya que dicho contacto puede generar enfermedades, infecciones graves e incluso mortales debido al contagio de los patógenos presentes en la sangre y en algunos fluidos.

Objetivo: Analizar el nivel de riesgo biológico en una empresa de recolección de residuos hospitalarios cortopunzantes en la ciudad de Cúcuta, Norte de Santander en el año 2024.

Método: Se empleará la metodología de análisis cuantitativo del riesgo biológico en una empresa dedicada a la recolección de residuos cortopunzantes. Para la estimación del nivel de riesgo biológico, se aplicará el método BIOGAVAL 2018, tomando como población de estudio a los colaboradores operativos de la empresa.

Resultados: Se realizó un análisis de la aplicación del instrumento para determinar el perfil sociodemográfico de la empresa y el estado de salud de los trabajadores, el cual fue aplicado a los colaboradores operativos de la empresa. El inventario y análisis de los agentes biológicos identificó un total de 78 agentes (22 bacterias, 29 virus y 27 hongos), destacando algunas de las enfermedades que pueden causar, como hepatitis aguda tipo B, tuberculosis, hepatitis aguda tipo A y C. Así mismo, se llevó a cabo la construcción de la matriz para la evaluación de la exposición al riesgo biológico por medio del modelo BIOGAVAL (Llorca Rubio et al., 2018) y se analizaron las medidas de control según la jerarquización establecida, encontrando 78 agentes biológicos los cuales presentaban un mayor índice de incidencias en las actividades propias de la empresa objeto de investigación, se encontró una mayor exposición por vía directa, indicado un nivel de riesgo biológico alto y enfermedades como: micosis, candidiasis, enfermedades hemorrágicas por adenovirus, VIH, exantema súbito virus del herpes humano tipo , entre otros.

Conclusión: El presente proyecto permitió evaluar las condiciones de salud de los trabajadores, donde se pudo evidenciar la experiencia en el cargo de los operarios, se identificaron los factores de peligro que se relacionan con la exposición a residuos cortopunzantes en la ciudad de Cúcuta, Norte de Santander mediante un ejercicio de observación directa, el cual, permite evidenciar el procedimiento, la responsabilidad de los clientes y el uso correcto de los EPP, además mediante análisis cualitativo se estimó el nivel de riesgo biológico utilizando el método BIOGAVAL (Llorca Rubio et al., 2018). El inventario de los agentes biológicos identificó un total de 78 agentes (22 bacterias, 29 virus y 27 hongos), en las cuales, se destacaron algunas enfermedades como hepatitis aguda tipo B, tuberculosis, hepatitis aguda tipo A y C. Lo cual, permite que se construya una matriz y se analicen medidas para el control.

Palabras clave: BIOGAVAL (Manual práctico para la evaluación del riesgo biológico en actividades laborales diversas), Cortopunzante, Residuos peligrosos, Riesgo biológico, transporte de residuos.

Abstract

Context: In the hospital setting, various issues arise, particularly related to the handling of hospital materials. These materials pose a significant hazard to operational personnel responsible for their management, as they expose them to different types of risks, especially during the collection of hospital waste, with biological risk being the most impactful. The hospital waste that presents the highest level of risk includes sharp objects (files, lancets, blades, needles, pipettes, scalpel or glass slides), which must be separated into red containers called "guardian" to prevent direct contact. This is essential, as such contact can cause severe and even fatal infections due to exposure to bloodborne pathogens.

Objective: To analyze the level of biological risk in a company specializing in the collection of sharp hospital waste in Cúcuta, Norte de Santander, in 2024.

Method: A quantitative analysis methodology will be used to assess biological risk in a company dedicated to collecting sharp medical waste. To estimate the level of biological risk, the BIOGAVAL 2018 method will be applied, considering the operational staff of the company as the study population.

Results: An analysis of the application of the instrument to determine the sociodemographic profile of the company was carried out, which was applied to the company's operational collaborators. The inventory and analysis of biological agents identified a total of 78 agents (22 bacteria, 29 viruses and 27 fungi), highlighting some of the diseases they can cause, such as acute hepatitis type B, tuberculosis, acute hepatitis types A and C. Likewise, the construction of the matrix for the evaluation of exposure to biological risk and control measures were analyzed according to the established hierarchy, finding 78 biological agents which presented a higher incidence rate in the activities of the company under investigation. Greater direct exposure was found, indicating a high level of biological risk and diseases such as mycosis, candidiasis, hemorrhagic diseases due to adena virus, HIV, sudden exanthema human herpes virus type, among others.

Conclusion: This project allowed to evaluate the health conditions of the workers, where the experience in the position of the operators could be evidenced, the danger factors that are related to the exposure to sharps waste in the city of Cúcuta, Norte de Santander were identified through an exercise of direct observation, which allows to demonstrate the procedure, the responsibility of the clients and the correct use of the PPE, in addition through qualitative analysis the level of biological risk was estimated using the BIOGAVAL method. The inventory of biological agents identified a total of 78 agents (22 bacteria, 29 viruses and 27 fungi), in which some diseases such as acute hepatitis type B, tuberculosis, acute hepatitis types A and C stood out. Which allows a matrix to be built and control measures to be analyzed.

Keywords: BIOGAVAL (Practical Manual for the Evaluation of Biological Risk in Various Occupational Activities), Sharp Objects, Hazardous Waste, Biological Risk, Waste Transportation.

Introducción

El manejo inadecuado de los residuos hospitalarios representa un riesgo significativo para la salud pública y el medio ambiente. Según la Organización Mundial de la Salud (Cano et al., 2021), estos residuos contienen agentes biológicos potencialmente peligrosos que pueden causar enfermedades e infecciones graves, especialmente cuando se incluyen elementos cortopunzantes contaminados con fluidos corporales. En Colombia, la gestión de estos residuos está regulada por normativas como el Decreto 351 de 2014 emitida por el Ministerio de salud y protección social y la Resolución 1164 de 2002 emitida por el Ministerio del Medio Ambiente, las cuales establecen lineamientos para su manejo integral con el fin de minimizar riesgos para la salud y el medio ambiente. Sin embargo, estudios recientes evidencian que el cumplimiento de estas regulaciones es insuficiente, aumentando la exposición de los trabajadores a riesgos biológicos (Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia, 2022).

El presente estudio tiene como objetivo analizar los factores y el nivel de riesgo biológico en la recolección de residuos hospitalarios cortopunzantes en la ciudad de Cúcuta, Norte de Santander. La investigación se centrará en identificar las condiciones de exposición de los trabajadores a agentes biológicos y evaluar la eficacia de las medidas de seguridad implementadas en la recolección, transporte y disposición final de estos residuos. Con base en los hallazgos obtenidos, se propondrán estrategias de mitigación y acciones correctivas para reducir la incidencia de accidentes laborales en este sector.

El análisis documental realizado sobre este tema ha permitido identificar que el sector de recolección de residuos hospitalarios presenta un nivel crítico de riesgo biológico para los trabajadores involucrados en los procesos operativos. Astaiza Velásquez y Moncada Duque (2018) enfatizan la importancia de priorizar los factores de riesgo operacionales presentes en el transporte de residuos peligrosos para fortalecer las estrategias de mitigación y descarte. Además, un estudio realizado en el Hospital Local de la ciudad de Cartagena por Quintana-Salcedo et al., (2019). evidenció que la gestión inadecuada de estos residuos incrementa significativamente la probabilidad de infecciones y accidentes laborales entre el personal encargado de su manejo.

Adicionalmente, Mena Hortúa y Mena Hortúa (2020) realizaron un análisis de la gestión externa de residuos hospitalarios en la ciudad de Cúcuta, donde evidenciaron que en 2019 ocurrieron un total de nueve accidentes laborales, de los cuales cuatro fueron causados por pinchazos. Se identificó que el

cargue manual de residuos incrementa la exposición al riesgo biológico, aumentando la frecuencia de accidentes mensuales. Además, los residuos anatomopatológicos, biosanitarios y cortopunzantes fueron considerados como las principales fuentes de transmisión de enfermedades infectocontagiosas.

Como consecuencia de lo descrito anteriormente, el presente proyecto de investigación se encuentra enfocado en analizar el riesgo biológico por manipulación de residuos cortopunzantes de una empresa encargada de la recolección, transporte y disposición final de residuos especiales en Cúcuta, Norte de Santander, teniendo en cuenta para el análisis la población, perfiles sociodemográficos, métodos de observación directa, esquemas de vacunación, cuya información mediante el método BIOGAVAL (Llorca Rubio et al., 2018), nos permitirá valorar el riesgo y asociar la actividad laboral con las diferentes enfermedades, y de esta manera poder ofrecer métodos de control que desde el área de seguridad y salud en el trabajo se puedan implementar para disminuir los riesgos.

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Presentación del problema de investigación

Desde el año 2009, Colombia ha fortalecido el control de los Residuos Peligrosos (RESPEL) mediante el Registro de Generadores de Residuos Peligrosos, establecido por la Resolución 1362 (2007) del Ministerio de Ambiente. Este registro permite obtener un inventario anual de RESPEL generados en el país. Es importante recalcar que, según la Política ambiental para la gestión integral de residuos peligrosos, la generación de RESPEL ha aumentado significativamente, pasando de 141.735 toneladas en 2010 a 640.035 toneladas en 2019 (Ministerio de Ambiente, 2022). Este incremento plantea retos para la infraestructura y los procesos de gestión de dichos residuos.

Según el Informe Nacional de Residuos Peligrosos del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2020), se realizó un análisis sobre la generación de residuos por actividades económicas. En este contexto, los residuos asociados al sector salud (clasificados bajo la actividad económica 8610) representaron el 11 % de la generación total de residuos patógenos en Colombia, equivalentes a 54.166,3 toneladas (p. 80). Estos residuos fueron reportados por 1.443 establecimientos, lo que significó un incremento del 74 % en comparación con el año 2019. Este aumento resalta la importancia de fortalecer el manejo integral de los residuos peligrosos en el sector salud (IDEAM, 2020).

Asimismo, el manejo externo de los residuos hospitalarios es una actividad de alta demanda, donde la insuficiencia en la prestación del servicio de disposición final de estos residuos en hospitales y clínicas es un problema significativo en el departamento de Norte de Santander. En esta región, durante el período analizado, se generaron 646,8 toneladas de residuos peligrosos (RESPEL), contando únicamente con un (1) gestor autorizado para su disposición final, lo que evidencia una necesidad urgente de fortalecer la capacidad de gestión de estos residuos.

En materia de transporte de residuos peligrosos el departamento de Norte de Santander, cuenta con 5 entidades cuya principal actividad económica es el transporte de mercancías peligrosas, siendo la operación de recolección de residuos hospitalarios la que comprende la problemática establecida, según la resolución 591 de 2024 del Ministerio de Salud y Protección Social., (2024) existen tipos de generadores de acuerdo a la cantidad de residuos generados (ver Tabla N°1), teniendo en cuenta esto, la empresa con la cual vamos a trabajar cuenta con 180 clientes que se clasifican como “micro generadores”, 20 “pequeños generadores”, 10 “medianos generadores” y 2 “grandes generadores”.

Tabla 1 Clasificación de generadores de acuerdo con las cantidades de residuos generados

Tipo de Generador	Cantidad de residuos o residuos generados
Gran generador	≥ 1000
Mediano generador	$100 < 1000$
Pequeño generador	$10 \leq 100$
Micro generador	<10

Tomado de Ministerio de Salud y Protección Social., (2024)

Este apartado implica reflexionar en que estamos rodeados de organismos vivos presentes en todos los contextos en el que el hombre habita, dichos organismos son microscópicos y responsables de la exposición al riesgo biológico ante el mal embalaje de residuos cortopunzantes hospitalarios, sumado a esto se encuentra la falencia ante la correcta capacitación del personal recolector de estos residuos, y la forma incorrecta de usar la indumentaria de protección para la recogida de esta clase de materiales o residuos, y la cultura del medio asociada al autocuidado del riesgo biológico al que el operario se expone día a día. Bonilla Salazar, F., & López Atehortúa, L. M. (2019).

Desde una perspectiva global, se ha identificado una relación estadística relevante en torno al riesgo biológico en el personal de salud. Según García y Chávez (2020), "se estima que al menos 1.000 trabajadores de la salud contraen infecciones serias anualmente debido a pinchazos con agujas y lesiones por objetos cortopunzantes" (p. 6). Las cifras de afecciones ocupacionales en este grupo han aumentado en los últimos años. De acuerdo con los autores, "2 millones de trabajadores del sector salud a nivel mundial experimentan exposición percutánea a enfermedades infecciosas anualmente" (p. 6). Asimismo, los accidentes percutáneos son responsables de una proporción significativa de infecciones graves: 40 % de las infecciones por Virus de la Hepatitis B (VHB). 40 % de las infecciones por Virus de la Hepatitis C (VHC). 25 % de las infecciones por Virus de Inmunodeficiencia Humana (VIH) (García & Chávez, 2020, p. 6), un ejemplo claro de estos accidentes es la novedad reportada por Empresas Públicas de Armenia., (2024), donde trabajadores de la Empresa Publicas de Armenia ESP, resultaron heridos debido a la mala disposición de vidrios y jeringas siendo heridos por estos objetos cortopunzantes y requieren de atención médica inmediata.

Estas cifras evidencian la gravedad del problema de la exposición percutánea en el sector salud, ya que un gran número de trabajadores continúa sufriendo lesiones con objetos cortopunzantes. Esto subraya la necesidad de abordar los riesgos biológicos y reforzar las medidas de seguridad para proteger a estos colaboradores. En este sentido, la exposición al riesgo biológico en las actividades de recolección de residuos hospitalarios es una de las más críticas, debido a la alta probabilidad de contacto con agentes infecciosos y las graves consecuencias para la salud. A nivel nacional, los residuos peligrosos asociados a objetos cortopunzantes representan el 3 % del total, mientras que en el departamento de Norte de Santander equivalen al 0,26 %, posicionándolo por encima de Bogotá, que registra un 0,074 %.

En el ámbito local, la Alcaldía de San José de Cúcuta (2023) reportó que la ciudad ha enfrentado dificultades significativas en el manejo de estos residuos, especialmente los residuos peligrosos y de riesgo biológico, como los biosanitarios y cortopunzantes. Según el Departamento Administrativo de Planeación Municipal, en el marco del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS), se monitorea el volumen y tipo de residuos generados, lo que ha evidenciado la necesidad de mejorar las prácticas de disposición y reciclaje de residuos para reducir los riesgos en la salud pública.

Adicionalmente, la Universidad de Santander en Cúcuta ha implementado su Plan de Gestión Integral de Residuos Hospitalarios, el cual identifica y gestiona los residuos peligrosos generados en sus actividades académicas y de salud. Este plan abarca la separación, recolección y disposición final de estos

residuos, en cumplimiento con la normativa ambiental vigente, especialmente las Resoluciones 1164 de 2002 y 2184 de 2019, evidenciando un esfuerzo por minimizar el impacto en la salud y el medioambiente (Universidad de Santander, 2021).

Por esa razón, la empresa seleccionada ubicada en la ciudad de Cúcuta, Norte de Santander, trabaja con la recolección de residuos hospitalarios evidenciando que el riesgo biológico está latente dentro del dinamismo por realizar. En el caso de dicha empresa los operarios delegados de la recolección de los residuos desde el lugar de convenio (hospital, centro de salud) hasta la entrega para su desecho final en la planta de tratamiento Guayabales (Tratamientos térmicos e incineración), están expuestos al riesgo biológico, por la falta de cultura en el embalaje de los residuos cortopunzantes ya que dentro de la empresa se ha reportado 2 accidentes laborales, donde los trabajadores se han punzado con una aguja o lanceta porque fueron desechados dentro de un capuchón, envuelto en un guante en la bolsa roja pero fuera del guardián correspondiente para su desecho. Por lo tanto, desde la problemática expuesta surge la siguiente pregunta de investigación.

Pregunta de investigación

¿Cuáles son los factores y el nivel de riesgo biológico en una empresa de recolección de residuos hospitalarios cortopunzantes en la ciudad de Cúcuta, Norte de Santander en el año 2024?

Justificación

El tratamiento inadecuado de los residuos hospitalarios a nivel global plantea riesgos significativos para la salud pública y el medio ambiente. Los países en vías de desarrollo enfrentan dificultades particulares en este ámbito, debido a la falta de infraestructura adecuada para el manejo de residuos peligrosos y la necesidad de políticas de manejo integral que garanticen el cumplimiento de estándares de seguridad. El informe global de Deloitte de 2023 destaca que el COVID-19 subrayó la necesidad de sostenibilidad en la atención médica y la gestión de residuos, incrementando la generación de residuos médicos y subrayando los riesgos asociados a su inadecuado tratamiento en diversos contextos (Deloitte, 2023). Además, investigaciones recientes indican que prácticas deficientes en la gestión de residuos peligrosos pueden generar riesgos de exposición biológica, contribuyendo a infecciones y afectaciones graves en trabajadores de salud y operarios de gestión de residuos (Ramírez- Coronel, 2023).

Existen diversas problemáticas asociadas a la producción de residuos especiales con características patógenas, razón por la cual actualmente en Colombia se regula la gestión integral de todo lo relacionado con actividad de residuos peligrosos en el país, según lo establecido en el Convenio de Basilea artículo 1 de la Ley 1252 de 2008 (Ministerio de Ambiente, 2008), por el cual se busca proteger a las personas sobre los efectos negativos de los residuos peligrosos (RESPEL), y darles un mejor proceso de destrucción, con el fin de llevar una supervisión sobre la gestión interna y externa de estos residuos en Colombia, siendo una normativa de protección humana y ambiental, de vital cumplimiento en el territorio. El cumplimiento de esta ley implica no solo la adopción de prácticas seguras para el tratamiento y disposición de residuos biológicos, sino también la necesidad de capacitación constante y protocolos estrictos para el manejo de estos residuos peligrosos, especialmente aquellos con potencial patógeno, como los cortopunzantes y biosanitarios.

La ciudad de Cúcuta en Norte de Santander, dada su situación fronteriza y el crecimiento del sector salud, enfrenta desafíos particulares. En 2022, informes de la Federación de Aseguradores Colombianos (FASECOLDA) indicaron una alta tasa de accidentalidad laboral en el sector salud, lo que resalta la exposición a riesgos que enfrentan los trabajadores que manejan residuos hospitalarios, particularmente aquellos empleados en la recolección de residuos cortopunzantes. Esto refleja la necesidad de mejorar los protocolos de seguridad y salud en el trabajo para prevenir accidentes, algo que también se observa en estudios globales donde el manejo de residuos cortopunzantes sigue siendo un riesgo crítico (FASECOLDA, 2022; Savitha & Joseph, 2023).

En esta ciudad se encuentra una empresa fundada en 2021, encargada de la recolección y transporte de residuos hospitalarios. Para la disposición final de estos residuos, cuenta con un convenio comercial con el Parque Tecnológico Guayabales (PTAG), el cual opera bajo la licencia 0450 del 24 de agosto de 2006, emitida por la Corporación Autónoma Regional del Norte (CORPONOR).

Esta empresa presta servicios a diversas entidades de salud en el departamento, garantizando el cumplimiento del Decreto 4741 de 2005, que regula la gestión integral de residuos peligrosos (Ministerio de Ambiente, 2005). En este sentido, se asegura de que sus empleados sigan los lineamientos establecidos para la manipulación de residuos que puedan contener patógenos como hepatitis B, hepatitis C y VIH, minimizando así la exposición a estos peligros biológicos, también, el Ministerio del Trabajo emitió una guía para la prevención de exposición de riesgo biológico en seguridad y salud en el trabajo Resolución

2468 de 2022 (Ministerio del Trabajo, 2022) cuyo enfoque es el control del riesgo, esta herramienta es clave para la aplicación del método BIOGAVAL (Llorca Rubio et al., 2018).

Además, el transporte de estos residuos está regulado por el Decreto 1609 de 2005, "Por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre de mercancías peligrosas por carretera" (Ministerio de Transporte, 2002). Debido a la complejidad de este servicio y su alto nivel de exposición, la actividad representa un riesgo potencial para el personal operativo, especialmente por el contacto con residuos hospitalarios, siendo el riesgo biológico el de mayor preocupación.

Según lo expuesto, se evalúa el residuo de mayor exposición biológica dentro de la generación de residuos hospitalarios, poniendo especial atención en los objetos cortopunzantes (lancetas, agujas, pipetas, láminas de bisturí, cuchillos y vidrio). Estos deben ser segregados en contenedores rojos tipo guardián y, una vez llenos hasta las tres cuartas partes de su capacidad, deben sellarse, rotularse y ser entregados al gestor externo, según lo establecido en el Manual de Gestión Integral de Residuos (Ministerio de Salud y Protección Social, 2010).

