

LA GESTIÓN SOSTENIBLE DE EPP: UN ENFOQUE DE ECONOMÍA CIRCULAR PARA LAS EMPRESAS

JHON ALEXANDER MÁRQUEZ RUIZ
DIR. ALEXANDER SAAVEDRA PULIDO

Facultad de Ingeniería Ambiental, Universidad Santo Tomás Seccional Tunja, Boyacá

jhon.marquez@usantoto.edu.co

Resumen

El crecimiento económico empresarial se fundamenta en la productividad, el empleo y la competitividad. Sin embargo, en los últimos años el cambio climático, la reducción de recursos, los impactos sociales y los efectos empresariales sobre el medio ambiente en general han exigido el desarrollo e implementación de modelos económicos sostenibles, ambientales y con valoración sobre el bienestar laboral. Es así como los EPP, al ser esenciales para la seguridad de los trabajadores, no pueden estar desligados de prácticas responsables con el entorno, más aún si se considera que, una vez desechados tras cumplir su vida útil, pueden convertirse en agentes contaminantes de alto riesgo. Por este motivo, se hace prioritaria la implementación de un modelo de gestión integral de EPP sustentado en la economía circular y en los EPP sostenibles.

Con el propósito de analizar la gestión sostenible de los EPP desde la economía circular, vista como una solución estratégica que fortalece el desarrollo empresarial con responsabilidad laboral y ambiental, se realizó una investigación cualitativa bajo una metodología hermenéutica y un diseño de investigación de Estado del Arte. Para ello, se analizaron 30 documentos científicos, académicos, informativos, técnicos y normativos en español e inglés. Información que se analizó y sistematizó en tres categorías articuladas, esto se llevó a cabo con la finalidad de proponer la economía circular como alternativa para una gestión sostenible de los EPP. Se concluye que, para lograr un verdadero equilibrio entre bienestar laboral, seguridad ocupacional y medio ambiente, es prioritario reestructurar acciones en torno al manejo de los EPP e impulsar el uso de EPP biodegradables. Por ello, se propone

que las organizaciones adopten prácticas que impulsen modelos de gestión integral de EPP sostenibles, basados en la economía circular y alineados con los ODS.

Abstract

Business economic growth is based on productivity, employment, and competitiveness. However, in recent years, climate change, resource depletion, social impacts, and business effects on the environment in general have demanded the development and implementation of sustainable economic models that are environmentally friendly and value workplace well-being. Thus, PPE, being essential for worker safety, cannot be separated from environmentally responsible practices, especially considering that, once discarded after reaching the end of its useful life, it can become a high-risk pollutant. For this reason, it is a priority to implement a comprehensive PPE management model based on the circular economy and sustainable PPE.

With the aim of analyzing the sustainable management of PPE from the perspective of the circular economy, seen as a strategic solution that strengthens business development with labor and environmental responsibility, qualitative research was conducted using a hermeneutic methodology and a state-of-the-art research design. To this end, 30 scientific, academic, informative, technical, and regulatory documents in Spanish and English were analyzed. The information was analyzed and systematized into three articulated categories, with the aim of proposing the circular economy as an alternative for sustainable PPE management. It is concluded that, in order to achieve a true balance between occupational well-being, occupational safety, and the environment, it is a priority to restructure actions related to PPE management and promote the use of biodegradable PPE. Therefore, it is proposed that organizations adopt practices that promote comprehensive sustainable PPE management models based on the circular economy and aligned with the ODS.

Palabras clave: Elementos de Protección Personal- EPP-, economía circular, sostenibilidad, gestión

Keywords: Personal Protective Equipment -PPE-, circular economy, sustainability, management

Introducción

El crecimiento económico empresarial, a lo largo de los años, ha estado ligado a tres factores: aumento de la productividad, incremento en la tasa de empleo y crecimiento de su capacidad competitiva dentro del mercado, para lograrlas se ha vuelto indispensable el uso de protocolos y procedimientos que garanticen la seguridad y salud del trabajador de una forma integral. Por este motivo, el uso de mecanismos de protección, que pueden abarcar desde acciones cotidianas en el entorno hasta el uso físico de elementos de protección personal (EPP), permite mitigar y preparar de alguna manera al trabajador para enfrentar riesgos comunes o posibles, a los que puede estar expuesto durante el cumplimiento de sus funciones laborales, donde la protección y bienestar del empleado se traduce en un aumento de productividad. Por ello, el uso de estas estrategias, se ha establecido como una obligación tanto empresarial, normativa como social, humana y hasta ambiental.

Sin embargo, en ocasiones el uso de elementos o de algunos protocolos, que presentan debilidades en su gestión, aplicación y/o de seguimiento, tiende a convertirse en un riesgo latente para la integralidad del medio ambiente. Es así, como se convierten en actores significativos para el incremento de la huella de carbono, cambio climático y contaminación en general. Por esta razón, se hace cada vez más necesario el uso de prácticas sostenibles y amigables con el medio ambiente, donde se comprenda que mantener e incrementar el desarrollo económico y productivo se debe lograr sin comprometer el medio ambiente, ni la seguridad y bienestar de sus trabajadores.

Inicialmente, se debe entender qué son o cuáles son los mecanismos de protección, el más frecuente es el uso de los Equipos o Elementos de Protección Personal (EPP) definidos como un “conjunto de elementos y dispositivos, diseñados específicamente para proteger al trabajador contra accidentes y enfermedades que pudieran ser causados por agentes o factores generados con motivo de sus actividades de trabajo y de la atención de emergencias” (Instituto Mexicano de Seguro Social [IMSS] y Organización Internacional del Trabajo [OIT], 2024, p.1). Donde se incluye, entre otros, caretas, trajes completos, overoles, chalecos, orejeras, guantes (para riesgo químico, físico, eléctrico, biológico, térmicos), arnés, batas quirúrgicas, mascarillas (ordinarias y respiratorias), botas aislantes o con refuerzos, tapones auditivos, cascos, gafas de seguridad, etc. (Organización Mundial de la salud [OMS], 2023)

Los cuales, adquieren una relevancia crítica y estratégica, ya que no solo representan elementos fundamentales para la seguridad y salud de los trabajadores, sino que, una vez cumplida su vida útil, se convierten en residuos que, si no son debidamente gestionados, pueden representar un problema ambiental y de salud pública, en especial cuando no existen protocolos adecuados para su disposición final conforme a la implementación y estandarización del Procedimiento Operativo Normalizado (PON) del Sistema de Gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) (OMS, 2023).

Por ejemplo, si el EPP desechado son guantes de uso clínico que tienen residuos biológicos e ingresan a una fuente hídrica, ocasionan una contaminación en las aguas que puede llegar a los cultivos del sector o a los suministros de agua para la ganadería, que al tener un contacto “indirecto” con algún tipo de patógeno proveniente del agua, puede llegar a ser transmitido al ser humano. Creándose así, una cadena de causa y efecto de contaminación cruzada, donde una falla de la empresa puede tener un impacto directo en la seguridad y el bienestar de la comunidad.

Además, es necesario tener en cuenta que la mayoría de los EPP están compuestos por materiales no biodegradables, que exigen un tratamiento o manejo especializado para su destrucción. Por ejemplo, la mayoría de estos están elaborados a partir de derivados del petróleo, polímeros y plásticos de polietileno, los cuales exigen un alto consumo energético en su proceso de elaboración y tienen un largo periodo de descomposición. Donde, una vez se convierten en microplásticos o micropartículas, ingresan al ecosistema, en especial cuando su disposición final fue deficiente.

Este ingreso puede darse tanto por el suelo como por el agua, debido a que los mecanismos de “descomposición” comienzan a generar una extensa cantidad y variedad de contaminantes inorgánicos que han sido utilizados tanto en el proceso de fabricación de los elementos como en su eliminación final, tales como: estabilizadores UV, retardantes, antioxidantes, plastificantes, ésteres organofosforados, ftalatos, no ftalatos y aditivos plásticos, entre otros (Kannan, Bilal & Ayyappan, 2022).