Los objetos cortopunzantes representan un alto riesgo, ya que pueden provocar accidentes percutáneos infecciosos, considerados de alto riesgo biológico. En la empresa, se han registrado incidentes de este tipo debido a falencias en la gestión interna por parte de los clientes generadores. Entre las principales causas se encuentran el depósito inadecuado de agujas en recipientes incorrectos, la reutilización de agujas encapsuladas y la transferencia de fluidos corporales entre recipientes (como la sangre de una jeringa a un tubo). Sin embargo, el principal factor de riesgo ha sido la mala segregación de residuos, lo que ha afectado directamente a los operarios. Este tipo de lesiones puede ocasionar infecciones graves e incluso mortales, debido a la exposición a patógenos como el virus de la hepatitis B (VHB), el virus de la hepatitis C (VHC) y el virus de inmunodeficiencia humana (VIH) (Alkhaqani, 2022).

Asimismo, los accidentes laborales pueden ocurrir en diversas circunstancias. Según cifras de la Federación de Aseguradores Colombianos (FASECOLDA) (RL Datos, 2022), la tasa de accidentalidad en el sector de la salud y el entorno social fue del 6,45% por cada 100 trabajadores. En 2022, se reportaron 38.151 accidentes en esta área, con una disminución del 9,91% respecto al año anterior. En Cúcuta, Norte de Santander, se registraron 786 accidentes, aunque en la ocupación de recolección de basuras o residuos no se identificó accidentalidad ni enfermedades laborales calificadas. Sin embargo, en la empresa analizada, hasta la fecha, se han reportado dos accidentes laborales por corto punzantes ante la ARL: uno

en el segundo semestre de 2022 y otro en el primer semestre de 2023. Cabe destacar que, en 2020, los accidentes de origen biológico representaron el 17,5% del total de incidentes laborales (Omaña-Álvarez et al., 2022).

Por esta razón, se destaca la normativa vigente en Colombia sobre residuos peligrosos, en particular el Decreto 4741 de 2005 y el Decreto 1609 de 2002, los cuales establecen lineamientos específicos para la gestión, manipulación y transporte seguro de residuos hospitalarios, incluidos aquellos de alto riesgo biológico. La empresa de recolección en Cúcuta cumple con estos reglamentos mediante un convenio de disposición final con el Parque Tecnológico Guayabales (PTAG) y la aplicación de protocolos de transporte regulados, lo que contribuye a minimizar los riesgos biológicos para los trabajadores.

Sin embargo, la operación diaria enfrenta desafíos adicionales, como la necesidad de mejorar la segregación de residuos en los centros generadores y fortalecer los protocolos internos. A pesar del cumplimiento normativo, se han reportado accidentes laborales relacionados con residuos cortopunzantes, lo que resalta la importancia de aplicar y supervisar estrictamente estas normativas. Su cumplimiento no solo es un requisito legal, sino una medida esencial para la protección de los trabajadores, quienes enfrentan riesgos potencialmente mortales al manipular residuos infecciosos. Para mitigar estos riesgos, es fundamental combinar la aplicación de la normativa con capacitaciones continuas y el uso adecuado de equipos de protección personal, garantizando así un entorno laboral más seguro y reduciendo la exposición a infecciones graves como hepatitis B, hepatitis C y VIH.

Los altos riesgos biológicos asociados al manejo de residuos hospitalarios, junto con los accidentes reportados en la empresa, subrayan la necesidad de fortalecer la capacitación en seguridad y los protocolos de autocuidado. Aunque se han implementado campañas de concientización y programas de segregación de residuos, la empresa debe seguir desarrollando controles eficaces, como el uso adecuado de elementos de protección personal y la implementación de protocolos estrictos de desinfección. Estas medidas no solo reducen la probabilidad de accidentes, sino que también aseguran el cumplimiento de la normativa en seguridad laboral, aspecto que entidades como FASECOLDA han identificado como fundamental en este tipo de actividades de alto riesgo.

La investigación en la empresa de recolección de residuos hospitalarios cortopunzantes en Cúcuta, Norte de Santander, permite identificar puntos críticos de exposición y formular controles específicos, desde el adecuado uso de contenedores tipo guardián hasta protocolos de manejo de residuos. Estas acciones contribuirán a reducir los riesgos biológicos para los trabajadores y optimizar los protocolos internos. Además, se aportarán recomendaciones concretas sobre cómo mejorar las estrategias de capacitación continua, asegurando que los operarios cuenten con las herramientas necesarias para gestionar residuos peligrosos de manera segura. Finalmente, se propondrán mejoras basadas en prácticas internacionales, fortaleciendo el cumplimiento de la normativa de salud ocupacional y reduciendo el riesgo de transmisión de infecciones en el entorno laboral.

Objetivos

Objetivo general

Analizar el nivel de riesgo biológico en una empresa de recolección de residuos hospitalarios cortopunzantes en la ciudad de Cúcuta, Norte de Santander en el año 2024.

Objetivos específicos

- Establecer el perfil sociodemográfico, condiciones de salud y de trabajo de la población de estudio.
- Identificar los factores de peligros que influyen en la exposición a agentes patógenos durante la ejecución de actividades y tareas de la recolección de residuos hospitalarios cortopunzantes en la ciudad de Cúcuta, Norte de Santander.
- Estimar el nivel de riesgo biológico haciendo uso de metodologías cualitativas durante la ejecución de actividades y tareas en la recolección de residuos hospitalarios cortopunzantes en Cúcuta, Norte de Santander.
- Proponer estrategias de control permitan mitigar la exposición a factores de riesgo biológico en los trabajadores del sector de recolección de residuos hospitalarios cortopunzantes en Cúcuta, Norte de Santander.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

La recolección de residuos peligrosos consiste en un proceso cuyo fin es recoger, transportar y dar un tratamiento especial. En especial los residuos hospitalarios debido a la creciente demanda en los servicios de salud y la expansión del sector han elevado significativamente la cantidad de residuos biológicos y químicos que son fuente de agentes patógenos o características peligrosas que causan enfermedades. En el contexto de la normativa colombiana, regulaciones como el Decreto 4741 de 2005 y la Ley 1252 de 2008, han implementado procedimientos específicos para los residuos especiales. Sin embargo, el cumplimiento de estas normativas enfrenta múltiples retos, desde la falta de infraestructura adecuada en ciertas áreas hasta deficiencias en la capacitación de personal y en la supervisión de protocolos de seguridad. Según estudios recientes, como el informe de FASECOLDA en 2022, se han registrado altos índices de accidentalidad laboral en el sector salud de la región, lo cual, refleja los riesgos que los trabajadores enfrentan en la manipulación de residuos peligrosos, incluyendo los cortopunzantes, que son especialmente problemáticos.

Antecedentes de la Investigación

Para la evaluación de antecedentes específicos o investigativos se realizó una revisión de la literatura en grandes rasgos por autores consultados que han tratado el tema, incluyendo información documental del tema de estudio en bases de datos como; ScienceDirect, Dialnet, Scielo, TMR Publishing group, Sage Journals, ReseacheGate, repositorios de Universidades y búsquedas en Google Académico teniendo en cuenta trabajos del 2018 hasta 2023.

Asante-Duah., (2021) en su libro titulado “Evaluación de Riesgos de Residuos Peligroso”, nos permite tener en cuenta una perspectiva general sobre los métodos que se deben afrontar para la evaluación de riesgos, teniendo en cuenta como comienzo la salud y el medio ambiente, su metodología la base en datos numéricos reales, que permiten tener una perspectiva clara de los programas de residuos peligrosos y sus evaluaciones en seguridad y salud en el trabajo. El trabajo investigativo orienta la trazabilidad de los residuos peligrosos desde su fundamentación, considera en especial las técnicas de emergencia después de la exposición, teniendo en cuenta el esquema de vacunación y la capacitación de la persona, para traer resultados positivos a la seguridad y salud en el trabajo.

Teniendo en cuenta lo anterior se encontró la investigación titulada como “Problemas de Transporte de Materiales Peligrosos en Camiones: Clasificación y Revisión de La literatura Actualizada” (Holeczek., 2019), estructura toda la literatura sobre el transporte de mercancías peligrosas en la malla pública. Usando un modelo de investigación fundamentado en la examinación de revistas en el campo, identificando las contribuciones que citaban los artículos más relevantes y considerando los más relevantes tomando para estudio un rango de tiempo desde 1973 a 2017, logrando una revisión de 300 artículos de 93 revistas diferentes. Se propone analizar el riesgo por trayectoria, considerando el factor accidente, y teniendo en cuenta que hay un alto riesgo de accidentalidad en la vía y se requiere manejo de plan de contingencia antes estas eventualidades. Por lo que, es clave el enrutamiento para enfrentar los diferentes problemas o riesgos, es por eso la importancia de contar con un Plan Estratégico de Seguridad Vial (PESV) que considere los factores mencionados durante la discusión del artículo.

Por otra parte Alkhaqani.,(2022), en el documento titulado “Exposiciones a lesiones corto punzantes entre manipuladores de residuos hospitalarios” el autor evalúa específicamente la manipulación de corto punzantes, evidenciado que la manipulación cruzada hace que sea dañina para la salud, siendo los fluidos en especial la sangre el principal riesgo, dentro de la revisión se registran la lista de contagio que causan infección después de un accidente con sangre , como virus de la hepatitis B (VHB), virus de la hepatitis C (VHC) y el virus de inmunodeficiencia (VIH) , siendo un factor de exposición ocupacional alto. El análisis además identifica las zonas más vulnerables a los pinchazos, los cuales, son: dedos, manos y costados de la pierna. Como también discuten una muestra de 43 trabajadores, de los cuales solo 31 usan guantes de manera segura antes de recoger y transportar residuos hospitalarios. La investigación muestra de manera específica las exposiciones que tienen los manipuladores, permitiendo tener un enfoque más claro para la evaluación de seguridad ocupacional.

Como complemento en el contexto regional se encontró el estudio titulado “Riesgo en la Gestión Externa de Residuos Hospitalarios y Similares realizada por TECNIAMSA S.A.S. E.S.P. como Empresa Prestadora del Servicio en la ciudad de Cúcuta” (Mena Hortua & Mena Hortua., 2020), en el cual realizaron un análisis de tipo cualitativo, que pretende analizar el comportamiento en cuanto a generación de residuos, y las estadísticas de riesgos en relación con las operaciones que componen la gestión externa. Dentro del análisis realizado se constataron accidentes durante el 2019 con un total de 9 accidentes, de los cuales 4 fueron pinchazos, mostrando un mayor índice de accidentalidad de tipo biológico. La carga manual de los residuos pone en más riesgo a los trabajadores al riesgo biológico, incrementando

mensualmente los accidentes. Se identifica que los residuos más peligrosos son los anatomopatológicos, biosanitarios y cortopunzantes, ya que son los principales contagios de enfermedades infecciosas.

Mientras que en la investigación titulada “Modelo de Vigilancia Epidemiológica por Riesgo Biológico” (Gallego Clavijo & Holguín Barrera., 2020), aporta toda la evaluación de riesgos en la IPS Virrey Solís de Cali, tuvieron en cuenta como población a 41 trabajadores, la identificación del riesgo biológico y valoración de los riesgos, “no aceptable o aceptable con control específico” (Gallego Clavijo & Holguín Barrera., 2020). Se explica que la exposición al riesgo biológico es alta, principalmente por los fluidos del paciente, y residuos infecciosos, pese a que existe discernimiento de las normas de seguridad y salud en el trabajo, se muestra que es incierto las principales vías de transmisión de los riesgos biológicos.

En el año 2021 Quintero-Ramírez et al., (2021), indica en su estudio que el personal prehospitalario emplea instrumentos cuantitativos con el uso de las herramientas como las encuestas y valoraciones numéricas, logrando aplicar la metodología BIOGAVAL (Llorca Rubio et al., 2018) para la identificación de los agentes patógenos. Destacando las características de las superficies y las dotaciones a utilizar, siendo una de las investigaciones precedentes, pues dentro de sus recomendaciones mencionan la importancia de profundizar sobre el estudio de los agentes patógenos, incluso indican al personal de enfermería como el perfil ocupacional con mayor exposición al riesgo biológico, también se relaciona el conocimiento como principal método de prevención de riesgo biológico.

Es importante resaltar que, en el sector de residuos peligrosos se han abordado diferentes problemáticas, cómo se abordaron en los siguientes trabajos de investigación, se encontraron estudios como Astaiza Velásquez & Moncada Duque., (2018) en su estudio “Identificación y priorización de riesgos operacionales en el transporte de residuos hospitalarios”, dónde se prioriza las amenazas operacionales durante la actividad de residuos peligrosos, con el fin de fortalecer los planes de moderación de estos, buscando establecer los riesgos más críticos. Primero se selecciona el grupo, se consolida los datos y finalmente se evaluó una matriz de impacto, el resultado evidencia que el enfoque de los mecanismos en 7 riesgos: incendio, explosión o reacción química, accidentes vehiculares, contenedores de fuga, falta de experiencia del conductor, mantenimiento deficiente de la unidad de transporte, fallas técnicas del vehículo, o falla en los procedimientos. La empresa operará inicialmente en los procesos de mitigación, para el manejo de peligros críticos previamente seleccionados, minimizando la aparición de estos. Inclusive en la Ciudad de Medellín, Colombia, los investigadores Urcuqui Henao, (2022) construyen

un modelo que permita mejorar la recolección de residuos hospitalarios, disminuyendo los contagios para la población, partiendo de la revisión de la puesta en conocimiento sobre accidentalidad, población urbana, congestión vehicular, distancias-tiempos y localización de los generadores. La información fue tomada de las dependencias de la alcaldía de Medellín, se comienza el procedimiento, se afianza la indagación DANE y se reúnen los datos ejemplos. El algoritmo de Dijkstra es una metodología corta entre los nodos de un grafo, la documentación lo define OSMNX, como un paquete de Python que le permite descargar datos de Open Street Map y organizan, planean, representa y discute redes de calles del mundo real y cualquier otra geometría geoespacial, logrando fragmentar la zona por peligros. Finalmente, esta investigación genera la necesidad de la implementación de la tecnología para afinar la oferta-demanda de los residuos, y poder implementar estrategias seguras mediante la implementación de rutas seguras, permitiendo tener así un mayor control operacional y de la misma forma poder contar con un mejor plan de respuesta, por lo cual, este documento muestra el modelo para poder implementar y responder de la mejor manera ante una operación de transporte de recolección de residuos.

Además, en la ciudad de Bogotá, Colombia, Perdomo Castañeda, L. (2022) desarrolló un modelo para recolectar y aprovechar residuos cortopunzantes generados en hogares, especialmente de pacientes con diabetes. Utilizando metodologías como Design Thinking y Systemic Design, este estudio busca una recolección segura y sostenible que considere el riesgo biológico y sanitario de estos residuos, mejorando así la disposición y minimizando la exposición de otros a posibles contaminantes infecciosos.

De igual manera se resalta otro estudio en la ciudad de Bogotá, Colombia Alejandro et al. (2024) donde propone un plan de posconsumo específico para la recolección, transporte y disposición final de residuos cortopunzantes generados por pacientes domiciliarios. Esta iniciativa surge como respuesta a la falta de normativas claras en la gestión de estos residuos, que a menudo no reciben un tratamiento adecuado, aumentando los riesgos de accidentes y contaminación. El estudio destaca la necesidad de protocolos más específicos para estos residuos, siguiendo modelos de gestión aplicados a otros tipos de residuos, como los fármacos vencidos, y plantea estrategias que aseguren su correcta disposición.

Por lo tanto, el análisis de los antecedentes sobre el manejo de residuos cortopunzantes en Cúcuta, Norte de Santander, permite delinear un enfoque integral para abordar esta problemática. Es fundamental establecer un perfil sociodemográfico que resalte las condiciones de salud y trabajo del personal involucrado, con el fin de comprender su contexto y las vulnerabilidades que enfrentan.

Asimismo, la identificación de los factores de riesgo que contribuyen a la exposición a agentes patógenos es esencial. Esto incluye la evaluación de las condiciones laborales, la disponibilidad de equipos de protección y la formación que reciben los trabajadores.

Además, es crucial estimar el nivel de riesgo biológico mediante metodologías cualitativas, lo que proporcionará una valoración más precisa de los peligros inherentes a la recolección de estos residuos. Este análisis sentará las bases para el desarrollo de estrategias de control efectivas que mitiguen la exposición a riesgos biológicos. Las investigaciones previas, como las de Carolina y Andrea (2020), subrayan que una combinación de capacitación adecuada, uso de equipos de protección personal y la implementación de protocolos de seguridad específicos son medidas necesarias para reducir la accidentalidad. En conjunto, estos elementos no solo mejorarán la seguridad y la salud de los trabajadores, sino que también contribuirán a la protección de la comunidad en general.

Bases teóricas o fundamentos conceptuales

El marco teórico en el cual se centrará el presente apartado proporcionará una idea sobre los residuos peligrosos, su sector productivo, sus fundamentos, permitiéndonos conocer un poco más sobre el riesgo biológico en el sector hospitalario.

1. Organización del sector productivo

Dentro de la organización del sector productivo en Colombia, se puede observar que la gestión de residuos peligrosos es una actividad económica esencial, clasificada en la Sección E de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU-3812) en Colombia considerada como la recolección de residuos peligrosos cuyas características sean corrosivas, inflamables, reactivas, infecciosas o biológicas. Esta sección agrupa actividades relacionadas con el "Saneamiento ambiental y gestión de residuos" (Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE], 2020). Dicha clasificación destaca la importancia del sector en la mitigación del impacto ambiental y la protección de la salud pública. Según el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2013), en el país se generan aproximadamente 241.620 toneladas de residuos peligrosos al año, principalmente en el sector industrial, lo que subraya la necesidad de una gestión eficiente y sostenible. Desde otra perspectiva, la Organización

Internacional del Trabajo (OIT) reconoce la gestión de residuos como parte del sector de servicios esenciales, destacando su papel en la economía circular y en la generación de empleo verde (OIT, 2021).

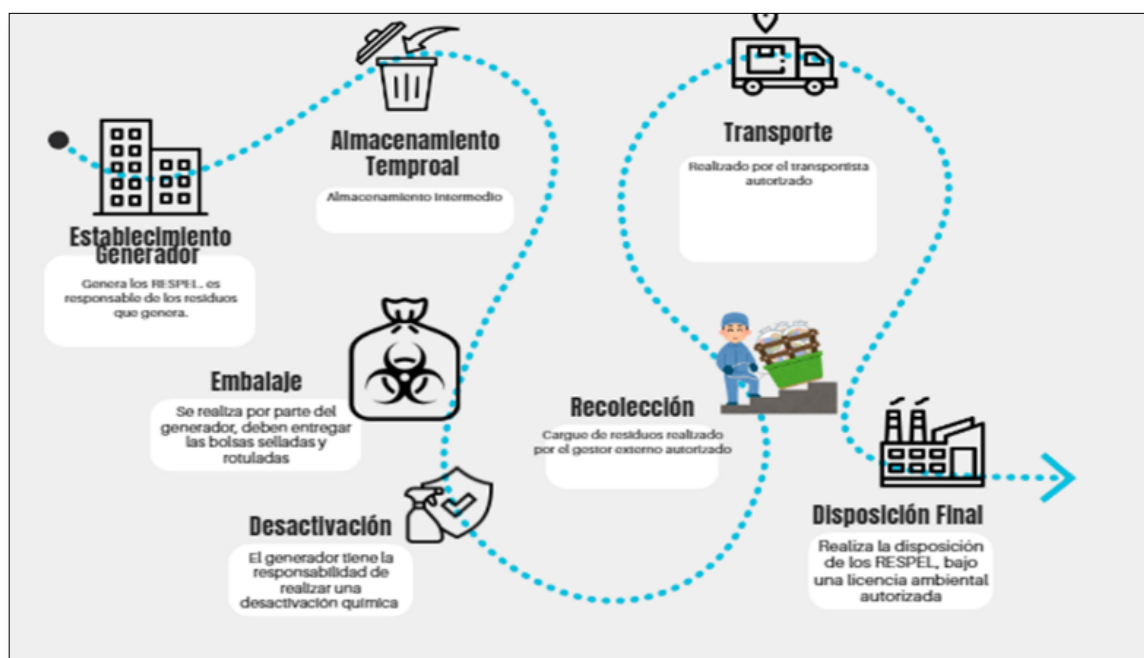
Por esta razón, en España, esta actividad se encuentra dentro de la Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE), específicamente en la división 38, correspondiente a la "Recogida, tratamiento y eliminación de residuos" (Instituto Nacional de Estadística [INE], 2022). Esta categorización permite establecer regulaciones y estándares específicos que garantizan un adecuado manejo de los residuos peligrosos y su impacto ambiental.

En síntesis, la comparación entre estas clasificaciones en Colombia y España permite identificar diferencias en la nomenclatura y organización de la actividad. Sin embargo, el enfoque en sostenibilidad y responsabilidad ambiental es un punto en común en los distintos sistemas de catalogación. La correcta gestión de los residuos peligrosos no solo contribuye a la reducción de riesgos ambientales y sanitarios, sino que también representa un motor de desarrollo económico sostenible a nivel nacional e internacional.

2. Proceso productivo

El proceso productivo se centra en la gestión externa de residuos hospitalarios, esencial para el tratamiento y disposición final de residuos generados en hospitales y clínicas de Norte de Santander. El proceso inicia con la separación de residuos en los centros hospitalarios, donde la separación no siempre cumple con los estándares establecidos. Posteriormente, los residuos se almacenan en vehículos de carga para su transporte, el cual debe adherirse a regulaciones estrictas para garantizar la seguridad de las personas y del medio ambiente, culminando en la entrega a entidades autorizadas para la disposición final (ver Figura N°1).

Figura 1 Proceso de Gestión Externa de Residuos Especiales



Fuente: Elaboración Propia realizado en CANVA basado en lo descrito en Ministerio de Salud y Protección Social. (2024).

3. Factores de peligro: riesgo biológico

Dentro del proceso productivo, el riesgo biológico se destaca como uno de los factores críticos, que genera una alta probabilidad de contagio de microorganismos patógenos (Arenas-Sánchez, & Pinzón-Amado., 2011). Existen muchas actividades que representan tienen una alta probabilidad de riesgo biológico, en este ámbito vamos a mencionar la actividad laboral de aquel personal que maneja residuos hospitalarios, existen una alta probabilidad de riesgo biológico debido al manejo manual de los residuos, donde los trabajadores manipulan bolsas que pueden contener elementos cortopunzantes, lo que incrementa la posibilidad de roturas y exposición a fluidos biológicos. Además, los riesgos ergonómicos asociados a la manipulación de cargas en los centros hospitalarios también son significativos. Como lo describe el siguiente esquema:

Figura 2 Esquema de Factores de Peligro NTP-636

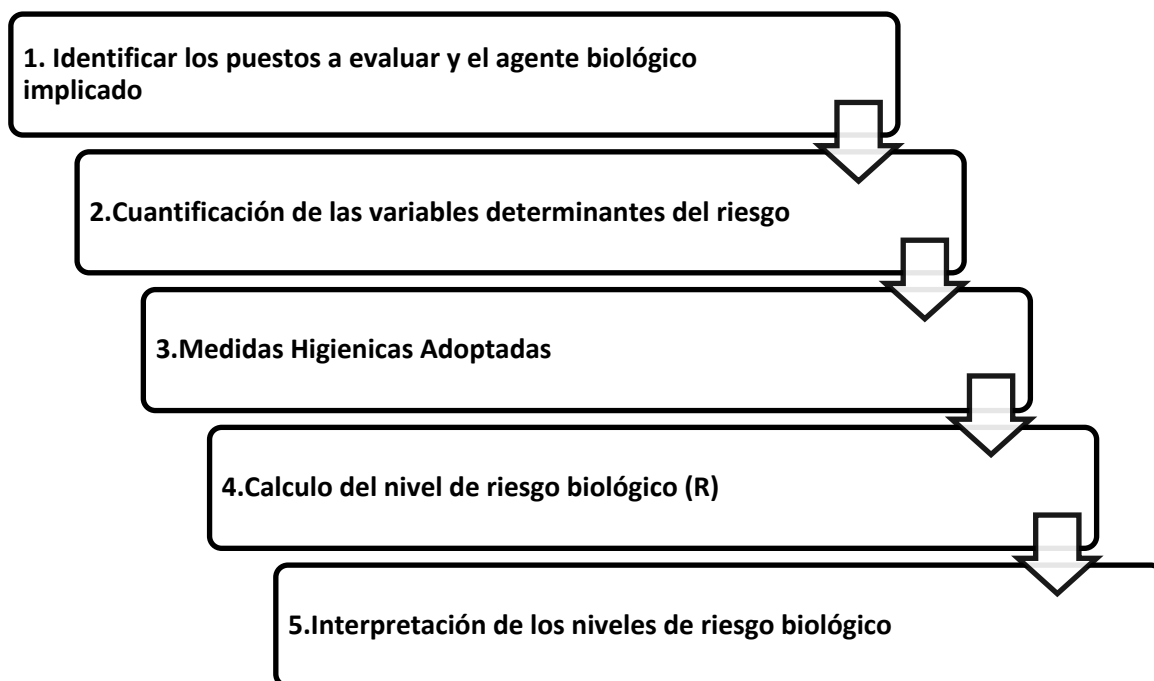
Virus	Bacterias	Hongos
<p>Características: Agentes infecciosos no celulares, más pequeños que las bacterias, que requieren una célula huésped para replicarse.</p> <p>Vías de transmisión: Aire (inhalación), contacto directo, sangre, fluidos corporales.</p> <p>Ejemplos: Hepatitis B, VIH, rabia, influenza, dengue.</p> <p>•Grupo de riesgo: Varía según el agente; algunos pertenecen al Grupo 3 de riesgo</p>	<p>Características: Organismos unicelulares con pared celular; pueden ser patógenas o no.</p> <p>Vías de transmisión: Contacto directo, aire, agua, alimentos contaminados.</p> <p>Ejemplos: Mycobacterium tuberculosis, Salmonella, Escherichia coli, Brucella.</p> <p>•Grupo de riesgo: Varía según el agente; algunas son de riesgo 2 o 3.</p>	<p>•Características: Organismos que viven a expensas de otro ser vivo, causando daño.</p> <p>Vías de transmisión: Contacto directo, vectores (mosquitos, garrapatas), ingestión de alimentos o agua contaminados.</p> <p>Ejemplos: Plasmodium (malaria), Leishmania, Trypanosoma, Taenia.</p> <p>•Grupo de riesgo: Varía según el agente; algunas especies son de riesgo 3.</p>

Fuente: Basado en Instituto Nacional de seguridad e higiene en el trabajo. (2003).

4. Efectos a corto y largo plazo de la exposición a los riesgos biológicos

La exposición a riesgos biológicos, como los fluidos contaminados, puede tener efectos adversos tanto a corto como a largo plazo. Quiénes trabajan en la recolección de residuos hospitalarios están expuestos en diferentes grados, incluso algunos agentes infecciosos pueden alterar directamente su salud por diferentes vías (ingestión, inhalación, mucosas o vía percutánea) (Cediel & Villamil., 2004). A corto plazo, los trabajadores pueden sufrir lesiones agudas, como cortes y pinchazos, que pueden llevar a infecciones por patógenos como el VIH o el virus de la hepatitis B. A largo plazo, la exposición repetida puede resultar en enfermedades crónicas y complicaciones graves en la salud de los trabajadores

Figura 3 Esquema para la aplicación del método BIOGAVAL



Fuente: Basado en BIOGAVAL-NEO. (2018)

5. Estrategias de valoración del riesgo biológico

Para abordar estos riesgos, es esencial implementar estrategias de valoración del riesgo biológico. Utilizar metodologías cualitativas y cuantitativas permitirá una evaluación más precisa de los peligros asociados con la recolección y manejo de residuos peligrosos. Modelos teóricos como el de la Evaluación de Riesgos Basada en la Salud (Health Risk Assessment) pueden servir como marco para esta valoración, ayudando a identificar áreas críticas y priorizar intervenciones. Metodologías como BIOGAVAL (Llorca Rubio et al., 2018), es de las metodologías más prácticas para la evaluación del riesgo biológico asociado a diferentes laborales sometidas a cierta exposición de microorganismos, por otra parte, el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo INSST presenta guías prácticas de prevención y notas técnicas de prevención como la NTP 833, el cual, permite una evaluación simplificada del riesgo biológico (Guimarães., 2016). También se encuentra metodologías como la GTC 45 que ayuda a identificar y valorar los riesgos de seguridad y salud en el trabajo (DE et al., (1997).

6. Estrategias de control del riesgo biológico

Finalmente, es vital proponer estrategias de control para mitigar la exposición a estos riesgos biológicos. Esto incluye la capacitación adecuada del personal en el manejo seguro de residuos, la provisión de equipos de protección personal y la implementación de protocolos de seguridad específicos. Investigaciones como las de Carolina y Andrea (2020) destacan que una combinación de estos elementos es fundamental para reducir la accidentalidad y proteger la salud de los trabajadores en el sector hospitalario. Incluso en (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo INSST., 2024) mencionan. Además de la protección específica frente al riesgo por exposición a agentes biológicos, se debe considerar el tipo de actividad en la que se hace necesario el uso del EPI y la tarea específica que la persona trabajadora debe realizar, y considerar las destrezas, el documento también sugiere que dentro de la normativa se abarca de manera general los requisitos esenciales de salud y seguridad de guantes y ropa de protección para evitar el contacto de la piel con agentes biológicos y, por tanto, preservar la piel como vía de entrada, pero se debe considerar su ámbito de aplicación de acuerdo con la labor a realizar.

Es por ello por lo que, para implementar una estrategia integral de valoración de riesgo en el sector hospitalario, es posible utilizar diversas metodologías cuantitativas adaptadas a la naturaleza específica de los riesgos biológicos. Entre ellas destacan los modelos matemáticos y estadísticos, como el análisis de Monte Carlo y otros métodos de simulación estocástica. Estos modelos permiten simular escenarios de exposición ajustando variables clave, como la concentración de agentes patógenos y la duración de la exposición. Además, se pueden aplicar en distintas áreas hospitalarias para analizar niveles de contacto según funciones específicas, optimizando así la priorización de intervenciones de control (Berridge et al., 2023).

Otra estrategia clave es el uso de herramientas digitales avanzadas para el análisis de riesgo, las cuales han evolucionado considerablemente en los últimos años. Software específico como BioRAM (Bio-Risk Assessment Model), demostrado por Himmel (2023), facilita una cuantificación precisa de los peligros y vulnerabilidades en entornos hospitalarios. Estas herramientas permiten evaluar factores críticos, como la probabilidad de exposición y la gravedad del riesgo en cada fase del manejo de residuos, brindando una base de datos sólida para la toma de decisiones informada y efectiva.

Por último, es esencial implementar indicadores de riesgo específicos, como los índices de exposición biológica (EBE), para monitorear de forma continua el riesgo en función de la exposición y la

efectividad de los controles. Brescia et al. (2023) señalan que estos indicadores ofrecen una respuesta proactiva ante aumentos de riesgo en áreas hospitalarias particulares, optimizando el uso de recursos y la adopción de medidas de protección.

Bases legales de la investigación

La implementación de las normativas ambientales y sanitarias en Cúcuta, Norte de Santander, para la gestión de residuos peligrosos enfrenta retos significativos, particularmente en la empresa dedicada a la recolección de residuos hospitalarios. Aunque Colombia cuenta con un marco normativo bien establecido, como el Decreto 2676 de 2000, la Resolución 2468 de 2022, y el Decreto 780 de 2016, existe una brecha considerable entre los requerimientos normativos y su aplicación práctica. Esta discrepancia revela fallas en la adopción y el monitoreo de los protocolos establecidos para el manejo adecuado de residuos peligrosos, especialmente aquellos de riesgo biológico.

En la empresa de recolección de residuos hospitalarios cortopunzantes de Cúcuta, el riesgo biológico, presente en materiales potencialmente infecciosos como residuos cortopunzantes, representa una amenaza constante para la seguridad de los trabajadores. Pese a que la Resolución 2468 de 2022 establece directrices específicas para la protección y prevención de la exposición al riesgo biológico, la realidad en el terreno sugiere una necesidad urgente de fortalecer la capacitación, dotación de equipos adecuados, y una supervisión rigurosa de las prácticas diarias.

Aunque la legislación ambiental y sanitaria en Colombia ofrece un marco sólido, la efectividad de su aplicación en Cúcuta requiere un enfoque más crítico que contemple la realidad operativa, así como el fortalecimiento de las capacidades técnicas y de gestión para garantizar un manejo de residuos realmente seguro y sostenible.

Las normas ambientales y sanitarias vigentes relacionadas con los procedimientos llevados a cabo para prestación del servicio especial son:

Tabla 2. Ministerio de Ambiente (Normatividad)

Normatividad	Propósito	Reflexión
Resolución 415 de 1998	Establece los casos en los cuales se permite la combustión de los aceites de desecho y las condiciones técnicas para realizar la misma. Publicado: 13 mayo 1998.	Se enfoca en la combustión de aceite de residuos, no está relacionada directamente con el riesgo biológico.
Política para la Gestión Integral de Residuos	Presenta una propuesta que contiene los elementos conceptuales para avanzar hacia la gestión integrada de residuos sólidos en Colombia, incluyendo los peligrosos. Publicado: 02 Julio 1998.	Da importancia al correcto manejo de residuos peligrosos, incluyendo los del origen biológico con el fin de reducir riesgos sanitarios y ambientales.
Decreto 321 de 1999	Plan Nacional de Contingencia contra derrames de hidrocarburos, derivados y sustancias nocivas. Publicado: 17 febrero 1999.	No aborda directamente el riesgo biológico, sino el impacto ambiental de sustancias contaminantes como hidrocarburos.
Decreto 2676 de 2000	Reglamenta la gestión integral de los residuos hospitalarios y similares. Publicado: 22 diciembre 2000.	Se enfoca en el manejo de residuos hospitalarios con potencial de riesgo biológico, estableciendo medidas para su correcta segregación, almacenamiento, transporte y disposición final.
Decreto 1669 de 2002	Modifica parcialmente el Decreto 2676 de 2000. Publicado: 02 agosto 2002.	Se ajusta las regulaciones sobre la gestión de residuos hospitalarios, incluyendo los del riesgo biológico.
Resolución 01164 de 2002	Manual de procedimientos para la Gestión Integral de los residuos hospitalarios. Publicado: 06 septiembre 2002.	Estipula los lineamientos para la adecuada manipulación de residuos hospitalarios con riesgo biológico.

Decreto 1140 de 2003	Modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002. Publicado: 07 mayo 2003.	No está directamente relacionado con el riesgo biológico.
Decreto 1505 de 2003	Modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002. Publicado: 06 junio 2003.	No aborda específicamente el riesgo biológico.
Resolución 1045 de 2003	Adopta la metodología para la elaboración de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS. Publicado: 26 septiembre 2003.	Incluye la gestión de residuos peligrosos, pero no se enfoca exclusivamente en el riesgo biológico.
Decreto 4741 de 2005	Reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de residuos o residuos peligrosos. Publicado: 30 diciembre 2005.	Contempla los residuos biológicos dentro de los peligrosos, estableciendo criterios para su manejo seguro.
Resolución 1362 de 2007	Establece los requisitos y el procedimiento para el Registro de Generadores de Residuos o Residuos Peligrosos, a que hacen referencia los artículos 27º y 28º del Decreto 4741 del 30 de diciembre de 2005. Publicado: 02 agosto 2007.	Obliga a los generadores de residuos biológicos a registrarse para su control y seguimiento.
Ley 1252 de 2008	Se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los residuos y residuos peligrosos. Publicado: 27 noviembre 2008.	Prohíbe la disposición inadecuada de residuos peligrosos, incluyendo biológicos.
Decreto 351 de 2014	Por el cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en la atención en salud y otras actividades	Específicamente orientado a residuos hospitalarios con riesgo biológico.

Resolución 2246 de 2017 MADS	Modifica el artículo 10 de la resolución 1297 de 2017 Recolección y gestión ambiental recolección de pilas y/o acumuladores. diario oficial No. 50.406 de 3 de noviembre de 2017. Publicado: 31 octubre 2017	Vela por el cuidado del personal de recolección de residuos.
Resolución 1397 de julio de 2018 MINAMBIENTE	Se adiciona la Resolución 668 de 2016 sobre uso racional de bolsas plásticas. Publicado: 25 Julio 2018.	No aborda el riesgo biológico, pero cuida al medio ambiente sobre uso excesivo de bolsas plásticas.
Resolución 1407 de 2018 MADS	Se busca a través de la gestión integral de los residuos sólidos aportar a la transición de un modelo lineal hacia una economía circular, previniendo la generación de residuos y optimizar el uso de los recursos para que los productos permanezcan el mayor tiempo posible en el ciclo económico y se aproveche la materia prima de la cual están fabricados y su potencial energético. Por ello se reglamenta la gestión ambiental de los residuos de envases y empaques de papel, cartón plástico, vidrio y metal. Publicado: 26 Julio 2018.	No tiene relación con el riesgo biológico, pero se enfoca en la reducción de generar residuos y optimizar el uso de materiales.
Resolución 1486 de 2018 MADS	Por la cual se adopta el formato único para el reporte de las contingencias para proyectos no licenciados y se adoptan.	Mecanismo de control para reportar eventos que pueden afectar el medio ambiente.
Resolución 1484 de 2018 MADS	Por la cual la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales ANLA, asume la competencia del Relleno Sanitario	Se evalúa, controla y supervisa todos los aspectos ambientales del relleno sanitario.

	Doña Juana y se toman otras determinaciones. Publicado: 03 agosto 2018.	
Resolución 2184 de 2019 MADS	Se modifica la Resolución 668 de 2016 sobre uso racional de bolsas plásticas. Se adopta el Formato único Nacional para la presentación del Programa Nacional de Bolsas Plásticas y de Informe de avance, se incorporan indicadores, se adopta un código nacional de colores para la separación de residuos sólidos en la fuente, entre otros. Publicado: 26 diciembre 2019.	Incluye la separación de residuos biológicos dentro de los códigos de colores, facilitando su gestión adecuada.
Resolución 2468 del 2022	“Por la cual se adoptan las guías de prevención de exposición a riesgos biológico en seguridad y salud en el trabajo”	Está enfocada en la prevención del riesgo biológico para trabajadores expuestos.
Resolución 0591 de 2024 MADS y Ministerio de la Salud	“Por la cual se adopta el Manual para la Gestión Integral de Residuos Generados en Atención en Salud y otras actividades”	Fundamental para la regulación y control de residuos hospitalarios con riesgo biológico.

Tabla 3. Ministerio de Transporte (Normatividad)

Decreto 1079 de 2015	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Transporte, sección 8, Transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera	Busca garantizar la seguridad vial, la protección del medio ambiente y la integridad de las personas
----------------------	---	--

Tabla 4. Ministerio de Salud (Normatividad)

Ley 9 de 1979	Establece las normas sanitarias para la prevención y control de agentes biológicos, físicos o químicos que alteran las características del ambiente	es clave para la salud pública y el medio ambiente, estableciendo normas que previenen riesgos biológicos, físicos y químicos. Su cumplimiento es esencial para un desarrollo sostenible y seguro.
Resolución 2389 de 1986	En su artículo 33 prevé los vehículos destinados al transporte de basuras reunirán especificaciones técnicas que reglamente el Ministerio de Salud	Garantiza que el transporte de basuras cumpla con estándares técnicos para proteger la salud pública y el medio ambiente.
Resolución 0692 de 2022	Por medio del cual se adopta el protocolo general de bioseguridad para el desarrollo de las actividades económicas.	Establece medidas de bioseguridad en actividades económicas para proteger la salud pública.
Decreto 780 de 2016	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Salud y Protección Social, Título 10. Gestión integral de los residuos generados en la atención de salud y otras actividades.	unifica la normativa sobre la gestión de residuos en el sector salud, asegurando su manejo seguro y sostenible. Minimiza riesgos ambientales y sanitarios.
Ley 1562 de 2012	Tiene por objeto mejorar las condiciones de trabajo y el medio ambiente del trabajo.	Fortalece la seguridad y salud en el trabajo, promueve condiciones laborales seguras y saludables.