Los cuales, si llegan a fuentes hídricas, son consumidos o absorbidos rápidamente por diferentes especies marinas que pueden terminar en el consumo humano y generar efectos secundarios sobre su sistema inmunológico y digestivo. A su vez, si estas partículas llegan a

los suelos, pueden afectar áreas de cultivo, donde se producen alimentos para consumo animal y humano, estableciendo así, otra cadena de causa y efecto, detonada por el consumo excesivo de EPP y por su inadecuada gestión.

En contraste, también existen los EPP biodegradables, los cuales tienden a ser más difíciles de conseguir debido a sus especificaciones técnicas, ya que se caracterizan por un proceso de degradación natural mediante los efectos positivos de microorganismos, además, están compuestos principalmente por bioplásticos, fibras de origen vegetal, polímeros biodegradables como el nitrilo que poseen un conjunto de aditivos que favorecen y agilizan el proceso de biodegradación una vez se combina tecnología Eco Best, aditivos enzimáticos, etc. (Glove News, 2024).

Asimismo, también se encuentran los EPP reutilizables, los cuales, según su composición y uso previo, deben ser sometidos a procesos especiales de desinfección, esterilización, mantenimiento y almacenamiento, para poder ser reincorporados a su vida útil y así crea una cadena de EPP sostenibles (Cubas et al., 2023).

Este modelo de EPP, debe estar completamente ligado: a protocolos adecuados para el manejo, gestión, mantenimiento y disposición final de los EPP dentro de los principales consumidores finales (empresas); a la aplicación óptima de políticas de seguridad laboral, responsabilidad social y sostenibilidad ambiental desde la empresa y autoridades competentes; al cumplimiento normativo; y al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) como parte de la responsabilidad socio-ambiental y productiva. Factores que se pueden articular mediante un escenario y modelo de economía circular tanto a nivel empresarial y como política pública. Este modelo se constituye como un:

Sistema de producción y consumo que promueve la eficiencia en el uso de materiales, agua y la energía, teniendo en cuenta la capacidad de recuperación de los ecosistemas, el uso circular de los flujos de materiales y la extensión de la vida útil a través de la implementación de la innovación tecnológica, alianzas y colaboraciones entre actores. (Ellen MacArthur Foundation, 2014 citado en Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, y Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2016, p.20)

El cual, surge como un enfoque estratégico y necesario, que permite crear un sistema económico regenerativo que alargue la vida útil de productos (por ejemplo, EPP),

componentes y materiales, para así, lograr una reducción significativa de residuos, y por ende se disminuye el efecto ambiental. Por ello, la economía circular se sustenta en cerrar los ciclos de los recursos mediante prácticas de reutilización, reciclaje, rediseño y recuperación.

Es ahí, donde el uso activo de EPP biodegradables y/o EPP reutilizables, serán aliados potenciales para crear una economía circular y sostenible dentro de una organización, que a mediano y largo plazo beneficiará al medio ambiente. Sin embargo, para lograrlo, es prioritario aplicar un proceso integral de gestión de residuos sólidos de EPP y estrategias de responsabilidad extendida del productor y del consumidor, para promover prácticas de reciclaje y transformación de los EPP.

Por ejemplo, algunos equipos de protección elaborados con telas como los overoles de uso minero, si tienen un excelente mantenimiento pueden ser utilizados por el usuario varias veces, y en caso contrario o cuando ya llegan a su límite de uso continuo, su material puede ser reutilizado, reprocesado o entrar a un proceso de sustentabilidad (Portal Minero, 2023).

Además, lograr incorporar el modelo de economía circular al sistema de gestión de EPP dentro de una empresa e impulsar el uso de EPP biodegradables, permitiría minimizar el impacto ambiental y alinear su sistema operativo, productivo y funcional a criterios de sostenibilidad (gestionar de manera consciente y planificada los residuos que estos generan), eficiencia y responsabilidad socioambiental. Convirtiéndose en un agente activo para el cumplimiento de los siguientes ODS: trabajo decente y seguro (ODS 8); industria, innovación e infraestructura (ODS 9); ciudades y comunidades sostenibles (ODS 11); producción y consumo responsable (ODS 12); y, acción por el clima (ODS 13) (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2022).

De esta manera, se lograría una sostenibilidad en la gestión de los EPP, como parte estratégica para el cumplimiento normativo, operativo, ético y multidireccional, que equilibraría la seguridad de los trabajadores con la responsabilidad socioambiental

Por lo tanto, mediante una investigación cualitativa bajo un diseño metodológico de Estado del Arte, se realizará una revisión bibliográfica con énfasis en un método hermenéutico de artículos científicos, documentos técnicos, académicos, normativas y casos de estudio sobre la problemática, con el objetivo de analizar la gestión sostenible de los EPP

desde la economía circular, vista como una solución estratégica que impulsa el desarrollo empresarial con responsabilidad laboral y ambiental, donde los EPP sostenibles serán un punto clave y pertinente para enfrentar los desafíos globales del siglo XXI. Consolidándose la necesidad latente de integrar el enfoque de economía circular a las políticas organizacionales que estén relacionadas con la seguridad laboral y la gestión ambiental. Para ello, se aplicarán tres categorías de investigación, que actúan como niveles de jerarquía funcional con un carácter secuencial, donde la primera busca definir qué es EPP; la segunda, se enfoca en los EPP sostenibles; y la tercera articula las dos categorías anteriores mediante el modelo de economía circular como una estrategia de solución y gestión sustentable.

Metodología

La investigación cualitativa se entiende como un proceso científico que no es subjetivo ni objetivo, sino interpretativo, el cual se enfoca en comprender, explicar, predecir, describir y explorar un tema de estudio específico dentro de su contexto real, de forma analítica. Por lo tanto, su objetivo es proponer información y permitir un proceso de interpretación y comprensión (Deslauriers, 2018). Para lograr este propósito, se recurre a una serie de métodos específicos.

En este caso, se aplicará un método hermenéutico, definido como un “método de interpretación de textos enfocado en tres etapas: lectura, explicación y traducción o transmisión interpretativa” (Quintana y Hermida, 2019, p. 1). Como parte del diseño de investigación, se realizó un Estado del arte, el cual se conceptualiza como una investigación documental, que se sustenta mediante un proceso de análisis deductivo, hermenéutico y crítico sobre un objeto o tema de estudio específico. (Guevara, 2016, p. 1).

Partiendo de lo anterior, se procedió a buscar 30 documentos provenientes de diversas fuentes académicas, institucionales y científicas. Estas fuentes incluyeron bases de datos como Scopus, SciELO, ScienceDirect, BASE (Biblioteca de la Universidad de Bielefeld), Google Scholar, Redalyc, Dialnet, bases de datos institucionales y repositorios académicos de universidades nacionales e internacionales, así como organismos internacionales como la OIT, ONU, Parlamento Europeo, y portales oficiales.

Para la selección de los documentos, se aplicaron los siguientes criterios de inclusión: publicaciones realizadas entre los años 2019 y 2025; documentos redactados en español o

inglés; disponibilidad en acceso abierto; y que aborden los ejes temáticos relacionados con la investigación, tales como los EPP, la sostenibilidad de los EPP y la economía circular.

Respecto a los criterios de exclusión se plantearon los siguientes: materiales que carecieran de respaldo institucional o que no provienen de una entidad académica verificada; documentos que no se encuentren dentro del rango de tiempo establecido, salvo excepciones debidamente justificadas; textos que no estén vinculados de manera directa o indirecta con los ejes temáticos definidos; y documentos que no cumplieran con una claridad conceptual ni con el idioma solicitado.

Durante el proceso de búsqueda se utilizaron comandos u operadores booleanos (AND, OR, NOT) como facilitadores para la delimitación temática de la búsqueda. Entre las combinaciones aplicadas están: “Gestión sostenible” AND “Equipos de Protección Personal”, “Economía circular” AND “EPP”, “Sostenibilidad de EPP” AND “economía circular”, “Disposición final” AND “EPP”, “Economía circular” AND “disposición final de EPP”, entre otros. De esta manera, se puntualizó la búsqueda y se facilitó la selección de 30 documentos alineados a los criterios de inclusión y exclusión establecidos.