Tabla 5. Ministerio de Vivienda (Normatividad)

Decreto 1784 de 2017 Min Vivienda	Se modifica y adiciona el Decreto 1077 de 2015 en lo relativo con las actividades complementarias de tratamiento y disposición final de residuos sólidos en el servicio público de aseo. Publicado: 02 noviembre 2017.	Optimiza la gestión de residuos sólidos en el servicio público de aseo, fortaleciendo su tratamiento y disposición final.
--------------------------------------	--	---

Tabla 6. Ministerio de Trabajo (Normatividad)

Resolución 2468 del 2022 Ministerio de trabajo.	Se establecen y se adoptan las diferentes guías para la prevención de exposición al Riesgo Biológico en Seguridad y Salud en el Trabajo.	Refuerza la prevención del riesgo biológico en el ámbito laboral.
Decreto 1072 de 2015 Ministerio de Trabajo	Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo en Colombia.	Su objetivo principal es compilar y racionalizar la normativa reglamentaria vigente en el sector, proporcionando un único instrumento jurídico que facilite su consulta y aplicación.
Resolución 0312 de 2019	Por el cual se definen los estándares mínimos del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el trabajo SST	Todas las empresas y organizaciones con trabajadores bajo su responsabilidad en Colombia deben cumplir con estándares mínimos

Con cada una de estas legislaciones, se llega a la conclusión de que la gestión de residuos peligrosos en Colombia, a pesar de estar respaldada por un marco normativo extenso, evidencia limitaciones significativas en su implementación, especialmente en lo relativo al riesgo biológico para los trabajadores que manejan residuos hospitalarios. Es por eso que Las leyes y regulaciones colombianas, como el Decreto 2676 de 2000 y la Resolución 2468 de 2022, establecen diferentes procedimientos claros para la mitigación de diferentes riesgos, pero la carencia en el conocimiento y ejecución de cada una de las normas, pueden llegar a dificultar su cumplimiento efectivo, lo cual compromete tanto la seguridad laboral del trabajador como la sostenibilidad ambiental de la región (Ministerio de Salud y Protección Social) lograr una gestión realmente sostenible y segura de estos residuos, es necesario un enfoque que refuerce tanto la supervisión regulatoria como el fortalecimiento de capacidades operativas en las empresas encargadas de este proceso.

CAPÍTULO III. DISEÑO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

En este capítulo abordaremos todo lo relacionado con el manejo de residuos hospitalarios cortopunzantes, se debe ser consciente que este tema representa un desafío significativo para la seguridad y la salud de los trabajadores expuestos a la recolección y disposición final, que puede causar la exposición a agentes biológicos peligrosos. Estos residuos son considerados de alto riesgo por su potencial de transmitir enfermedades infecciosas.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el contacto ocupacional con residuos biológicos constituye una de las principales fuentes de exposición, lo que subraya la importancia de desarrollar estrategias de evaluación y mitigación del riesgo (WHO, 2022). Es por esta razón que se tiene como objetivo realizar un análisis cuantitativo del riesgo biológico en una empresa de recolección de residuos hospitalarios en Cúcuta, Norte de Santander en el año 2024, empleando herramientas y técnicas de recolección de datos como perfiles sociodemográficos y registros de observación para garantizar un abordaje integral del riesgo con el uso del método BIOGAVAL (Rojas Tarrillo., 2022), basado en evidencia que contribuya a la mejora de las condiciones de seguridad y salud en el trabajo.

Tipo de investigación

En el marco del proyecto de investigación, y con base en los enfoques previamente detallados, se realizará un análisis cuantitativo donde se empleará un proceso de observación que permitirá determinar la probabilidad de exposición al riesgo biológico en el entorno laboral.

Este estudio se enmarca en la investigación aplicada, la cual se orienta a la resolución de problemas en contextos específicos, permitiendo la aplicación de conocimientos de diversas áreas especializadas con el fin de implementar soluciones prácticas a necesidades concretas del sector productivo y social (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

El diseño metodológico adoptado responde a un enfoque de investigación cuantitativo, caracterizado por la recolección de datos numéricos mediante análisis estadísticos (Sampieri et al., 2018). En este sentido, se procederá a la recopilación de datos que posteriormente serán sometidos a un análisis estadístico descriptivo con el uso del método BIOGAVAL (Rojas Tarrillo., 2022), el cual permite evaluar y cuantificar el riesgo biológico en entornos laborales específicos.

Dado el enfoque cuantitativo adoptado, el estudio se guiará por la recolección sistemática de datos que permitan caracterizar el riesgo biológico y su impacto en los trabajadores. El alcance de la

investigación es descriptivo, ya que se enfoca en la identificación y caracterización de los factores de riesgo biológico a los que está expuesta la población trabajadora (Babbie, 2020). En esta línea, se analizará la incidencia de enfermedades ocupacionales relacionadas con la exposición a agentes biológicos, así como las características sociodemográficas de los trabajadores, incluyendo información nominal politómica como nombres, género, estado civil, enfermedades contraídas durante sus actividades laborales, vacunación, enfermedades de origen común durante un tiempo delimitado, entre otras.

Para la recolección de datos, se emplearán un ejercicio de observación analizando los diferentes procesos operacionales de recolección de residuos hospitalarios, en los que se observarán variables descriptivas tales como los tiempos de recolección, los lugares donde se realiza la actividad, la identificación de los trabajadores involucrados, su grado de exposición al riesgo biológico, entre otros. Este enfoque permitirá establecer patrones y relaciones entre los factores de riesgo y las condiciones laborales, facilitando la toma de decisiones para la prevención y mitigación del riesgo en la empresa.

Población y/o muestra objeto de estudio

Para este grupo de investigación, mediante muestreo no probabilístico por conveniencia, se tienen en cuenta los siguientes colaboradores de la empresa de recolección de residuos hospitalarios cortopunzantes en Cúcuta, Norte de Santander: 2 operarios y 2 administrativos, estos son: Auxiliar administrativo, gestor ambiental, operario 1 y operario 2. El área administrativa tiene conocimiento de todos los procesos de la empresa, desde la recolección de los residuos hospitalarios cortopunzantes hasta la entrega a empresas aliadas para su destino final.

En cuanto a los operarios, su inclusión en el estudio es prioritaria, ya que son responsables de la operación y conducción de los vehículos destinados al transporte de residuos peligrosos. Estos trabajadores cuentan con la certificación vigente en el manejo de mercancías peligrosas y enfrentan exposición directa a factores de riesgo biológico en el desempeño de sus funciones, como la recolección y traslado de residuos cortopunzantes hacia su disposición final.

Se establecen criterios de exclusión para aquellos trabajadores que se encuentren en períodos de prueba, bajo modalidades de contratación temporal o en prácticas, ya que dichas condiciones no garantizan continuidad laboral durante la investigación. Asimismo, serán excluidos los colaboradores que no otorguen su consentimiento informado para participar o que decidan retirarlo en el transcurso del proyecto.

Técnicas o herramientas de recolección de datos

Perfil sociodemográfico, condiciones de salud y de trabajo

El instrumento utilizado para determinar el perfil sociodemográfico, las condiciones de salud y de trabajo de los trabajadores de la empresa dedicada a la recolección de residuos hospitalarios cortopunzantes en Cúcuta, Norte de Santander, corresponde al modelo propuesto en la Tercera Encuesta Nacional de Condiciones de Seguridad y Salud en el Trabajo, del Sistema General de Riesgos Laborales, realizada en 2021. Esta encuesta fue desarrollada por la Organización Iberoamericana de Seguridad Social en colaboración con el Ministerio de Trabajo (Pineda & Strauss, 2022). (Ver Anexos RO-002 Registro de perfil sociodemográfico).

A continuación, se detallan los módulos y las variables consideradas en la construcción del perfil sociodemográfico, las condiciones de salud y de trabajo de los trabajadores:

Tabla 7. Módulo y variables consideradas para el perfil sociodemográfico, condiciones de salud y de trabajo

Modulo	Variables
A. Identificación del trabajador:	Nombre de la empresa o número de ruta, fecha, lugar, cargo y ocupación.
B. Perfil sociodemográfico:	Género, edad, estado civil, composición familiar, escolaridad.
C. Condiciones de empleo y de seguridad social:	Tipo de vinculación, tiempo laboral, EPS, AFP, ingresos, estrato socioeconómico, derechos laborales y jornada laboral.
D. Condiciones de trabajo:	Preguntas relacionadas con el contacto de material infeccioso, presencia de enfermedad de origen laboral, accidente laborales y vacunaciones.
E. Estado de salud y bienestar:	Percepción del estado de salud, presencia de enfermedades comunes en las últimas 4 semanas, accidentes de trabajo en su labor actual y enfermedades de origen laboral.

Identificación de factores de riesgo asociados a la exposición de agentes biológicos en las diferentes actividades y tareas

El análisis de la selección de actividades se realizará tomando como base las actividades económicas clasificadas según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), y se realizará una comparación con las actividades económicas correspondientes en España. Este proceso tiene como objetivo identificar las similitudes y diferencias en las actividades laborales asociadas con la exposición a riesgos biológicos en ambos contextos, lo cual permitirá un análisis comparativo más completo y adecuado a la realidad local y global.

Esto va acompañado de un registro de observación, el cual se llevará a cabo de acuerdo con la Nota Técnica de Prevención – NTP 386 (Belloví, 1997). Este procedimiento se aplicará específicamente en las actividades relacionadas con el cargue y descargue de residuos biológicos, con el objetivo de determinar la probabilidad de exposición al riesgo biológico en el entorno laboral. La investigación, de carácter aplicado, busca resolver problemas específicos mediante la implementación práctica de conocimientos especializados, con la finalidad de satisfacer necesidades concretas y proporcionar soluciones efectivas al sector social y productivo. En particular, se hará énfasis en la identificación de los factores de riesgo asociados con la exposición a agentes biológicos, lo que permitirá construir un inventario de agentes etiológicos biológicos que puedan estar presentes en el ambiente de trabajo. *(Ver anexos RO-001 Registro de observación)*

Dicho inventario de agentes biológicos se basará en una revisión exhaustiva de diversas bases de datos, tales como las Fichas de Agentes Biológicos – BASEBIO del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo de España (INSST, 2022). Ya que es una herramienta clave para la gestión y evaluación de los riesgos biológicos en el ámbito laboral. Es una plataforma que proporciona información detallada sobre agentes biológicos como bacterias, virus, hongos y parásitos que pueden representar riesgos en los trabajadores, facilita la evaluación del riesgo y la implementación de diferentes medidas preventivas laborales. Cada uno de los agentes biológicos que se encuentran en la plataforma cuenta con una ficha técnica donde se detalla información sobre sus efectos en la salud, vías de transmisión, dosis infectiva, sensibilidad a desinfectantes y medidas preventivas, incluyendo recomendaciones de vacunación y protección personal.

La BASEBIO facilita la evaluación de riesgos biológicos específicos en función de las actividades y tareas laborales, lo que permite identificar qué agentes biológicos son relevantes en cada situación. Además, cumple con las normativas españolas, como el Real Decreto 664/1997, que regula la protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de agentes biológicos, y sigue las directrices internacionales de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Internacional del Trabajo (OIT).

Este proceso de evaluación se complementará con la consulta de las Fichas de datos de seguridad de agentes patógenos proporcionadas por el Gobierno Canadiense. Asimismo, se llevará a cabo de acuerdo con los requisitos establecidos en la NTP 636: Ficha de datos de seguridad para agentes biológicos, tal como lo indican (Aubert et al., 2003).

En este contexto, se tomará en cuenta la recopilación de datos de BASEBIO, que incluye un listado detallado de agentes biológicos conforme al Anexo II del RD 664/1997 (INSST, 2022) (ver anexos RO-003 Inventario de agentes). Además, para la elaboración del inventario final de agentes, se tendrán en cuenta los datos establecidos en la NTP 636.

Tabla 8. Identificación de factores de riesgo asociados a la exposición a agentes biológicos

Categoría	Descripción
Identificación del agente biológico	Nombre científico del agente biológico.
Efectos sobre la salud	Información sobre las Infecciones / enfermedades que causa y factores de prevención.
Tipo de huésped	Organismo que sustenta el crecimiento del agente.
Dosis infectiva	Número mínimo de unidades necesarias para causar infección.
Efectos alérgicos	Capacidad de algunos agentes biológicos para actuar como sensibilizantes respiratorios.
Vías de exposición	Formas de exposición: respiratoria, dérmica, digestiva, ocular y parenteral.

Transmisión	Posibilidad de transmisión directa entre personas.
Sensibilidad a desinfectantes	Susceptibilidad del agente frente a desinfectantes.
Inactivación por medios físicos	Métodos físicos para eliminar el agente (calor, radiación).
Inmunización / Vacunación	Información sobre prevención, diagnóstico y tratamiento, y contacto con el servicio médico.
Nivel de contención	Medidas preventivas según la clasificación del agente biológico.
Elementos de protección personal	Equipos de protección para los trabajadores contra los riesgos.

Una vez establecidos los agentes biológicos presentes, el análisis se centrará únicamente en las bacterias, virus y hongos que estén relacionados con las actividades de la **Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE 2009)**. Entre las actividades a considerar se incluyen:

- **Q8610:** Actividades hospitalarias
- **Q8690:** Otras actividades sanitarias
- **E3822:** Tratamiento y eliminación de residuos peligrosos
- **E3812:** Recogida de residuos peligrosos
- **E3900:** Actividades de descontaminación y otros servicios de gestión de residuos

En este contexto, se evaluará la viabilidad, propagación y transmisión de los agentes biológicos, considerando aquellos transmitidos por vías percutáneas, parentales y dérmicas, así como los efectos tóxicos asociados al tratamiento y eliminación de residuos peligrosos.

Dentro de las estrategias de control a manejar, se diseñará un protocolo de manejo seguro de cortopunzantes, pero también se resaltaré que desde el generador se debe mejorar el almacenamiento temporal de los residuos con el uso de los desinfectantes adecuados según la necesidad, desde nuestro proyecto se presentará una guía como referencia teórica y ejemplos, para una adecuada búsqueda de desinfectantes basados en una lista de desinfectantes para patógenos virales emergentes (EVP), sugiriendo el siguiente procedimiento:

1. Para determinar si el patógeno que desea eliminar pertenece al nivel 1, 2 o 3.

La guía del EVP divide los virus en tres categorías:

- Nivel 1: Los virus con envoltura son los más fáciles de inactivar. Cuando los desinfectantes dañan su envoltura lipídica, el virus deja de ser infeccioso.
- Nivel 2: Los virus grandes, sin envoltura, están envueltos en cápsides de proteínas que los hacen más difíciles de inactivar en comparación con los virus con envoltura.
- Nivel 3: Los virus pequeños y sin envoltura son los más difíciles de inactivar. Tanto sus cápsides proteicas como su pequeño tamaño los hacen menos vulnerables a los desinfectantes en comparación con otros virus.

2. Verificar la activación de la guía EVP

- Activo + rango de fechas (ej., Ébola 2025–2027, Marburg 2024–2026, mpox 2024–2026, RHDV2 indefinido)
Esto es esencial para determinar qué listas de la EPA (Q, L, O, N) puedes utilizar.

3. Uso de la ListaQ y filtros

- Filtrar por nivel del virus
- Observa la columna “Follow directions for the following pathogen(s)” para saber qué instrucciones de etiquetado seguir

4. Evaluar propiedades del desinfectante

- Que no sean tóxicos ni corrosivos
- Revisión de ingredientes

5. Validar etiqueta y tiempo de contacto

- Verifica que el número de registro EPA corresponda a la lista adecuada.
- Sigue las instrucciones específicas para el patógeno, especialmente el tiempo de contacto y condiciones de dilución.

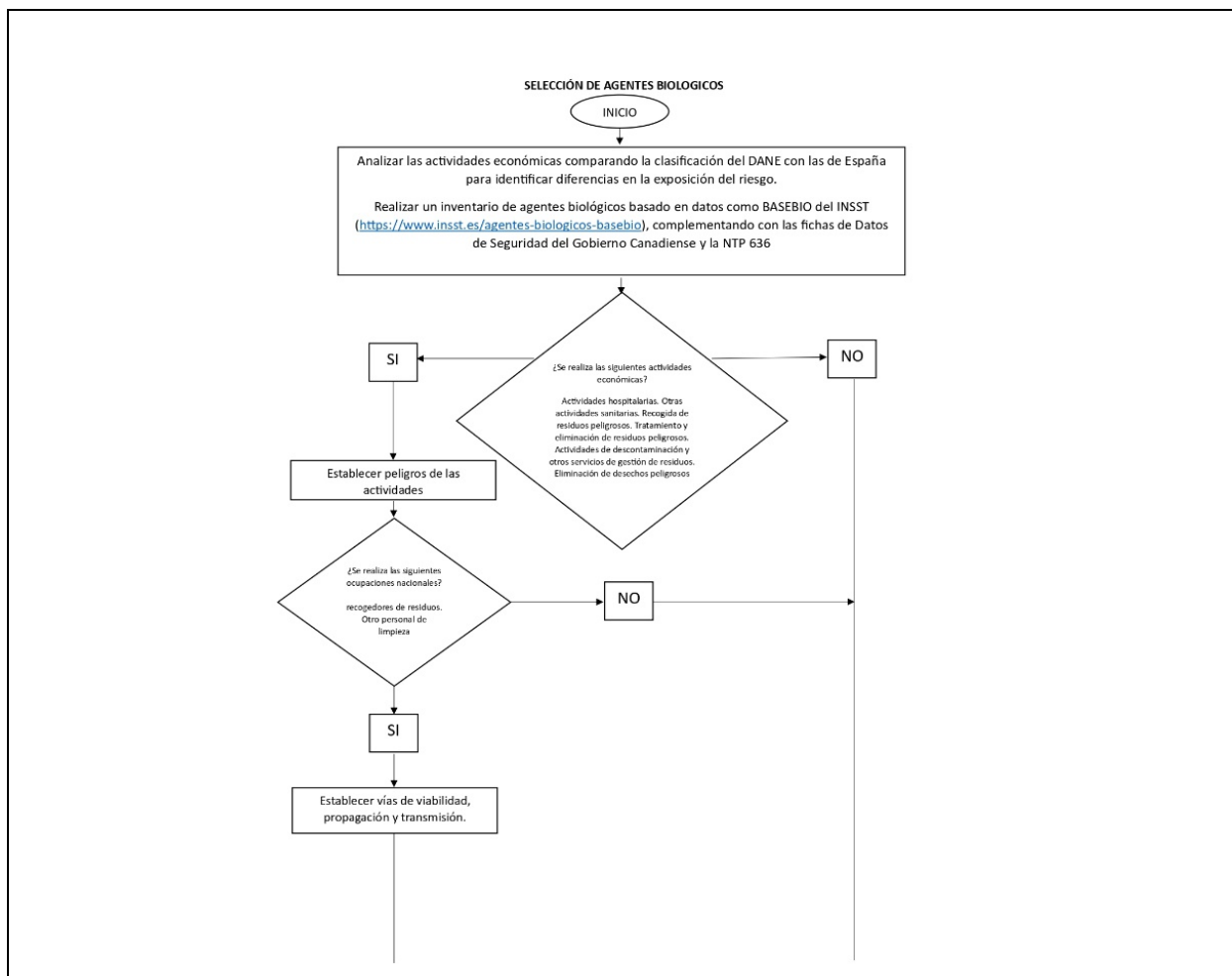
6. Comprobación práctica y entrenamiento

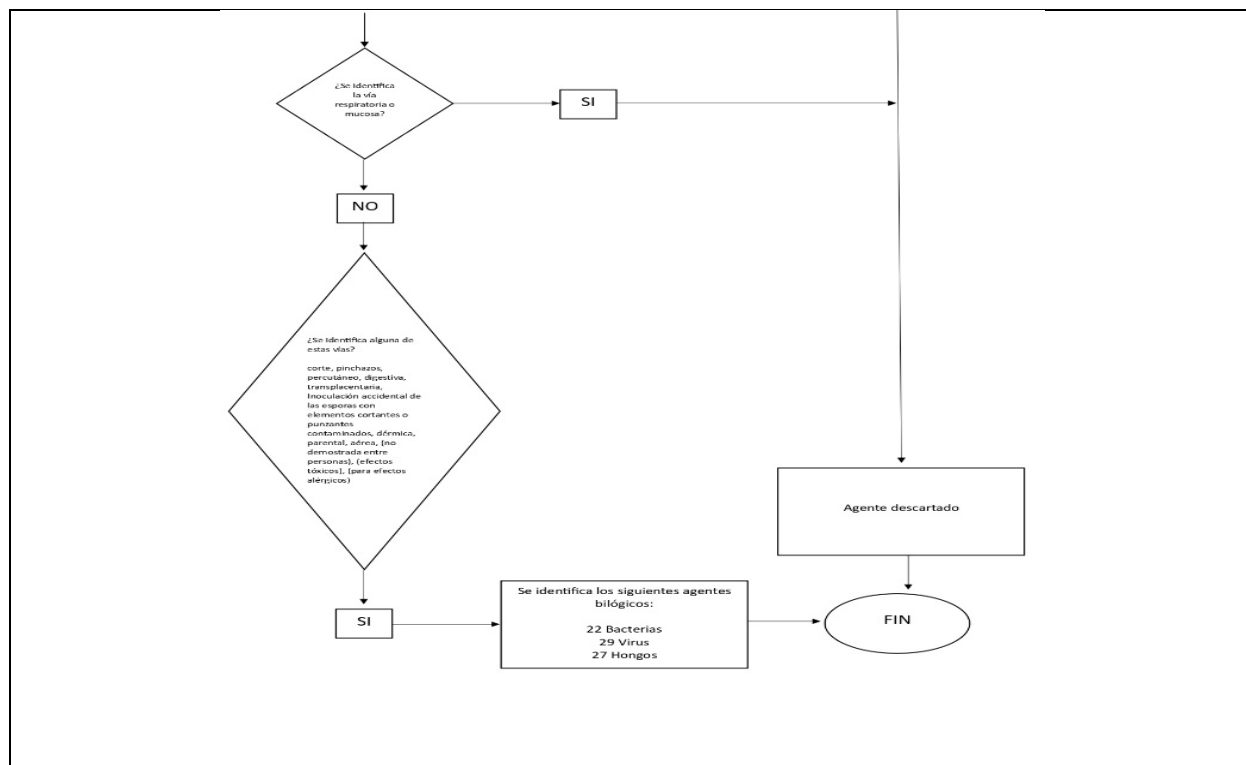
- Establece protocolos: limpieza previa, uso de EPP, entrenamiento del personal, control de residuos

Tomado de United States Environment Protection Agency EPA., (2024).