Los documentos fueron abordados de forma analítica, puntualizando aspectos como: autor, año de publicación, tipo de documento, componente temático vinculado o categorizado (EPP, economía circular, sostenibilidad), principales hallazgos y/o conclusiones. Una vez procesada toda la información contenida en los documentos, se procedió a realizar un análisis correlacional entre los distintos ejes temáticos de la investigación. Para tal fin, la información recopilada se dividió en tres categorías principales (componente temático vinculante), la primera es equipos o elementos de protección personal; la segunda, es la sostenibilidad de EPP; y la tercera es economía circular dentro de las organizaciones como respuesta a la gestión y disposición final de los EPP.

Resultados

Los elementos de protección personal (EPP) o elementos de protección individual (EPI) son determinantes para garantizar el nivel de operatividad y seguridad de toda organización, porque se constituyen en la barrera de protección directa de todo trabajador, aunque no impida el riesgo si atenúa el impacto. Sin embargo, en ocasiones su composición

química y sintética, más deficiencias en su gestión cuando terminan su vida útil, los convierte en un riesgo para la salud pública y para el medio ambiente.

Por ese motivo, es determinante comprender los EPP desde su conceptualización básica hasta su articulación con el modelo de economía circular, concebida como una estrategia integral de productividad y protección ambiental. Para tal fin, a continuación, se evidencia la categorización de los 30 documentos seleccionados dentro del enfoque metodológico de la presente investigación, y posteriormente se observará el análisis interrelacional de las tres categorías:

Tabla 1. Sistematización documental de la categoría 1.

Categoría 1. Equipo o elementos de protección personal-EPP				
Nº-Id.¹	Título	Autor /año	Tipo de documento	Conclusión principal
1I	Personal Protective Equipment	OSHA (2023)	Documento referencial	Los EPP son barreras de uso obligatorio que permiten mitigar el impacto de diferentes tipos de riesgos a los que pueden estar expuestos los trabajadores durante sus jornadas laborales. Pero, para garantizar su efectividad, es necesario ser cuidadosos desde su selección hasta su sustitución final.
2I	Personal Protective Equipment (PPE)	CPWR (2019)	Documento informativo	El uso de EPP protege a los trabajadores de riesgos químicos, físicos, radiológicos y biológicos; por lo tanto, su selección y uso adecuado es prioritario. Por ello, toda organización que tenga una actividad productiva que implique algún margen de riesgo tiene la obligación de implementar los EPP y de establecer un protocolo de gestión.
3I	Personal protective equipment: guidance for waste management workers in pacific island countries	SPREP (2022)	Guía operativa	Los EPI son sistemas que permiten facilitar la mitigación de la exposición a riesgos o peligros que puedan afectar la seguridad de los trabajadores. Sin embargo, se les considera la última línea de protección y, para su debido uso, es prioritario identificar los tipos de riesgos a los que se está expuesto y generar un protocolo de uso, mantenimiento, almacenamiento y eliminación de los EPP, con el fin de garantizar una cadena de seguridad personal y ambiental.
4I	Personal protective equipment management Procedure	Corporate Safety Team (2024)	Guía corporativa	La selección, aplicación, mantenimiento y eliminación de los EPP dentro de la organización deben hacerse de forma objetiva y procedimental, de tal manera que se garantice el cumplimiento normativo y se salvaguarde la seguridad de los trabajadores, sin comprometer la productividad de la empresa ni la seguridad ambiental. Por ello, es prioritario establecer directrices claras dentro de la organización.
5I	Environmental Impacts of Personal	Mohammad Abbas Uddin; Shaila Afroj;	Investigación académica	Los equipos de protección individual o personal (EPP / EPI) son determinantes para la seguridad del trabajador. Sin embargo, debido a sus componentes textiles, se han

¹ Se incluye el número de artículo o documento y la letra que lo acompaña indica el idioma en el que está escrito: inglés (I) o español (E).

	Protective Clothing Used to Combat COVID- 19	Tahmid Hasan; Chris Carr; Kostya Novoselov; Nazmul Karim (2021)		convertido en un riesgo ambiental al poder emitir CO ₂ y contaminar fuentes hídricas. Por ello, se hace necesario un cambio en la cadena de valor y en los suministros de dichos equipos.
6E	Uso y limpieza de equipo de protección personal - EPP-	Instituto Guatemalteco de seguridad Social-IGSS- (2020)	Documento oficial	Los EPP son elementos esenciales para proteger la integridad de los trabajadores; por ello, deben seguir un protocolo detallado para su manipulación, uso, conservación y eliminación posterior a su utilización.
7E	Decreto 1072 de 2015 Sector Trabajo	Ministerio de Trabajo Colombiano (2024)	Normativa nacional	Los EPP son medidas y mecanismos físicos para prevenir y control de riegos.
8E	Guía de selección, suministro, uso, inspección y reposición de elementos de protección personal (EPP)	Superintendencia de Sociedades (2022)	Documento corporativo	Los EPP deben pasar por un estricto proceso de selección, adquisición, revisión, inventario, almacenamiento, capacitación, uso, seguimiento, eliminación y disposición final, lo que permite garantizar la seguridad operativa de la empresa sin comprometer el entorno natural.
9E	Guía para la gestión de los elementos de protección personal en entidades empleadoras	Jean Barrera Gilabert (editor) (2025)	Documento oficial Gobierno de Chile	La gestión de los EPP garantiza su efectividad operativa dentro de la organización y reduce el impacto de la disposición final de los mismos cuando se convierten en residuos.
10E	Propuesta de mejora de control de inventario de equipos de protección personal en un terminal portuario.	Gómez, C. N., & Mero Baque, F. G. (2023).	Investigación académica	Los EPP deben ser debidamente inventariados y gestionados en la empresa para lograr que todos los trabajadores cuenten con sus equipos en el momento y estado adecuado.

Nota. El contenido de la tabla vincula los 10 documentos seleccionados para esta categoría, divididos en 5 documentos de habla inglesa y 5 en español. **Fuente.** Elaboración propia (2025)

Tabla 2. Sistematización documental de la categoría 2.

Categoría 2. Sostenibilidad de EPP				
N°-Id.	Título	Autor /año	Tipo de documento	Conclusiones o hallazgos
1I	Personal Protective Equipment (PPE) And Climate Change: Implications and Sustainable Solutions	Chinua Onyebuchi & Emmanuella Odekhe (2025)	Investigación académica	Los procesos de fabricación y, posteriormente, su uso, así como las fases de eliminación y los escasos procesos de reutilización de los EPP, han permitido que su utilización dentro de las organizaciones se convierta en un riesgo de seguridad ambiental. Si no se establecen protocolos y procedimientos definidos para su disposición final.
2I	The Impacts of Plastic Waste from Personal Protective Equipment Used during the COVID-19 Pandemic	Cubas, A. L. V., Moecke, E. H. S., Provin, A. P., Dutra, A. R. A., Machado, M. M., & Gouveia, I. C. (2023).	Artículo de revisión	El consumo excesivo de determinados EPP y su posterior eliminación se convierte en un problema latente contra la seguridad del medio ambiente. Por lo cual, se hace necesario promover la gestión de residuos sólidos urbanos (RSU), la gestión de residuos biomédicos peligrosos, el tratamiento y eliminación de RSU, así como el uso de EPP sostenibles y biodegradables.
3I	Innovations and development of sustainable personal protective equipment: a path to a greener future	Lyu Linxiang; Monisha Bagchi; Nektaria Markoglou; Chunjiang An1 (2024)	Análisis temático	Convertirse en agente contaminante, es uno de los principales efectos secundarios del uso de los EPP y de su inadecuada gestión, una vez finaliza su vida útil. Por ello, en la actualidad se busca la implementación de EPP sostenibles, elaborados con materiales alternativos y biodegradables; de esta manera, se busca mitigar su impacto sobre el medio ambiente.
4I	Sustainable Personal Protective Clothing for Healthcare Applications: A Review.	Karim, N., Afroj, S., Lloyd, K., Oaten, L. C., Andreeva, D. V., Carr, C., Farmery, A. D., Kim, I.-D., & Novoselov, K. S. (2020)	Artículo de revisión	Los EPP son un conjunto de equipos de uso obligatorio para la protección del personal en diferentes áreas económicas, en especial si se trata del personal en el contexto sanitario. Sin embargo, su producción es relativamente reducida debido a la complejidad que tiene su elaboración ante los procedimientos de aislamiento biológico, microbiológico, radiactivo y químico, además el proceso de eliminación tiende a ser nocivo para el medio ambiente, si se realiza de forma no regulada. Por ese motivo, se hace prioritario establecer estrategias y explorar nuevas alternativas para producir y utilizar equipos seguros tanto para el ser humano como para el medio ambiente.
5I	Review on personal protective equipment: Emerging concerns in micro(nano)plastic pollution and strategies for addressing environmental challenges	Le, V.-G., Nguyen, M.-K., Lin, C., Nguyen, H.-L., Nguyen, H., Hue, N. K., Truong, Q.-M., Chang, S. W., Nguyen, X. H., & Nguyen, D. D. (2024)	Artículo de revisión	La eliminación de los EPP o EPI se ha convertido en un problema ambiental debido a su composición sintética y de baja descomposición. Por ello, es determinante comprender la composición de los equipos de protección y su impacto en el medio ambiente, así como establecer estrategias de gestión y posibles soluciones para mitigar sus consecuencias en el contexto ambiental.