A continuación, se presenta un diagrama de flujo que complementa lo expuesto, para una mejor búsqueda de desinfectantes.

Figura 4. Flujograma identificación a la exposición de agentes biológicos





Estimación del nivel de riesgo biológico

Para dicha estimación del nivel del riesgo se tendrá en cuenta el método BIOGAVAL (Llorca Rubio et al., 2018), este se basa en la implementación del Manual Práctico para la Evaluación del Riesgo Biológico en Actividades Laborales Diversas – BIOGAVAL, el cual considera una serie de variables clave para determinar el nivel de riesgo en función de las actividades laborales. Es por esa razón que se incluyen la identificación del agente biológico implicado, lo que requiere conocer detalladamente el proceso productivo y el contexto en el que se realiza la tarea. Además, se clasifica para el agente biológico dentro de los grupos de riesgo (1 a 4), tomando en cuenta su peligrosidad y la vía de transmisión (directa, indirecta o aérea). Otro factor esencial es la probabilidad de contacto, que se determina por la prevalencia o la tasa de incidencia del agente, así como la frecuencia de realización de tareas de riesgo, que evalúa la exposición del trabajador a lo largo del tiempo y el espacio. Las medidas de vacunación también se consideran, especialmente si los trabajadores están expuestos a agentes biológicos para los cuales existen vacunas preventivas. Finalmente, se analizan las medidas higiénicas adoptadas, las cuales se

evalúan a través de una serie de preguntas que permiten determinar el nivel de protección en el entorno laboral (Llorca Rubio et al., 2018).

Todo este proceso, permite una valoración integral del riesgo biológico De acuerdo con BIOGAVAL (Llorca Rubio et al., 2018), el análisis de la probabilidad de contacto y la frecuencia de tareas de riesgo es fundamental para determinar la intensidad y duración de la exposición, lo que orienta a implementación de medidas preventivas y de protección. El método Biogaval proporciona una metodología sistemática que facilita la identificación de los factores de riesgo, asegurando que las decisiones sobre las medidas preventivas sean basadas en información sólida y contextualizada (Aubert et al., 2003).

Operacionalización de variables

La operacionalización de variables dentro del trabajo de investigación es un paso fundamental, ya que nos permite definir de una forma más clara y precisa cada uno de los conceptos que se estudian, estableciendo indicadores y escalas de medición para facilitar el análisis y la comparación. Según Espinoza Freire (2018) y Coronel-Carvajal (2023), este proceso implica identificar la definición conceptual de cada variable, seleccionar sus indicadores específicos y determinar el tipo y la escala de medición más adecuada. De esta manera, se garantiza que las variables puedan ser medidas de forma rigurosa y coherente, lo cual es indispensable para obtener datos válidos y confiables.

En el presente estudio se identificaron y clasificaron variables según su complejidad y pertinencia en relación con los objetivos formulados. Las variables asociadas a las condiciones de salud, el perfil sociodemográfico y las condiciones laborales se categorizan como variables simples, mientras que aquellas vinculadas a los agentes biológicos, al nivel de riesgo biológico y las estrategias de control se consideran variables complejas. Cada variable fue operacionalizada conforme a rigurosos criterios metodológicos, garantizando la validez y fiabilidad de sus indicadores, tipos y escalas de medición, los cuales se exponen detalladamente. (Ver anexos RO-008 Operacionales de variables)

Análisis estadístico o de los datos

El manejo de materiales hospitalarios, que representan un riesgo significativo para el personal encargado de su manipulación, expone a los trabajadores a diversos tipos de riesgos biológicos. Esta exposición se intensifica especialmente durante la recolección de residuos hospitalarios, como los

elementos cortopunzantes. A través de este proceso, se identificaron 78 agentes biológicos, entre los cuales se incluyen hongos, virus y bacterias, con el fin de establecer el nivel de riesgo biológico asociado a estas actividades.

Fases metodológicas

Tabla 9. Fases metodológicas

Fase metodológica	Actividades	Técnicas o herramientas de recolección de datos
Perfil sociodemográfico, condiciones de salud y trabajo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aplicación del instrumento seleccionado para determinar el perfil sociodemográfico, condiciones de salud y trabajo. 2. Tabulación de variables y análisis estadístico descriptivo. 3. Análisis de variables asociadas al perfil sociodemográfico, condiciones de salud y trabajo haciendo uso de estadística descriptiva. 	<p>Herramienta empleada en la Tercera Encuesta Nacional y de Condiciones de Seguridad y Salud en el Trabajo en el Sistema General de Riesgos Laborales del año 2021 (Pineda & Strauss., 2022).</p>
Factores de peligro que influyen en la exposición agentes biológicos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Construcción de instrumento de observación estructurada. 2. Proceso de observación estructurada. 3. Construcción del inventario de agentes biológicos, teniendo en cuenta los datos de seguridad para actividad económica en la cuál podría aparecer el microorganismo 4. Análisis del inventario de agentes biológicos 	<p>NTP 386 - Observaciones planeadas de trabajo Inventario de agentes biológicos - NTP 636 Fichas de datos de seguridad para agentes biológicos.</p>
Estimar el nivel de riesgo biológico	<ol style="list-style-type: none"> 1. Construcción de la matriz de evaluación de la exposición 	<p>Manual Práctico para la Evaluación del riesgo</p>

<p>haciendo uso de metodologías cualitativas</p>	<p>ocupacional a factores de riesgo biológico acotando las siguientes variables: Clasificación de los agentes biológicos (G), Vía de transmisión (T), Probabilidad de contacto (P), Vacunación (V), Frecuencia de realización de tareas de riesgo (F) y Medidas higiénicas adoptadas.</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Estimación del nivel de riesgo calculando: nivel de riesgo biológico (R) y la interpretación de los niveles de riesgo biológico. 3. Análisis del nivel de riesgo biológico. 	<p>Biológico en Actividades Laborales Diversas - BIOGAVAL - NEO versión 2018</p>
<p>Proponer recomendaciones que permitan mitigar la exposición a agentes biológicos</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Establecer medidas de control de acuerdo con la jerarquización de controles: eliminación, sustitución, ingeniería, administrativos y elementos de protección personal. 2. Análisis de las medidas de control de acuerdo con la jerarquización de controles. 	<p>Proponer medidas de intervención con las siguientes características: específica, medible, alcanzable, en función de resultados y delimitada por el tiempo.</p>

Para el inventario de agentes biológicos se realizó la Identificación de factores de riesgo asociados a la exposición a agentes biológicos, por medio de las fichas de agentes biológicos - BASEBIO. El RD 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo; expone en su artículo 2 que se entenderán por agentes biológicos los microorganismos, con inclusión de los genéticamente modificados, cultivos celulares y endoparásitos humanos, susceptibles de originar cualquier tipo de infección, alergia o toxicidad.

Consideraciones éticas

Se estudia según la Resolución 008430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia, en su artículo 4 dispone como general que todas las investigaciones de salud comprenden con el desarrollo de acciones que contribuyen al conocimiento de los procesos biológicos. Sin embargo, en el título IV DE LA BIOSEGURIDAD DE LAS INVESTIGACIONES, CAP I de dicha resolución, se describe lo que toda institución investigadora debe contar para hacer estudios con microorganismo, patógenos o material biológico; en la empresa de recolección de residuos hospitalarios cortopunzantes en Cúcuta, Norte de Santander, se cuenta con lo solicitado ya que es en ese lugar donde se va a observar los diferentes contactos que se pueden tener con el riesgo biológico.

Por medio del gestor ambiental se hace alianzas con la empresa seleccionada y los estudiantes de Maestría de Gerencias en SST, para investigar el riesgo biológico en el transporte de residuos cortopunzantes y se le informa al personal que puedan colaborar con las actividades para velar por la seguridad y salud de cada trabajador.

Durante las actividades por realizar y recolección de muestras se le informará a la población, la importancia de la confidencialidad de la información. Para garantizar la confidencialidad entre los estudiantes de la maestría en gerencia SST y la información brindada por parte de la empresa se firma un consentimiento informado por parte de la empresa y el grupo de investigación; comprendiendo que se maneja información sensible de la empresa y sus colaboradores.

Dentro del desarrollo de las técnicas de recolección de datos, se debe garantizar el estricto cumplimiento de las consideraciones éticas relacionadas con la confidencialidad de la población escogida. Por tal motivo uno de los aspectos centrales será la protección de la identidad de los trabajadores, la cual se asegurará mediante la asignación de un número de serie a cada participante, con el fin de desvincular cualquier dato personal de las respuestas obtenidas durante la encuesta del perfil sociodemográfico y el registro de observación que se realizará durante la ejecución de las actividades de recolección de residuos hospitalarios cortopunzantes.

Por ejemplo, las observaciones realizadas durante la labor serán documentadas únicamente en función de criterios objetivos relacionados con el análisis de riesgo biológico, sin incluir información que

permita identificar al trabajador. Asimismo, en caso de que se autorice el registro fotográfico de las áreas de trabajo, se respetará la privacidad de los participantes asegurándose de que sus rostros no aparezcan en imágenes o videos. En complemento a lo establecido, se informará a los participantes que pueden retirarse de la investigación en cualquier momento sin repercusiones negativas, garantizando así el respeto por su autonomía y bienestar. Este enfoque ético no solo protege la confidencialidad de los datos, sino que también fortalece la transparencia y la confianza en el proceso investigativo.

Se deja establecido para los procedimientos de observación que dicha actividad no puede ir sustentada por registro fotográfico, ya que es información sensible de los establecimientos y no se cuenta con tal permiso, por esa razón el ejercicio de observación se sustentara con un consentimiento informado donde el personal acepta ser evaluado de manera educativa y confidencial. ANEXO RO-006 Consentimiento informado.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Resultados

Este capítulo presenta los resultados del proceso de investigación sobre el análisis del nivel de riesgo biológico en una empresa de recolección de residuos hospitalarios cortopunzantes en la ciudad de Cúcuta, Norte de Santander en el año 2024. Los resultados obtenidos específicamente, analizan la información recogida por medio de herramientas establecidas en el desarrollo de las actividades en un determinado periodo de tiempo, para tal fin consideramos los datos recogidos a través de cuestionarios, lista de chequeo, entrevista al personal (la combinación de estos instrumentos ha permitido ofrecer datos suficientes para la descripción del contexto del proceso de investigación). Al final de cada resultado obtenido de acuerdo con los objetivos del proyecto de investigación se presentan los aportes a la investigación general y para terminar la integración de los resultados, para dar paso a las conclusiones del proyecto de investigación.

- **Perfil sociodemográfico, condiciones de salud y de trabajo en trabajadores expuestos a gentes patógenos**

Para establecer el perfil sociodemográfico de la población trabajadora y las condiciones de salud de los trabajadores, se solicitaron datos de información que permiten identificar y caracterizar al grupo objeto de estudio, entre los datos generales solicitados están: Cargo, ocupación, género, entre otros, para las condiciones de salud se solicitó enfermedades que han padecido los trabajadores, vacunación entre otros. Dentro de la estructura de cargos encontrados en la población trabajadora se cuenta con 4 trabajadores en los cargos de conductor operativo (2), auxiliar administrativo (1) y gestor ambiental (1), se evidencia que los cargos que tiene contacto directo con los agentes patógenos se encuentran en áreas operativas (2).

La edad de este grupo de trabajadores está entre 26 y 50 años y se presenta una similitud de género con la misma cantidad de hombres (2) como de mujeres (2), entre los hombres tenemos una ubicación en edad mayor a los 40 años, para las mujeres se evidencia una ubicación en edad entre los 26 a los 35 años, establecidos en tabla de datos general de los trabajadores.

El tipo de vinculación es de contrato directo para todos los trabajadores (100%) y para el tiempo laborado en la empresa se encuentra que están entre 1 mes y más de 2 años de labores, la mayor cantidad de trabajadores se ubican en el rango entre 1 a 2 años de tiempo laborado, establecidos en la Tabla 7 Tabla de datos generales de los trabajadores.

También se aprecia, que los trabajadores cuentan con un nivel de escolaridad variada, un 50% son bachilleres y un 50% son profesionales, las mujeres (2) cuentan con un grado de escolaridad más alto que lo hombres con un nivel profesional. Y para el estado civil de los trabajadores se tiene mayor relevancia el estar solteros, en donde el único que presenta un estado civil casado es de género masculino (1), establecidos en la Tabla 7 Tabla de datos generales de los trabajadores.

Dentro del estrato socio económico podemos evidenciar dentro de la población trabajadora que se presenta un mayor porcentaje de trabajadores ubicados en un estrato socio económico 2 con un 75% de trabajadores, mientras que el 25 % de trabajadores se encuentra en un estrato socio económico 1.

Para los ingresos de salario se evidencia que se encuentran entre los 1 y 2 salarios mínimos legales vigentes), establecidos en la Tabla 10 Tabla de datos generales de los trabajadores.

Tabla 10. Tabla de datos generales de los trabajadores

Rango de edad de los trabajadores por cargo						
Cargo	26 a 35 años		Mayor a 40 años		Total	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Auxiliar administrativo	1	100%	0	0%	1	100%
Gestor ambiental	1	100%	0	0%	1	100%
Conductor operativo 1	0	0%	1	100%	1	100%
Conductor operativo 2	0	0%	1	100%	1	100%
Rango de tiempo laborado de los trabajadores por cargo						
Cargo	1 mes		1 a 2 años		Mas de 2 años	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Auxiliar administrativo	1	100%	0	0%	0	0%
Gestor ambiental	0	0%	1	100%	0	0%
Conductor operativo 1	0	0%	1	100%	0	0%
Conductor operativo 2	0	0%	0	0%	1	100%
Rango de estado civil de los trabajadores por cargo						
Cargo	Soltero		Casado		Total	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Auxiliar administrativo	1	100%	0	0%	1	100%
Gestor ambiental	0	0%	1	100%	1	100%
Conductor operativo 1	0	0%	1	100%	1	100%
Conductor operativo 2	0	0%	1	100%	1	100%
Rango de ingresos de los trabajadores por cargo						
Cargo	1 SMLV		2 SMLV		Total	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Auxiliar administrativo	1	100%	0	0%	1	100%
Gestor ambiental	0	0%	1	100%	1	100%

Conductor operativo 1	1	100%	0	0%	1	100%
Conductor operativo 2	1	100%	0	0%	1	100%

En cuanto a las condiciones de salud al realizar las actividades de recolección de residuos hospitalarios en la ciudad de Cúcuta, norte de Santander, se puede establecer que todos los trabajadores cuentan con al menos una vacuna contra la varicela y algunos cuentan con vacunas para la Hepatitis, la fiebre amarilla y el tétano. También se menciona que el 100% de los trabajadores objeto de estudio en esta investigación presentan un buen estado de salud y ninguno ha presentado enfermedades de origen común, enfermedades de origen laboral o algún tipo de accidente laboral, de acuerdo con lo que se establece en la tabla de condiciones de salud de los trabajadores.

Tabla 11. Tabla de condiciones de salud de los trabajadores

Rango de vacunas de los trabajadores por cargo										
Cargo	Varicela		Fiebre amarilla		Hepatitis		Tétanos		Total	
	Frec.	Porc.	Frec.	Porc.	Frec.	Porc.	Frec.	Porc.	Frec.	Porc.
Auxiliar administrativo	1	100%	0	0%	0	0%	0	0%	1	100%
Gestor ambiental	1	50%	1	50%	0	0%	0	0%	2	100%
Conductor operativo 1	1	25%	1	25%	1	25%	1	25%	4	100%
Conductor operativo 2	1	25%	1	25%	1	25%	1	25%	4	100%
Rango de salud de los trabajadores por cargo										
Cargo	Bueno		Malo		Total					
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje				
Auxiliar administrativo	1	100%	0	0%	1	100%				
Gestor ambiental	1	100%	0	0%	1	100%				

Conductor 1	1	100%	0	0%	1	100%
Conductor 2	1	100%	0	0%	1	100%
Rango de enfermedades de origen común de los trabajadores por cargo						
Cargo	No se han presentado		Si se han presentado		Total	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Auxiliar administrativo	1	100%	0	0%	1	100%
Gestor ambiental	1	100%	0	0%	1	100%
Conductor operativo 1	1	100%	0	0%	1	100%
Conductor operativo 2	1	100%	0	0%	1	100%
Rango de enfermedades de origen laboral de los trabajadores por cargo						
Cargo	No se han presentado		Si se han presentado		Total	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Auxiliar administrativo	1	100%	0	0%	0	0%
Gestor ambiental	1	100%	0	0%	0	0%
Conductor operativo 1	1	100%	0	0%	0	0%
Conductor operativo 2	1	100%	0	0%	0	0%

- **Identificar los factores de peligros que influyen en la exposición a agentes patógenos durante la ejecución de actividades y tareas de la recolección de residuos hospitalarios cortopunzantes en la ciudad de Cúcuta, Norte de Santander.**

Para la identificación de los factores de peligro asociados a la exposición a agentes patógenos en recolección de residuos hospitalarios cortopunzantes en la ciudad de Cúcuta, Norte de Santander, se implementó la metodología BIOGAVAL (Llorca Rubio et al., 2018). Este método permitió realizar una

evaluación integral del riesgo biológico, basada en la cuantificación y análisis de variables determinantes del riesgo.

Durante el estudio se caracterizó detalladamente el proceso productivo, considerando el área de trabajo, el cargo o tarea específica y otros factores relevantes que influyen en la exposición. La metodología facilitó la clasificación de los agentes biológicos en sus respectivos grupos de riesgo, utilizando una base de datos compuesta por 78 agentes biológicos previamente identificados y seleccionados para este contexto, incluyendo 22 bacterias, 29 virus y 27 hongos, tal y como se detalla en el anexo RO-003 Inventario de agentes.

Estos agentes fueron priorizados según su índice de incidencia en las actividades propias de la empresa objeto de investigación. En particular, se hizo énfasis en la identificación y clasificación de aquellos virus, bacterias y hongos con mayor relevancia en términos de contagio, los cuales se presentan en la tabla adjunta para facilitar su análisis y aplicación en las medidas de prevención y control.

A continuación, en el ejercicio de identificación de agentes biológicos, se seleccionaron los siguientes ejemplos para ilustrar la valoración realizada, los cuales serán los agentes con los que se trabajará posteriormente.