6I	Energy and environmental sustainability of waste personal protective equipment (PPE) treatment under COVID-19	Zhao, X., Klemeš, J. J., & Fengqi You. (2022)	Artículo de Investigación	Los EPP tienen una baja reciclabilidad y exigen un amplio consumo energético para su producción. Por esta razón, se han creado estrategias para reducir su impacto en el medio ambiente; una de las más sostenibles es el procesamiento de los EPI mediante pirólisis.
7I	Environmentally Sustainable Management of Used Personal Protective Equipment.	Singh, N., Tang, Y., & Ogunseitan, O. A. (2020)	Investigación científica a industrial	La gestión sostenible de los EPP, basada en una serie de parámetros de seguridad y recomendaciones para la descontaminación de los equipos ya utilizados, puede ser una excelente herramienta para establecer una solución a la contaminación generada por el consumo excesivo de EPP, desde un enfoque de economía circular.
8E	Equipos de Protección Individual biodegradables	ASEPAL (2024)	Artículo informativo	El uso de EPP o EPI biodegradables permite la reducción de residuos que podrían afectar al medio ambiente y favorece una mayor eficiencia ecológica.
9E	Cómo lograr que los EPI sean más sostenibles sin perjudicar la protección	Andrzej Palka (2023)	Artículo informativo	Ante el uso y la eliminación de los EPP o EPI, se deben tener en cuenta aspectos como la biodegradabilidad de sus componentes y la durabilidad del equipo, lo que permite reducir su impacto sobre el medio ambiente e implementar un modelo más sostenible.
10E	Sostenibilidad en EPP: ¿Existen equipos de protección ecológicos?	ALCA COMPANY (2025).	Artículo informativo	La elaboración de EPP con materiales biodegradables y la utilización de EPP reciclables / reutilizables, es una excelente forma de contribuir a la reducción de la huella de carbono e impulsar la sostenibilidad dentro de las empresas.

Nota. El contenido de la tabla vincula los 10 documentos seleccionados para esta categoría, divididos en 7 documentos de habla inglesa y 3 en español. **Fuente.** Elaboración propia (2025)

Tabla 3. Sistematización documental de la categoría 3.

Categoría 3. Implementación de la economía circular en las organizaciones como solución sostenible para la gestión de los EPP				
Nº-Id.	Título	Autor /año	Tipo de documento	Conclusiones o hallazgos
1I	Key ingredients and recycling strategy of personal protective equipment (PPE): Towards sustainable solution for the COVID-19 like pandemics	Siwal, S. S., Chaudhary, G., Saini, A. K., Kaur, H., Saini, V., Mokhta, S. K., Chand, R., Chandel, U. K., Christie, G., & Thakur, V. K. (2021)	Artículo de revisión científica e industrial	Durante el período de pandemia en el mundo, el uso de mascarillas y guantes clínicos como EPP se convirtió en una necesidad latente; sin embargo, su proceso de disposición y eliminación final resultó deficiente. Asimismo, el consumo de EPP en las empresas, cuando no se maneja un sistema de gestión estructurado, representa un riesgo de seguridad pública y ambiental. Además, el consumo excesivo de estos equipos y, debido a su naturaleza no biodegradable, se ha convertido en una amenaza para el medio ambiente. Por este motivo, se han establecido estrategias de mitigación como el reciclaje de los EP, además del uso materiales biorrenovables en componentes textiles de EPI desde un enfoque de economía circular

2I	A circular economy model for hospital generated PPE and medical single use plastic waste: Demonstrating opportunities for reduction and reuse.	Canadian Coalition for Green Health Care (CCGHC). (2022).	Artículo de revisión	La aplicación de la economía circular (EC) es una oportunidad ideal para mitigar los efectos de contaminación generados por el consumo de EPP y plásticos de un solo uso, al sustituirlos mediante procesos de reutilización, remanufactura y recuperación, creando así un diseño más sostenible dentro de las organizaciones sanitarias o de otro tipo.
3I	The HSE Manager's Guide to Lower Environmental Impact PPE key steps to help minimise ppe waste	Tyvek. (2024).	Artículo informativo	Aplicar la economía circular en los procesos de producción, comercialización, uso y disposición final de los EPP es una forma activa de contribuir al cumplimiento de los ODS de la Agenda 2030 y de mitigar el impacto del consumo de estos equipos en el medio ambiente de manera responsable y sostenible
4I	Reducing personal protective equipment waste in the emergency department of a large regional hospital: codesign informed by system science	Patrick, R., Forrester, M., Urvi Thanekar, Hasini Gunasiri, Jaithri Ananthapavan, Minoo Naebe, Naebe, M., & Allender, S. (2024).	Artículo informativo	La aplicación de prácticas como la prevención, la reutilización y la reducción de EPP son formas claras de mitigar el impacto ambiental y de establecer un modelo de sostenibilidad integral dentro de una organización. Sin embargo, para lograrlo se debe partir por identificar las causas de la deficiencia en el sistema de gestión de EPP dentro de la empresa.
5I	Sustainable Healthcare: Medical waste, Circular economy solutions	Institute for health transformation. (2024).	Artículo informativo	La aplicación de la economía circular dentro de organizaciones que tienen una alta demanda de EPI o EPP permite reducir la generación de residuos sólidos y minimizar el impacto ambiental. Además, genera una reestructuración eficiente en la función financiera.
6E	Economía circular: estrategias para la sostenibilidad en la gestión de recursos	Aracely, T., Calderón, V., Castro Mora, M., Marilyn, S., Reyes, C., Liseth, Y., Pilay, C., Contreras Jaramillo, M., & Gomez, J. (2024).	Artículo de revisión	La economía circular es un modelo que permite reducir costos, mitigar los efectos ambientales, generar un valor añadido a la producción, reutilizar recursos existentes, optimizar costos y potenciar la responsabilidad ambiental dentro de toda organización, sin afectar la seguridad del personal ni de la misma entidad.
7E	La economía circular y 17 Objetivos	Organización de las Naciones [ONU]. (2021).	Artículo informativo	El modelo de la economía circular involucra varios sectores de la cadena de producción y disposición final de forma cíclica, los cuales son: materias primas, diseño, producción y elaboración, distribución, consumo (utilización, reutilización y reparación),

	Desarrollo Sostenible			recolección y reciclaje. Este modelo puede aplicarse fácilmente a los EPP, desde la elección de las materias primas hasta su eliminación final o su reutilización, para reingresar al ciclo.
8E	Selección de EPI: por qué es importante la economía circular.	Marnach, S. (2025).	Artículo informativo	Actualmente, ya no es suficiente con que el EPI cumpla su función básica de proteger al usuario. También se busca que los elementos seleccionados se integren con un modelo de responsabilidad ambiental. Por ello, cada vez hay más organizaciones que buscan implementar el modelo de economía circular como una estrategia integral de protección ambiental y de incremento en la productividad de la organización.
9E	Guía de Gestión Integral de Residuos Sólidos y Economía Circular	Botsch Cellete Gómez, P., Garay Betrán, A., Tabera Jiménez, D., & Vidyaranya, V. (2022).	Análisis temático	La implementación de la economía circular dentro de una organización permite generar impactos positivos a nivel social, económico y ambiental. Por ello, todo modelo de gestión, ya sea general o especializado, debe alinearse con los principios y características de la economía circular.
10E	La medida de la Economía Circular en las empresas.	Grupo de Acción en Economía Circular. (2019).	Análisis temático	La aplicación de la economía circular dentro de la organización permite optimizar los procesos productivos y mejorar cada etapa presente en la entidad. En el caso de aplicarse en la gestión de los EPP, se podrá generar una reducción de costos y un incremento en la responsabilidad ambiental de la empresa.

Nota. El contenido de la tabla vincula los 10 documentos seleccionados para esta categoría, divididos en 5 documentos de habla inglesa y 5 en español. **Fuente.** Elaboración propia (2025)

Análisis correlacional

Los elementos o equipos de protección personal (EPP) corresponden a un conjunto de implementos que pueden ir desde lo más sencillo, como mascarillas, hasta lo más complejo, como trajes de cuerpo completo. Su nivel de uso y complejidad dependerá de la naturaleza de la actividad económica o productiva que realice el trabajador, donde se deben identificar los riesgos a los que puede estar expuesto y, a partir de ellos, establecer las barreras primarias de protección. Es decir, los EPP, en América Latina o EPI en latitudes europeas, hacen referencia a “todo equipo, aparato o dispositivo especialmente proyectado y fabricado para preservar el cuerpo humano, en todo o en parte, de riesgos específicos de accidentes del trabajo o enfermedades profesionales” (Barrera, 2025, p.5).

También se entienden según el Decreto 1072 del 2014 como un conjunto de “medidas basadas en el uso de dispositivos, accesorios y vestimentas por parte de los trabajadores, con el fin de protegerlos contra posibles daños a su salud o a su integridad física derivados de la exposición a los peligros en el lugar de trabajo “(Ministerio de trabajo, 2024), que son de

carácter obligatorio y que deben estar estructurados conforme a un sistema de gestión que va desde la integración de los equipos (compra y selección) hasta su disposición final o eliminación, bajo un marco normativo legal y ambiental.

Ahora bien, es necesario puntualizar que los EPP no eliminan ni evita el riesgo directamente, pero si mitiga o amortigua el impacto que pueda llegar a sufrir el trabajador, claro está que para su efectividad es prioritario que se han de alta calidad y sean debidamente usados, de lo contrario se podría constituir en un riesgo adicional para la seguridad y salud del trabajador, situación que terminaría afectando la operatividad y capacidad productiva de la empresa, además de generar gastos adicionales.

Otro aspecto a tener en mente, es que los EPP tienen unas funciones principales las cuales son “reducir la exposición de los trabajadores a los riesgos laborales resultantes de sustancias químicas, físicas, transmitidas por el aire u otros peligros laborales” (SPREP, 2022, p.5); proteger directamente al trabajador o usuario, no obstante es pertinente aclarar que los EPP es una de las medida contra los riesgo de menor efectividad si no está combinada con controles administrativos y de ingeniería; reducir los daños ocasionados en el trabajador; y evitar el desarrollo de una contaminación cruzada, pero para lograr esta última función es fundamental tener un sistemas de gestión y eliminación de EPP definido y estructurado, de otro modo se convertirá en un riesgo de salud física y ambiental.

Es evidente, que los EPP son necesarios dentro de una organización porque protege a los trabajadores y garantiza en cierta medida, la salud, el bienestar y la integralidad de los trabajadores que puedan estar expuestos a situaciones de riesgo biológico, radiactivo, químico, físico o ambiental. Sin embargo, si la empresa no usa una gestión pertinente de los EPP se pueden desencadenar problemas ambientales y de salud pública.

Inicialmente, cuando se habla de gestión, se hace referencia a la evaluación de riesgos, selección de EPP, compra, recepción y entrega, uso, mantenimiento, sustitución y disposición final, con un proceso de supervisión constante (Barrera, 2025). La primera fase, se debe detectar los riesgos a los que se puede ver expuesto el trabajador, luego se deben establecer los EPP necesarios, por ejemplo, si está expuesto a sustancias biológicas como en un hospital debería usar guantes y mascarilla (cubre bocas) o si está expuesto a radiación debe usar un

traje plomado o si trabaja en minería deberá usar como mínimo gafas, casco y guantes de recubrimiento.

En la siguiente fase, la compra, para ella se debe tener en cuenta algunos aspectos como el valor, la calidad, la durabilidad, la capacidad de aislamiento químico y biológico, la resistencia, la idoneidad, la composición del elemento, los procedimientos de verificación a los que hayan sido sometidos, entre otros aspectos. En la recepción y entrega, se puntualiza en la revisión de inventario y en el debido almacenamiento.

En cuanto a la fase del uso, esta se divide en dos partes una es educación y la otra es el uso directo de los EPP, es decir, en esta fase se debe capacitar a los trabajadores para que hagan uso adecuado y seguro de cada uno de los equipos de seguridad. Lo cual, indica que no solamente se les debe orientar sobre el cuándo, cómo, dónde y porqué deben usar el EPP, sino también se les debe orientar en el cuidado mismo del equipo, siendo la fase de mantenimiento, para asegurar así un mayor periodo de vida o utilidad del equipo, componente clave si se desea implementar un modelo de EPP sostenibles desde la economía circular.

Luego, se encuentra las etapas de reposición o sustitución y disposición final. La primera, establece que la sustitución del equipo dependerá del deterioro, daño o defecto de calidad que limite la funcionalidad del mismo sea por uso o daños accidentales, al igual que dependerá de su pertinencia para el usuario, es decir el EPP debe ser acorde a la talla y estructura anatómica del trabajador. (Superintendencia de Sociedades, 2022) La segunda, es la disposición final de los EPP ya usados y que han terminado su período de vida útil, para esta fase cada entidad debe establecer un protocolo a seguir sea por eliminación directa o por una entidad externa.

Sin embargo, cuando el sistema de gestión falla, principalmente en la fase de selección y en la de disposición final, los dispositivos que deben proteger la salud del trabajador se transforman en una amenaza latente tanto para el ser humano como para el medio ambiente. En especial, si se considera que la composición de la mayoría de los EPP no es biodegradable (Siwal, et al., 2021) donde un consumo excesivo o relativamente elevado, significa un alto riesgo ambiental que viene desde la producción del EPP hasta su eliminación.

Cuando se dice que no son biodegradables, se debe al hecho de que en su mayoría están elaborados por compuestos químicos y sintéticos derivados del petróleo, como: polietileno de alta densidad, polietileno de baja densidad, cloruro de polivinilo, polipropileno, poliéster, poliestireno, policarbonato, látex, nitrilo, ácido vinílico, entre otros. (Lyu, et al., 2024). Sustancias que no ingresan al ciclo natural ni se descomponen con facilidad, por lo cual son de alta durabilidad y si la disposición final no es adecuada pueden terminar en fuentes hídricas, zonas de agricultura y paisaje natural, a su vez, la única manera de eliminarlos es por incineración, creando así un punto de emisión de gases de carbono. (Uddin et al., 2021). Además, el desprendimiento de aditivos químicos y contaminantes como antioxidantes, estabilizadores UV, plastificantes, retardantes, ésteres organofosforados, entre otros (Kannan et al., 2022), se constituyen en una especie de veneno a largo plazo, con efectos irreversibles sobre la naturaleza en su composición total.

Entonces, los EPP se convierten en un problema ambiental de alto impacto y en cierta medida en un problema para la empresa, pues si esta no cumple con el debido proceso podrá recibir sanciones legales, conforme a las normativas ambientales y de SST de cada país. (Cubas, et al., 2023).