Tabla 12. Tabla de Identificación de factores de riesgo asociados a la exposición a agentes biológicos

CANTIDAD	ESPECIES Y GENERO	TIPO DE AGENTE	ENFERMEDAD	VACUNACION	ACTIVIDADES LABORALES CON RIESGO		VIABILIDAD, PROPAGACIÓN Y TRANSMISIÓN	CLASIFICACION NACIONAL DE OCUPACIONES (CNO)
					CNAE 2009	DESCRIPCIÓN		
3	Mamarena virus de Guanarito	Virus	Otras fiebres hemorrágicas por arenavirus / Venezolana	No existe	E3822	Tratamiento y eliminación de residuos peligrosos	Tratamiento y eliminación de residuos peligrosos. Aérea. Mucosa. Percutánea.	9229 Otro personal de limpieza
4	Mamarena virus de Junín	Virus	Otras fiebres hemorrágicas por arenavirus	Candid#1	E3822	Tratamiento y eliminación de residuos peligrosos	Tratamiento y eliminación de residuos peligrosos. Aérea. Mucosa. Percutánea. Digestiva.	9229 Otro personal de limpieza
6	Mamarena virus de Lassa	Virus	Fiebre de Lassa	No existe	E3812	Recogida de residuos peligrosos	Recogida de residuos peligrosos. Aérea. Mucosa. Percutánea. Digestiva.	9229 Otro personal de limpieza
7	Mamarena virus de Lujo	Virus	Otras fiebres hemorrágicas por arenavirus - Enfermedad de Lujo	No existe	E3812	Recogida de residuos peligrosos	Recogida de residuos peligrosos	9229 Otro personal de limpieza
8	Mamarena virus del Machupo	Virus	Fiebre hemorrágica de Machupo - Fiebre Hemorrágica Boliviana	No existe	E3812	Recogida de residuos peligrosos	Recogida de residuos peligrosos	9229 Otro personal de limpieza
22	Coxiella burnetii	Bacteria	Fiebre Q	Q-VAX,	Q8690	Otras actividades sanitarias	Respiratoria. Mucosas. Percutánea. Digestiva.	NA

26	Mycobacterium bovis (excepto la cepa BCG)	Bacteria	TUBERCULOSIS (A15-A19)	BCG (Bacillus Calmette-Guérin)	Q8690	Otras actividades sanitarias	Respiratoria. Percutánea. Mucosas. Digestiva.	NA
					Q8610	Actividades hospitalarias		
35	Hepatovirus A (virus de la hepatitis A, enterovirus humano de tipo 72)	Virus	Hepatitis aguda tipo A	vacuna contra la hepatitis A	Q8610	Actividades hospitalarias	Digestiva, Parental	N/A
					Q8690	Otras actividades sanitarias		
51	Virus del dengue	Virus	Fiebre del dengue [dengue clásico] Fiebre del dengue hemorrágico	Dengvaxia	Q8690	Otras actividades sanitarias	Parenteral. Transplacentaria.	N/A

CANTIDAD	DOSIS INFECTIVA	EFFECTOS ALERGICOS	SENSIBILIZACION A LOS DESINFECTANTES	INACTIVACION POR MEDIOS FISICOS	NIVEL DE CONTENCIÓN	ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL
3	Desconocida, aunque en otros Marenavirus se ha estimado que la inhalación de 1 a 10 microorganismos es suficiente para causar la enfermedad en humanos	No se han descrito	Los arenavirus son susceptibles a la acción de compuestos fenólicos, hipoclorito sódico al 1%, glutaraldehído al 2%, así como a la mayoría de los detergentes	Los arenavirus se inactivan por calor (56 °C durante al menos 30 minutos), pH inferiores a 5,5 o superiores a 8,5, radiación gamma o radiación ultravioleta	NIVEL 4: Las muestras más peligrosas son sangre, orina, saliva, heces, secreciones nasofaríngeas y tejidos de animales y de humanos infectados.	Gautes tipo categoría III, protección ocular o facial:
4	Desconocida, aunque en otros Marenavirus se ha estimado que la inhalación de 1 a 10 microorganismos es suficiente para causar la enfermedad en humanos	No se han descrito	Los Arenavirus son susceptibles a la acción de compuestos fenólicos, hipoclorito sódico al 1%, glutaraldehído al 2%, así como a la mayoría de los detergentes	Los Arenavirus se inactivan por calor (56 °C durante al menos 30 minutos), pH inferiores a 5,5 o superiores a 8,5, radiación gamma o radiación ultravioleta	NIVEL 4: Las muestras más peligrosas son sangre, orina, saliva, heces, secreciones nasofaríngeas y tejidos infectados de animales y de humanos.	Doble guante de protección, ropa de protección, ocular o facial, calzado categoría II
6	De 1 a 10 microorganismos aerosolizados	No se han descrito	El virus es susceptible a hipoclorito sódico al 0,5 %, compuestos fenólicos, ácido acético al 3 % (pH 2,5), disolventes lipídicos, detergentes, fijación con formaldehído y paraformaldehído, fumigación con formaldehído y beta-propiolactona.	El virus puede ser inactivado con calor durante 1 hora a 60 °C; por radiación gamma y luz ultravioleta. Pierde rápidamente infectividad con pH por debajo de 5,5 o por encima de 8,5	NIVEL 4: Las muestras más peligrosas son sangre, orina, saliva, heces, secreciones nasofaríngeas y tejidos de animales y de humanos infectados.	Gautes categoría III, protección respiratoria filtro P2, calzado de trabajo categoría II.
7	Desconocida, aunque en otros Marenavirus se ha estimado que la inhalación de 1 a 10 microorganismos es suficiente para causar la enfermedad en humanos	No se han descrito.	Los Arenavirus son susceptibles a la acción de compuestos fenólicos, hipoclorito sódico al 1%, glutaraldehído al 2%, así como a la mayoría de los detergentes	Los Arenavirus se inactivan por calor (56 °C durante al menos 30 minutos), pH inferiores a 5,5 o superiores a 8,5, radiación gamma o radiación ultravioleta		
8	La inhalación de 1 a 10 microorganismos es suficiente para causar la enfermedad en humanos	No se han descrito.	Los Arenavirus son susceptibles a la acción de compuestos fenólicos, hipoclorito sódico al 1%, glutaraldehído al 2%, así como a la mayoría de los detergentes	Los Arenavirus se inactivan por calor (56 °C durante al menos 30 minutos), pH inferiores a 5,5 o superiores a 8,5, radiación gamma o radiación ultravioleta		
22	De 1 a 10 microorganismos por inhalación son suficientes para producir la enfermedad.	No se han descrito	Etanol al 70% durante al menos 30 minutos, peróxido de hidrógeno al 5%, cloroformo al 5%, ácido clorhídrico al 0,5%, hipoclorito de calcio al 2% (1-5 min.), éter, formol al 1% (24-72 h), cloramina al 3%, glutaraldehído.	La inactivación se realiza a 130°C durante 60 minutos y con radiación gamma. La pasteurización a elevadas temperaturas destruye al microorganismo.	NIVEL 3/2: Los principales riesgos son la exposición a bioaerosoles infecciosos, la ingesta y la inoculación accidental.	Protección respiratoria: mascarillas autofiltrantes tipo FFP2. Protección de las manos: gautes de protección frente a microorganismos. Protección ocular o facial: gafa de protección de montura universal. Ropa de protección frente a agentes biológicos de
26	Menos de 10 bacilos por inhalación.	No se han descrito	Fenol, hipoclorito sódico y glutaraldehído al 2%, povidona yodada, ácido periacético, formaldehído, ortoalaldehído, óxido de etileno, mezcla de peróxido de hidrógeno al 7,5% y ácido fosfórico al 0,85%. Puede ser resistente a	Muere a temperaturas superiores a 65°C durante 30 minutos y pasteurización estándar (HTST). Se inactiva con luz ultravioleta y con calor húmedo a 121°C durante al menos 15 minutos.	NIVEL 3: Los principales riesgos son la inhalación de bioaerosoles, las salpicaduras sobre la piel no íntegra o sobre mucosas directamente expuestas, la ingestión y la	Protección respiratoria: mascarillas autofiltrantes preferiblemente FFP3. Protección de las manos: gautes impermeables. Protección ocular: gafa de protección de montura universal
35	Se desconoce en la actualidad. Se estima entre 10 y 100 partículas por ingestión.	No se han descrito	Formalina (8 % durante 1 minuto a 25 °C), a-propiolactona (0,03 % durante 72 h a 4 °C), permanganato de potasio (30 mg/l durante 5 minutos), yodo (3 mg/l durante 5 minutos), cloro libre residual (2 a 2,5 mg/l durante 15 minutos), compuestos de cloro (3 a 10 mg/l de hipoclorito de sodio a 20 °C durante 5 a 15 minutos), formulaciones de compuestos de amonio cuaternario y ácido clorhídrico, glutaraldehído al 2 %, formaldehído al 1 %,	La inactivación se realiza en autoclave a 121 °C durante 20 minutos, o por calor a 85 °C durante al menos 1 minuto. También se inactiva por radiación ultravioleta a 1,1 Watt durante 1 minuto.	Los principales riesgos son la ingestión accidental de muestras biológicas contaminadas (heces, sangre), el contacto indirecto con superficies ambientales	Protección de las manos: gautes de protección frente a microorganismos en caso de contacto con materiales potencialmente infecciosos.
					Las muestras o especímenes más peligrosos son las heces y la sangre de personas y primates no humanos infectados, así como las muestras de agua o alimentos	Protección ocular: gafa de protección de montura universal en caso de riesgo de contacto accidental mano/guante contaminado-ojo, o pantalla de protección facial (símbolo de marcado en montura: 3) en caso de riesgo de exposición a salpicaduras.
51	Para picadura de mosquito, se ha establecido una dosis infectiva mínima de 10 a 20 copias del virus	No se han descrito	El virus es sensible a soluciones de 1 % de hipoclorito sódico, glutaraldehído al 2 % y etanol al 70 %, yodóforos, compuesto fenólicos y peróxido de hidrógeno al 3-6 %. No obstante, no se fijan los tiempos de contacto necesarios para la inactivación	Se inactiva con calor húmedo (121 °C durante al menos 15 minutos), calor seco (160 °C-170 °C durante al menos 1 hora) y pH bajo (< 3)	El principal riesgo es la inoculación accidental, el contacto de heridas con material infeccioso o instrumentos y superficies contaminadas.	Protección de las manos: guante de protección frente a microorganismos, de categoría III, en caso de contacto con personas, animales o materiales infecciosos (véase la NTP 1143) (16).

Como se observa en la tabla anterior, los peligros estudiados varían según el agente biológico estudiado y se resalta las actividades con mayor nivel de riesgo que corresponden a: Q8690 Otras actividades sanitarias (4 registros), E3812 Recogida de residuos peligrosos (3 registros), E3822 Tratamiento y eliminación de residuos peligrosos (2 registros) y Q8610 Actividades hospitalarias (2 registros). La aplicación del método BIOGAVAL permitió una identificación detallada y precisa de los factores de riesgo biológico asociados a la recolección de residuos hospitalarios cortopunzantes. Este análisis facilitó la priorización de agentes biológicos y actividades laborales con mayor probabilidad de exposición.

- **Estimar el nivel de riesgo biológico haciendo uso de metodologías cuantitativas durante la ejecución de actividades y tareas en la recolección de residuos hospitalarios cortopunzantes en la ciudad de Cúcuta, Norte de Santander. BIOGAVAL**

Durante la ejecución de las actividades propias de la recolección de residuos hospitalarios cortopunzantes, los trabajadores se encuentran expuestos al contacto directo con materiales que representan un riesgo biológico significativo. Este riesgo surge cuando el trabajador entra en contacto con agentes biológicos presentes en los residuos, los cuales pueden ocasionar daños a la salud. Los agentes biológicos, definidos como microorganismos capaces de reproducirse o transferir material genético, incluyen bacterias, virus, hongos y representan una amenaza importante en el contexto laboral.

Para estimar el nivel de riesgo biológico asociado a estas actividades, se aplicó la metodología cuantitativa propuesta por el método BIOGAVAL (Llorca Rubio et al., 2018). Esta metodología considera y evalúa diversas variables fundamentales, tales como: identificación y clasificación del agente biológico (G), vías de transmisión (T), probabilidad de contacto (P), estado de vacunación (V), frecuencia de realización de tareas de riesgo (F) y medidas higiénicas adoptadas (MH). Estas variables permiten calcular el nivel de riesgo biológico ajustado mediante la fórmula:

$$R = G + T + P + F - V - MH$$

En este estudio se identificaron 78 agentes biológicos relevantes para el proceso, distribuidos en 22 bacterias, 29 virus y 27 hongos. Para su clasificación se aplicó la variable “Clasificación de los agentes biológicos (G)” del método BIOGAVAL, la cual agrupa los microorganismos en cuatro niveles de riesgo.

Grupo 1: Poco probable que cause una enfermedad en el ser humano. **Grupo 2:** Puede causar una enfermedad y constituir un peligro para los trabajadores. **Grupo 3:** Puede provocar una enfermedad grave

y representa un serio peligro para los trabajadores. **Grupo 4:** Provoca una enfermedad grave y constituye un serio peligro para los trabajadores, con alta probabilidad de propagación.

Los resultados mostraron una concentración significativa de agentes en los niveles de riesgo 2 y 3, representando el 56 % y el 26 % respectivamente. Esto indica una alta presencia de microorganismos con potencial de causar enfermedades relevantes en el entorno laboral. A continuación, se presenta la distribución completa:

Tabla 13. Tabla grupo de riesgo

Grupo de riesgo	Frecuencia	Porcentaje
Grupo de riesgo 4	8	10%
Grupo de riesgo 3	20	26%
Grupo de riesgo 2	44	56%
Grupo de riesgo 1	6	8%
Total	78	100%

Las vías de transmisión de los agentes biológicos, se entiende por vía de transmisión cualquier mecanismo en virtud del cual un agente infeccioso se propaga de una fuente o reservorio a una persona, estas de vía de transmisión podrían ser Indirecta, directa y aérea. En la cual resaltamos la de mayor prelación la percutánea, de las cuales los agentes biológicos podrían tener varias formas de vías de transmisión, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 14. Tabla vías de transmisión

Vías de transmisión	Frecuencia	Porcentaje
Directa/Indirecta/Aérea	19	24%
Directa	15	19%
Directa/Indirecta	13	17%
Indirecta/Aérea	10	13%
Aérea/Indirecta	7	9%
Indirecta	7	9%
Aérea	6	8%
Directa/Aérea	1	1%
Total	78	100%

Mientras que la probabilidad de contacto se determinó a través de la prevalencia de enfermedades asociadas, utilizando datos del portal SIVIGILA filtrados para el departamento de Norte de Santander durante los años 2022, 2023 y 2024.

El porcentaje de vacunación se evaluó en función de la existencia de vacunas para los agentes biológicos identificados y el nivel de protección del personal expuesto. Asimismo, la frecuencia de exposición se cuantificó en términos de tiempo y proximidad durante la realización de las tareas de riesgo.

El resultado del cálculo del nivel de riesgo para los 78 agentes biológicos arrojó valores comprendidos entre -1 y 7. De acuerdo con la escala del método BIOGAVAL, un nivel igual o superior a 8 corresponde al Nivel de Acción Biológica (NAB), que requieren la adopción de medidas preventivas para reducir la exposición. En este caso, dado que los valores obtenidos son inferiores a 8, se concluye que, aunque el nivel de riesgo no alcanza el NAB, es necesario adoptar medidas preventivas para minimizar la exposición y proteger la salud de los trabajadores, tal como lo recomienda el método BIOGAVAL.

Los resultados obtenidos se encuentran detallados en el anexo RO-004 Cuantificación de variables determinantes del riesgo. En la siguiente tabla se presentan nueve agentes biológicos cuya valoración arrojó niveles de riesgo entre 6 y 7, reflejando una exposición significativa que requiere atención preventiva.

Tabla 15. Cuantificación de variables del riesgo

Identificación de agentes biológicos			Clasificación del agente patógeno (G)		Vía de transmisión (T)		Probabilidad de contacto (P)		Vacunación (V)			Frecuencia de realización de tareas de alto riesgo (F)		Medidas higiénicas (MH) adoptadas		Cálculo del nivel de riesgo con ajuste de las MH	
Item	Agente biológico	Enfermedad	G	Puntuación	T	Puntuación	Tasa de incidencia	Puntuación	Disponibilidad de vacuna	V	Puntuación	F	Puntuación	MH	Puntuación	Nivel de Riesgo (R)	Interpretación del R
3	Mamarenavirus de Guanarito	Otras fiebres hemorrágicas por arenavirus	4	4	Indirecta/Aerea	3	<1	1	No disponible	No disponible	1	Ocasionalmentees 20 - 50 % del tiempo.	2	Las medidas higiénicas son favorables, por lo anterior, la lista de chequeo cuenta con 1 respuesta negativa.	3	6	Nivel de acción biológica (NAB) / Se deberán tomar medidas de tipo preventivo para intentar disminuir la exposición.
4	Mamarenavirus de Junin	Otras fiebres hemorrágicas por arenavirus	4	4	Indirecta/Aerea	3	<1	1	Existe, pero recomendada a trabajadores con alto riesgo	Vacunados menos del 50%	1		2		3	6	
6	Mamarenavirus de Lassa	Fiebre de Lassa	4	4	Directa/Indirecta/Aerea	4	<1	1	No disponible	No disponible	1		2		3	7	
7	Mamarenavirus de Lujo	Otras fiebres hemorrágicas por arenavirus - Enfermedad de Lujo	4	4	Indirecta/Aerea	3	<1	1	No disponible	No disponible	1		2		3	6	
8	Mamarenavirus del Machupo	Fiebre hemorrágica de Machupo - Fiebre Hemorrágica Boliviana	4	4	Directa/Indirecta/Aerea	4	<1	1	No disponible	No disponible	1		2		3	7	
22	Coxiella burnetii	Fiebre Q	3	3	Directa/Indirecta/Aerea	4	<1	1	Si existe	Vacunados menos del 50%	1		2		3	6	
26	Mycobacterium bovis (excepto la cepa BCG)	TUBERCULOSIS (A15-A19)	3	3	Directa/Indirecta/Aerea	4	1 - 500	2	Si existe	Vacunados menos del 50%	1		2		3	7	
35	Hepatovirus A (virus de la hepatitis A, enterovirus humano de tipo 72) ^a	Hepatitis aguda tipo A	2	2	Directa/Indirecta/Aerea	4	1 - 500	2	Si existe	Vacunados menos del 50%	1		2		3	6	
51	Virus del dengue	Fiebre del dengue [dengue clásico]	3	3	Directa	1	1000	4	Si existe	Vacunados menos del 50%	1	2	3	6			

La cuantificación de la variable determinante del riesgo biológico mediante la aplicación del método BIOGAVAL permitió no solo caracterizar con precisión la exposición a agentes patógenos en el proceso de recolección de residuos hospitalarios cortopunzantes, sino también identificar áreas críticas que requieren intervención. Si bien ninguno de los agentes evaluados alcanzó el umbral del Nivel de Acción Biológica (≥ 8), la presencia significativa de valores entre 6 y 7 evidencia un escenario de riesgo moderado que no debe subestimarse. Estos resultados destacan la necesidad de reforzar las medidas de prevención, control y formación del personal, así como de mantener una vigilancia constante sobre las condiciones de exposición.

- **Proponer estrategias de control que permitan mitigar la exposición a factores de riesgo biológico en los trabajadores del sector de recolección de residuos hospitalarios cortopunzantes en la ciudad de Cúcuta, Norte de Santander.**

Según lo descrito en el manual de gestión de residuos hospitalarios Ministerio de Salud y Protección Social. (2024) se indica la importancia de la buena gestión interna de los residuos, y la responsabilidad del generador en cuanto al almacenamiento, embalaje y rotulado de residuos especiales, lo cual, resulta fundamental para realizar una excelente gestión externa. Si hay una desinfección ineficiente con mucho tiempo de exposición y cobertura inadecuada, la probabilidad de supervivencia de patógenos es alta, además se debe tener en cuenta que hay residuos patógenos que se vuelven incluso resistentes en el tiempo cuando no se realiza una rotación del agente desinfectante, por ello, cada generador debe manejar programas de formación continua sobre aspecto microbiológico, seguridad química y uso de EPP, en relación con esta idea, para una mejor optimización de protocolos de desinfección, se deben actualizar las listas de desinfectantes mediante: protocolos claros, educación continua al personal, tecnologías, vigilancia basada en datos y sustitución e desinfectantes por opciones menos tóxicas, por ejemplo, cuando se realiza el tratamiento de residuos anatomopatológicos y fármacos cuya disposición final es la incineración, se recomienda no usar hipoclorito de sodio para prevenir la formación de dioxinas/furanos (Bustamante Vanegas & Osorio Ospina., 2014).