No obstante, en la actualidad se buscan alternativas para mitigar el impacto ambiental y desarrollar EPP sostenibles (biodegradables, reutilizables), desde su producción o fabricación hasta su disposición final o eliminación pasando por el periodo de consumo. Para ello, se han creado estrategias como: definir procedimientos claros desde los SG-SST de cada organización para la gestión Integral de los EPP o EPI; establecer un sistema de gestión de residuos sólidos urbanos, que puede ser general o específico en caso de ser residuos biomédicos peligrosos y residuos con una exposición a radiación; adquirir EPP de durabilidad y resistencia, de tal manera que no se requiera un constante cambio de equipos sino que puedan tener una larga vida útil o ingresar a un proceso de reutilización; fabricar y adquirir EPP elaborados en materiales alternativos y biodegradables; implementar la pirólisis como estrategia de eliminación y generación energética; y descontaminación controlada de determinados dispositivos para someterlos a un proceso de reciclaje y reutilización segura. (Onyebuchi y Odekhe, 2025; Cubas et al., 2023; Lyu et al., 2024; Karim et al., 2020; Zhao et al., 2022; Singh et al., 2020; Palka, 2023)

Es pertinente puntualizar, que no todos los EPP son aptos para ser reutilizados o para ser elaborados en material biodegradable debido a la complejidad del riesgo al que se ven expuestos, por ejemplo, algunos equipos médicos solo pueden ser de un solo uso, pues su nivel de contaminación es muy alto para ser eliminado, esto sucede particularmente con los elementos expuestos a fluidos patológicos con altos índices de contagio. (Karim, et al., 2020) Otros dispositivos no puede ser elaborados fácilmente en materiales biodegradables, porque en la actualidad todavía es un tema de investigación y no hay una exploración total de materiales alternativos para ciertos elementos que deben estar diseñados para riesgos radioactivos, nucleares o químicos. En contraste, algunos elementos que son más comunes para ser reutilizados son como los cascos o para ser biodegradables como las mascarillas o batas médicas.

Para lo cual, se ha implementado el uso de materiales biodegradables como polímeros biodegradables, tanto de tipo natural (quitosano, alginato, colágeno y gelatina) como de carácter sintético (alcohol polivinílico, óxido de polietileno, policaprolactona, y ácido poliláctico); de igual manera se está promoviendo el uso materiales como microfibra de grafeno para reforzar e incrementar la durabilidad y seguridad de las mascarillas y fibras naturales (bambú y la celulosa), que son ideales para mascarillas y ropa protectora. (Lyu et al., 2023; De Luca et al., 2023)

De esta forma, la fase de selección de los EPP se vuelve determinante, porque sí se eligen equipos biodegradables o de gran durabilidad, podrá reducir la sustitución constante de los equipos y en caso contrario podrá asegurar una rápida descomposición del elemento. Ahora, en la fase de disposición final y eliminación, se establece como un punto estratégico porque de allí depende que los EPP sean reincorporados por un proceso controlado de descontaminación o sean debidamente eliminados de una forma segura y con el menor impacto posible sobre el medio ambiente tanto a nivel terrestre, acuático como atmosférico.

Es ahí, donde las empresas actuales buscan integrar a su modelo empresarial y de gestión de residuos sólidos, las políticas y principios de la economía circular, entendida como una economía restauradora y regenerativa, que tiene como finalidad “mantener los productos, componentes y materiales en su máxima utilidad” (ICONTEC, 2022, p. 4). Siendo, además,

un enfoque determinante para abordar integralmente la sostenibilidad en la gestión de recursos, buscando pasar de una:

Economía lineal tradicional – producir, usar y desechar –, para avanzar hacia una estructura donde los productos, materiales y recursos sean mantenidos en uso durante el mayor tiempo posible, maximizando su valor y minimizando el impacto ambiental (...) siendo una alternativa viable para mitigar la sobreexplotación de los recursos, reducir la generación de desechos y promover un desarrollo sostenible (Almeida y Díaz, 2020; Kirchherr, Reike & Hekkert, 2020 citado en Verá, et al., 2024).

Además, la economía circular según la ONU (2021), se caracteriza por utilizar materiales que dentro de un proceso productivo no debe generar residuos ni contaminación, punto clave para incorporar los EPP biodegradables, donde se hace necesario elaborarlos, pero con materiales sostenibles que tenga un proceso de descomposición natural rápido y no se establezcan con agentes contaminantes. Otra característica, es trabajar y desarrollar fuentes renovables de energía, así se puede buscar la implementación del pirólisis, siendo un método para eliminar desechos difíciles de procesar pero que se puede aplicar a los EPP, donde a partir de una “quema” controlada sin combustión se logra descomponer en tres fracciones la materia: gases, líquidos y sólidos. Los cuales, se pueden reusar como combustible, bio-oil y material energético.

La tercera característica es el uso de la diversidad, esto hace referencia al uso de alternativas para optimizar procesos y recursos sin comprometer el medio ambiente, un ejemplo de ello, es aplicar diferentes estrategias tanto administrativas como productivas para lograr una gestión responsable de los EPP en cada una de sus fases hacia un modelo cíclico de sostenibilidad. Otro factor propio de la economía circular es el uso de las 3R, reducción, reciclaje/recuperación y reutilización, aspectos que se pueden aplicar fácilmente con los EPP salvo algunas excepciones.

Al lograr implementar la economía circular dentro de una organización se logra responder al cumplimiento de los ODS17 y permite fundamentar el sistema de gestión integral de EPP y de RSU en tres principios: “preservación y mejora del capital natural, optimización del uso de recursos rotando productos / materias/ componentes con su máxima utilidad, y promoción de la eco-eficacia de los sistemas al detectar y eliminar externalidades negativas” (ONU, 2021). Asimismo, se incrementa la visibilidad de la organización dentro

del mercado competitivo como una empresa social y ambientalmente responsable con un modelo de EPP integrado, sólido y seguro a gran escala.

Por lo tanto, EPP / EPI son un conjunto de elementos y medidas que buscan proteger la salud e integridad de los trabajadores, por ello su uso es obligatorio, y se utilizan según el tipo de riesgo (químicos, biológicos, microbiológicos, físicos y/o radioactivos) al que este expuesto. A su vez, el uso responsable de los EPP, le permite a la empresa mejorar su productividad y asegurar un mayor nivel de eficiencia y cobertura en sus operaciones. Sin embargo, más allá de la inversión y aplicación de los EPP, no se debe descuidar su gestión integral ni ambiental.

Por ello, se hace indispensable implementar EPP sostenibles (biodegradables y reutilizables) desde un modelo de economía circular, que se contemple desde la selección de materiales hasta la disposición final o eliminación de los equipos, sin afectar el medio ambiente ni generar contaminación cuando los EPP lleguen al final de su vida útil. De este modo, toda organización debe lograr una armonía y equilibrio entre la protección de su personal y la protección del medio ambiente. Para ello es indispensable generar un modelo de gestión integral de los EPP alineado con los principios de la economía circular y con el cumplimiento de los ODS.

Conclusiones

La investigación permitió, a través del método hermenéutico y del análisis documental de 30 fuentes científicas, normativas y académicas, comprender la relación entre los Equipos de Protección Personal (EPP) o EPI, con la sostenibilidad y la economía circular. Generando así, un Estado del Arte que facilitó el proceso de interpretación crítica, comparativa y reflexiva, lo que permitió identificar las principales problemáticas y alternativas de solución en torno a la gestión de los EPP dentro de las organizaciones, vinculando la seguridad laboral con la responsabilidad ambiental.

Entonces, los EPP son esenciales para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente a riesgos microbiológicos, químicos, biológicos, físicos y radiológicos. Sin embargo, su efectividad depende no solo de la calidad y pertinencia de los equipos, sino también de la implementación de sistemas de gestión que incluyan procesos de selección,

uso, mantenimiento y disposición final. Una inadecuada gestión convierte estos elementos en un riesgo para el trabajador o colaborador y en un factor contaminante para el medio ambiente, debilitando tanto la productividad como la responsabilidad social empresarial.