Según lo anterior, la selección de los desinfectantes debe realizarse con base en los resultados obtenidos a partir del monitoreo microbiológico del área, a fin de asegurar una eficacia óptima frente a los microorganismos patógenos presentes. El protocolo general de limpieza y desinfección debe iniciar con la neutralización de fluidos biológicos, seguido de la verificación de la compatibilidad de los productos desinfectantes, para evitar reacciones adversas por mezclas incompatibles. Asimismo, es fundamental considerar las concentraciones recomendadas (diluciones) y la estabilidad del producto, conforme a los lineamientos establecidos por el Ministerio del Ambiente (2021), dentro de la aplicación de la guía sugerida en la metodología, el proceso de búsqueda adecuada de desinfectantes se recomienda no solamente para quien realiza el proceso de gestión externa sino también para la gestión interna del generador y sus protocolos de desinfección, por ello, realizamos los siguientes ejemplos de búsqueda:

Tabla 16. Tabla de proceso de desinfección

Patógeno	Dificultad para Desactivar	Tiempo de Contacto(min)	Tipo de Formulación	Desinfectante /Nombre del Producto	Descripción
Virus Mpox	Nivel 1 (virus envuelto)	3 min	Limpiar	Amonio Cuaternario (SpectraKill-RTU)	La viruela del mono (Mpox, antes conocida como viruela del mono) es una enfermedad poco común causada por la infección con el virus mpox.
		2 min	Diluir	Peróxido de Hidrógeno (SpectraKill-RTU)	
		10 min	Diluir	Ácido hipocloroso (Limpio Inteligente)	
Hepacivirus C (virus de la hepatitis C)	Nivel 1 (envoltura lipídica)	10 min	Diluir	Ácido Hipocloroso (Limpio Inteligente)	Virus causante de hepatitis crónica o aguda, cuyas manifestaciones pueden ser leves
Hepatovirus A (virus de la hepatitis A, enterovirus)	Nivel 3 (virus pequeño sin envoltura)	10 min	Diluir	Hipoclorito de Sodio (Biosenta Antimicrobian o 0.5%)	A diferencia de la Hepatitis C, es resistente a los detergentes. Es una inflamación del

humano de tipo 72		10 min	Diluir	Dióxido de Cloro (Puro 100)	hígado que puede causar morbilidad moderada a grave
Herpesvirus del cercopiteco 1 alfa (Herpesvirus simiae, herpesvirus B)	Nivel 2 (cápside icosaédrica)	10 min	Diluir	Dióxido de Cloro (Pro oxido)	Se transmite por contacto directo, causa llagas que causan molestias y dolor
Herpesvirus humano 1 alfa (herpesvirus humano 1, virus del herpes simple de tipo 1).	Nivel 2 (cápside icosaédrica)	10 min	Diluir	Dióxido de Cloro (Pro oxido)	El herpes bucal provoca llagas alrededor de la boca o en el rostro.
Herpesvirus humano 2 alfa (herpesvirus humano 2, virus del herpes simple de tipo 2).	Nivel 2 (cápside icosaédrica)	10 min	Diluir	Dióxido de Cloro (Pro oxido)	La infección puede causar vesículas o úlceras dolorosas que pueden reaparecer periódicamente al cabo de un tiempo.

Herpesvirus humano 4 gamma (virus de Epstein-Barr)	Nivel 2 (cápside icosaédrica)	10 min	Diluir	Dióxido de Cloro (Pro oxido)	Causante de enfermedad aguda, febril y autolimitada
Herpesvirus humano 5 beta (citomegalovirus)	Nivel 2 (cápside icosaédrica)	10 min	Diluir	Dióxido de Cloro (Pro oxido)	Causante del debilitamiento del citoesqueleto
Herpesvirus humano 6A beta (virus linfotrópico humano de célula B).	Nivel 1 (envoltura lipídica)	10 min	Diluir	Ácido Hipocloroso (Limpio Inteligente)	La enfermedad se manifiesta normalmente en individuos inmunodeprimidos, personas con VIH positivo y trasplantados
Herpesvirus humano 6B beta	Nivel 2 (cápside icosaédrica)	10 min	Diluir	Dióxido de Cloro (Pro oxido)	Puede actuar como patógeno humano e invadir neuronas sensoriales
Herpesvirus humano 7 beta	Nivel 2 (cápside icosaédrica)	10 min	Diluir	Dióxido de Cloro (Pro oxido)	Causante de enfermedades hepática del tipo mononucleosis infecciosa
Herpesvirus humano 8 gamma	Nivel 2 (cápside icosaédrica)	10 min	Diluir	Dióxido de Cloro (Pro oxido)	Causante de distintos tipos de linfoma

Morbilivirus del sarampión	Nivel 1 (envoltura lipídica)	10 min	Diluir	Ácido Hipocloroso (Limpio Inteligente)	Virus de que afecta a humanos y primates, produce un cuadro exantemático, que va acompañado de una inmunosupresión transitoria que probablemente contribuye a una parte de las complicaciones por infecciones oportunistas.
Nairovirus de la fiebre hemorrágica de Crimea-Congo	Nivel 1 (envoltura lipídica)	10 min	Diluir	Ácido Hipocloroso (Limpio Inteligente)	La fiebre hemorrágica del Congo, causante de malestar general y cefalea
Virus de la fiebre amarilla	Nivel 2 (cápside icosaédrica)	10 min	Diluir	Dióxido de Cloro (Pro oxido)	Causante de una enfermedad vírica aguda y hemorrágica
Virus de Marburgo	Nivel 1 (virus envuelto)	3 min	Limpiar	Amonio Cuaternario (SpectraKill-RTU)	La enfermedad del virus de Marburgo es una enfermedad poco frecuente causada por una infección del virus de Marburgo
Virus de Zika	Nivel 1 (virus envuelto)	3 min	Limpiar	Amonio Cuaternario	Enfermedad característica de la

				(SpectraKill-RTU)	aparición de salpullido.
Virus del dengue	Nivel 2 (cápside icosaédrica)	10 min	Diluir	Dióxido de Cloro (Proxido)	Es un arbovirus, causante de fiebre y erupción cutánea
Virus del Nilo Occidental	Nivel 1 (virus envuelto)	3 min	Limpiar	Amonio Cuaternario (SpectraKill-RTU)	Enfermedad mortal para el sistema nervioso
Virus Ébola	Nivel 1 (Virus envuelto)	5 min	Diluir	Hipoclorito de Sodio Blanqueador de alto rendimiento	El ébola es una enfermedad poco frecuente causada por una infección del virus del Ébola.
		0,3 min (20 segundos)	Limpiar	Amonio Cuaternario (Arreglos)	

Como se puede observar en la tabla anterior, el adecuado uso de la guía de la EVP para la búsqueda de desinfectante nos permite:

- Realizar una evaluación comparativa de eficacia microbiológica eligiendo productos que realmente eliminen patógenos críticos
- Nos brindan una orientación adecuada para la desinfección química de baja eficiencia de residuos hospitalarios
- Estandariza los protocolos paso a paso permite conocer las diluciones, tiempo de contacto y su manejo posterior
- Promueve la elección de desinfectantes de menor impacto ambiental y seguridad para el personal, además facilita la gestión responsable pues evita químicos problemáticos que alteren los procesos de disposición final
- Permite una visión clave para integrar objetivos sanitarios en su PGIRSA o plan institucional

También se realizar una ficha técnica para el manejo seguro de los cortopunzantes (ver Anexo RO-009), es importante resaltar, la importancia de la implementación de estos protocolos para una trazabilidad y responsabilidad transparente, minimizando también los riesgos que se puedan presentar.

Discusión de resultados

La población estudiada como lo muestra la Tabla N°10 nos permite destacar que el área operativa es la más vulnerable frente a la exposición a patógenos como se puede evidenciar también en estudios como Niño Correa., (2019), que muestra como dentro de las variables se debe considerar la evaluación del perfil ocupacional, es importante resaltar que la exposición no depende únicamente del cargo, sino del nivel de capacitación, dotación de EPP, y protocolos de bioseguridad. La distribución por edad y género (2 hombres >40 y 2 mujeres entre 26–35) refleja una población adulta joven y de mediana edad, estudios realizados con recicladores y empleados en la gestión de residuos revelan que hay grupos de edad semejantes, destacando a los adultos en pleno periodo laboral como los más comunes en estos trabajos (LOZANO., 2012). Esto indica que el perfil sociodemográfico observado está alineado con las tendencias a nivel nacional y del sector. El hecho de que el 100% del personal sea contratado directamente y tenga una estabilidad laboral (1 mes a más de 2 años, principalmente 1–2 años) es un hallazgo positivo, ya que en comparación con recicladores que trabajan de forma informal se muestran altos niveles de precariedad como también un grado de vulnerabilidad sino se cuenta con una afiliación a seguridad social.

Resulta interesante que la mitad de la muestra posea un nivel de educativo profesional, mientras que la otra mitad cuenta con un nivel educativo básico de bachillerato. Las mujeres muestran un nivel de educación superior al de los hombres. Esto indica un posible avance en la comprensión y aplicación de los protocolos de seguridad, pero esto solo es viable si se implementan programas de formación activa, investigaciones sobre personal en hospitales indican que el conocimiento no siempre se traduce en acciones si no se cuenta con una capacitación constante (Quispe Paredes., 2023).

Al comparar las actividades económicas en Colombia según el DANE y las entidades gubernamentales de España, nos permite observar datos económicos locales con estándares internacionales permitiendo un análisis robusto de riesgos en el contexto colombiano. Por otra parte, la revisión exhaustiva en BASEBIO del INSST (2022) identificó múltiples agentes de contagio: virus de Guanarito, Junín, Lassa; Coxiella burnetii; Mycobacterium bovis; hepatovirus A; y dengue, encontrar virus

arenavíridos (Guanarito, Junín, Lassa) sugiere escenarios de riesgo ocupacional que van más allá de los agentes habituales en residuos hospitalarios, aunque estos virus no sean endémicos en Colombia. (Rodríguez et al., 2017), el virus de Guanarito, Junín, Lassa: pertenecen a virus que causan fiebre hemorrágica grave en humanos, generalmente transmitidos por roedores, su presencia podría indicar importación o casos documentados que deberían averiguarse y generar más investigaciones. Mycobacterium bovis y hepatovirus A, implican riesgo por contacto con material infectado o manipulación de residuos de laboratorio o recolección deficiente como la mala manipulación de residuos cortopunzantes.

En comparación con estudios como Sierra et al., (2022) se documentó que el 89.7% de recicladores sufrió cortes por objetos punzocortantes, y buena parte fue sin protección personal completa, se replica el patrón de la exposición con perfiles similares, reforzando también como lo pudimos evidenciar en nuestros resultados que, si se maneja una adecuada matriz de EPP y hay una capacitación constante de los operarios, se disminuye el riesgo de accidentalidad por objetos cortopunzantes. Es importante resaltar que, las vías de transmisión en una punción accidental, cuando es por vía percutánea se perfora la piel, introduce directamente sangre o fluidos infectados al organismo. Esta es la vía más común de transmisión ocupacional como se evidencio en el accidente presentado en la empresa, que en este caso no hubo consecuencias graves, pero también, por mucosas o piel dañada, si el pinchazo ocurre en zona con heridas o la sangre contaminada entra en ojos, boca o nariz, también puede transmitir virus. Es importante que el buen uso de los EPP más contenedores rígidos para el almacenamiento de los residuos cortopunzantes, disminuyen el riesgo y son partes de controles de nivel jerárquico superior

El análisis arrojó valores entre -1 y 7 en la escala, todos por debajo del Nivel de Acción Biológica (NAB), que es ≥ 8 , esto sugiere que, aunque no se alcanzan los niveles que requieren intervención inmediata, todos los agentes representan algún grado de riesgo operativo. Según el método, valores menores a 8 aún implican que deben implementarse medidas preventivas para reducir la exposición ocupacional. Dentro de la importancia de la clasificación de grupos por riesgo de los 78 agentes estudiados, 56% son del Grupo 2 (ver Tabla N13), lo que significa un riesgo moderado, agentes que pueden “provocar enfermedad humana, pero con baja probabilidad de propagación” Rubio & Benavent (2018), lo que representa la mayoría de los microorganismos encontrados, lo que indica una presencia significativa de patógenos manejables con prácticas y tratamientos conocidos. Se destacan tres vías: directa, indirecta y aérea, siendo la vía percutánea la más relevante, dado el manejo de objetos cortopunzantes, y la presencia de agentes de nivel 2 y 3, requiriendo la necesidad de integrar estándares equiparables para proteger personas expuestas.

En el pasado los residuos no tenían gran relevancia, puesto que, la superficie y la población era menor, al igual, no existían una alta generación de residuos, pero, con el pasar de los tiempos el incremento poblacional e industrialización generó un incremento de estos (Cofles Pinzon., 2023). En el ámbito de residuos hospitalarios, se empezó a prestar especial atención por su impacto no únicamente ambiental sino sanitario, adoptando nuevos manuales de limpieza y desinfección con el fin de minimizar el riesgo biológico.

Sea cual sea el caso, siempre se debe seguir un camino para luchar contra los agentes biológicos que son; 1. Medidas de Prevención generales, 2. Vigilancia de la salud y el bienestar de los trabajadores, 3. Identificación del agente biológico al que se ven expuestos los trabajadores, 4. Medición del contaminante, 5. Valoración de la situación, y 6. Medidas de prevención específicas (Rivera., 2024). Por ello, como lo indica la Ley 31 de 1995 la prevención de riesgos laborales es garante de la protección de la salud de los trabajadores, fijando aspectos técnicos que conlleven a la prevención de riesgos, por ello, sugerimos como protocolo para el listado de limpieza y desinfección.

La limpieza es conocido como el proceso que elimina la suciedad o material contaminado en las superficies, generalmente las entidades generadores de residuos hospitalarios utilizan la limpieza manual, siendo necesario que exista un proceso más tecnificado de limpieza y desinfección, como lo indica Pallares., (2019), dependiendo la capacidad del agente para destruir macroorganismo se definen tres niveles de desinfección; “alto (virus lipofílicos, hidrofílicos y Mycobacterium tuberculosis pero no esporas bacterianas), intermedio (formas vegetativas de bacterias, incluyendo M. tuberculosis, hongos y virus pero no esporas bacterianas) y bajo (algunas bacterias, algunos virus y algunos hongos, pero no M. tuberculosis o esporas bacterianas)” (Pallares., 2019). Por ello, dentro de nuestra búsqueda encontramos la metodología usada por la EPA United States Environment Protection Agency EPA (2024), la cual, permite que se tenga un conocimiento claro de la desactivación del virus de acuerdo a su nivel de encapsulamiento, dentro de los desinfectantes a resaltar para la eliminación de virus emergentes podemos resaltar; el Hipoclorito de sodio, dióxidos de color y amonio cuaternario, que según United States Environment Protection Agency EPA (2024), se han mostrado resultados contundentes de la eliminación de virus tanto de Nivel 1 y Nivel 2.

En el estudio de Cabrera et al., (2007) se resalta la eficiencia del Glutaraldehído frente a las bacterias Gram negativas, que por lo general, son más resistentes en comparación con las Gram positivas, puesto que la membrana de las bacterias Gram negativas actúan como una barrera limitante de varios agentes antimicrobianos, es importante resaltar que se hace necesario un control y vigilancia permanente a todos los elementos usados dentro de las actividades, por otra parte, Sánchez-Saldaña & Saenz-Anduaga.m (2015), resalta el amonio cuaternario como un agente catiónico potente con actividad desinfectante eficiente tanto para bacterias Gram negativas como Gram positivas. Es importante que, en los protocolos institucionales de limpieza y desinfección no únicamente para gestores externos sino para gestores internos, se validen las técnicas de desinfección de las canecas y los guardianes dónde se realizará ese almacenamiento, una de las principales fallas de la mala gestión de residuos es al deficiente caracterización de los residuos Vargas Jiménez., (2015), lo que aumenta el riesgo de infección por parte del personal manipulador, el estudio evaluó por medio de luminometría de ATP el reservorio de microorganismos, sugiriendo la importancia de tecnificar todo el proceso de gestión de residuos hospitalarios desde el proceso de limpieza y desinfección, mostrando de esta manera la necesidad de reconocer los microorganismos que se proliferan por esta actividad pero sobre todo la necesidad de conocer los desinfectantes eficientes para el mejoramiento continuo de las instituciones hospitalarias, que mitiguen los riesgos y sean más eficientes desde la perspectiva Ambiental y de salud pública.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

El presente trabajo de investigación buscaba establecer el nivel de riesgo biológico que surge al manipular residuos como lo son los elementos cortopunzantes generado en centros hospitalarios, en la ciudad de Cúcuta, Norte de Santander, en la investigación se contempla lo descrito en la normatividad legal vigente para la gestión de residuos hospitalarios emitido por las diferentes entidades gubernamentales en Colombia y diferentes referentes a nivel internacional y nacional, se identifican y analizan los riesgos biológicos durante la actividad de recolección de los residuos hospitalarios cortopunzantes por parte de una empresa transportadora, los cuales, son considerados peligrosos para la salud de los colaboradores que los manipulan directa o indirectamente, ya que son altamente riesgosos por la posible transmisión de enfermedades por vía parenteral ya que almacenan un alta concentración de microorganismos y agentes patógenos.

Por lo expuesto anteriormente, se estableció un diagnóstico inicial sobre la información general y las condiciones de salud de los trabajadores que manipulan los residuos hospitalarios, por medio de herramientas diagnosticas establecidas para el presente proyecto de investigación, todo bajo un consentimiento informado y autorizado por cada uno de los trabajadores, en donde se pudo evidenciar la experiencia en el cargo de los operarios, el grado de escolaridad, el género, el tipo de contratación, el rango de enfermedades y si han presentado accidentes de origen laboral, entre otros datos, se pudo evidenciar el buen estado de salud de los trabajadores y que cuentan con el respectivo esquema de vacunación con vacunas entre otra para la hepatitis, la varicela, la fiebre amarilla y el tétanos, en cada uno de ellos, vacunas que son necesarias para un proceso operativo de esta índole. De acuerdo con la información recopilada es importante resaltar que los trabajadores no cuentan con mas de dos años de contrato en la empresa, y que la mayoría manifiesta nunca haber tenido contacto con materiales infecciosos como lo son fluidos corporales o materiales de laboratorio, durante su vida laboral, para esta etapa diagnostica también se verifico las medidas de higiene adoptadas en el sitio de trabajo, evidencian un cumplimiento de los estándares mínimos en este tipo de actividad.

Se identificaron los factores de peligro que se relacionan con la exposición a residuos cortopunzantes mediante un ejercicio de observación directa que se plasman en formatos establecidos para el contexto de la investigación, el cual, permitió evidenciar el procedimiento, la responsabilidad de los clientes y el uso correcto de los EPP en la actividad objeto de estudio, estos factores de peligros se articulan con la ficha de agentes biológicos – BIOGAVAL (Llorca Rubio et al., 2018)., sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo; que expone en su artículo 2 que se entenderán por agentes biológicos los microorganismos, con inclusión de los genéticamente modificados, cultivos celulares y endoparásitos humanos, susceptibles de originar cualquier tipo de infección, alergia o toxicidad. Para esta identificación se tomaron los siguientes parámetros Identificación del agente biológico, Efectos sobre la salud "Tipo de huésped", Dosis infectiva, Efectos alérgico, Vías de exposición, Transmisión, Sensibilidad a los desinfectantes, Inactivación por medios físicos, inmunización / Vacunación "Nivel de contención", elementos de protección personal, Eliminación, Patogenicidad, Epidemiología, Periodo de incubación, Viabilidad, Control de la exposición / protección individual y Primeros auxilios. Se puede concluir en esta observación que los factores de peligros pueden ser variados de acuerdo con la actividad económica establecida para el presente trabajo

de investigación en donde los más relevantes podrían ser las actividades hospitalarias y otras actividades sanitarias

Esta observación además nos permitió evidenciar mediante un análisis cualitativo la estimación del nivel de riesgo biológico, mediante el método de BIOGAVAL (Llorca Rubio et al., 2018). Estableciendo el inventario de los agentes biológicos identificando un total de 78 agentes biológicos entre los cuales están 22 bacterias, 29 virus y 27 hongos, se describe el inventario de agentes según la NTP 636: Ficha de datos de seguridad para agentes biológicos, en las cuales, se destacaron algunas enfermedades como fiebres hemorrágicas, fiebre de Lassa, fiebre Q, tuberculosis, hepatitis A y fiebre del dengue. Lo cual, permite que se construya una matriz y se analicen medidas para el control. Para la estimación se consideraron las variables descritas en el nivel del riesgo biológico según BIOGAVAL (Llorca Rubio et al., 2018), estas variables son: Identificación del agente biológico implicado, Clasificación de los agentes biológicos (G), Vía de transmisión (T), Probabilidad de contacto (P), Vacunación (V), Frecuencia de realización de tareas de riesgo (F) y las Medidas higiénicas adoptadas. Para la estimación también fue necesario establecer una tasa de incidencia de los agentes biológicos para el año 2022 de acuerdo con el Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública -SIVIGILA, en donde se puede observar que los niveles de riesgos varían de acuerdo con cada uno de los agentes biológicos, se podrían mencionar los agentes biológicos del Virus de la hepatitis B y Virus del dengue, que presentan un nivel de riesgo alto y una alta tasa de incidencia de acuerdo con SIVIGILA.