Además, la composición de los EPP no biodegradables los convierte en un componente latente para el incremento de la huella de carbono, el cambio climático, la contaminación de fuentes hídricas y la generación de contaminaciones cruzadas a corto, mediano y largo plazo. Afectando la salud del ser humano, el equilibrio de los ecosistemas, la capacidad económica de los territorios y la integralidad de todos los factores bióticos y abióticos.

Esto se debe principalmente a que la mayoría de los componentes que hacen parte de los EPP son derivados del petróleo (polietileno de baja y alta densidad, policarbonato, polipropileno, etc.) los cuales exigen un alto consumo energético durante su fabricación, generando niveles significativos de emisión de gases. Posteriormente, si no son debidamente gestionados durante el proceso de eliminación o se presenta un uso desmedido, se transforman en generadores de contaminación atmosférica, fluvial y terrestre, además de ocasionar un consumo excesivo de recursos naturales.

Es por ello, que surge la sostenibilidad de los EPP como una estrategia practica y amigable con el medio ambiente, que radica en el desarrollo de equipos con mayor durabilidad, reutilizables y/o biodegradables. En este punto se debe impulsar el uso de materiales como polímeros biodegradables (quitosano, alginato...), materiales sintéticos (alcohol polivinílico, policaprolactona, ácido poliláctico...) y fibras naturales (bambú y la celulosa), disminuyendo así el impacto negativo de los equipos de protección sobre el medio ambiente.

Combinado, con la adopción de tecnologías y métodos alternativos para la eliminación de este tipo de residuos, entre ellos el pirólisis o el reciclaje especializado, permite crear una cadena de gestión sostenible y circular de los EPP. De esta manera, las organizaciones pueden reducir costos, prolongar la vida útil de los equipos y mitigar los impactos ambientales. No obstante, persisten limitaciones en algunos dispositivos de un solo uso, especialmente en el sector biomédico, farmacéuticos y químico, donde los riesgos de

contaminación cruzada impiden su reutilización, por ello se deben evaluar los EPP para determinar si son o no aptos para entrar a un proceso de reutilización controlada.

Es así, como la economía circular se presenta como un modelo estratégico capaz de integrar la seguridad laboral con la sostenibilidad ambiental. Su aplicación en la gestión de los EPP permite cerrar ciclos de producción y consumo mediante procesos de reutilización, reciclaje y recuperación, al tiempo que se optimizan los recursos y se reducen los desechos. Al adoptarse este enfoque en las organizaciones, se crea una alineación con los ODS, específicamente con los que están relacionados con: trabajo decente, innovación, producción responsable y acción por el clima. Situación que favorecerá la competitividad empresarial y al medio ambiente. Se hace imperativo que las organizaciones implementen el modelo de economía circular para la gestión integral de los EPP y, de esta manera, contribuir al cuidado del medio ambiente sin comprometer la seguridad de sus trabajadores.

En síntesis, el análisis cualitativo hizo evidente que la gestión sostenible de los EPP dentro de un modelo de economía circular, sí se constituye en una solución estratégica para garantizar simultáneamente la protección y bienestar del trabajador con la protección y conservación del medio ambiente. No obstante, se recomienda que para futuras investigaciones se logre explorar los nuevos materiales biodegradables que sean aplicables a los EPP de alto riesgo, así como el diseño de políticas públicas y normativas específicas que impulsen la innovación tecnológica y promuevan la adopción de modelos empresariales circulares para la gestión integral de los EPP. De esta forma, se logrará consolidar un equilibrio real entre productividad, sostenibilidad, ambiente y bienestar socio- laboral.

Referencias

- ALCA Company. (2025). *Sostenibilidad En EPP: ¿Existen Equipos De Protección Ecológicos?* https://alcacompany.com/sostenibilidad-en-epp-existen-equipos-de-proteccion-ecologicos/?srsltid=AfmBOooB4C-MiTDTJo7A4WXYnMv0q9wjHrKxhaadD0hudG_tMYA4FfPH
- ASEPAL. (2024). *Equipos de Protección Individual biodegradables - Asepal*. <https://asepal.es/equipos-de-proteccion-individual-biodegradables/?utm>
- Badillo Trejo, E., Ángeles Sandoval, C., Acevedo Morales, C., & Cano Badajóz, P. (2019). Actitud de los trabajadores ante el uso de equipo de protección personal. *Revista CuidArte*, 8(15), 56. <https://doi.org/10.22201/fesi.23958979e.2019.8.15.69157>
- Barrera Gilabert, J. (Ed.). (2025). *Guía para la gestión de los elementos de protección personal en entidades empleadoras versión 1.0*. <https://www.ispch.gob.cl/wp-content/uploads/2025/02/GUIA-GESTION-EPP-EN-ENTIDADES-EMPLEADORAS-V1-2024.pdf>
- Bermúdez Medina, D., Castañeda Irreño, J. L., & Cárdenas Niño, J. J. (2023). *Gestión Integral De Residuos Sólidos Y Economía Circular En Bogotá, Para La Industria De Construcción*. Universidad EAN. <https://repository.universidadean.edu.co/server/api/core/bitstreams/51c13c5d-c20e-4e4b-989d-d4d0c09e1cca/content>
- Botsch Cellete Gómez, P., Garay Betrán, A., Tabera Jiménez, D., & Vidyaranya, V. (2022). *Guía de Gestión Integral de Residuos Sólidos y Economía Circular - Enfoque en el Sector Restaurador*. GIZ Colombia & BlackForest Solutions GmbH. Bogotá, Colombia. https://andi.com.co/Uploads/ANDI_Guia%20de%20gestio%CC%81n%20integral_Economia%20Circular.pdf
- Canadian Coalition for Green Health Care (CCGHC). (2022). *A circular economy model for hospital generated PPE and medical single use plastic waste: Demonstrating opportunities for reduction and reuse*. <https://greenhealthcare.ca/wp-content/uploads/2022/03/PPE-mSUP-Lit-review-Final-version-Mar-22-2022.pdf>
- Corporate Safety Team. (2024). *Personal Protective Equipment Management NHS Unclassified PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMENT MANAGEMENT*.

- <https://www.torbayandsouthdevon.nhs.uk/uploads/personal-protective-equipment-management.pdf>
- CPWR. (2019). *Personal Protective Equipment (PPE)*. https://www.cpwr.com/wp-content/uploads/publications/Chapter-5_1.pdf
- Cubas, A. L. V., Moecke, E. H. S., Provin, A. P., Dutra, A. R. A., Machado, M. M., & Gouveia, I. C. (2023). *The Impacts of Plastic Waste from Personal Protective Equipment Used during the COVID-19 Pandemic*. *Polymers*, 15(15), 3151. <https://doi.org/10.3390/polym15153151>
- De Luca P, J. Nagy B, Macario A (2023) *Nanomateriales utilizados en la preparación de equipos de protección personal (EPI) en la lucha contra el SARS-CoV-2*. *Inorgánicos* 11:294. <https://doi.org/10.3390/inorganics11070294>
- Deslauriers, J. P. (2018). *Investigación cualitativa: definición y ámbito*. <https://revistaprospectiva.univalle.edu.co/index.php/prospectiva/article/download/13717/16553/60152>
- Glove News. (2024). *¿Cómo se descomponen los guantes de nitrilo biodegradables?* Expertos En Reciclaje. <https://plastic-recycled.com/es/como-se-descomponen-los-guantes-de-nitrilo-biodegradables/>
- Gómez, C. N., & Mero Baque, F. G. (2023). *Propuesta de mejora de control de inventario de equipos de protección personal en un terminal portuario*. Universidad politécnica salesiana sede campus centenario. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/25099/1/UPS-GT004434.pdf>
- Grupo de Acción en Economía Circular. (2019). *La medida de la Economía Circular en las empresas*. https://foretica.org/wp-content/uploads/informe_medida_economia_circular_foretica.pdf
- Guevara Patiño, R. (2016). El estado del arte en la investigación: ¿Análisis de los conocimientos acumulados o indagación por nuevos sentidos? *Folios*, 44, 165–179. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-48702016000200011

- INCONTEC. (2022). *Protocolo buenas prácticas de ECONOMÍA CIRCULAR*.
<https://www.icontec.org/wp-content/uploads/2022/09/DOC-Protocolo-Economia-Circular-2022-1.pdf>
- Institute for Health Transformation. (2024). *Sustainable Healthcare: Medical waste, Circular economy solutions*. https://iht.deakin.edu.au/wp-content/uploads/sites/153/2023/07/Deakin-and-Barwon-Health_Sustainable-PPE_ShortReport9.pdf
- Instituto Guatemalteco de seguridad Social-IGSS-. (2020). *Uso y limpieza de equipo de protección personal -EPP-*. <https://www.igssgt.org/wp-content/uploads/2020/08/Guia-uso-y-limpieza-de-equipo-de-proteccion-personal-epp-IGSS-2020.pdf>
- Instituto Mexicano de Seguro Social [IMSS] y Organización Internacional del Trabajo [OIT]. (2024). *Vigilancia de la Salud en el Trabajo. Punto de comprobación 22. Equipo de protección personal y colectiva*.
https://elssa.imss.gob.mx/files/3.3.22_EPP.pdf
- Kannan, G., Bilal, M., & Ayyappan, S. (2022). *Personal protective equipment (PPE) pollution driven by the COVID-19 pandemic in coastal environment, Southeast Coast of India*. *Marine Pollution Bulletin*, 180, 113769.
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.113769>
- Karim, N., Afroj, S., Lloyd, K., Oaten, L. C., Andreeva, D. V., Carr, C., Farmery, A. D., Kim, I.-D., & Novoselov, K. S. (2020). *Sustainable Personal Protective Clothing for Healthcare Applications: A Review*. *ACS Nano*, 14(10), 12313–12340.
<https://doi.org/10.1021/acsnano.0c05537>
- Le, V.-G., Nguyen, M.-K., Lin, C., Nguyen, H.-L., Nguyen, H., Hue, N. K., Truong, Q.-M., Chang, S. W., Nguyen, X. H., & Nguyen, D. D. (2024). Review on personal protective equipment: Emerging concerns in micro(nano)plastic pollution and strategies for addressing environmental challenges. *Environmental Research*, 257, 119345–119345. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2024.119345>
- Lyu L, Peng H, An C, Sun H, Yang X, Bi H (2023a) *An insight into the benefits of substituting polypropylene with biodegradable polylactic acid face masks for*

- combating environmental emissions*. Sci Total Environ 167137.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.167137>
- Lyu, L., Bagchi, M., Nektaria Markoglou, & An, C. (2024). *Innovations and development of sustainable personal protective equipment: a path to a greener future*. *ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH*, 13(1). <https://doi.org/10.1186/s40068-024-00350-x>
- Marnach, S. (2025). *Selección de EPI: por qué es importante la economía circular*.
<https://www.interempresas.net/Proteccion-laboral/Articulos/596951-Seleccion-de-EPI-por-que-es-importante-la-economia-circular.html>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, y Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (2016). *Manual de bioseguridad en el laboratorio cuarta edición y monografías complementarias equipo de protección personal*.
<https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/374905/9789240059801-spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ministerio de Trabajo Colombiano. (2024). *Decreto 1072 de 2015 Sector Trabajo - Gestor Normativo - Función Pública*.
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=72173>
- Onyebuchi, Chinua, & Odekhe, Emmanuella. (2025, March 11). *Personal Protective Equipment (PPE) And Climate Change: Implications and Sustainable Solutions*.
<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.34878.80963>
- Organización de las Naciones [ONU]. (2021). *La economía circular y 17 Objetivos Desarrollo Sostenible*. <https://familiesforsdgs.org/economia-circular-y-ods/>
- Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (2022). *Objetivos y Metas de Desarrollo Sostenible*. Naciones Unidas.
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Organización Internacional del Trabajo [OIT]. (2024). *Equipos de protección personal*. [Www.ilo.org](https://www.ilo.org). <https://www.ilo.org/es/temas/administracion-e-inspeccion-del-trabajo/biblioteca-de-recursos/la-seguridad-y-salud-en-el-trabajo-guia-para-inspectores-del-trabajo-y-equipos-de-proteccion-personal>

- OSHA. (2023). *Personal Protective Equipment*. 2(5), 7–7.
<https://www.osha.gov/sites/default/files/publications/osha3151.pdf>
- Palka, A. (2023). *Cómo lograr que los EPI sean más sostenibles sin perjudicar la protección*. <https://www.interempresas.net/Reciclaje/Articulos/473070-Como-lograr-que-los-EPI-sean-mas-sostenibles-sin-perjudicar-la-proteccion.html>
- Patrick, R., Forrester, M., Urvi Thanekar, Hasini Gunasiri, Jaithri Ananthapavan, Minoo Naebe, Naebe, M., & Allender, S. (2024). *Reducing personal protective equipment waste in the emergency department of a large regional hospital: codesign informed by system science*. *BMJ Public Health*, 2(2). <https://doi.org/10.1136/bmjph-2023-000741>
- Portal Minero. (2023). *Reciclaje de equipos de protección personal en El Teniente alcanzará su primera tonelada este año*.
<https://www.portalminero.com/wp/reciclaje-de-equipos-de-proteccion-personal-en-el-teniente-alcanzara-su-primera-tonelada-este-ano/>
- Quintana, L., & Hermida, J. (2019). La hermenéutica como método de interpretación de textos en la investigación psicoanalítica. *Perspectivas En Psicología: Revista de Psicología Y Ciencias Afines*, 16(2), 73–80.
<https://www.redalyc.org/journal/4835/483568603007/html/>
- Singh, N., Tang, Y., & Ogunseitan, O. A. (2020). Environmentally Sustainable Management of Used Personal Protective Equipment. *Environmental Science & Technology*, 54(14). <https://doi.org/10.1021/acs.est.0c03022>
- Siwal, S. S., Chaudhary, G., Saini, A. K., Kaur, H., Saini, V., Mokhta, S. K., Chand, R., Chandel, U. K., Christie, G., & Thakur, V. K. (2021). *Key ingredients and recycling strategy of personal protective equipment (PPE): Towards sustainable solution for the COVID-19 like pandemics*. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 9(5), 106284. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2021.106284>
- SPREP. (2022). *Personal Protective Equipment: guidance for waste management workers in pacific island countries*. <https://pacwastepius.org/wp-content/uploads/2022/02/Personal-Protective-Equipment-GUIDANCE-FOR-WASTE-MANAGEMENT-WORKERS-IN-PACIFIC-ISLAND-COUNTRIES.pdf>

Superintendencia de sociedades. (2022). *Sistema gestión integrado proceso: gestión del talento humano guía de suministro, inspección y reposición de elementos de protección personal (EPP)*.

<https://www.supersociedades.gov.co/documents/107391/632189/GTH-G-007+Gu%C3%ADa+de+Elementos+de+Protecci%C3%B3n+Personal+%28EPP%29.pdf/4ffb6d13-0de9-0190-2d6f-f56b028e77b0?t=1661522989745&download=true>

Tyvek. (2024). *The HSE Manager's Guide to Lower Environmental Impact PPE KEY STEPS TO HELP MINIMISE PPE WASTE DuPont Personal Protection*.

<https://www.dupont.co.in/content/dam/dupont/amer/us/en/personal-protection/public/documents/en/DUPO-24-32436-E-Guide-Lower-Impact-PPE-Eguide-EN.pdf>

Uddin, M. A., Afroj, S., Hasan, T., Carr, C., Novoselov, K., & Karim, N. (2021). Environmental Impacts of Personal Protective Clothing Used to Combat COVID-19. *Advanced Sustainable Systems*, 6(1). <https://doi.org/10.1002/adsu.202100176>

Vera, Aracely, Castro Mora, M., Marilyn, S., Reyes, C., Liseth, Y., Pilay, C., Contreras Jaramillo, M., & Gómez, J. (2024). *Ciencia y Desarrollo. Universidad Alas Peruanas circular economy: as a strategy for business competitiveness*. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9816450.pdf>

Zhao, X., Klemeš, J. J., & Fengqi You. (2022). Energy and environmental sustainability of waste personal protective equipment (PPE) treatment under COVID-19. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 153, 111786. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111786>