Finalmente, mediante una propuesta se propone estrategias de acuerdo con el ejercicio de observación, para una desinfección adecuada de los residuos generados en los centros hospitalarios, adicional, se contempla la elaboración de una ficha técnica para el manejo seguro de los residuos cortopunzantes, puesto que su peligro parenteral hace que esa clase de residuos cuenten con protocolos más específicos. Ficha técnica que se puede validar en el Anexo RO-009 Ficha técnica para el manejo seguro de los residuos cortopunzantes.

Recomendaciones

Es esencial que desde la parte gubernamental se exija a las entidades prestadoras de salud, el buen manejo de los residuos cortopunzantes, incluyendo su segregación y la obligación de proporcionar recipientes rígidos para la segregación de este residuo, así como también, se tengan en cuenta el adecuado rotulado, incluyendo la bitácora del control de los pacientes.

Todas las entidades ya sean públicas o privadas, deben cumplir con la normatividad vigente y capacitar constantemente su personal, que manejen una disposición final adecuada, que implementen estrategias para pacientes: Detectar a pacientes que requieran el uso continuo de elementos cortopunzantes, como aquellos con patologías crónicas o que reciben cuidados paliativos. Como también se recomienda la adopción de estándares internacionales y que existan evaluaciones periódicas como las auditorias.

Para las empresas que cumplen el rol de gestores externos de residuos especiales, se recomienda implementar prácticas alineadas con las normativas nacionales de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) y las directrices del Ministerio de Salud y Protección Social, que tengan un programa de formación continua, la vacunación y EPP al día, los contenedores deben ser transportados en doble bolsa roja, asegurando que estén rotulados y sean manejados con precaución para evitar accidentes.

Recordamos que la implementación de estas recomendaciones asegura el cumplimiento de la normatividad vigente, sino que también contribuye a la salud pública del país.

La observación con NTP 386 es sólida, pero su validez puede mejorar con muestreo cuantitativo y mayor tamaño de muestra.

Propuesta de herramientas

Como herramientas nos permitimos sugerir; 1. Clasificar las áreas hospitalarias por riesgo, 2. Usar derivados Clorados, peróxido de hidrogeno o ácido peracético para áreas altamente críticas y amonio cuaternario para áreas semi críticas, 3. Las soluciones usadas idealmente reemplazarlas frecuentemente, 4. Usar insumos como paños y mopas de microfibra. 5. Desinfectar los insumos usados para la limpieza y dejarlos secar antes de volver a usar 6. No usar alcohol para grandes superficies 7. Usar siempre los

elementos de protección personal para realizar la limpieza 8. No usar únicamente el método de observación como verificación de la limpieza Basado en Pallares., (2019). Es importante resaltar que, para los camiones, sugerimos desinfectantes como hipoclorito de sodio y amonio cuaternario, este que sea realizado en cada descargue de residuos, que se cuente con lampara bacteria y anti germicida que disminuya la carga microbiana durante el transporte.

Referencias bibliográficas

- (MG02-180102). Instituto Valenciano de Seguridad y Salud en el Trabajo (INVASSAT). <https://invassat.gva.es/documents/161660384/169535829/MG02-180102+Manual+pr%C3%A1ctico+para+la+evaluaci%C3%B3n+del+riesgo+biol%C3%B3gico+en+actividades+laborales+diversas+-+BIOGAVAL-NEO+2018.pdf>
- Alcaldía de Cúcuta. (2023, 10 noviembre). RESIDUOS SÓLIDOS - Alcaldía de Cúcuta. <https://cucuta.gov.co/residuos-solidos/>
- Alejandro, B. R. P., Katerine, T. M. E., & Felipe, Q. R. A. (2024, 1 mayo). Fases de diseño e implementación de un plan posconsumo para la recolección, transporte y disposición final de residuos cortopunzantes provenientes de pacientes domiciliarios en la ciudad de Bogotá, Colombia. <https://repositorio.unbosque.edu.co/items/e02c5c05-ef99-4799-ad40-c898600262f0>
- Alkhaqani, A. L. (2022). Exposure to sharp injuries among hospital medical waste handlers. *Toxicology Communications*, 4(3), 12.
- Arenas-Sánchez, A., & Pinzón-Amado, A. (2011). Riesgo biológico en el personal de enfermería: una revisión práctica. *Revista Cuidarte*, 2(1), 216–224.
- Asante-Duah, K. (2021). Evaluación de riesgos de residuos peligrosos. Prensa CRC.
- Astaiza Velasquez, J. A., & Moncada Duque, K. A. (2018). Identificación y priorización de riesgos operacionales en el transporte de residuos hospitalarios.
- Aubert, A. C., Alonso Espadalé, R. M., & Solans Lampurlanés, X. (2003). Ficha de datos de seguridad para agentes biológicos (Nota Técnica de Prevención NTP 636). Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST). <https://www.insst.es/documentacion/colecciones-tecnicas/ntp-notas-tecnicas-de-prevencion/18-serie-ntp-numeros-611-a-645-ano-2003/ntp-636-ficha-de-datos-de-seguridad-para-agentes-biologicos>

- Babbie, E. (2020). *The practice of social research*. Cengage Learning.
- Berridge, B. R., Bucher, J. R., Sistare, F., Stevens, J. L., Chappell, G. A., Clemons, M., Snow, S., Wignall, J., & Shipkowski, K. A. (2023). Enabling novel paradigms: A biological questions-based approach to human chemical hazard and drug safety assessment. *Toxicological Sciences*. <https://doi.org/10.1093/toxsci/kfad124>
- Bonilla Salazar, F., & López Atehortúa, L. M. (2019). Identificación de las causas de accidentalidad ocupacional por riesgo biológico en trabajadores recolectores de basura del sector formal e informal entre el periodo 2000 al 2018.
- Brescia, S., Alexander-White, C., Li, H., & Cayley, A. (2023). Risk assessment in the 21st century: Where are we heading? *Toxicology Research*, 12(1), 1–11. <https://doi.org/10.1093/toxres/tfac087>
- Cabrera, C. E., Gómez, R. F., & Zúñiga, A. E. (2007). La resistencia de bacterias a antibióticos, antisépticos y desinfectantes una manifestación de los mecanismos de supervivencia y adaptación. *Colombia Médica*, 38(2), 149–158.
- Bustamante Vanegas, A. M., & Osorio Ospina, Y. (2014). Unidad estratégica de negocio para el tratamiento de residuos hospitalarios y similares mediante inactivación de alta eficiencia (Bachelor's thesis, Universidad de Medellín).
- Cano, I. C. M., Peralta, J. N. Q., & Coronel, A. A. R. (2021). Manejo de residuos sanitarios peligrosos en el área hospitalaria: Revisión sistemática. *Journal of American Health*.
- Carolina, G. C., & Andrea, H. B. P. (2020). Modelo de sistema de vigilancia epidemiológica por riesgo biológico IPS Virrey Solís servicio de urgencias 2020. Biblioteca Digital Uniajc. <https://repositorio.uniajc.edu.co/entities/publication/5fb99e8e-2dd3-4c6a-9630-183fc17e63a5>
- Cediell B, N. M., & Villamil J, L. C. (2004). Riesgo biológico ocupacional en la medicina veterinaria, área de intervención prioritaria. *Revista de Salud Pública*, 6, 28–43.
- Cofles Pinzon, M. (2023). Apoyo a la gestión ambiental en la IPS Proseguir enfocado a los programas de residuos y limpieza y desinfección.
- Congreso de la República. (2008). Ley 1258 de 2008 "Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los residuos y residuos peligrosos y se dictan otras disposiciones."
- Coronel-Carvajal, C. (2023). Las variables y su operacionalización. *Arch Méd Camagüey*, 27, e8775. http://scielo.sld.cu/scielo.phpscript=sci_arttext&pid=S102502552023000100002#:~:text=La%20operacionalizaci%C3%B3n%20de%20variables%20consiste,sus%20componentes%20que%20permiten%20medirla

- DANE. (2020). Clasificación Industrial Internacional Uniforme – Revisión 4 adaptada para Colombia (CIIU Rev. 4 A.C.). <https://www.dane.gov.co>
- DE, G. P. É. D., PANORAMA, CDTO, & DE FACTORES, D. R. (1997). Guía Técnica Colombiana GTC.
- Decreto 0780 de 2016. Ministerio de Salud y Protección Social.
- Decreto 2676 de 2000. Departamento Administrativo de la Función Pública. Por el cual se reglamenta la gestión integral de los residuos hospitalarios y similares.
- Deloitte. (2023). 2023 Global Health Care Outlook. <https://www.deloitte.com/an/en/Industries/life-sciences-health-care/analysis/global-health-care-outlook.html>
- Diaz-Tamayo, A. M., & Vivas, M. C. (2016). Riesgo biológico y prácticas de bioseguridad en docencia. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 34(1), 62–69.
- Empresas Públicas de Armenia. (2024). Operarios de Aseo EPA sufren accidente por la inadecuada disposición de residuos. <https://www.epa.gov.co/todas-las-noticias/12877-operarios-de-aseo-de-epa-sufren-accidente-por-la-inadecuada-disposicion-de-residuos-peligrosos>
- Espinoza Freire, E. E. (2018). Las variables y su operacionalización en la investigación educativa. Parte I. *Revista Conrado*, 14(65), 39–49. <http://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado>
- Fasecolda. (2022). RL Datos. <https://sistemas.fasecolda.com/rldatos/>
- Guimarães, H. (2016). Avaliação do risco de exposição a agentes biológicos: reprodutibilidade dos métodos Dgs, ntp 833 e miar (bio) em matadouros (Tesis de maestría, Universidade do Porto, Portugal).
- Hernández, Fernández y Baptista. (2014). En *Metodología de la investigación* (6ª ed.). McGraw-Hill: México.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill.
- Himmel, M. (2023). Biosecurity Risk Assessment in the Life Sciences: Towards a Toolkit for Individual Practitioners. <https://doi.org/10.55163/egcn8815>
- Holeczek, N. (2019). Problemas de transporte de camiones de materiales peligrosos: una clasificación y una revisión de la literatura más actualizada. *Investigación sobre transporte parte D: transporte y medio ambiente*, 69, 305–328.
- INE. (2022). Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE). <https://www.ine.es>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2020). Informe Nacional de Residuos o Residuos Peligrosos en Colombia 2020. Bogotá, D.C. <https://www.cvc.gov.co/sites/default/files/2022-08/InformeNacionalRespel2020.pdf>

- Instituto Nacional de seguridad e higiene en el trabajo. (199?). Observaciones planeadas de trabajo. (NTP 386). https://www.insst.es/documents/94886/326827/ntp_386.pdf/81ea65ad-ef91-4440-832d-14b175588864
- Instituto Nacional de seguridad e higiene en el trabajo. (2009). Agentes biológicos. Evaluación simplificada (NTP 833). <https://www.insst.es/documentacion/colecciones-tecnicas/ntp-notas-tecnicas-de-prevencion/24-serie-ntp-numeros-821-a-855-ano-2009/nota-tecnica-de-prevencion-ntp-833>
- Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo INSST. (2024). Guía Técnica Agentes Biológicos durante el trabajo. <https://www.insst.es/documents/94886/203536/Guia+tecnica+para+la+evaluacion+y+prevencion+d+e+los+riesgos+relacionados+con+la+exposicion+a+agentes+biologicos+durante+el+trabajo+2024.pdf/146877d0-a958-e041-7721-720f57eee134?t=1738067912179>
- Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. (2022). BASEBiO: Fichas de agentes biológicos. Ministerio de Trabajo y Economía Social. <https://www.insst.es/basebio>
- León, I. H., & Garrido, J. T. (2005). Paradigmas y métodos de investigación. Valencia, Venezuela: Episteme Consultores Asociados C.A.
- Llorca Rubio, J. L., Soto Ferrando, P., & Benavent Nacher, S. (2018). Manual práctico para la evaluación del riesgo biológico en actividades laborales diversas: BIOGAVAL-NEO 2018.
- LOZANO, A. C. (2012). LA SEGREGACIÓN INFORMAL EN EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS Y ESPECIALES EN LA CIUDAD DE HERMOSILLO, SONORA.
- Mena Hortúa, K. P., & Mena Hortúa, L. K. (2020). Determinación de los Factores de Riesgo en la Gestión Externa de Residuos Hospitalarios y Similares realizada por Tecniamsa SAS ESP como Empresa Prestadora del Servicio en la ciudad de Cúcuta (Tesis doctoral, Corporación Universitaria Minuto de Dios).
- Ministerio de Ambiente. (2005). Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de residuos o residuos peligrosos en el marco de la gestión integral. Recuperado de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=18718>
- Ministerio de Ambiente. (2021). Guía de Limpieza y Desinfección. https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/11/GUIA_DE_LIMPIEZA_Y_DESINFECCION.pdf
- Ministerio de Ambiente. (2022). Política ambiental para la gestión integral de residuos peligrosos y Plan de Acción 2022-2030. Recuperado de <https://1drv.ms/b/s!AjeZTLVxTBAdi3yerLh-bLO9hYHv>

- Ministerio de Salud y Protección Social. (2010). Manual de Gestión Integral de Residuos. Bogotá: Ministerio de Salud y Protección Social.
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2022). Guía para trabajadores expuestos a riesgo biológico. <https://www.mintrabajo.gov.co/documents/20147/59676/GUIA+RIESGO+BIOL%C3%93GICO+PARA+TRABAJADORES.pdf>
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2024). Por la cual se adopta el Manual para la Gestión Integral de Residuos Generados en la Atención en Salud y Otras Actividades. https://www.minsalud.gov.co/normatividad_nuevo/forms/allitems.aspx?paged=true&p_sortbehavior=0&p_created=20240110+14:04:02&p_id=7896&pagefirstrow=12451&&view=%7Bf3921bd5-9940-4f43-91dd-9463cb607b4c%7D
- Ministerio de Trabajo. (2022). Por el cual se adopta el manual de prevención de exposición al riesgo biológico en seguridad y salud en el trabajo. https://normograma.mintic.gov.co/mintic/compilacion/docs/resolucion_mtra_2468_2022.htm
- Ministerio de Transporte. (2002). Por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera. Recuperado de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=6101>
- Munevar, C. Y. N., & Potes, P. H. (2020). Análisis de la normatividad sobre manejo de residuos cortopunzantes generados durante el tratamiento de pacientes ambulatorios. REDIIS/Revista de Investigación e Innovación en Salud, 3, 118–127.
- Niño Correa, M. M. (2019). Manejo Integral de los Residuos Hospitalarios para Controlar los Riesgos Biológicos en el Personal del Centro de Salud Magllanal–Jaén 2018.
- OIT. (2021). El trabajo en una economía sostenible: empleo verde y gestión de residuos. <https://www.ilo.org>
- Omaña-Álvarez, L., Parra-Artunduaga, M., Pinilla, T., Quintero-Riaño, L., & Palencia-Sánchez, S. R. U. F. (2022). Caracterización de la accidentalidad laboral en los trabajadores de un hospital de alta complejidad en Bogotá DC Colombia en el periodo entre enero 2020–junio 2022.
- Pallares, C. (2019). Limpieza y desinfección del ambiente hospitalario, equipos y dispositivos biomédicos. Bogotá, Ciudad de México, Caracas, Lima, Madrid, Panamá, Pittsburgh, 15.
- Perdomo Castañeda, L. (2022). Modelo para la recolección y aprovechamiento de residuos cortopunzantes con riesgo biológico o infeccioso generados en los hogares de Bogotá por pacientes con diabetes bajo las metodologías de Design Thinking y Systemic Design.

- Pineda, F., & Strauss, A. (2022). Tercera encuesta nacional de condiciones de SST en Colombia. Tomado el, 17.
- Rodríguez, V. G., de Aguado, M. P., Martín, L. P., Domínguez, M. V., & Cámara, M. I. G. (2017). Arenavirus: antecedentes, genética reversa, patogenia y dianas terapéuticas. In *Experiencia de innovación docente 2: colección de revisiones de enfermedades infecciosas emergentes y reemergentes* (pp. 69-84). Editorial Universidad de Alcalá.
- Quintana-Salcedo, Á., Ramos-De La Espriella, C., & Lugo-Calderón, E. (2019). Riesgo biológico generado por el manejo de residuos sólidos en un centro hospitalario. *IPSA Scientia*, revista científica multidisciplinaria, 4(1), 33–48.
- Quintero-Ramírez, N., Campo-Torregrosa, Y., Toncel, Y., Pérez-Anaya, O., Sánchez-García, Y., Puello-Viloria, Y., & Paredes Bermúdez, M. A. R. T. A. (2021). Estrategias para el control de los riesgos biológicos y accidentabilidad en el personal asistencial y administrativo en una clínica de tercer nivel de Santa Marta (Colombia). *Revista Salud Uninorte*, 37(2), 285–301.
- Quispe Paredes, M. Y. (2023). Nivel de conocimiento en relación a su aplicación práctica en el manejo de residuos sólidos hospitalarios, Departamento de Estomatología del Hospital Nacional Hipólito Unanue, Lima-2023.
- Ramírez Coronel, A. A., Mohammadi, M. J., Majdi, H. S., Zabibah, R. S., Taherian, M., Prasetio, D. B., ... Sarkohaki, S. (2023). Métodos de tratamiento de aguas residuales hospitalarias y su impacto en la salud humana y el medio ambiente. *Reseñas sobre Salud Ambiental*. <https://doi.org/10.1515/reveh-2022-0216>
- Resolución 0692 de 2022. Ministerio de Salud y Protección Social. Por medio de la cual se adopta el protocolo general de bioseguridad.
- Resolución 1362 de 2007 [Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT)]. Por la cual se establece los requisitos y el procedimiento para el Registro de Generadores de Residuos o Residuos Peligrosos, a que hacen referencia los artículos 27º y 28º del Decreto 4741 del 30 de diciembre de 2005.
- Resolución 2468 de 2022. Ministerio de Trabajo. Por la cual se adoptan las Guías de Prevención de Exposición a Riesgo Biológico en Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Resolución 8430 del Ministerio de Salud de Colombia, 04 de octubre de 1993.
- Rivera. (2024). Exposición de los trabajadores a agentes biológicos: cuáles son y cómo prevenirlos. Recuperado de <https://www.limpiezasrivera.com/2020/03/26/trabajadores-agentes-biologicos-como-prevenirlos>

- Rojas Tarrillo, L. E. (2022). Evaluación del riesgo biológico basado en el método BIOGAVAL, para disminuir los accidentes y enfermedades ocupacionales en el Molino Latino SAC-2021.
- Sampieri, R., Collado, C., & Lucio, P. (2018). Metodología de la investigación. McGraw-Hill.
- Sánchez-Saldaña, L., & Saenz-Anduaga, E. (2015). Antisépticos y desinfectantes.
- Sierra, L. I. C., Silva, Y. A. R., & Vera, F. J. V. (2022). Medidas de higiene y control de riesgo biológico en trabajadores de reciclaje en la ciudad de Bogotá y tres municipios de Cundinamarca. *Revista Colombiana de Salud Ocupacional*, 12(1), 1-8.
- United States Environment Protection Agency (EPA). (2024). Desinfectantes para patógenos virales emergentes (EVP): Lista Q. <https://www.epa.gov/pesticide-registration/disinfectants-emerging-viral-pathogens-evps-list-q>
- Universidad de Santander. (2021, 21 enero). Plan de Gestión de Residuos Hospitalarios y Similares. <https://udes.edu.co/images/micrositios/udesverde/programas-ambientales/cucuta/GEA-PG-001-CUCPGIRHS2021.pdf>
- Urcuqui Henao, A. C. (2022). Rutas seguras de transporte de residuos hospitalarios en Medellín (Doctoral dissertation, Universidad EAFIT).
- Vargas Jiménez, W. (2015). Evaluación medioambiental de residuos hospitalarios peligrosos mediante luminometría y cultivos microbiológicos en una institución hospitalaria de Bogotá.
- World Health Organization (WHO). (2022). Health-care waste. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/health-care-waste>

Anexos

- A. RO-001 Registro de observación
- B. RO-002 Registro de perfil sociodemográfico
- C. RO-003 Inventario de agentes
- D. RO-004 Cuantificación de variables determinantes del riesgo
- E. RO-005 Formato medidas higiénicas
- F. RO-006 Consentimiento informado
- G. RO-007 Tabulación perfil sociodemográfico

H. RO-008 Operacionales de variables

I. RO-009 Ficha técnica para el manejo seguro de los residuos cortopunzantes